



**ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUÍFERO PROFUNDO DE  
CAMPO DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SÍSMICA DE  
REFLEXIÓN**

---

**TOMO I**

**MEMORIA**



## ÍNDICE



## INDICE

<b>0.- RESUMEN DEL INFORME FINAL .....</b>	<b>1</b>
<b>1.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Antecedentes del Proyecto .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Los objetivos.....</b>	<b>10</b>
<b>2.- ENCUADRE GEOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>13</b>
<b>3.- ESTUDIO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL. HIDROGEOLOGÍA.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Objetivos perseguidos en el estudio.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. Metodología desarrollada en el estudio geológico estructural .....</b>	<b>22</b>
3.2.1. Recopilación de la información existente .....	22
3.2.2. Cartografía geológico-estructural .....	22
<b>3.3. Antecedentes bibliográficos sobre la geología de la zona.....</b>	<b>26</b>
3.3.1. Marco geológico estructural.....	26
<b>3.4. Hidrogeología.....</b>	<b>55</b>
3.4.1. Esquema hidrogeológico del Campo Dalías .....	55
3.4.2. Sondeos .....	57
3.4.3. Prospección geofísica.....	58
<b>3.5. Cartografía geológico-estructural .....</b>	<b>62</b>
3.5.1. Estratigrafía .....	62
3.5.2. Estructura .....	72
<b>3.6. Bibliografía.....</b>	<b>81</b>
3.6.1. Trabajos mencionados en el texto .....	81
3.6.2. Otros trabajos de interés .....	83
<b>4.- BASE DE DATOS EMPLEADA EN EL PROYECTO .....</b>	<b>87</b>
<b>4.1. Base de datos del Campo de Dalías del IGME .....</b>	<b>89</b>
<b>4.2. Base de datos de sondeos de interés para el Proyecto .....</b>	<b>91</b>
<b>4.3. Base de datos de sondeos útiles para el Proyecto en el Campo Dalías .....</b>	<b>93</b>
<b>4.4. Otros sondeos .....</b>	<b>95</b>
<b>5.- ANALISIS DE LAS SECCIONES SÍSMICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>5.1. Metodología de trabajo .....</b>	<b>99</b>
<b>5.2. Campaña 01AL .....</b>	<b>101</b>
5.2.1. Línea Sísmica Al-01 .....	102
5.2.2. Línea Sísmica Al-02 .....	103
5.2.3. Línea Sísmica Al-03 .....	105
5.2.4. Línea Sísmica Al-04 .....	106
5.2.5. Línea Sísmica Al-05 .....	107
5.2.6. Línea Sísmica Al-06 .....	108
5.2.7. Línea Sísmica Al-07 .....	109
<b>5.3. Campaña AT .....</b>	<b>125</b>
5.3.1. Línea Sísmica AT-1.....	125
5.3.2. Línea Sísmica AT-2.....	126
5.3.3. Línea Sísmica AT-3.....	127
5.3.4. Línea Sísmica AT-5.....	128
5.3.5. Línea Sísmica AT-6.....	129
5.3.6. Línea Sísmica AT-7.....	130

<b>6.- SINTESIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>143</b>
6.1. Mapa geológico-estructural de superficie de la zona de estudio, actualizado.....	147
6.2. Mapa de situación de líneas sísmicas y sondeos de la zona de estudio .....	153
6.3. Mapa geológico-estructural del subsuelo de la zona de estudio .	157
6.4. Mapa de isocronas del reflector post-plioceno de la zona de estudio .....	161
6.5. Cortes Geológicos, I, II y III.....	165
6.6. Cortes Geológicos IV, V y VI.....	169
6.7. Cortes Geológicos VII, VIII y IX .....	173
6.8. Cortes Geológicos X y XI .....	177
<b>7.- LIMITACIONES AL ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>	<b>181</b>
7.1. Limitaciones superiores (relleno Neógeno de la Cuenca) .....	183
7.2. Limitaciones inferiores (Basamento) .....	184
<b>8.- CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>185</b>
<b>9.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>189</b>
9.1. Metodología .....	191
9.2. Estratigrafía .....	192
9.3. Estructura .....	193
9.4. Hidrogeología.....	195

## **ANEXOS**

### **ANEXO-I**

Permisos y Autorizaciones. Base de datos actualizada

### **ANEXO-II**

Informe de adquisición de datos sísmicos

### **ANEXO-III**

Informe de procesado secciones sísmicas. Campaña 01AL

### **ANEXO-IV**

Informe de procesado secciones sísmicas. Campaña AT

### **ANEXO-V**

Soporte Informático. CD

## **0.- RESUMEN DEL INFORME FINAL**

## 0.- RESUMEN DEL INFORME FINAL

Bajo el título "***Estudio estructural del acuífero profundo de Campo Dalías (Almería) mediante sísmica de reflexión***" se recoge un estudio que pretende analizar **la estructura que afecta a los materiales** bajo superficie en **el Campo de Dalías** a partir del conocimiento de la geología y estructura existentes en superficie y la determinación de las características estructurales del subsuelo a partir de datos procedentes tanto de **sondeos** como de **secciones sísmicas**.

Para alcanzar este objetivo final se ha seguido escrupulosamente una **metodología** (ver cuadro adjunto) que ha consistido en el desarrollo de las siguientes etapas: recopilación de información, cartografía geológico-estructural, campaña de adquisición de líneas sísmicas, procesado de las líneas sísmicas e integración de toda la información.

En primer lugar, se realizó una **recopilación de la información** existente de trabajos más o menos relacionados con la hidrogeología y la estructura de la zona de estudio y sectores colindantes.

En segundo lugar se realizó una **campaña de cartografía geológica y estructural** que permitió actualizar el conocimiento de la geología de superficie con un énfasis especial en la identificación de fracturas, pliegues y lineamientos, tanto en campo como en la fotografía aérea realizada en la década de los años 50, antes de la intensa cobertura de la zona con los invernaderos.

En tercer lugar, se llevó a cabo una campaña **de sísmica de reflexión** a lo largo de casi **100 km** de perfiles para determinar las características del subsuelo, tanto en lo que se refiere a la identificación y disposición de los materiales como de la estructura que los afecta.

En cuarto lugar se hizo un análisis exhaustivo de la **información procedente de líneas sísmicas de una antigua campaña** realizada en la zona y se integró dicha información con la disponible hasta el momento.

Por último se hizo una **síntesis de toda la información** para generar como resultado un mapa estructural del subsuelo que aporte información de la disposición de las principales estructuras identificadas en los materiales que forman el denominado acuífero profundo de Campo Dalías, concretamente las calcarenitas y conglomerados de edad pretortoniense y, fundamentalmente, las dolomías del Complejo Alpujárride.

En el esquema adjunto se presenta gráficamente la sucesión de tareas descritas y sus relaciones lógicas. Su realización ha conducido a lograr el **objetivo final del proyecto**, esto es, **la determinación de la disposición en el subsuelo, geometría y estructura del acuífero profundo de Campo de Dalías.**

Se ha obtenido un resultado óptimo en lo referente a la definición del techo del acuífero profundo, identificándose perfectamente el techo de los materiales del Complejo Alpujárride y de su cobertera miocena pretortoniense. No obstante, las características (espesor, probable homogeneidad, etc.) de los materiales carbonatados alpujárrides no han permitido obtener una buena definición de su parte basal, por lo que la posición de su límite inferior permanece desconocida, así como su estructuración interna.

Por lo que respecta a los resultados obtenidos del subsuelo, se pueden de calificar de muy buenos en cuanto a lo que es la calidad de los datos registrados en campo y el procesado que se ha llevado a cabo para obtener como documentos las secciones sísmicas sobre las que se ha trabajado para identificar el reflector que marca la presencia y disposición de los materiales competentes anteriores al Plioceno (pretortonienses y triásicos).

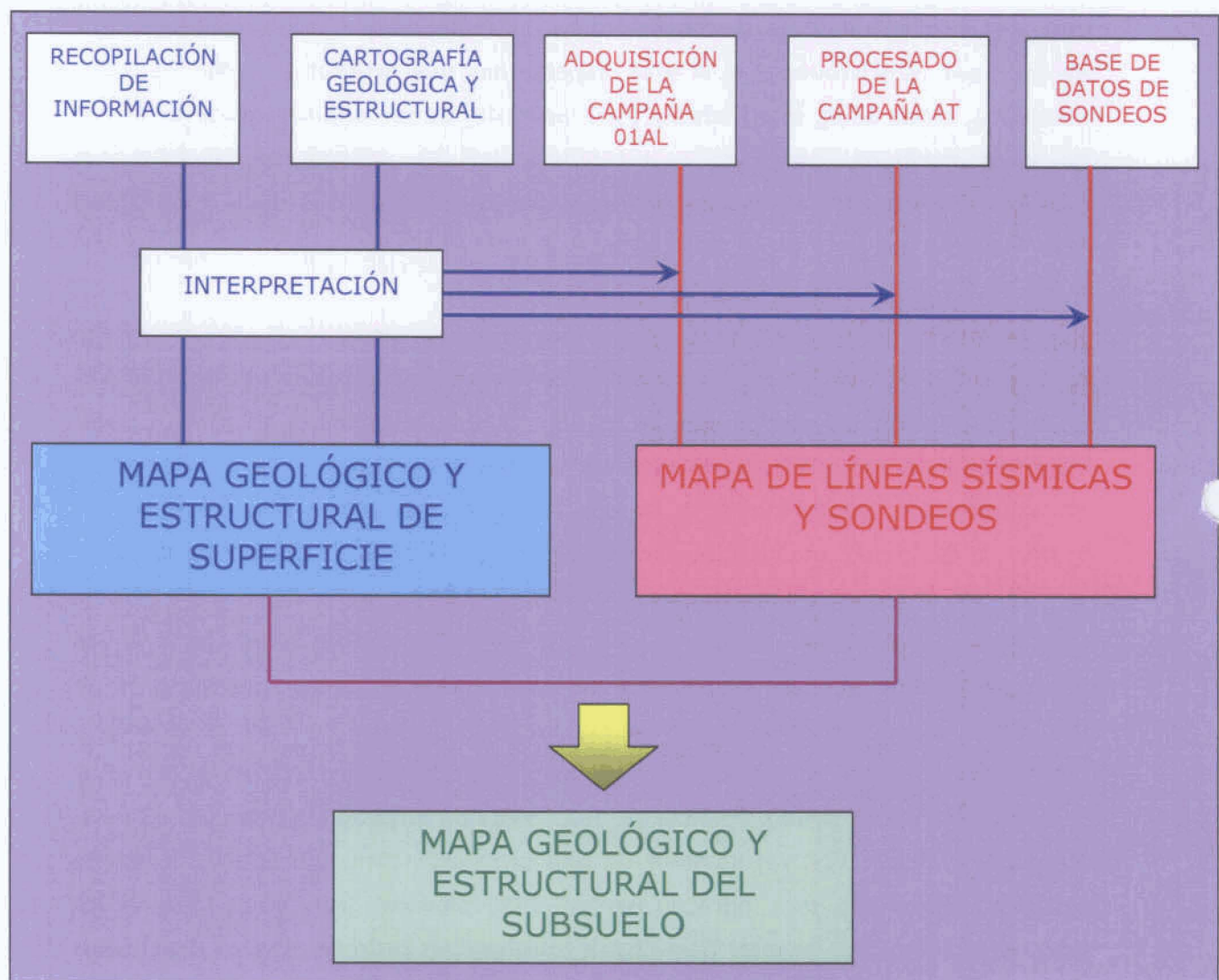
Sin embargo, y a pesar de ser muy importante la actividad desarrollada en el Campo de Dalías en cuestión de sondeos, el importante número de perforaciones se reduce a un número muy limitado de datos del subsuelo útiles para aportar información aplicable a las secciones sísmicas y que sirva para identificar la naturaleza de algunos reflectores identificados. La razón se debe a la que son pocos los sondeos con datos de suficiente calidad como para que la información que aportan sea relevante y, además, no es frecuente que estos sondeos se localicen cerca del trazado de las secciones sísmicas.

Esta carencia de información útil de sondeos ha dificultado de manera importante la interpretación de las líneas sísmicas pero no ha impedido que la interpretación final de éstas sea muy provechosa. A este respecto hay que resaltar que, con los datos obtenidos, elaborados, integrados y analizados de forma conjunta desde un punto de vista geofísico, geológico y estructural, se ha conseguido identificar la disposición real de los materiales correspondientes al acuífero profundo (ver figura 9.3).

Hasta el momento se conocía una estructuración de los mismos casi exclusivamente en bloques, dando un graderío de bloques con hundimiento preferente hacia el sur, y con dos direcciones predominantes, aproximadamente N60°E y N120°E. A partir de este trabajo se ha observado **una estructura principal mucho más sencilla de lo estimado hasta la fecha**. Lo que se manifiesta es una estructuración del Campo de Dalías según una dirección principal, y casi exclusiva, próxima a N75°E.

Esta dirección principal marca la dirección del plegamiento que afecta a los materiales pretortonenses y que es relativamente sencillo, según una sucesión de un gran sinclinal y un gran anticlinal en dirección hacia el sur. Este anticlinal y, sobre todo, el anticlinal, están a su vez estructurados en bloques más o menos marcados en virtud de la presencia de unas fallas de direcciones similares a las de plegamiento. En definitiva, se trata de una gran estructura plegada y, en varios sectores, fracturada que parece marcar una relevante continuidad entre los materiales estudiados **lo cual tiene gran implicación hidrogeológica en cuanto a concepción del acuífero**.

Todos estos puntos comentados quedan bien desarrollados en el texto correspondiente de la memoria al estar consultados, analizados y considerados los antecedentes que explican la estratigrafía y estructura de la zona de estudio y alrededores y al quedar también detallado el nuevo ambiente estructural definido a partir de la interpretación de las líneas sísmicas.



## **1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**



## **1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

### **1.1.- Antecedentes del Proyecto**

El regadío en el Campo de Dalías (Almería) es importantísimo en tanto que se trata de una región que ha experimentado un espectacular crecimiento de su renta per cápita gracias al desarrollo del denominado "cultivo bajo plástico". Los condicionantes climatológicos, caracterizados fundamentalmente por una muy escasa pluviometría, se unen a esta gran demanda de agua lo que ha dado lugar a una comarca con unas destacadas necesidades de agua.

Estas grandes necesidades de agua proceden de la sobreexplotación del acuífero somero y la gran profundidad y cierto desconocimiento del acuífero profundo, el que constituyen los materiales dolomíticos triásicos, los mismos que forman la Sierra de Gádor y que se "sumergen" bajo los materiales impermeables terciarios en toda la superficie del Campo de Dalías.

Si bien es cierto que el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) lleva cerca de 30 años estudiando el Campo de Dalías, lo ha hecho desde la perspectiva de la importante información que aportan las columnas de sondeos perforados en toda la zona. No obstante, esta información tiene sus carencias al tratarse de datos puntuales y es, por tanto, una valiosísima documentación cuando se combina con otro tipo de información del subsuelo de carácter continuo, con es en este caso la sísmica de reflexión, cuyos perfiles muestran las variaciones laterales de forma continua, sin necesidad de interpretación entre los datos puntuales que constituyen los sondeos.

La obtención de líneas sísmicas en la zona daría la posibilidad de conocer de manera continua la trayectoria exacta de la unidad calcárea que forma el substrato en el Campo de Dalías y, consecuentemente, se podría saber la estructura que le afecta, es decir, si está más o menos plegado, más o menos fracturado y si estas fracturas separan bloques que puedan suponerse hidráulicamente desconectados.

La empresa ALBAIDA, Recursos Naturales y Medioambiente, S.A., sensibilizada con esta carencia, ha contratado los servicios de la Unión Temporal de Empresas UTE CGS-CGG para abordar lo que constituye el proyecto de investigación de aguas subterráneas más espectacular en cuanto a la tecnología empleada de los realizados en España hasta la fecha ya que es la tecnología propia para la investigación de hidrocarburos.

Esta UTE CGS-CGG está formada por dos empresas (Compañía General de Sondeos, CGS, S.A. y Compagnie Generale de Geophysique, CGG) que ya han colaborado conjuntamente en etapas anteriores para abordar trabajos relacionados con el estudio geológico-estructural y del subsuelo de determinadas áreas de la geografía española.

Este proyecto ha tenido un seguimiento técnico continuado por parte del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en virtud de un convenio firmado entre dicha Entidad y CAJAMAR. Dentro de este convenio se han llevado a cabo varias reuniones en Madrid y en Almería, fruto de las cuales han surgido apreciaciones, comentarios y sugerencias técnicas que se han ido aplicando a lo largo del desarrollo del proyecto y cuya aportación al mismo ha enriquecido los resultados obtenidos en este trabajo

## **1.2.- Los objetivos**

El objetivo principal es conocer el aspecto geométrico de los materiales que constituyen el acuífero principal del Campo de Dalías. Para alcanzar este objetivo, y siguiendo la oferta técnica, el primer paso que hay que dar es definir las características geológicas e hidrogeológicas de los materiales existentes en la zona de Campo Dalías, (centrada en la localidad de El Ejido, Almería), así como definir las características estructurales que les afectan.

Una vez logrado este primer paso mediante estudios geológicos y cartográficos de superficie, se ha pretendido determinar la posición y disposición de los mismos materiales en el subsuelo a partir de una campaña de prospección geofísica mediante sísmica de reflexión a lo largo de 95 kilómetros de perfiles.

La información procedente de esta campaña de prospección sísmica así como la correspondiente a las líneas sísmicas antiguas que se realizaron en el sector meridional del Campo de Dalías, una vez procesadas, sirvieron para realizar un conjunto de perfiles geológico-estructurales de la zona. Con dicha información se generó un bloque tridimensional del área de estudio que servirá de soporte para determinar las características de futuras perforaciones (profundidad, materiales a atravesar, etc.) que se vayan a realizar en el área con objetivos hidrogeológicos (figura 9.3).

En cuanto al procesado, se ha realizado el correspondiente a los 95 km de líneas de nueva adquisición y casi 60 kilómetros de las secciones sísmicas correspondientes a la campaña AT.

Todos estos trabajos tienen como fin identificar el modelo geológico de la zona estudiada (figura 9.2) a partir del cual se pueda determinar la situación, localización, morfología y deformación de la unidad geológica localizada por debajo de los materiales de edad Plioceno, esto es, de los materiales miocenos y los materiales dolomíticos de edad Triásico.

## **2.- ENCUADRE GEOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

## **2.- ENCUADRE GEOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio comprende la comarca del Campo de Dalías (Almería), extendiéndose de Este a Oeste entre las localidades de Aguadulce y Bala negra, limitada al Sur y Este por el litoral mediterráneo y al Norte por la Sierra de Gádor, cuyo borde meridional ha sido, así mismo, objeto de estudio. La totalidad de la citada área se localiza dentro de los límites de las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 nº 1.058 (Roquetas de Mar) y nº 1.057 (Adra) (figura 2.1).

En la actualidad, y desde hace varios años, el Campo de Dalías es objeto de explotación agrícola mediante la implantación extensiva de invernaderos, que cubren la práctica totalidad de su superficie, a excepción del Paraje Natural de Punta Entinas-Sabinar, zona litoral protegida, extendida entre Roquetas de Mar, al Este, y el núcleo turístico de Almerimar, al Oeste (figura 2.2).

La presencia de los invernaderos, fundamentalmente, junto a los movimientos de tierra para la instalación de los mismos, las zonas de vertido, etc, representan un obstáculo insalvable para la observación en campo y la sistemática de toma de datos geológicos en superficie.



Fig. nº 2.1.- SITUACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO





Fig.2.2.- LÍMITES DEL PARAJE NATURAL PUNTA ENTINAS - SABINAR

### **3.- ESTUDIO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL. HIDROGEOLOGÍA**



### **3.- ESTUDIO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL. HIDROGEOLOGÍA**

En los apartados que siguen se describen los trabajos realizados y los resultados obtenidos mediante el Estudio Geológico-Estructural realizado en el marco del Proyecto. Estos apartados en los que se ha dividido este capítulo son los siguientes:

- Objetivos perseguidos en el estudio
- Metodología desarrollada en el estudio geológico-estructural
- Antecedentes bibliográficos sobre la geología de la zona
- Hidrogeología
- Subsuelo: Sondeos. Geofísica
- Cartografía geológico-estructural

#### **3.1.- Objetivos perseguidos en el estudio**

El objetivo fundamental de este estudio es la obtención de un mapa geológico-estructural, que, apoyado en los datos del subsuelo procedentes de los sondeos mecánicos, contribuya eficazmente a la interpretación del estudio de sismica realizado y a la subsiguiente modelización del Campo de Dalías.

## **3.2.- Metodología desarrollada en el estudio geológico-estructural**

Para la realización del estudio geológico-estructural, teniendo en cuenta los objetivos planteados, se ha seguido la metodología de trabajo que se especifica en los apartados que siguen.

### **3.2.1. Recopilación de la información existente**

La recopilación se ha centrado, fundamentalmente, en la obtención de información relativa a los siguientes aspectos de la zona de estudio:

- Contexto geológico regional y cartografía geológico-estructural.
- Unidades cartográficas y/o litoestratigráficas (facies y variedades)

La información recopilada se ha analizado y, a partir de la misma, se ha elaborado un Mapa Geológico Estructural de síntesis a escala 1:50.000 de la Zona de Estudio, a partir de los datos considerados de interés y de mayor fiabilidad, incorporando la localización de sondeos y de los trabajos de geofísica. Dicho mapa, junto a los esquemas y cortes geológicos realizados sobre la base del mismo, han constituido la documentación de partida para el desarrollo de los sucesivos trabajos geológicos.

### **3.2.2. Cartografía geológico-estructural**

La elaboración de la cartografía geológico estructural se ha desarrollado según la siguiente secuencia de actividades:

#### 3.2.2.1. Definición del marco geológico del área de estudio en el contexto geológico regional.

Mediante la recopilación y análisis de la información se han definido los principales rasgos estructurales de la zona de estudio consistentes con los de ámbito regional.

### 3.2.2.2. Estudio fotogeológico

El estudio fotogeológico se ha realizado sobre fotogramas a escala 1:33.000 del vuelo americano de 1956, anterior a la implantación extensiva de invernaderos, apoyado en el mapa topográfico a escala 1:25.000 (1995). El estudio se ha centrado en los siguientes aspectos:

- Análisis y comprobación mediante fotogeología de la Cartografía de Síntesis a escala 1:50.000, elaborada mediante la Recopilación de Información Bibliográfica, dejando patente aquellas zonas no resueltas o confusas, desde el punto de vista geológico, y/o en claro desacuerdo con el estudio fotogeológico realizado.
- Identificación de fracturas y directrices de plegamiento en los afloramientos permo-triásicos y triásicos de la sierra de Gádor, fundamentalmente de su borde Sur, límite del Campo de Dalías por el Norte.
- Identificación del reflejo y los probables efectos en la cuenca terciaria de las estructuras mencionadas en el párrafo anterior, en mayor medida de las correspondientes a fracturas.
- Identificación directa de eventuales accidentes tectónicos y detección de rasgos morfoestructurales y geomorfológicos que puedan constituir criterios indicadores de actividad tectónica (neotectónica).
- Localización de los epicentros sísmicos respecto al esquema estructural de la zona.
- Localización de afloramientos del Terciario y Cuaternario (cortes en arroyos, ramblas y barrancos, canteras, taludes de carreteras, etc.) susceptibles de estudio, en especial cuando se localicen en la traza de algún lineamiento detectado. Identificación litológica; definición y representación de todos aquellos elementos geológicos que caractericen los afloramientos: estratificación y disposición de esta; contactos litológicos, existencia de pliegues, fallas y diaclasado, densidades relativas de estas, etc.

#### 3.2.2.3. Estudio de imágenes satélite

Ha tenido como objetivo la identificación de lineamientos de gran escala que pudieran pasar desapercibidos en la fotografía aérea. Para ello se han utilizado ortoimágenes a escala 1:100.000 del Instituto Geográfico Nacional.

El producto obtenido mediante el estudio de fotointerpretación se ha incorporado al Mapa Geológico Estructural de síntesis a escala 1:50.000, completando este documento cartográfico inicial y dejando patentes las discrepancias detectadas mediante el estudio fotogeológico y los cortes y/o estaciones objeto de posterior reconocimiento en campo.

#### 3.2.2.4. Reconocimiento y toma de datos en campo

Con las limitaciones lógicas impuestas por el extenso recubrimiento antrópico de la zona, la toma de datos se ha centrado en las estaciones previamente seleccionadas, con buenas condiciones de afloramiento y, con especial énfasis, sobre aquellas situadas sobre la traza de lineamientos o que presenten indicios de actividad tectónica. En cada estación se realizará una toma sistemática de datos meso y microestructurales relacionados con la fracturación y su cinemática

#### 3.2.2.5. Análisis en gabinete y representación de los datos. Mapa Geológico Estructural Previo.

Con posterioridad a los trabajos de campo, se realizó el análisis de los datos disponibles, en mayor medida de los de carácter estructural, y a la representación en plano de los mismos. Al término de esta actividad se dispuso del Mapa Geológico Estructural Previo del área de estudio.

#### 3.2.2.6. Análisis e interpretación de los datos de sondeos y geofísica

Mediante la información de esta naturaleza, existente de la zona de trabajo, se han realizado en gabinete, esquemas y cortes sintéticos a la escala de trabajo, de cuya interpretación y calado con el Mapa Geológico Estructural Previo se ha obtenido la expresión geológico-estructural del subsuelo de la zona de estudio, compatible con los datos geológicos de superficie obtenidos y/o validados mediante los trabajos contemplados en el desarrollo del estudio.

### 3.2.2.7.Elaboración del Mapa Geológico Estructural

Este documento, realizado a escala 1:50.000, constituye el producto gráfico final del Estudio Geológico Estructural del área de estudio, elaborado según la metodología expuesta en los apartados anteriores. Dicho Mapa dispone de una leyenda adecuada y de esquemas y cortes, apoyados en la información del subsuelo, para la correcta lectura del mismo.

En la leyenda estratigráfica del Mapa, las unidades sin colorear se refieren a materiales no aflorantes en el ámbito de la zona de estudio pero presentes en el subsuelo y, por tanto, representados en los cortes geológicos.

### 3.2.2.8.Memoria del Estudio

En los diferentes capítulos de este texto, apoyado en fotos esquemas diagramas etc, se describen de forma concreta los diferentes aspectos geológico-estructurales del área de estudio y las conclusiones obtenidas.

### **3.3.- Antecedentes bibliográficos sobre la geología de la zona**

En este apartado se sintetiza la información geológica obtenida mediante el estudio y análisis de la documentación previa consultada, de contenido geológico-estructural, relativa al Campo de Dalías.

#### **3.3.1. Marco geológico estructural**

El Campo de Dalías se localiza en la vertiente meridional de la Sierra de Gádor, unidad fisiográfica perteneciente al Macizo de Mantos Alpujárrides del Sector Oriental de la Zona Interna de las Béticas (figura 3.1)

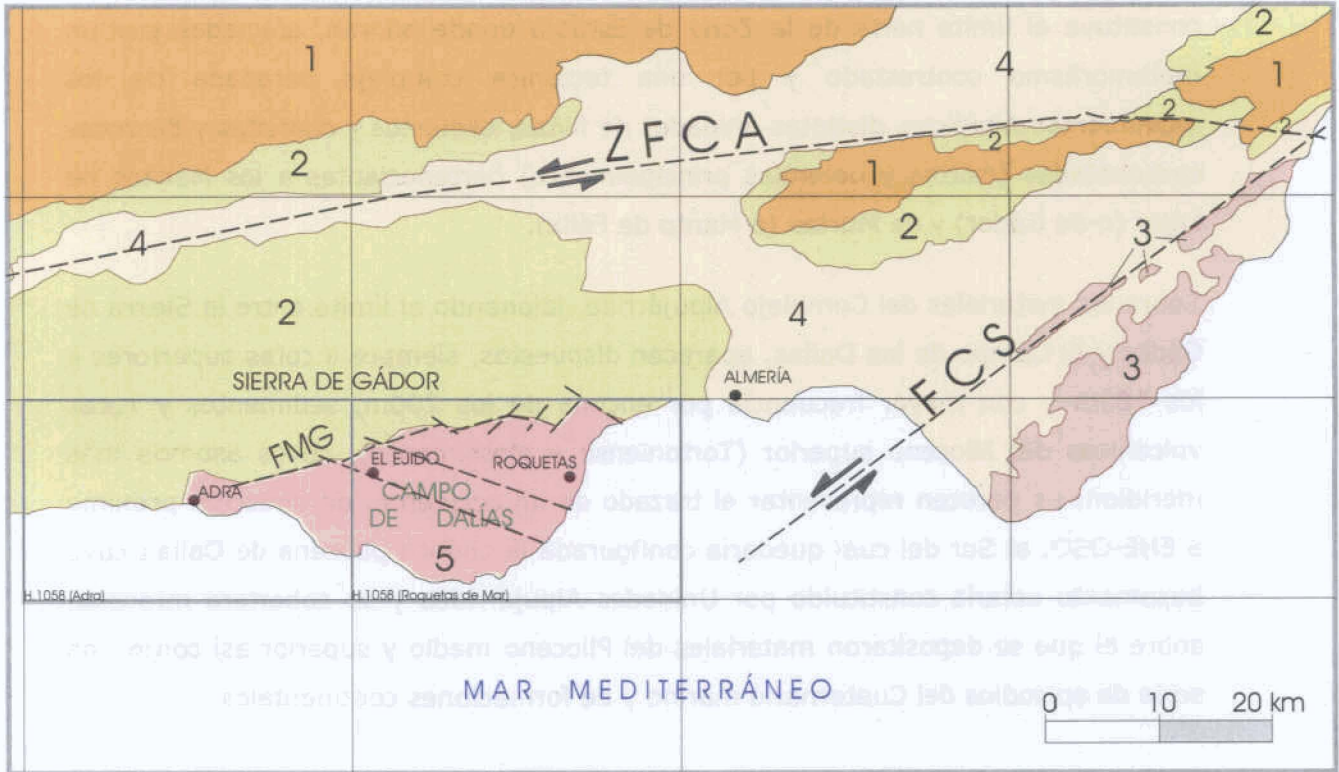
Desde el punto de vista geoestructural, esta región ocupa en la actualidad un dominio intraplaca en el Cinturón Colisional Alpino generado por la convergencia entre las placas Euroasiática y Africana en el Mediterráneo occidental, caracterizado por la existencia de un tensor de esfuerzos aproximadamente NS, y una macroestructura derivada de la antigua tectónica cabalgante Bética y de los episodios de fracturación neógenos y tardineógenos.

La Zona Interna de las Béticas forma parte del dominio cortical-continental de Alborán o "Microplaca de Alborán" (ANDRIEUX et al., 1971; en RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, 1993), en cuyo desplazamiento hacia el O-SO colisionó con los márgenes de Iberia y África, hacia el final del Paleógeno e inicio del Neógeno, alcanzando su máxima intensidad en el Burdigaliense medio (HERMES, 1985; en RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, *op cit.*), dando lugar a una estructura compleja de apilamiento de mantos. Tras este evento siguió una etapa caracterizada por el colapso extensional de la Zona Interna de las Béticas, particularmente patente durante el Mioceno medio, que generó un adelgazamiento cortical en la región, (BALANYA y GARCÍA DUEÑAS, 1987; GARCÍA DUEÑAS et al., 1988; en RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, *op cit.*) con ascenso vertical de la isograda metamórfica. Un episodio compresivo de dirección NS se registra en la zona durante el Tortonense tardío. Dicho episodio produjo el plegamiento de los materiales tortonienses y generó zonas deprimidas en las que se desarrolló la sedimentación messiniense. Este episodio compresivo Tortonense y el que posteriormente tuvo lugar durante el Pleistoceno temprano, delimitan en el tiempo una etapa caracterizada,

fundamentalmente, por el levantamiento de la Sierra de Gádor y la importante subsidencia tectónica de la cuenca pliocena.

Las estribaciones meridionales de la Sierra de Gádor, fragmento aflorante del zócalo de la cuenca neógena de Alborán, (RODRIGUEZ y MARTIN PENELA, op cit.), constituye el límite norte de la Zona de Estudio donde afloran, afectadas por un metamorfismo contrastado y por una tectónica compleja heredada de los movimientos Alpínicos, distintas unidades de filitas, esquistos y cuarcitas y de rocas carbonatadas (calizas y dolomías principalmente) pertenecientes a los Mantos de Lújar (o de Gádor) y de Murtas (o Manto de Félix).

Sobre los materiales del Complejo Alpujárride, jalonando el límite entre la Sierra de Gádor y El Campo de las Dalías, aparecen dispuestos, siempre a cotas superiores a los 100m y con mayor frecuencia por encima de los 200m, sedimentos y rocas volcánicas del Mioceno superior (Tortonense – Messiniense), cuyos asomos más meridionales parecen representar el trazado de un accidente, de dirección próxima a ENE-OSO, al Sur del cual quedaría configurada la cuenca pliocena de Dalías cuyo basamento estaría constituido por Unidades Alpujárrides y su cobertera miocena, sobre el que se depositaron materiales del Plioceno medio y superior así como una serie de episodios del Cuaternario marino y de formaciones continentales.



LEYENDA

- 1. Unidades Nevado-Filábride
- 2. Unidades Alpujarrides
- 3. Rocas volcánicas del Cabo de Gata
- 4. Neógeno y Cuaternario
- 5. Campo de Dalías; Plioceno y Cuaternario

- ZFCA. Zona de falla del Corredor de las Alpujarras
- FCS. Falla de Carboneras - La Serrota
- FMG Falla meridional de Gádor

Fig. 3.1.-.ESQUEMA DE SITUACIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DE ESTUDIO



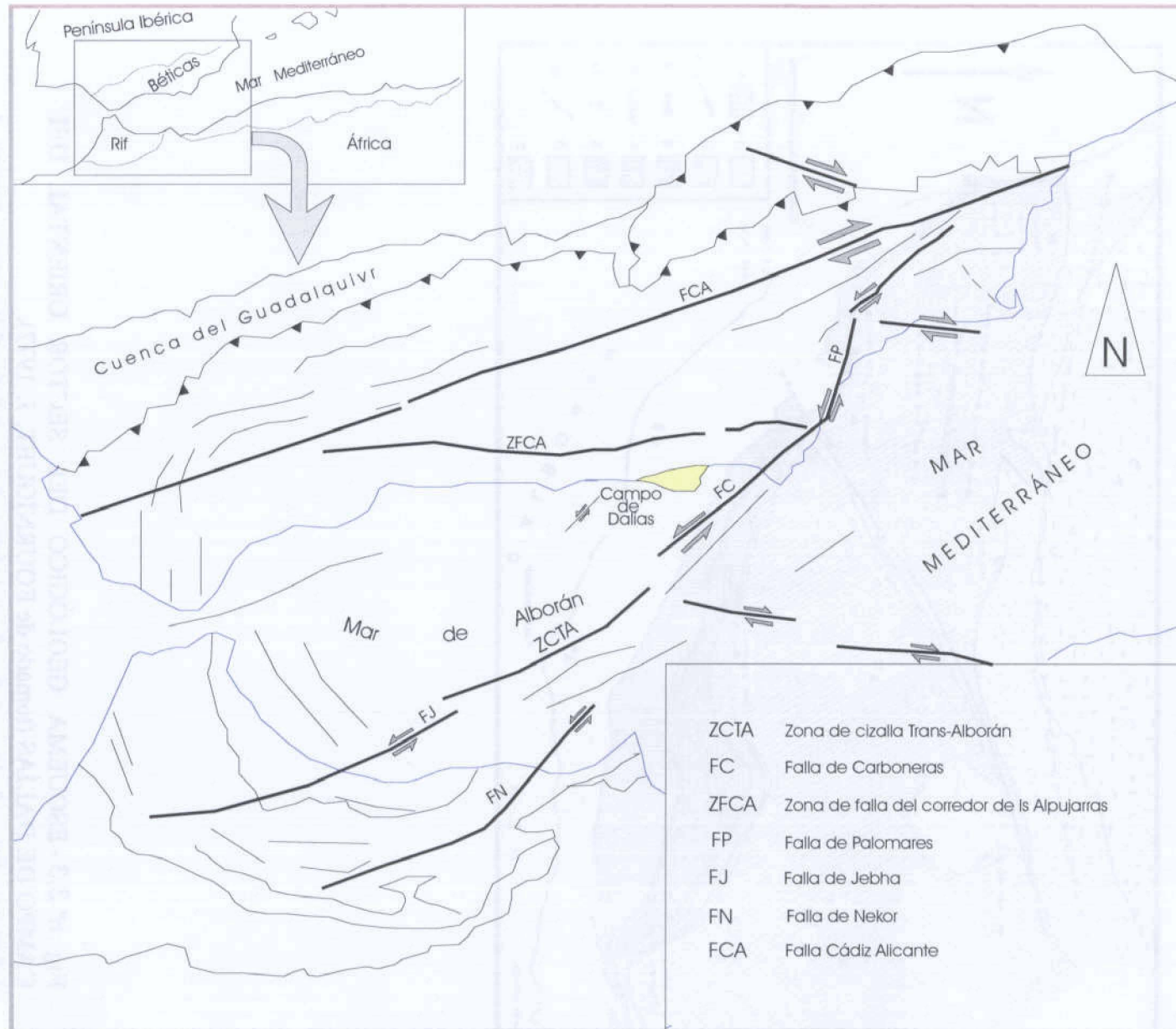


Fig.3.2.- SITUACIÓN DEL CAMPO DE DALÍAS EN EL CONTEXTO ESTRUCTURAL DEL MAR DE ALBORÁN  
(Modificado de MARTINEZ-DÍAZ, 2000)

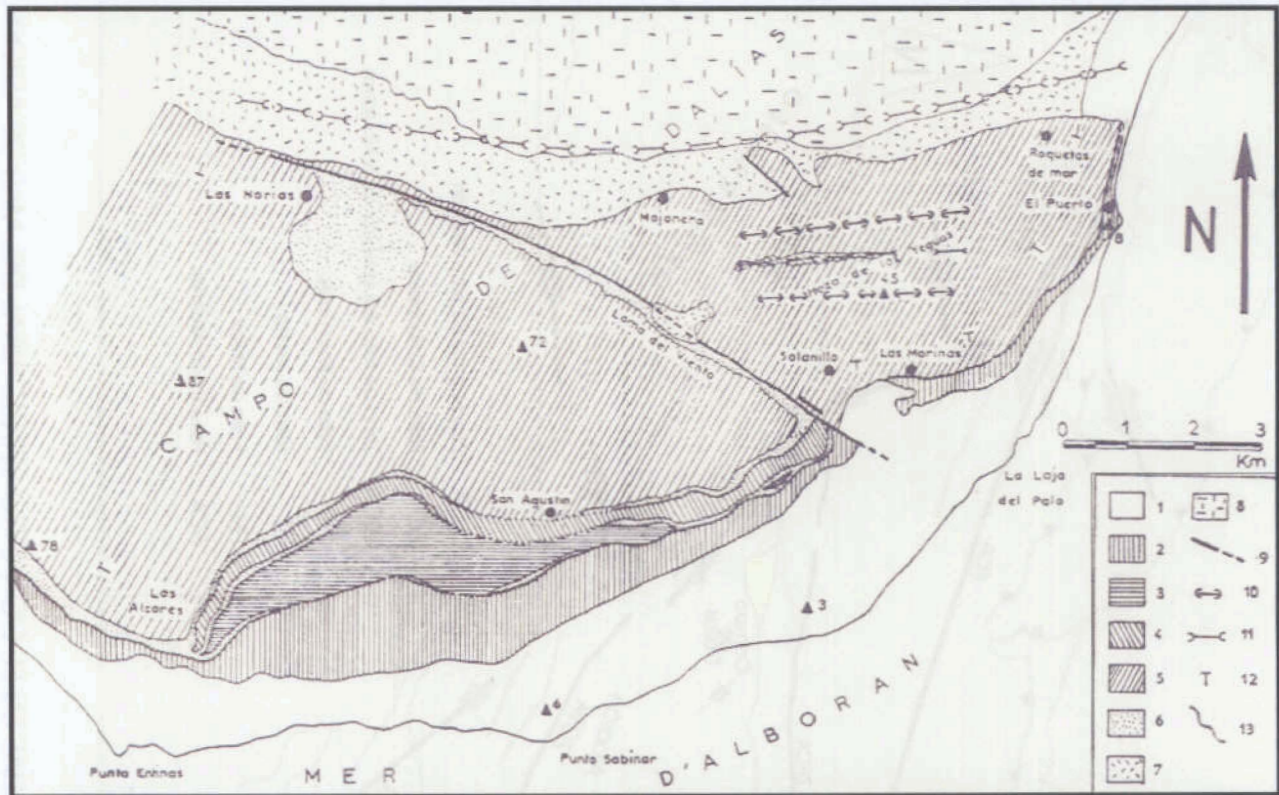


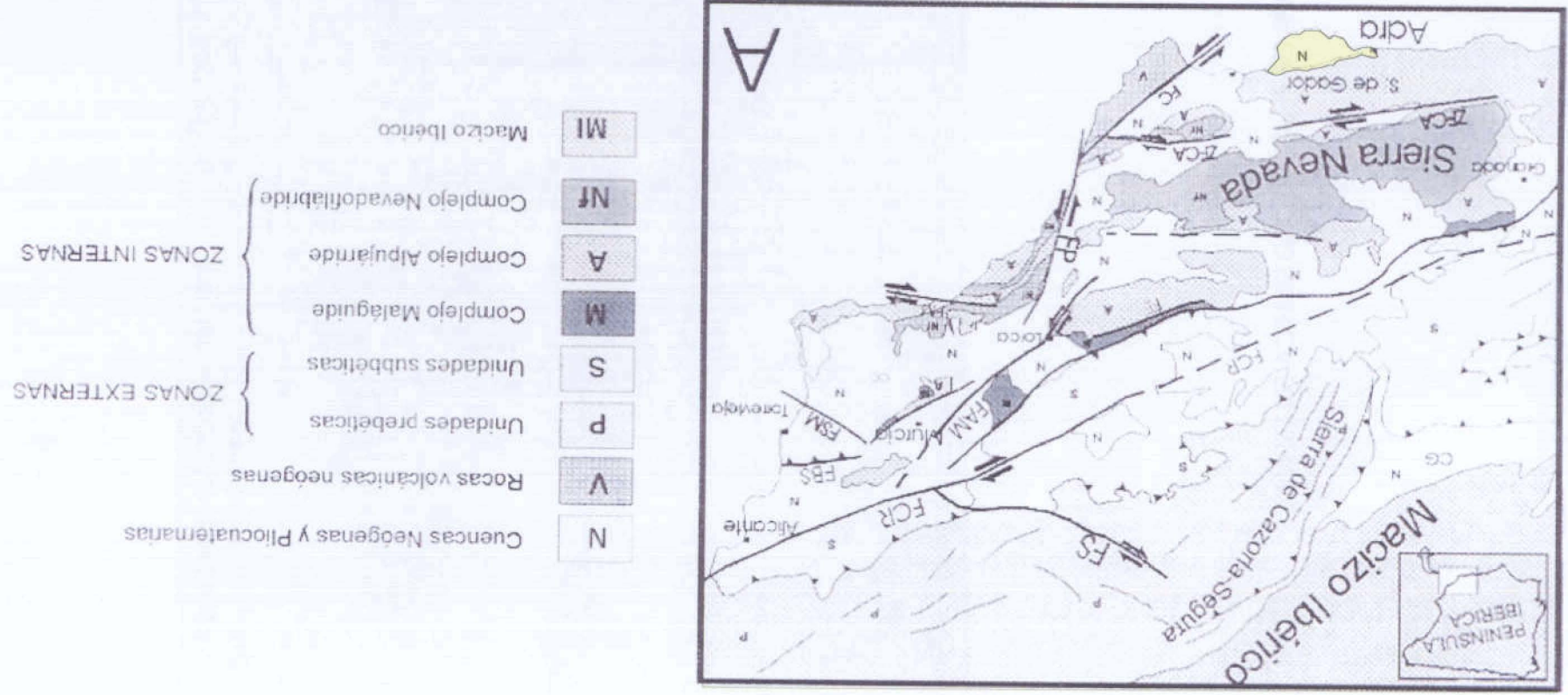
Fig nº 3.3.- ESQUEMA GEOLÓGICO DEL SECTOR ORIENTAL DEL CAMPO DE DALÍAS (tomado de FOURNIQUET, J. 1977).

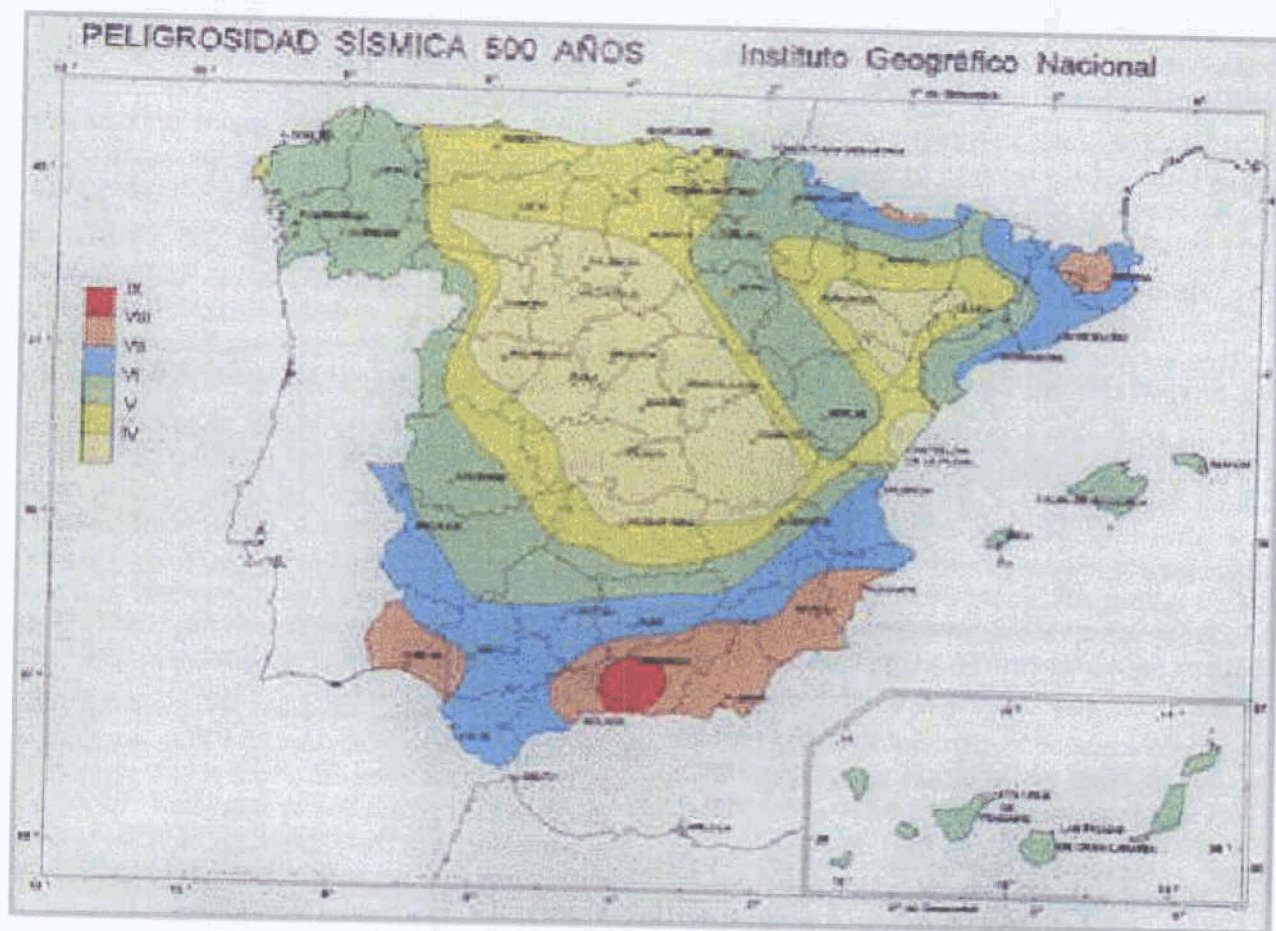
1. Depósitos recientes y flandriense; 2. Superficie y depósito neotirreniense; 3. Superficie y depósito tirreniense; 4. Superficie y depósito eotirreniense; 5. Superficie y depósito Siciliense; 6. Plioceno; 7. Limos y depresión; 8. Conos aluviales; 9. Falla conocida extrapolada; 10. Eje anticlinal; 11. Eje sinclinal; 12. Sentido de la pendiente de capas y de la superficie siciliense; 13. Línea de costa fósil conocida, extrapolada o supuesta.



Fig. 3.4.-PRINCIPALES ZONAS DE FALLA CON ACTIVIDAD NEOTECTÓNICA DEL SURESTE DE LA CORDILLERA BÉTICA (tomado de MARTINEZ DIAZ, 2000)

FAM: falla de Alhama de Murcia, ZFCA: Zona de falla del Corredor de las Alpujarras, FC: Falla de Carboneras, FP: Falla de Palomares, FSM: Falla de San Miguel, FBS: Falla del Bajo Segura, FCR: Falla de Crevillente, FS: Falla de Socovos.







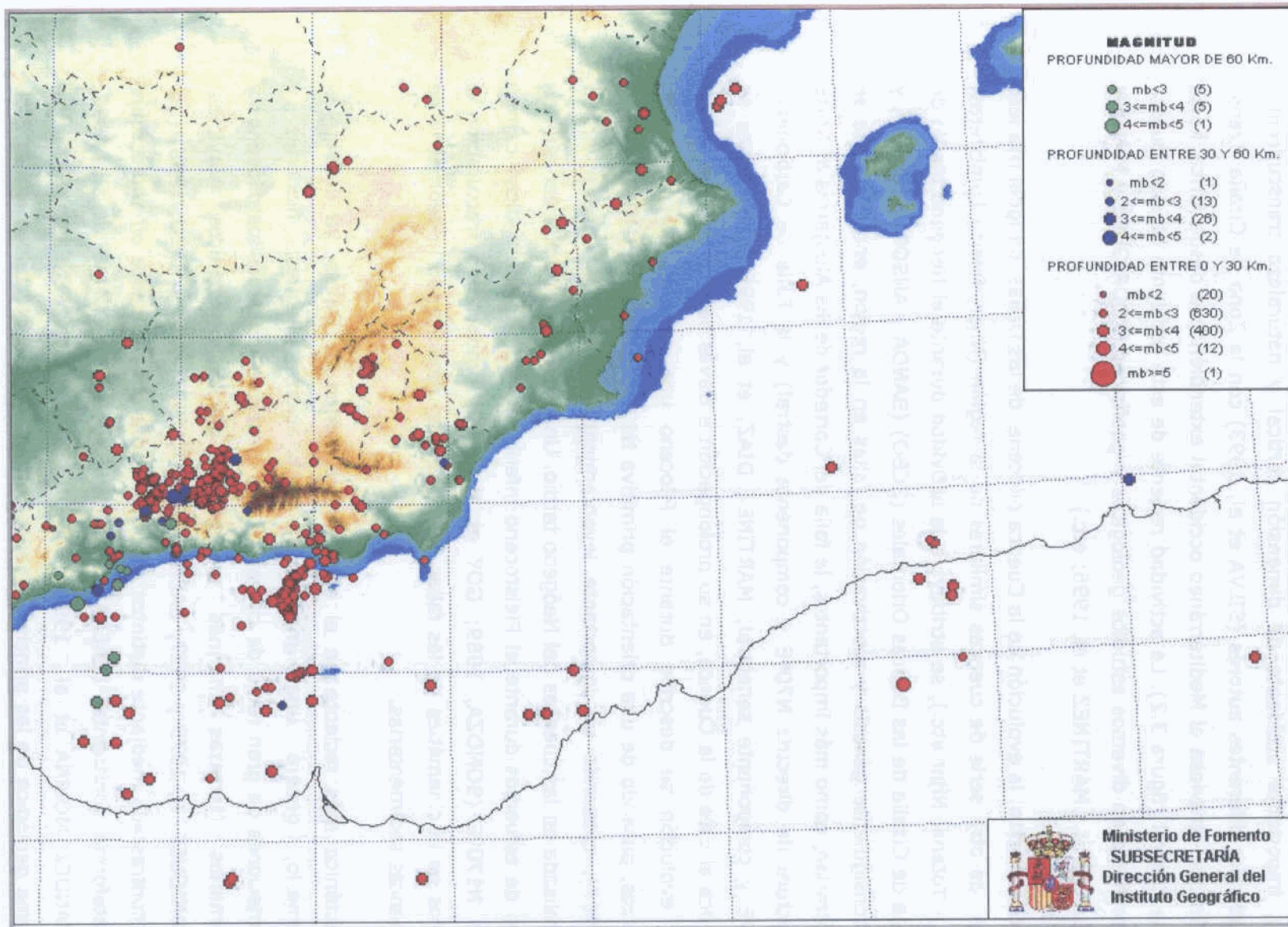


Fig. 3.6.- LOCALIZACIÓN DE EPICENTROS SÍSMICOS E INTENSIDADES EN EL SE DE ESPAÑA

La evolución geológica reciente de esta región ha estado articulada por la denominada Zona de Cizalla de las Béticas Orientales (ZCBO) (BANDA y ANSORGE, 1980), importante accidente de dimensión cortical y naturaleza transcurrente, asociada por diferentes autores (SILVA et al, 1993) con la Zona de Cizalla Trans-Alborán que atraviesa el Mediterráneo occidental extendiéndose desde África hacia Europa Central (figura 3.2). La actividad reciente de este accidente ha sido puesta de manifiesto en diversos estudios geológicos y geofísicos (RODRIGUEZ y MARTIN PENELA, op cit.; MARTINEZ et al, 1996; etc.)

En este contexto, la evolución de la Cuenca pliocena de las Dalías, de igual manera que la de otra serie de cuencas similares de la región (Níjar, Puerto Lumbreras, Lorca - Totana, Níjar etc.), se atribuye a la actividad durante el Neógeno tardío de la Zona de Cizalla de las Béticas Orientales (ZCBO) (BANDA y ANSORGE, op cit), y a la consiguiente génesis y reactivación de fallas en la región, entre las que se encontrarían, como más importantes, la falla del Corredor de las Alpujarras al Norte (estructura de directriz N70°E y componente dextral) y la Falla de Carboneras (N35°E y componente senestral; MARTINEZ DIAZ, et al, 1996), cuya traza se identifica al Este de la Cuenca, en su prolongación a través del Mar de Alborán. En dicha evolución se describe durante el Plioceno una rotación del campo de esfuerzos, pasando de una orientación primitiva N170°E a N150°E (MONTENAT et al, 1987), causando un importante levantamiento diferencial y una inversión generalizada en las cuencas del Neógeno tardío. Una posterior rotación del referido campo de esfuerzos durante el Pleistoceno inferior a medio, dispuso dicho campo según N170°E (SOMOZA, 1989; GOY et al, 1990) produciendo fracturación y cambios en la cinemática de las fallas ya existentes, modificando la geometría de las cuencas sedimentarias.

La tectónica más reciente en el entorno del Campo de Dalías, ya durante el cuaternario, generó una importante fracturación, pliegues, flexiones y deformaciones de gran radio de curvatura que afectan a los depósitos pliocenos y cuaternarios (terrazas marinas emergidas, glaciares y abanicos aluviales) (FOURNIGUET, J., 1975 y 1977; BAENA y EVERT, 1977; GOY y ZAZO, 1983) (fig. 3.3), contrastada mediante distintos estudios geofísicos realizados *off-shore* sobre la plataforma continental (BAENA et al, 1983 y 1988; COMAS et al., 1992; HERNANDEZ MOLINA et al., 1992; RODRIGUEZ y MATÍN PENELA, 1993). Un esquema geológico de las principales fallas con actividad neotectónica en el SE de

la Cordillera Bética, tomado de MARTINEZ DÍAZ, J.J., 2000, se muestra en la fig. 3.4.

Finalmente, conviene señalar que la Base de Datos de Sismos Históricos del I.G.N., manifiesta la intensa actividad sísmica en esta región, situándose en una zona correspondiente al nivel VIII de riesgo sísmico (figura 3.5). En la figura 3.6 se muestra la localización de epicentros sísmicos en la región ocurridos durante el año 1996. Dichos epicentros, correspondientes a sismos de profundidades comprendidas entre 0-30 km y de intensidad baja, se agrupan preferentemente sobre la localidad de Adra y, en menor medida sobre la de Almería Estudios realizados sobre la Serie Sísmica de Adra (1993-1994) (MARTINEZ DIAZ, et al., 1996) atribuyen los dos sismos principales de la serie a la reactivación de fracturas de dirección N 135° E y N 175° E.

#### 3.3.1.1. Estratigrafía

De acuerdo a la documentación bibliográfica consultada, el registro estratigráfico aflorante en el ámbito del Campo de Dalías es muy reducido, limitándose a extensos depósitos cuaternarios, fundamentalmente facies de terrazas marinas (cuatro niveles) y conos de deyección de gran desarrollo; dos unidades de sedimentos pliocenos, calcarenitas y margas, esta última aflorante, casi exclusivamente, entre las localidades de Matagorda y Balerma, al SO del Campo, y con carácter muy restringido depósitos miocenos carbonatados (Tortonense-Messiniense)

Los numerosos estudios realizados del subsuelo del Campo, principalmente sondeos mecánicos, permiten reconocer la secuencia neógena y unidades del basamento alpujárride, mediante la identificación de facies y su correlación con series estratigráficas conocidas regionalmente. En la figura 3.7 se muestra un esquema de la estratigrafía del área de estudio.

#### Cuaternario

##### A) Cuaternario marino

FOURNIGUET, J., 1977, reconoce en el área cinco términos diferenciables de edades comprendidas entre Siciliense (Maarifiense) y Flandriense, dispuestos de forma escalonada, localizándose los términos más modernos hacia la

actual línea de costa meridional. Cada uno de dichos términos es considerado por el autor como un pequeño ciclo sedimentario completo, que comprende los elementos marinos (trasgresión) y las entradas de materiales continentales (regresión). Los primeros son de naturaleza eminentemente conglomerática con intercalaciones arenosas (terrazas marinas) y los segundos constituidos por limos con abundantes cantos rubefactados. Interpuestos entre dos ciclos consecutivos, se reconoce en campo, hacia el borde meridional de la zona, pequeños taludes de varios metros de longitud excavados en el infrayacente Plioceno, antiguo escarpe retrabajado, que representa el final y/o el inicio de un nuevo ciclo sedimentario.

De más antiguo a más moderno el autor reconoce los siguientes ciclos:

*Siciliense* (Maarifiense): la superficie de abrasión y los materiales correspondientes a este ciclo sedimentario, están extensamente representados en la zona de estudio. Se trata de un paquete de conglomerados marinos de finos a groseros, generalmente bien estratificados y compactos, con intercalaciones de niveles arenosos en alternancia. El espesor de este tramo varía entre 1,5 y 3 m. Por encima se dispone un paquete de limos continentales de color rojo oscuro con abundantes cantos rubefactados cuya potencia es de 1 a 1,5 m. Una espesa costra carbonatada recubre los materiales correspondientes a este ciclo.

*Tirreniense antiguo*: por debajo de un pequeño talud muy neto, hacia el borde sur de la Zona, se localiza una segunda superficie constituida por conglomerados bien estratificados, muy compactos, prácticamente azoicos y de color claro en corte fresco, formados por gravas y cantos heterométricos de cuarzo con cemento arenoso, coronados por un nivel de limos detríticos continentales de tonalidad rojiza, con cantos sueltos rubefactados. El paquete no sobrepasa 1 m de espesor.

*Tirreniense medio*: sus facies son muy similares a las del *Siciliense*; pero con el nivel superior de limos con abundantes cantos amarillentos con menor rubefacción que aquellos. La anchura de la plataforma correspondiente a este depósito, varía entre escasamente cien metros y hasta 1 km hacia la Cañada de las Norias, al SO de la zona.



*Tirreniense superior*: por debajo de un talud de entre tres y cuatro metros se localiza un paquete de hasta 3 m de espesor constituido por una alternancia de bancos conglomeráticos y arenosos, muy compactos hacia la parte superior y con frecuente estratificación cruzada hacia la base en relación con niveles arenosos.

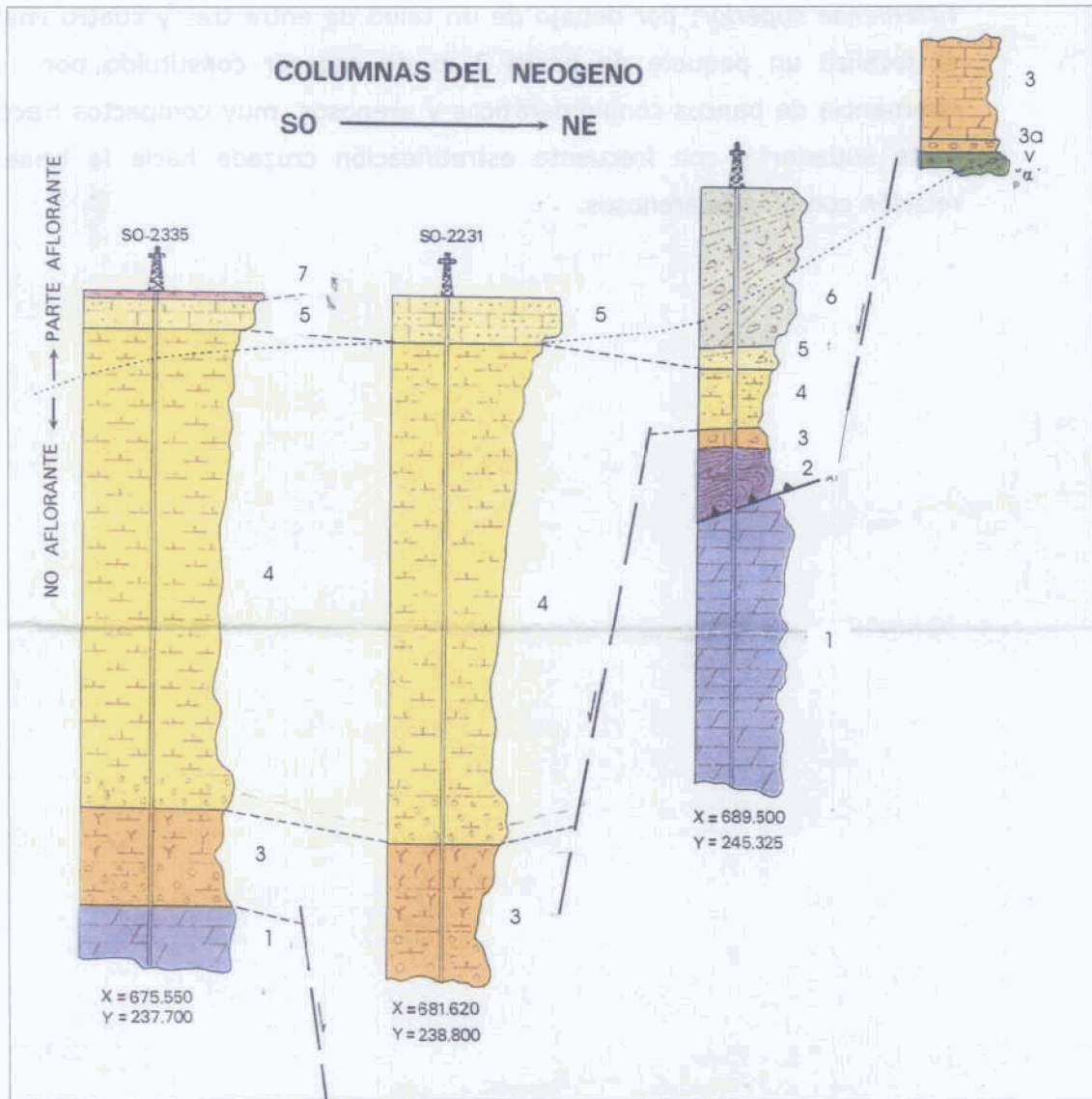


Fig. 3.7.-. ESQUEMA ESTRATIGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO (tomado de IGME. 1983)

1. Calcoesquistos, dolomías con franciscana. Calizas y dolomías; 2. Filitas y cuarcitas. Localmente calcoesquistos y yesos; 3. Calizas conglomeráticas. Calcarenitas; 3a. Conglomerados con cantos dolomíticos; 4. Margas y margas arenosas; 5. Calcarenitas; 6. Conos de deyección y aluviales de rambla; 7. Terraza marina. Conglomerados y arenas.

Son frecuentes los debris de patélidos, cardium y de abundantes Strombus bubonius Lmk. Estos depósitos se asocian a limos continentales de color rosado pálido, recubiertos por una delgada costra calcárea del mismo color; el espesor del conjunto varía entre los 3-4 m. (El Puerto y Las Marinas) hasta menos de 1 m (entre La Casa de Las Salinas y Los Alcores).

*Depósitos recientes y flandriense:* se localizan entre el Tirreniense reciente y la actual línea de costa; consisten en arenas sueltas de tonalidad grisácea, impregnadas de sal y con fauna escasa de Cardium. Dataciones C<sup>14</sup> realizadas sobre conchas de Pectonculus registran una edad de 4520 ± 130 años (Flandriense). Estos depósitos se diferencian mal del cordón litoral actual, probablemente ya en continuidad sedimentaria.

#### B) Cuaternario continental

Además de los depósitos de limos, mencionados más arriba que recubren el cuaternario marino, en el Mapa Geológico MAGNA nº 1.058 (Roquetas de Mar) (IGME, 1977), se describen en la zona los siguientes depósitos continentales:

*Conos de deyección:* al pie de la Sierra de Gádor, de Este a Oeste y extendiéndose hacia el Sur, es muy patente la existencia de depósitos de abanico aluvial con importante desarrollo, en mayor medida en la mitad oriental del área, recubriendo los materiales anteriores e impidiendo el reconocimiento de la línea de costa Siciliense.

En zona proximal están formados por gruesos bloques y cantos poligénicos sin clasificar y desorganizados, predominantemente dolomíticos, en una matriz arenoso-arcillosa, pasando a una alternancia de conglomerados, gravas, arenas y arcillas hacia zonas más distales; el espesor de estos depósitos alcanza hasta los 150 m, tal y como ha podido comprobarse mediante sondeos mecánicos. La parte alta de estos depósitos está encostrada, en mayor medida en los conos más antiguos.

GOY y ZAZO, 1983 y 1986, mediante estudios geomorfológicos detallados en la zona, reconocen hasta siete generaciones de este tipo de depósitos.

RODRIGUEZ y MARTIN-PENELAS, 1993, por su parte, distinguen tres generaciones de estos sistemas deposicionales, la primera de las cuales tendría sus ápices en el borde de la Sierra de Gádor, que además sería su área fuente. La posición de los ápices de las dos restantes generaciones guarda relación con fallas del Pleistoceno y su área fuente estaría en la sierra y en los depósitos de primera generación.

*Limos rojos y rosados:* se trata de limos muy finos, arcillosos, con fracción detrítica escasa que se localizan principalmente rellenando las zonas deprimidas especialmente de la parte central de la zona y que pueden interpretarse como depósitos distales de los abanicos aluviales descritos más arriba.

*Dunas y lagunas:* se localizan en el litoral actual. Existen dunas estabilizadas por la vegetación y otras, de mayor tamaño y activas que recubren las terrazas marinas e incluso zonas algo más internas. En relación a lagunas litorales existen zonas fangosas o pantanosas en ocasiones explotadas como salinas.

*Plataforma actual:* la plataforma actual está cubierta por sedimentos siliciclásticos con zonas de acumulación bioclástica.

### Neógeno

El registro Neógeno aflorante en la zona es muy escaso por lo que su secuencia estratigráfica ha de establecerse mediante datos procedentes de sondeos mecánicos, prospección geofísica y su correlación con series de similar edad aflorantes en la región.

#### A) Plioceno

Los materiales pliocenos se disponen directamente sobre materiales del basamento alpujarride o sobre materiales miocenos (sedimentos ó rocas volcánicas). Se consideran pertenecientes al Plioceno inferior a medio y están constituido por las siguientes unidades:

*Conglomerados y areniscas:* se trata de facies litorales, no aflorantes en el ámbito de la zona y que aparecen descritas en la Hoja nº 1.057 (Adra) y en sondeos mecánicos realizados en las proximidades de Balanegra, en el

sector oriental del Campo. En dicho sondeo se describe un tramo conglomerático plioceno, situado por debajo de unos conglomerados continentales cuaternarios y sobre una unidad de calcarenitas y conglomerados atribuidos al Mioceno.

La descripción del tramo conglomerático plioceno, procedente de los referidos sondeos y cuyo espesor es de 151 m aproximadamente, es la siguiente:

- 50 m. de conglomerados y areniscas de color amarillento, con cantos de cuarzo, bien rodados y generalmente inferiores a los 2 cm de tamaño, en una matriz margo-limosa y arenosa en proporción variable.
- Por debajo, 64 m de areniscas y conglomerados de cantos de cuarzo bien rodados y tamaños inferiores a lo 0,5 cm, escasa matriz margo-limosa arenosa y cemento carbonatado; intercalaciones de arena fina con frecuente bioclasto. El color varía de amarillento a grisáceo.
- Por debajo, 37 metros de areniscas gruesas margo-limosas de color grisáceo, con trama dominante de cuarzo bien redondeado; intercalaciones métricas contrastadamente más margosas; muy escasos bioclasto y cemento.

*Margas y margas arenosas:* corresponde a una facies profunda, reconocida mediante sondeos mecánicos realizados en la zona, que representa la transgresión pliocena posterior a la crisis salina Messiniense. Se dispone en paso gradual por debajo y lateralmente respecto de la unidad anterior. Se trata de un paquete potente de margas grises verdosas plásticas con intercalaciones arenosas, hacia techo predominantemente, en las que se reconocen clastos de cuarzo y carbonatos. El contenido fosilífero es muy abundante en ambos términos litológicos definiendo una edad Plioceno inferior-medio. Sondeos mecánicos verticales realizados en la zona cortaron tramos de hasta 520 m de esta unidad margosa al SE de El Ejido (ITGE, 1989).

*Calcarenitas:* esta unidad aflora en distintos puntos del Campo de Dalías y ha sido reconocida en numerosos sondeos realizados en la zona. Se trata de

una facies infralitoral de literarias con cemento carbonatado y color amarillento, formada por micrita con fragmentos de rocas carbonatadas y metamórficas, con tamaños comprendidos entre arena media a grava, junto a micas blancas y negras y óxidos de hierro como accesorios. Lateralmente y a incremento de la profundidad aumenta gradualmente la fracción fina de naturaleza margosa. El contenido fosilífero es abundante, sobre todo Ostreas y Pectínidos (IGME, 1983). El espesor de esta unidad obtenido mediante sondeos se estima entre 50 y 75 m.

#### B) Mioceno

Además de determinados puntos próximos al borde de la Sierra de Gádor, en los que se observan asomos de rocas miocenas entre los materiales detríticos de los conos de deyección, también aparecen representados en las hojas MAGNA nº 1057 (Adra) y 1058 (Roquetas de Mar) afloramientos atribuidos al Mioceno, entre las localidades de Guardias Viejas y Matagorda y al oeste de Balanegra, en ambos casos de muy escasa entidad.

Afloramientos miocenos más extensos, de acuerdo a las referidas hojas MAGNA, se localizan en la vertiente meridional de la Sierra de Gádor, reposando sobre unidades alpujárrides y conformando pequeños afloramientos desconectados entre sí, sobre las correspondientes al Manto de Gádor, y de mayor extensión relativa sobre las del Manto de Félix. En el primero caso aparece representada una unidad miocena de calizas conglomeráticas (calcarenitas), mientras que sobre el manto de Félix, además de la unidad calcarenítica anterior, afloran sendas unidades de conglomerados y rocas volcánicas de composición andesítica.

Las rocas carbonatadas miocenas con frecuencia se encuentran directamente sobre rocas carbonatadas alpujárrides, en continuidad con estas, constituyendo una misma unidad hidrogeológica.

Estos datos junto a los obtenidos de los sondeos mecánicos realizados en el área, permiten establecer la siguiente sucesión miocena:

*Conglomerados:* En la memoria MAGNA de la hoja nº 1.058 (Roquetas de Mar), ITGE *op cit.*, se describe en una serie situada al Sur de Vícar, un paquete de conglomerados miocenos de unos 23 m de espesor comprendido

entre un aglomerado volcánico andesítico a la base y las calcarenitas miocenas a techo. Hacia la base, el conglomerado está constituido por clastos casi exclusivamente volcánicos, cementados por una toba calcárea biogénica con clastos volcánicos; hacia el techo predominan los clastos de calizas y dolomías alpujárrides en una matriz calcarenítica. Dataciones realizadas sobre foraminíferos de las calcarenitas, indican una edad Tortoniense para los conglomerados.

Sondeos mecánicos verticales realizados en La Gangosa (sondeo 145 Vc) y a 1,7 km al Sur de esta localidad (sondeo 143 Vc) (ITGE, 1989), cortaron dos tramos de conglomerados atribuidos al Mioceno superior, separados por una lamina volcánica andesítica de 88 m de espesor aparente al Norte (sondeo 145 Vc) y de 70 m al Sur (sondeo 143 Vc).

El tramo inferior de conglomerados, apoyado directamente sobre materiales del basamento alpujárride y de un espesor aparente de 57-60 m, se describe como conglomerados y areniscas de colores claros, con cantos redondeados de cuarzo y dolomía y bioclastos, también presentes en la matriz, y cemento carbonatado. En el sondeo situado al Sur (sondeo 143 Vc) se describen intercalaciones de margas y margocalizas de tonos grises claros.

El tramo superior de conglomerados, apoyado sobre la lámina volcánica y por debajo de conglomerados cuaternarios continentales, presenta espesores de 110 m al Norte y de 55 m al Sur. Se describe como conglomerados de colores abigarrados, heterométricos y poligénicos con cantos volcánicos, de cuarzo y dolomíticos, con matriz de similar composición y abundante bioclasto y escaso cemento carbonatado.

Finalmente, la lámina volcánica se describe como colada volcánica (andesita-dacita) porfídica de color gris oscuro a verdoso con cristales aciculares claros y pseudo hexagonales oscuros.

*Calcarenitas:* por encima de los conglomerados se dispone un conjunto de unos 90 m de potencia (serie sur de Vúcar, ITGE, 1983), constituido por calizas amarillentas y rosadas con persistente presencia de cantos de rocas alpujárrides, y abundantes restos orgánicos; y calizas arenosas más frecuentes hacia la parte superior del conjunto. Desde el punto de vista petrográfico se describen biomicritas con matriz carbonatada y

biodolomicritas con arena y limo, ambas frecuentes hacia la parte inferior de la serie; y biomicritas arenosas y con arena y grava hacia la parte superior. Dataciones realizadas sobre foraminíferos indican una edad Messiniense para los términos mas altos de la serie y Tortoniense para el resto de la misma (PERCONING, 1976).

*Calizas conglomeráticas. Calcarenitas:* corresponde a los afloramientos Miocenos localizados sobre el basamento alpujárride de la Sierra de Gádor, correspondiente a las Unidades del Manto de Gádor. Son facies muy similares a algunos tramos de las calcarenitas descritas más arriba. Se trata de biodolomicritas o biomicritas con cantos dolomíticos cuyo contenido fósil pertenece al Tortoniense (PERCONING, op cit.). El espesor de esta unidad se estima entre 60 y 70 m.

La memoria MAGNA de la hoja nº 1058 (Roquetas de Mar), en relación a dos sondeos de investigación hidrogeológica realizados en el sector oeste del Campo (Norte de Matagorda y en las proximidades del vértice geodésico Cruz), describe la presencia de margas, yesos y conglomerados con microfauna del Messiniense o del Tortoniense-Messiniense, inmediatamente por debajo de las margas pliocenas a una profundidad de sondeo de entre 550-600 metros.

#### Complejo Alpujárride

A excepción de un pequeño asomo localizado al Sur de Guardias Viejas, en el sector Oriental del Campo, la presencia de estos materiales en el área se restringe a las estribaciones meridionales de la Sierra de Gádor en donde aparecen expuestas unidades pertenecientes a los Mantos de Lújar (Manto de Gádor) y de Murtas (Manto de Félix). La descripción de los materiales alpujárrides de la región ha sido tomado de la hoja MAGNA nº 1.058 (Roquetas de Mar) (IGME, 1983) y de las hojas adyacentes a esta.

#### A) Manto de Gádor

Se trata del manto que ocupa la posición más baja dentro de los alpujárrides. En el área se describen dos unidades pertenecientes a este manto, de muro a techo:



*Filitas y cuarcitas*: se le atribuye una edad Permo-Triásico. Se trata de una unidad muy homogénea, de tonalidad púrpura a azulada, formada por una alternancia de filitas, escasamente recristalizadas, con bancos de cuarcitas micáceas cuyo espesor varía entre pocos centímetros y 10-15 cm. Las intercalaciones de calcoesquistos en esta unidad son frecuentes hacia techo.

En la hoja de Adra (IGME, 1983), se describe una formación de filitas moradas y azules, esquistos arcillosos con intercalaciones de cuarcitas y calizas fusiformes que se interpreta como la transición a la unidad superior carbonatada

- Serie calizo-dolomítica: se le atribuye una edad Triásico y está integrada por varias formaciones carbonatadas cuyo espesor en conjunto se estima en 1500 m. Sondeos mecánicos realizados en el ámbito del Campo describen tramos pertenecientes a esta serie de hasta 386 m, finalizando la perforación en este punto.

La descripción por tramos de esta serie es la siguiente:

*Tramo inferior*: calcoesquistos con sericita y calizas margosas con intercalaciones dolomíticas; predominan colores amarillentos y pardos. Se le asigna una edad Anisisense (Musch).

*Tramo medio*: dolomías con algunas intercalaciones de caliza. Se atribuye una edad Ladiniense (Musch). Hacia muro se describen secuencias dolomíticas, en las que son frecuentes las laminaciones de algas verde - azuladas, estratificación gradada, bioturbación, etc., alternando dolomías de colores grises claros y oscuros con intercalaciones calcáreas y margosas. Hacia techo predominan doloeparitas grises y negruzcas, de grano medio a grueso, con abundante estructura "franciscana" (alternancia de bandas doloeparíticas de color blanco y de colores gris y negro); mineralizaciones de galena son relativamente frecuentes en la parte alta del tramo.

*Tramo superior*: de edad Carniense (Keuper). En la parte baja del tramo se describen margocalizas tableadas amarillentas y calizas grises en bancos potentes, con horizontes de Terebrátulas y

Lamelibranquios, e intercalaciones dolomíticas lenticulares o fusiformes que pueden superar los 50 m de potencia. Estas dolomías son dolomicritas gris claro y, sobre todo doloesparitas gris oscuro o negras, laminadas, con estratificación gradada y con estructura "franciscana", que en conjunto recuerdan a las existentes en la parte alta del tramo medio descrito más arriba. En la parte media de este tramo superior predominan las calizas grises con restos fósiles (gasterópodos, lamelibranquios y algas calcáreas) indeterminables, que intercalan margocalizas y margas de color amarillento a rojizo. Hacia la parte alta de este tramo aparecen intercalaciones dolomíticas y margosas. Las intercalaciones dolomíticas varían por zonas entre facies grises y negruzcas con abundante estructura "franciscana", laminaciones y estructuras sinsedimentarias (slumps, brechas, etc.), a facies marrones, a veces detríticas y con bancos dolomíticos gris oscuro poco potentes. El techo de este tramo esta representado por calizas gris claro, calcoesquistos con sericita y bancos irregulares de dolomías detríticas de color marrón.

#### B) Manto de Murtas ó de Félix

De acuerdo a la hoja MAGNA nº 1058 (Roquetas de Mar), los materiales pertenecientes a este manto afloran al NNE del Campo de Dalías, dispuestas sobre el Manto de Gádor mediante contacto cabalgante. Aparecen representadas dos unidades:

- Cuarcitas y filitas: unidad inferior integrada por filitas, esquistos arcillosos y cuarcitas de tonalidades rojizas, moradas y a veces verdosas, que intercalan esporádicamente delgados niveles amarillentos de calcoesquistos con sericita. A este conjunto se le asigna una edad comprendida entre Pérmico y Triásico inferior (Werfeniense).

En la hoja MAGNA nº 1057 (Adra), por debajo de esta unidad de cuarcitas y filitas se describe una unidad infrayacente a esta, no descrita en el ámbito de la zona de estudio, constituida por cuarcitas y esquistos cuarcíticos con biotita y, hacia la base, micaesquistos granatíferos, localmente con estaurolita.

- Mármoles. Calizas y dolomías: constituida por dolomías y calizas bastante recristalizadas, de colores variables entre gris y pardo-rojizo y generalmente tectonizadas. El espesor de esta unidad se estima comprendido entre los 60 – 100 m; el contacto con la unidad infrayacente es mecánico y asocia intensa tectonización. La edad asignada a esta unidad es Triásico medio y superior.

### 3.3.1.2. Estructura

La estructuración actual del Campo de Dalías es consecuencia de la evolución tectónica desde el Mioceno superior hasta los episodios deformativos más recientes, dentro del periodo cuaternario.

Existe abundante documentación relativa a la estructura del Campo de Dalías, en la que se describe la existencia de distintas familias de fracturas, basculamientos, flexiones e incluso pliegues afectando a los materiales de la zona. Junto a la documentación derivada de trabajos geológicos de superficie, existe, así mismo de carácter estructural, la procedente de los trabajos geofísicos realizados en la zona y la relativa a numerosos sondeos mecánicos.

#### Fracturación

Representa la estructura deformativa fundamental en el Campo, cuya estructuración actual es consecuencia de sucesivos episodios de génesis y/o reactivación de fracturas preexistentes. Distintos autores identifican en el campo los siguientes lotes de fracturas. (figura nº 3.8)

#### A) Fallas N70°-90°E

En la Memoria Hoja MAGNA nº 1058 (Roquetas) (IGME, 1982), se describe la existencia, en el ámbito de la zona, de fallas normales de esta dirección, no representadas en la cartografía geológica, detectadas mediante estudios geofísicos, y cuya actividad principal se sitúa hacia el Mioceno superior. Estos accidentes, cuyos saltos verticales, estimados mediante sondeos mecánicos, pudieron alcanzar los 700 m, generarían un *graven* en la zona central del Campo de Dalías y un *horst* localizado entre Guardias Viejas (donde afloran dolomías del basamento Triásico) y Roquetas. Las fallas correspondientes a este lote son poco patentes en campo pero se ponen de

manifiesto mediante fotogeología atravesando la parte central de la zona. Se interpretan como producto de reactivación de estructuras anteriores (Mioceno superior), produciendo pequeñas inflexiones al Norte en el bloque septentrional. Afectan a materiales Pliocenos y cuaternarios (IGME, *op. cit.*).

En la memoria del Mapa Neotectónico y Sismotectónico de España (ITGE-ENRESA, 1987) se denomina a este lote de fracturas como "Sistema A", y se le atribuye la génesis de la estructura *graben-horst* que con esta dirección se detecta, mediante geofísica y sondeos en el subsuelo RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, 1993, (fig. 3.9) basándose en estudios geofísicos (sísmica y sondeos eléctricos), en datos procedentes de sondeos mecánicos (aguas e hidrocarburos) y comprobaciones de campo, describen un conjunto de fallas de dirección N70°-90°E, con diferente carácter y significado, señalando entre las más importantes las siguientes:

- Fallas que limitan la Sierra de Gádor por el Sur y que afectan tanto a materiales del basamento como del Pleistoceno continental (abanicos aluviales). Estas fallas funcionarían a lo largo del Cuaternario mediante impulsos y a diferente velocidad, como se deduce del dispositivo (encajamiento - superposición) de los sistemas de abanicos aluviales (GOY y ZAZO, 1983 a).
- Conjunto de fallas que en el sector occidental del Campo cortan al denominado Anticlinal de Campo de Dalías; se trata de fallas normales que afectan a materiales pliocenos y del Mioceno superior, generando una morfología en horst;
- Falla próxima a la línea de costa meridional: falla normal de plano subvertical con salto estimado de 1000 m que produce el hundimiento del bloque norte.

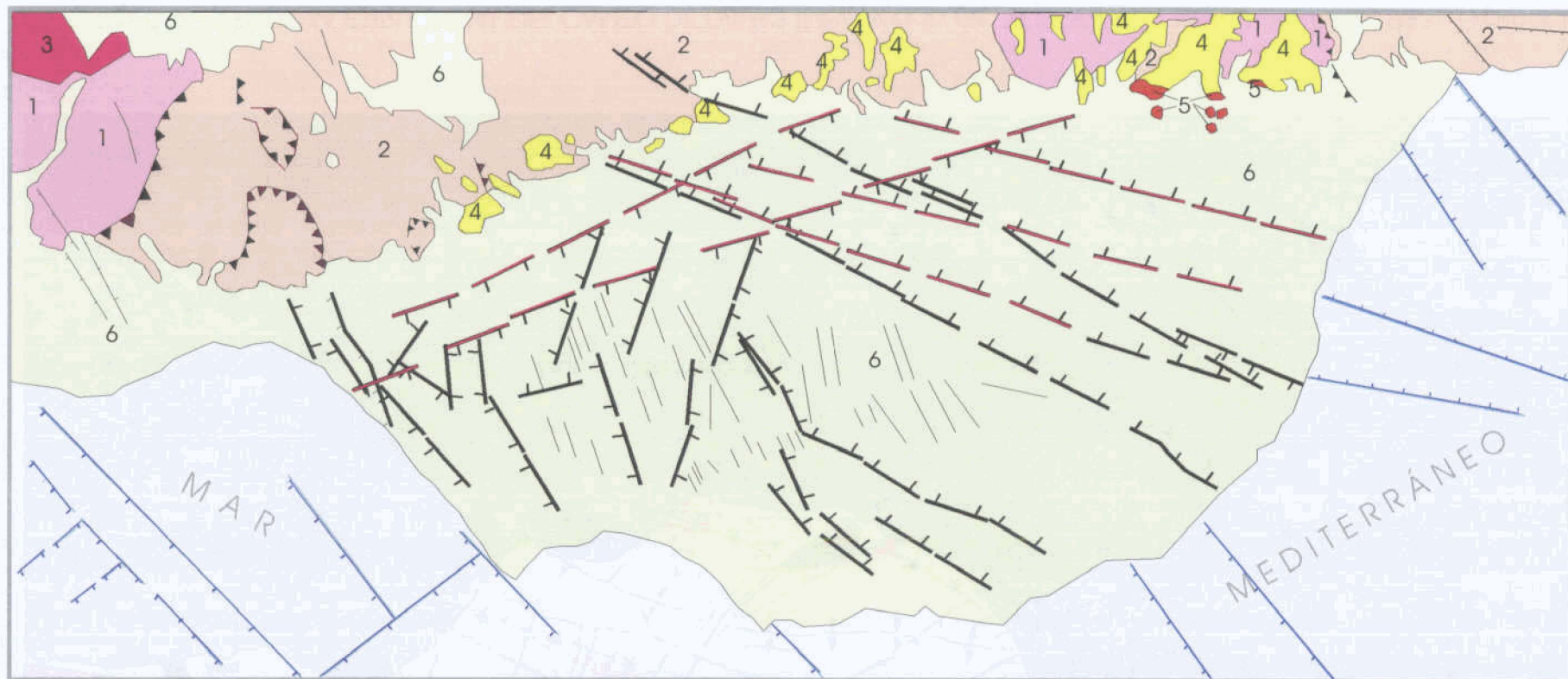


Fig. 3.8.- ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO (Tomado de IGME 1983)

1. Unidades Alpujarrides Manto de Felix
2. Unidades Alpujarrides Manto de Gádor
3. Unidades Alpujarrides Manto de Alcázar
4. Mioceno (Tortonense-Messiniense)
5. Rocas volcánicas (andesitas)
6. Unidades pliocenas y cuaternarias

- Cabalgamiento
- Falla detectada por geofísica
- Falla detectada por geofísica en la plataforma marina
- Falla cartográfica



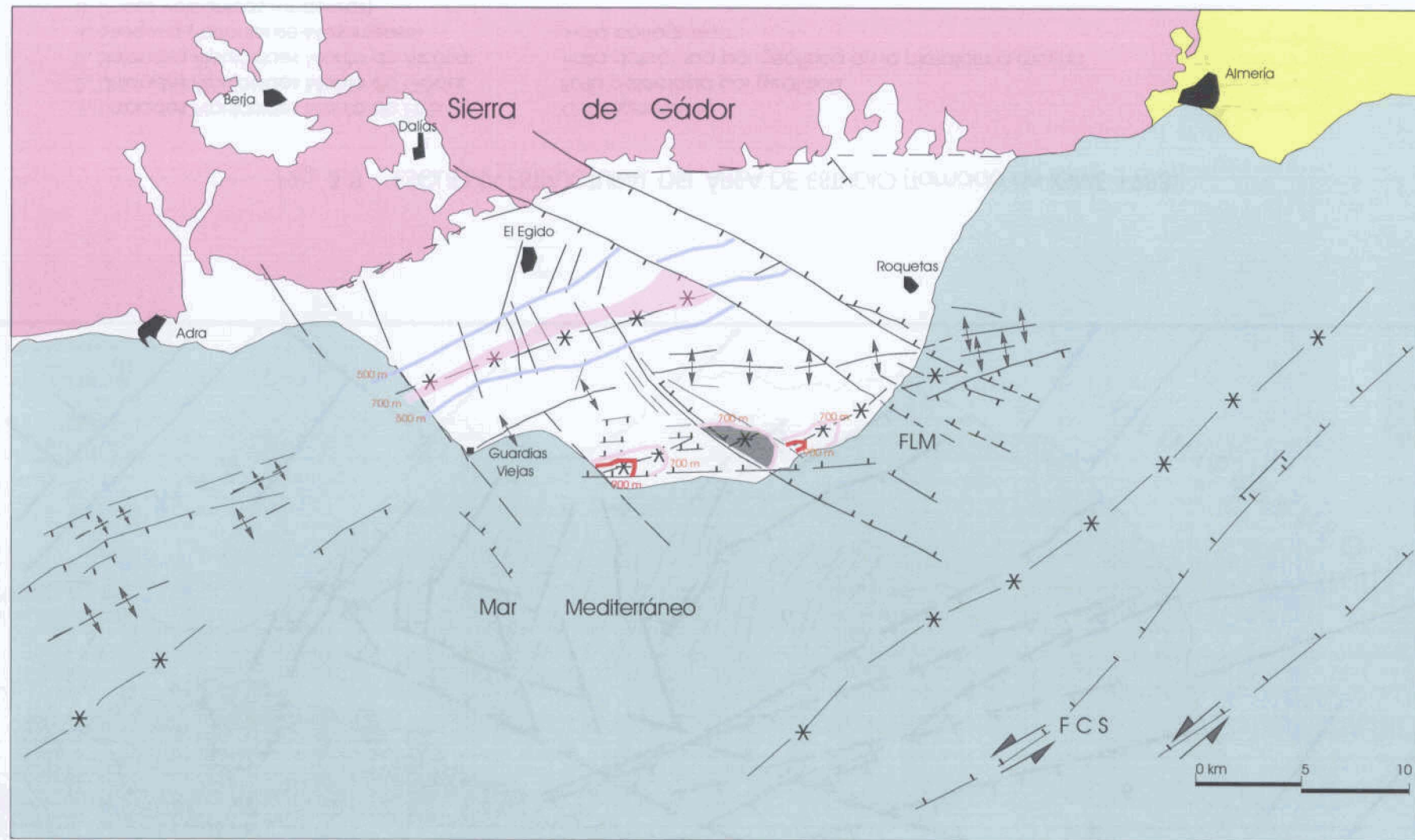


Fig. 3.9.- ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL CAMPO DE DALÍAS (Modificado de RODRIGUEZ Y MARTÍN PENELAS 1993). Explicación en el texto

Además estos autores describen fallas normales de bajo ángulo con buzamientos hacia el S-SE, localizadas *offshore*, al SO del Campo de Dalías, con direcciones propias de esta familia y que representarían un periodo extensional hacia el Sur-Sureste, relacionado con un importante levantamiento de relieves próximos, contemporáneo con la actividad de las fallas señaladas más arriba.

#### B) Fallas N20°-25°E y N-S

Estas fallas producen patentes escarpes (oeste de Villarreal y de El Ejido, y carretera a Almerimar) y saltos estimados de hasta 30 m, generalmente con hundimiento de bloque occidental; también se le atribuyen inflexiones hacia el Este. Afectan al Plioceno y cuaternario (Siciliense) (IGME, *op cit*). Esta familia de fallas se considera equivalente a las fallas N10°-20°E de RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, *op cit*, descritas como fallas normales de plano mayoritariamente vertical, con saltos de entre 10 y 30 m, que se localizan preferentemente en el Oeste del Campo y que afectan materiales cuaternarios, particularmente niveles de limos rojos de la zona distal de abanicos aluviales.

#### C) Fallas N140°-170°E

Son muy abundantes y visibles, tanto en campo como en fotografía aérea; sus saltos son generalmente inferiores a los 4-5 m y, en ocasiones, constituyen flexiones acompañadas de diaclasado N150°-160°E. Su actividad es post-eotyrreniense y ante-neotyrreniense (IGME, *op cit*).

En la Memoria del Mapa Neotectónico y Sismotectónico de España (ITGE-ENRESA, 1987), las fallas de dirección NO-SE (N140°E) se denominan "Sistema B" y a su actividad se atribuye la siguiente estructuración:

- Hundimiento del bloque Dalías-Beja, entre las sierras de la Contraviesa y Gádor;
- Hundiendo la zona de Balanegra- Delta de Adra; que condiciona la geometría actual de la costa occidental del Campo,



- Afecta a los episodios marinos cuaternarios;
- Provoca la alineación de cumbres (N140°E) dentro de la Sierra de Gádor;

A esta misma familia probablemente corresponde las fallas N140°-160°E descritas por RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, op cit, como fallas normales caracterizadas por saltos de entre 5 y 15 m, bien representadas en la parte oeste del Campo, donde controlan la morfología de la costa en el Sector de Guardias Viejas. Dichas fallas afectan materiales pliocenos, los abanicos aluviales y las playas pleistocenas, produciendo pequeños *grabens*.

#### D) Fallas N120°E

Se trata de una familia de fallas a la que pertenecen, como más importantes, la falla de la Loma del Viento y la paralela a esta por el Norte, cuya traza, desde las estribaciones meridionales de la Sierra de Gádor, alcanza la línea de costa unos 2 km al Sur de El Puerto (IGME, op cit; RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, op cit). Afectan al cuaternario marino completo y a algunos conos de deyección (N del Llano del Águila), generando saltos de varios metros (oeste de las Marinas, Loma del Viento, etc); su actividad se sitúa entre post-neotyrreniense hasta bastante actual (IGME op cit).

En relación con la falla de La Loma del Viento GOY y ZAZO, 1986, reconocen movimientos senestrales recientes, lo cual introduce nuevos elementos de consideración para determinar la cinemática de esta falla a lo largo de su evolución.

FOURNIGUET, 1977, reconoce la traza de la falla de la Loma del Viento, entre Las Norias y la línea de costa al Sur de Las Marinas (ver fig. nº 3.3), y la describe como una falla normal de dirección N110°-125°E, buzamiento subvertical y que produce el hundimiento del bloque NE. Así mismo, indica la existencia a lo largo de su traza de una fracturación intensa de dirección principal N160°E, definida por diaclasas subverticales, sin movimiento aparente, que afectan a los materiales pliocenos y cuaternarios.

La dirección y la posición geográfica de la falla de la Loma del Viento permiten, en opinión de este autor, relacionar esta estructura con un accidente descrito por JACQUIN, 1970, situado en la Sierra de Gádor, hacia la prolongación NO de la falla de la Loma del Viento, y asociarla regionalmente con la distensión plio-pleistocena del SE de la Béticas.

Finalmente, este autor describe una fracturación bastante intensa, al SO del faro de EL Puerto, con importante desarrollo de diaclasas de dirección dominante N120°E sin desplazamiento aparente.

### Plegamiento

RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, 1996, basados en estudios geofísicos (sísmica y sondeos eléctricos), en datos procedentes de sondeos mecánicos y comprobaciones de campo, señalan como el pliegue más importante del Campo el anticlinal de dirección N70°-80°E cuya traza se extiende entre Guardias Viejas y el Sur de Roquetas, continuando en el mar algunos kilómetros (ver fig.3.9). Se describe como un pliegue anticlinal simétrico que afecta al basamento alpujárride, sobre cuyos flancos se disponen discordantes materiales pliocenos no plegados.

Dichos flancos, hacia la mitad occidental de la estructura, están afectados por fallas normales N70°-90°E de salto importante que generan una morfología en *horst*, probablemente equivalente al *horst* definido en este mismo sector en la Memoria MAGNA nº 1.058 (Roquetas), IGME, 1983.

Según RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, op cit, el anticlinal delimita sendas zonas de surco, situadas respectivamente al N y S de la misma, con un potente relleno de materiales pliocenos.

FOURNIGUET, J., 1977, señala la existencia de pliegues de eje EO de edad post tirreniense medio, de escasa entidad y localizados al Norte de Las Marinas, en el paraje de la Hoza de las Yeguas, y, de mayor entidad por su continuidad lateral, reconoce un sinclinal entre Roquetas y Las Norias (ver fig. nº 3.3).

Estas estructuras las atribuye el autor a un combamiento del bloque oriental de la falla de La Loma del Viento, relacionado con la elevación del bloque occidental de la misma durante el tirreniense reciente (neotirreniense).

### **3.4.- Hidrogeología**

PULIDO BOSCH, A. considera la Sierra de Gádor como el más importante complejo hidrogeológico de la provincia de Almería, si bien desde el punto de vista hidrogeológico ha sido descrita de muy diversas maneras, debido, de un lado, a su elevada complejidad hidrogeológica y, de otro, a razones históricas o tradicionales en relación con la explotación.

Este autor señala, además, que la Sierra de Gádor, desde el punto de vista hidrogeológico, debería ser considerada como una sola unidad de actuación aunque, si es importante su complejidad a nivel de sector aflorante, aún lo es mayor en aquellas áreas bajo recubrimiento de materiales mio - pliocuaternarios, como es el caso del Campo de Dalías, debido a la falta de información contrastada.

La documentación bibliográfica de temática hidrogeológica relativa al Campo de Dalías es muy abundante. Desde los primeros años de la década de los setenta, los trabajos en el Campo de Dalías fueron fundamentalmente encaminados a la identificación, situación de límites y caracterización de los acuíferos del Campo. Con el paso de los años, los numerosos estudios y obras realizados, muchos de cuyos resultados permanecen inéditos en la actualidad, generaron abundantes datos del subsuelo y permitieron una aproximación al conocimiento de la configuración hidrogeológica del Campo de Dalías.

La Síntesis Hidrogeológica del Campo de Dalías y su Entorno, de DOMINGUEZ, P. *et al.* (1988), describe la hidrogeología del Campo basada en los numerosos estudios, alguno de cuyos aspectos fundamentales se mantienen en la actualidad. La calidad de las aguas, la sobreexplotación y la intrusión marina en los acuíferos del Campo así como la preservación de estos, ha sido objeto de atención prioritaria en los trabajos y Tesis Doctorales realizados en los últimos años.

#### **3.4.1. Esquema hidrogeológico del Campo de Dalías**

Diferentes autores coinciden en distinguir en el ámbito del Campo de Dalías tres unidades hidrológicas (figura 3.10), denominadas:

- Acuífero de Balanegra, localizado hacia el sector occidental del Campo;
- Acuífero de Balerma - Las Marinas, que es el más extenso y ocupa la parte central;
- Acuífero de Aguadulce, finalmente, localizado en el sector NE del Campo.

#### 3.4.1.1. Acuífero de Balanegra

Este acuífero se extiende por el sector occidental del Campo, coincidiendo con la población con el mismo nombre.

La superficie es de aproximadamente 195 km<sup>2</sup>, de los que aproximadamente el 50% se localizan por debajo del acuífero de Balerma - Las Marinas, separados por un potente espesor de margas pliocenas que actúa de techo confinante. Los materiales almacén de este acuífero son, fundamentalmente, las calizas y dolomías del Manto de Gádor y, en determinadas condiciones, su cobertera miocena.

El sustrato impermeable lo constituye la unidad de filitas infrayacente a las rocas carbonatadas de Gádor.

Constituye un manto de carácter libre en la sierra y en la parte del Campo más próxima al borde de ésta; más al SE, a partir de la denominada "falla F2" (IGME, 1982) queda confinado por materiales impermeables de la cobertera neógena (DOMINGUEZ, et al, 1988)

Por su borde meridional el acuífero puede entrar en contacto con el mar a través de la Escama tectónica de Balsa Nueva. La progresiva salinización del acuífero, al parecer, es un hecho potenciado por su sobreexplotación.

#### 3.4.1.2. Acuífero de Balerma - Las Marinas

Con sus 225 km<sup>2</sup> de superficie es el acuífero de mayor extensión en el Campo de Dalías.

El material que forma el acuífero está integrado por calcarenitas pliocenas, esencialmente, y su cobertera cuaternaria. El espesor del conjunto es de en torno a los 65-75 m y localmente hasta los 100 m. El sustrato impermeable de esta unidad

está constituido por margas pliocenas cuyo espesor puede alcanzar los 700 m. La existencia por debajo de estas margas de rocas carbonatadas del sustrato alpujarride y su cobertera miocena, representa la existencia en profundidad de un importante acuífero, inferior al calcarenítico indicado.

El acuífero superior de Balerna - Las Marinas es muy vulnerable ya que sobre su superficie se desarrollan las actividades agrícolas de la zona y con frecuencia es objeto de excavación y posterior uso como vertedero.

#### 3.4.1.3. Acuífero de Aguadulce

Se localiza hacia el sector NE y se describe como la unidad hidrológica de mayor complejidad del Campo, en buena parte relacionada con la existencia en profundidad de la prolongación hacia el Sur de la estructura cabalgante del Manto de Felix sobre el de Gádor.

Además de los materiales acuíferos aflorantes, en profundidad se suceden distintas formaciones acuíferas separadas por otras tantas de baja permeabilidad, dando lugar a una estructuración multicapa que pueden estar conectadas entre sí mediante fracturas. Lateralmente las distintas formaciones pueden sufrir acuñamientos y/o cambios de facies, o bien son sustraídas por efecto de la tectónica, lo que introduce un nuevo punto de dificultad en la definición de este acuífero.

El límite oeste y sudoeste de este acuífero coincide con el límite oriental del acuífero de Balerna - Las Marinas; sigue un trazado rectilíneo según N125°E, coincidente a su vez con una falla de esta misma dirección, paralela a la denominada falla de la Loma del Viento.

En 1992 se registraron niveles piezométricos en este acuífero, por debajo de -20 m, lo que indica la acusada sobreexplotación del acuífero y el grave riesgo de intrusión marina.

#### 3.4.2. Sondeos

Para la realización del presente trabajo se cuenta con la base de datos de sondeos del IGME denominada AGMA y AGLI (ver capítulo 4). También se dispone del documento nº 30661 (IGME, 1989) en el que se describe la estratigrafía de una

serie de sondeos de investigación geológica realizados en la proximidad de la vertiente meridional de la Sierra de Gádor.

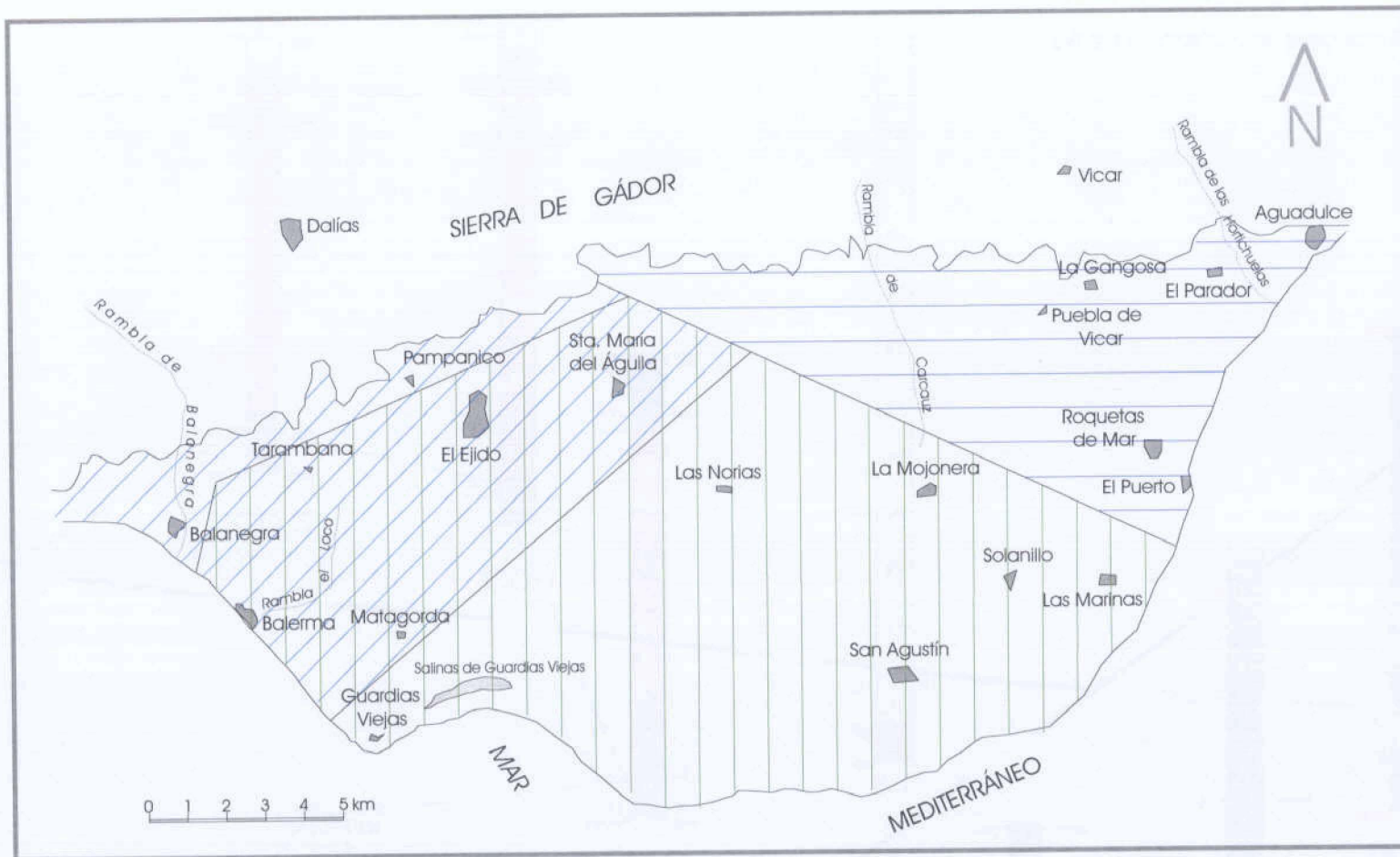
En la figura 3.11 se muestra la columna estratigráfica sintética de algunos sondeos utilizados en el presente estudio.

### 3.4.3. Prospección geofísica

El principal antecedente bibliográfico geofísico existente es el trabajo de RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, 1993 (ver fig nº 3.9), que basado en datos de sísmica y en los procedentes de sondeos mecánicos, definen una serie de estructuras tectónicas que determinan el mapa tectónico del Campo de Dalías, tal y como se ha expuesto en el apartado 2.1.2. de esta memoria, y el mapa de isopacas de los depósitos pliocenos.

Además existe información, aunque escasa, de la campaña de líneas sísmicas del Sur de Campo Dalías que se realizó en el borde meridional del Campo en el año 1975.








-  Acuífero de Balanegra
-  Acuífero de Aguadulce
-  Acuífero de Balerna-Las Marinas

Fig.3.10 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ACUÍFEROS EN EL CAMPO DE DALÍAS

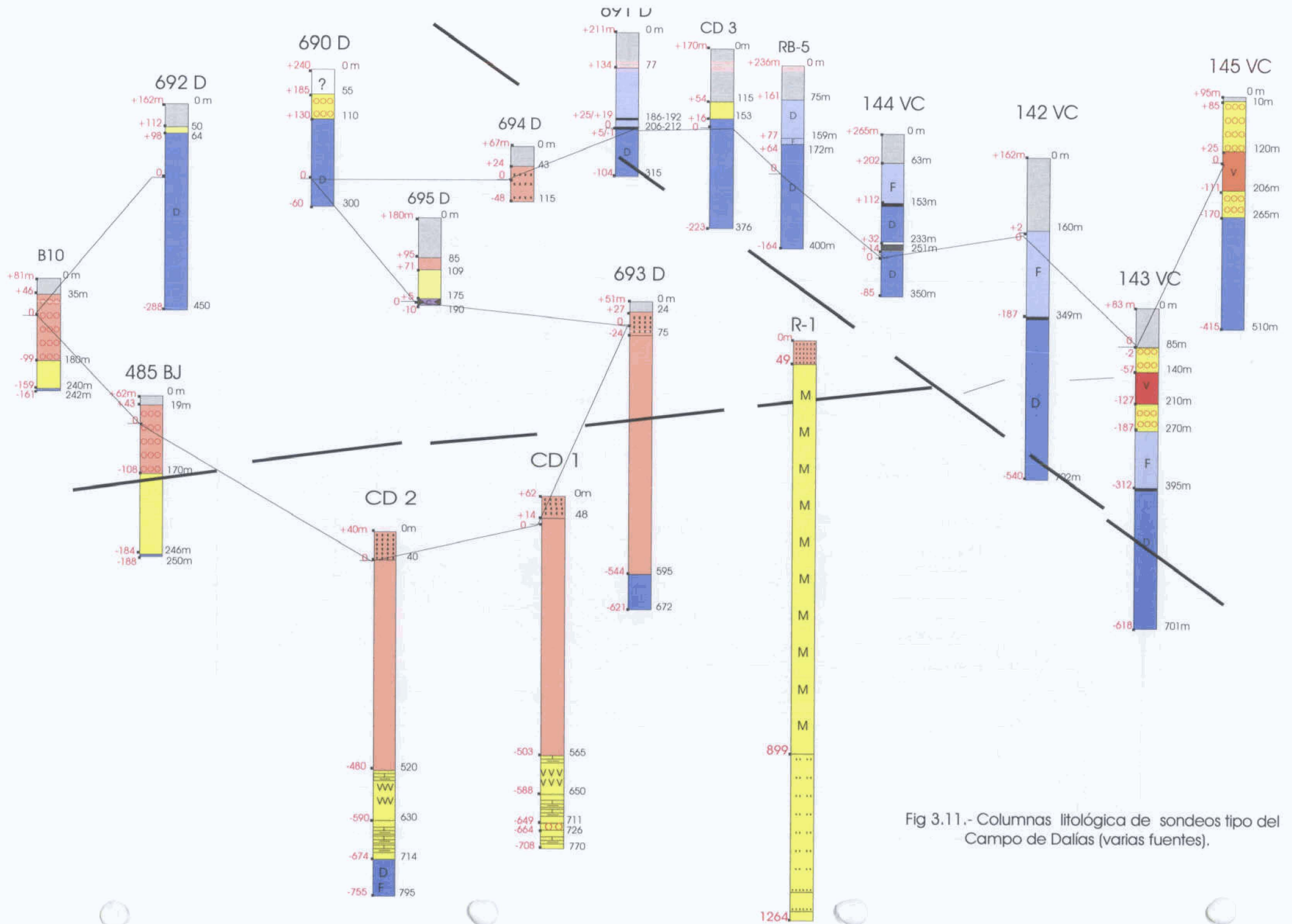
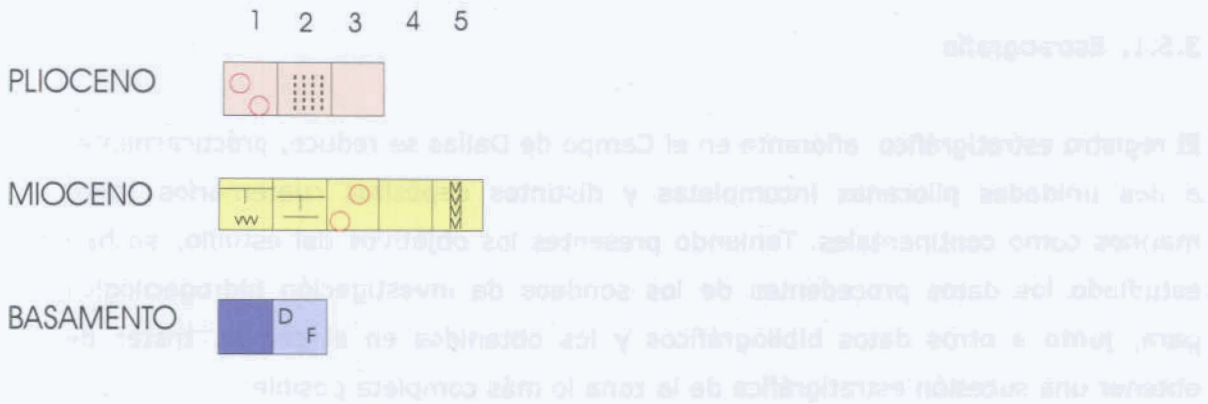


Fig 3.11.- Columnas litológica de sondeos tipo del Campo de Dalías (varias fuentes).

### 3.2.- Cartografía geológica-estructural



- PLIOCENO: 1. Conglomerados; 2. Calcarenitas; 3. Margas
- MIOCENO: 1. Calizas margosas y yesos; 2. Calizas margosas; 3. Conglomerados  
4. Calcarenitas, calizas y conglomerados; 5. Margas
- BASAMENTO: 1. Dolomías (Manto de Gádor); 2. D). Dolomías, F) Filitas (Manto de Feilix)

Fig. 3.11(cont).- Leyenda litológica sondeos

### 3.5.- Cartografía geológico-estructural

En este apartado se describe el Mapa Geológico Estructural, realizado de acuerdo a la metodología expuesta en apartados anteriores, poniendo especial énfasis en sus aspectos estructurales, apoyados en los datos geológicos del subsuelo, fundamentalmente los procedentes de los sondeos mecánicos. En la fig. nº 3.12 se muestra de forma esquemática la estratigrafía de la zona de estudio

#### 3.5.1. Estratigrafía

El registro estratigráfico aflorante en el Campo de Dalías se reduce, prácticamente, a dos unidades pliocenas incompletas y distintos depósitos cuaternarios tanto marinos como continentales. Teniendo presentes los objetivos del estudio, se han estudiado los datos procedentes de los sondeos de investigación hidrogeológica para, junto a otros datos bibliográficos y los obtenidos en el campo, tratar de obtener una sucesión estratigráfica de la zona lo más completa posible.

En la leyenda estratigráfica del Mapa, las unidades sin colorear se refieren a materiales no aflorantes en el ámbito de la zona de estudio pero presentes en su subsuelo. Las edades asignadas a las diferentes unidades son las atribuidas en la documentación bibliográfica.

##### 3.5.1.1. Cuaternario

###### Holoceno

Se han representado en mapa cinco unidades, marismas-salinas (20), dunas (21), playas (22), coluviones (23) y cuaternario indiferenciado (24), que corresponden a los depósitos más recientes, entre los que predominan los de ambiente litoral.

*Cuaternario indiferenciado (24).* Se trata de acumulaciones heterogéneas de materiales de origen mixto, aluvial-coluvial, eólico retrabajado e incluso antrópico que aparecen extensamente representados al NO de la zona en los alrededores de Dalías.

*Coluviones (23).* Se trata de acumulaciones de cantos y bloques en matriz grosera y heterogénea que se localizan al pie de algunos escarpes de la

zona. En la ladera de la sierra estos depósitos se confunden e integran junto a los conos de deyección. Con frecuencia, los movimientos de tierras para la instalación de invernaderos en el Campo han desmantelado estos depósitos

*Playas (22)*. Se trata de depósitos heterogéneos de acumulación marina y eólica que con variable extensión, subordinada a la existencia de los diferentes ambientes de depósito costero, se disponen paralelos a la actual línea de costa.

*Dunas (21)*. Se trata de acumulaciones eólicas de arena fina homogénea, de dimensiones moderadas, que constituyen cordones más o menos paralelo a la costa. En general estabilizadas por efecto de la vegetación, en ocasiones son dunas activas en cuyo desarrollo alcanzan a remontar escarpes de varios metros (El Acebuchal).

*Marismas-salinas (20)*. Se trata de sedimentos muy finos (fangos y limos) depositados en zonas muy bajas, más o menos confinadas, que han sido explotadas como salinas.

#### Holoceno-Pleistoceno

Corresponde a los conos de deyección, depósitos potentes de extensión kilométrica, especialmente en el sector oriental del Campo, y a las facies distales de estos (limos).

*Conos de deyección (19)*. Se trata de depósitos adosados a la vertiente meridional de la Sierra de Gádor, constituidos por cantos y bloques heterométricos de materiales alpujárrides, en una matriz grosera en ocasiones arcillosa. La estructura interna de estos depósitos, observada en cortes y taludes de excavaciones es generalmente caótica y, en ocasiones ordenada en lechos alternantes de potencia generalmente métrica a decimétrica.

El desarrollo de estos depósitos resulta espectacular en mayor medida en el sector oriental del Campo (al Este de la falla de La Loma del Viento), donde se desarrollan entre cotas de hasta 300 m y 40 m, alcanzando hasta más de 6 km de longitud normal desde el borde de la sierra y espesores determinados por sondeos mecánicos, algo superiores a los 150 m. En el

sector occidental del Campo, al Oeste de la referida falla, la longitud de estos depósitos no sobrepasa los 3,5 km., mientras que sus espesores están comprendidos entre los 20 y 55 m y, excepcionalmente, hasta 85 m.

El contrastado desarrollo de estos depósitos entre los dos sectores descritos, se considera de origen tectónico, y relacionado con un incremento progresivo de la componente vertical del salto de falla del borde de la sierra (lote N70°E), hacia el sector oriental del Campo.

*Limos (17).* Se trata de depósitos continentales, probablemente facies distales de los conos de deyección, que ocupan áreas deprimidas de superficie considerable. Están constituidos por limos arcillosos rojizos con muy escasa fracción gruesa. Con anterioridad a la implantación de los invernaderos eran las únicas zonas cultivables del área. En distintos puntos se han extraído estos materiales para su uso habitual como lecho de cultivo en los invernaderos.

#### Pleistoceno

A este periodo corresponden cuatro niveles de terrazas marinas, el más antiguo de los cuales extensamente representado en el Campo, y depósitos de glacia restringidos al sector occidental de la zona de estudio.

*Conglomerados y arenas. (13), (14), (15), (16). Terrazas marinas. Siciliense- Neotirreniense.* Se trata de cuatro niveles de terrazas marinas constituidos, de forma generalizada en los afloramientos observados, por paquetes de conglomerados polimícticos muy cementados y ricos en cuarzo, que intercalan cuerpos lenticulares de arenas. Hacia techo en ocasiones se observa un nivel limoso con cantos y una costra carbonatada centimétrica recubriendo el depósito. El espesor de estos niveles raramente alcanza los 5 metros.

Es muy patente su presencia en los escarpes y taludes de la zona, dispuestas sobre las calcarenitas pliocenas y, hacia el Oeste de la zona, también sobre las margas. Entre dos niveles de terrazas es muy común la presencia de un pequeño escarpe degradado, de hasta 4 m de altura y excavado en el infrayacente plioceno, al pié del cual se inicia la terraza siguiente.

El nivel de terrazas más antiguo es el de mayor expresión cartográfica en el Campo, en mayor medida al oeste de la falla de la Loma del Viento, en donde es observable hacia el Norte hasta la cota 90m, mientras que, al Este de dicha falla, es recubierto por los conos de deyección a partir de aproximadamente la cota 40 m.

La disposición actual de los diferentes niveles de terrazas marinas es consecuencia de movimientos relativos entre bloques relacionados con la tectónica reciente.

*Glacis (18). Siciliense.* Este tipo de depósito aparece representado al Oeste de la zona de estudio, donde constituye una afloramiento de directriz EO, localizado entre las cotas 70 y 120 aproximadamente. Está constituido por cantos angulosos polimícticos (esquistos, filitas cuarcitas, cuarzo, etc) en una matriz limosa de tonos ocres; este depósito alcanza espesores de hasta 20 m.

#### 3.5.1.2. Terciario

##### Plioceno medio-inferior

Asignadas a esta edad afloran en el Campo dos unidades, calcarenitas y margas con expresión cartográfica a la escala del trabajo. Una tercera unidad pliocena, de carácter conglomerático y no aflorante en la zona de estudio, es reconocida mediante sondeos de investigación hidrogeológica realizados en el sector occidental del Campo.

El espesor del conjunto plioceno, definido mediante sondeos mecánicos, es superior a los 600 m en determinados sectores del Campo (sondeo 693 D en Cañada de Cortés, al SO de El Ejido ITGE, 1989).

*Calcarenitas (12).* Se dispone sobre el infrayacente margoso en paso gradual representado por 3-4m de calcarenitas margosas que, en ocasiones, constituye, además, un horizonte de acumulación de fósiles (Ostréidos y Pectínidos, principalmente).

Se trata de litarenitas con cemento carbonatado, formadas por micritas con fragmentos de rocas carbonatadas, metamórficas y cuarzo, de tamaño arena media, y abundantes restos fósiles. Aflora en taludes y escarpes de la zona con un característico color amarillento y en ocasiones laminadas. El espesor aparente de esta unidad, varía entre los 25 m, valor deducido del Mapa Geológico-Estructural, y los aproximadamente 50 m testificados en determinados sondeos mecánicos (sondeo 693 D; ITGE op cit).

*Margas (11)*. Se trata de una unidad escasamente aflorante en el Campo y con mayor expresión hacia el SO del mismo. Se trata de una unidad monótona, de color amarillo verdoso en afloramiento, en ocasiones con laminación definida por contraste de colores más claros, cuyos mejores afloramientos se localizan: al Sur de Matagorda, en el escarpe natural entre terrazas marinas y en las canteras de margas excavadas a partir del mismo; también afloran en la importante explotación activa de margas existente al Este de Balerna. El espesor de esta unidad, de acuerdo a datos procedentes de distintos sondeos mecánicos, puede superar por zonas los 500 m.

*Conglomerados (10)*. Esta unidad no aflora en el ámbito del Campo de Dalías pero ha sido identificada en sondeos mecánicos realizados en el sector oriental del mismo (sondeos 485 Bj y B10). En dicho sondeo se describe un tramo conglomerático plioceno, situado por debajo de unos conglomerados continentales cuaternarios y sobre una unidad de calcarenitas y conglomerados atribuidos al Mioceno.

La descripción del tramo conglomerático plioceno, procedente de los referidos sondeos y cuyo espesor es de 151 m aproximadamente, es la siguiente:

- 50 m. de conglomerados y areniscas de color amarillento, con cantos de cuarzo, bien rodados y generalmente inferiores a los 2 cm de tamaño, en una matriz marga-limosa y arenosa en proporción variable.
- Por debajo, 64 m de areniscas y conglomerados de cantos de cuarzo bien rodados y tamaños inferiores a lo 0,5 cm, escasa matriz margo-limosa arenosa y cemento carbonatado; intercalaciones de arena fina con frecuente bioclasto. El color varía de amarillento a grisáceo.



- Por debajo, 37 metros de areniscas gruesas margo-limosas de color grisáceo, con trama dominante de cuarzo bien redondeado; intercalaciones métricas contrastadamente más margosas; muy escasos bioclasto y cemento.

#### Mioceno superior (Tortonense-Messiniense)

La presencia de materiales miocenos aflorantes en el ámbito del Campo es muy reducida, limitada tan sólo a dos pequeños afloramientos al Oeste del mismo. En la ladera Sur de la Sierra de Gádor aflora una secuencia miocena integrada por conglomerados y calizas arenosas y calcarenitas, con un espesor de 112 m.. Hacia el Oeste de la Sierra predominan calizas conglomeráticas y calcarenitas cuyo espesor en conjunto es de 60-70m. En la figura 3.13 se muestra una sección estratigráfica sintética del mioceno de la zona.

El espesor de materiales miocenos descritos en los sondeos mecánicos realizados en el Campo de Dalías, varía entre los 60-75 m, en los sondeos situados más al norte y entre 170-180 m en los sondeos situados hacia el Sur del Campo, en los que se describen en torno a 100 m de materiales atribuidos al Messiniense. Sondeos realizados hacia el Este del Campo describen una secuencia miocena íntegramente de conglomerados, con espesores aparentes comprendidos entre 115 y 145m, que intercalan una lámina de roca volcánica de entre 70-88 m de espesor aparente.

*Margas, calizas y yesos (9).* Se han observado dos afloramientos de reducidas dimensiones, ambos de origen antrópico situados al Oeste y noreste de Guardias Viejas. En el segundo de ellos, consistente en un pequeño talud de una excavación para la instalación de un invernadero, se observan unos tres metros de margas, calizas y yesos de colores blanquecinos, con aspecto brechoide y desestructurado. Por sus características y su localización se consideran equivalentes a los materiales atribuidos al Messiniense en los sondeos SO- 2231 (CD-1) y SO-2335 (CD-2), en los que se describen espesores de esta unidad en torno a los 100 m.

*Calizas conglomeráticas y calcarenitas (8).* Estos materiales afloran en la ladera meridional de la sierra de Gádor, dispuestos sobre las unidades alpujárrides del Manto de Gádor y, al Oeste de Balanegra, próximos al mar y

en parte recubiertos por los materiales del glacis y las terrazas marinas. Se trata de calizas conglomeráticas arenosas y calcarenitas de colores claros, generalmente dolomitizadas y brechificadas. El espesor de esta unidad, probable cambio lateral de facies de la unidad que se describe a continuación, es estimado en unos 60-70 m.

*Calizas arenosas y calcarenitas (7).* Por zonas se dispone sobre la unidad de conglomerados (6) o bien directamente sobre las unidades alpujárrides del Manto de Félix. Al Sur de Vúcar los materiales de esta unidad descansan sobre conglomerados. Se trata de una sucesión de calizas de colores blanquecinos con tonalidad rosada o amarillenta, generalmente ricas en restos fósiles y que de forma constante presentan cantos heterométricos y angulosos de rocas alpujárrides. El espesor de esta sección estratigráfica es de 90 metros; los últimos 22 metros presentan rocas de aspecto similar a las precedentes y fauna fósil correspondiente al Messiniense

*Conglomerados con cantos andesíticos (6).* Afloran en el borde de la Sierra de Gádor, hacia el sector oriental de la misma, depositados sobre materiales de basamento pertenecientes al Manto de Félix, o sobre rocas volcánicas de composición andesítica. Se trata de un conglomerado polimíctico que hacia la base presenta cantos de entre 1 y 3 cm de dolomía alpujárride y de naturaleza volcánica (andesíticos), que hacia techo pasan a ser exclusivamente de rocas carbonatadas alpujárrides. La matriz es arenosa carbonatada (calcarenítica) y es frecuente la presencia de restos fósiles. El espesor observable es de unos 15 m aproximadamente.

Datos procedentes de sondeos mecánicos realizados en el sector oriental del campo, al Sur de los afloramientos de rocas volcánicas (sondeos 145 Vc y 143 Vc) describen, apoyado directamente sobre materiales alpujárrides, un paquete potente de conglomerados miocenos, con espesor aparente variable entre 115 m al Sur y 167 m al Norte, que intercala una lámina de rocas volcánicas de espesor aparente comprendido entre 70 m al Sur y 88 m al Norte. Por encima de los conglomerados se disponen materiales detríticos continentales de los conos de deyección. Las características de estos conglomerados son similares a las descritas más arriba.

La lámina volcánica intercalada en el conglomerado, de rasgos petrográficos similares a la masa aflorante, se ha representado en la cartografía como Volcanitas andesíticas (5). Se trata de una roca de color pardo a verdoso, de cuya mesostasis tobácea (espilítica), destacan abundantes masas centimétricas de contorno redondeado, generalmente matriz-soportadas y de probable composición andesítica. Hacia el contacto superior con el conglomerado mioceno la roca presenta algún bioclasto alterado pero reconocible.

La textura de esta roca es comparable a las denominadas brechas, subvolcánicas, relacionadas con el emplazamiento de láminas de estas rocas magmáticas en niveles muy superficiales. Es de señalar, desde el punto de vista estructural la presencia de una fracturación de dirección N35°-40°E en el entorno próximo al afloramiento de rocas volcánicas, de dirección similar a la falla de Carboneras - La Serrota, a cuya actividad es asociado el volcanismo del Cabo de Gata.

#### 3.5.1.3. Unidades Alpujárrides

En el ámbito de la zona estudiada están representadas unidades correspondientes a los mantos de Gádor y Félix, cabalgantes las de este último sobre las del Manto de Gádor. La estratigrafía de las unidades alpujárrides de ambos mantos está poco definida y, en cualquier caso, la ausencia de niveles guía consistentes, por una parte dificulta en gran manera la resolución de la estructura interna de la sierra y, por otra, no permite una testificación más fina de los sondeos que posibilite planificar sondeos profundos con objetivos previstos dentro del basamento alpujárride.

El estudio estratigráfico de las unidades alpujárrides requiere muy laboriosos trabajos de ámbito más regional, fuera del alcance del presente estudio

##### Manto de Gádor

A excepción del sector centro oriental de la vertiente sur de la Sierra de Gádor, ocupada por el Manto de Félix, la superficie restante de dicha vertiente, en el ámbito de la zona de estudio corresponde a unidades del Manto de Gádor.

*Calizas y dolomías (4) Triásico.* Se trata de una unidad comprensiva alpujárride extensamente representada en el ámbito del mapa. Como ya se expuso en el capítulo de Antecedentes este Texto, está integrada por tres tramos, a cuyo conjunto se le estima un espesor de 1500 m (IGME, 1983):

- Tramo inferior: En el que predominan los colores amarillentos y parduzcos, formado por calcoesquistos con sericita y calizas margosas con intercalaciones dolomíticas.
- Tramo medio: Integrado por dolomías con intercalaciones de calizas. En la parte inferior las dolomías presentan colores alternantes gris claro y gris oscuro y frecuente laminación. En la parte superior del tramo la roca presenta colores oscuros hasta negruzcos y frecuente estructura franciscana (bandas doloesparíticas alternantes de colores blancos, grises y/o negras).
- Tramo superior: Hacia la base de este predominan margocalizas tableadas amarillas y calizas grises en bancos gruesos; es frecuente la presencia de intercalaciones dolomíticas de hasta 50 m de potencia. La parte media es eminentemente calcárea, formada por calizas grises con restos fósiles indeterminables y en la parte superior suelen estar presentes intercalaciones dolomíticas y margosas por varios paquetes dolomíticos y margosos.

Afloramientos de reducidas dimensiones de dolomías grises, asignados a esta unidad, se localizan al Oeste y Sur de Guardias Viejas que formarían parte del supuesto "horst", al que da nombre esta localidad. En afloramiento se reconoce una dolomía masiva gris recristalizada y de textura brechoide. En los alrededores de antiguo cuartel se mide una estratificación dudosa según N25°E/15°E, y es muy patente en este afloramiento la presencia de una lineación en las dolomías con una inclinación de 15°-25° según una dirección N70°-80°E.

*Filitas y cuarcitas (3) Permo - Triásico.* Los mejores afloramientos de esta unidad se localizan en el paraje de Loma de Balsa Nueva, hacia el extremo oriental de la zona de estudio. En este paraje, la unidad de filitas y cuarcitas y su cobertera calizo-dolomítica cabalgan sobre la unidad de calizas y dolomías (4).

Se trata de una unidad muy homogénea integrada por filitas, esquistos arcillosos y niveles decimétricos de cuarcitas algo micáceas, con coloraciones de tonalidades rojizas, violáceas, pardas e incluso verdosas. Hacia la parte superior de esta unidad, en transición con las calizas y dolomías suprayacentes, se encuentran filitas moradas y azules y calizas fusiformes.

#### Manto de Félix

Se localiza en el sector centro - oriental de la vertiente Sur de la Sierra de Gádor, delimitado al Este y Oeste por una estructura cabalgante. Está integrado por las siguientes unidades, de techo a muro:

*Mármoles y calizas dolomíticas (2). Triásico.* En el ámbito de la zona de estudio esta unidad presenta un espesor estimado entre 60 y 100 m. Se trata de calizas marmóreas, calizas y dolomías de colores variables, de amarillentos a grises, dispuestas en contacto mecanizado sobre la unidad filítica infrayacente.

En los sondeos mecánicos realizados en el sector oriental de la zona, de forma casi generalizada, no aparece representada esta unidad carbonatada. Aproximadamente a 1km al SO de La Cueva del Algarrobo, al Oeste de la parte alta de la Rambla de Carcouz, (sondeo 691 D), se describen 43 m de alternancias de calizas amarillo-rojizas, grises y crema, esquistosadas y brechificadas, por encima de un conjunto de cuarcitas y filitocuarцитas, que se indican como pertenecientes a la unidad carbonatada del Manto de Félix.

*Cuarcitas y filitas (1). Permo -Triásico.* Esta compuesta esencialmente por filitas, esquistos arcillosos y cuarcitas, de tonalidades rojizas, moradas e incluso verdosas, que intercalan esporádicamente finos niveles de calcoesquistos amarillentos con sericita.

Sondeos mecánicos realizados en el sector oriental de la zona de estudio describen esta unidad como filitas y filitocuarцитas con abundantes segregados de cuarzo, de colores similares a los descritos, con pasadas cuarcíticas marrón violáceas y tramos plásticos intensamente tectonizados. Los espesores indicados para esta unidad varían entre 90 m y 190 m.

### 3.5.2. Estructura

Debido a las actuales condiciones de recubrimiento y antropización del Campo, en la mayor parte de los casos, no resulta posible reconocer sobre el terreno todos los rasgos geomorfológicos y lineamientos observados en foto aérea o los datos procedentes de la documentación previa relativa al Campo de Dalías.

#### 3.5.2.1. Pliegues principales

Durante el reconocimiento en campo de la zona de estudio no se han observado pliegues a escala de afloramiento ni criterios determinantes respecto a la existencia de pliegues en los materiales Cenozoicos (Neógeno y Cuaternario), mientras que en rocas del basamento, aflorantes en los alrededores de Guardias Viejas, lineaciones observadas podrían asociarse a la existencia de pliegues.

El área en la que FOURNIGUET, 1977, describe los posibles pliegues de dirección EO y edad Tirreniense medio (paraje denominado Hoza de la Yeguas, al Norte de El Solanillo), coincide con el extremo nororiental de la traza del pliegue anticlinal que RODRIGUEZ y MARTÍN-PENELA 1996, describen atravesando el Campo entre Guardias Viejas y Roquetas. En el mencionado paraje se observa una morfología alomada (antiforme) de directriz aproximadamente EO, patente entre las cotas de 40 m y 47 m, cuyo flanco sur está definido por la pendiente natural relacionada con la presencia de la segunda terraza marina (con techo bastante ajustado a la curva de nivel 40 m) y cuyo flanco norte presenta una incisión muy rectilínea de dirección EO, relacionada con una fractura de esa misma dirección. Esta morfología antiforme se identifica, casi en continuidad, también al Norte de la Falla de Los Cortijos de la Lomilla.

Al Oeste de la Falla de la Loma del Viento, entre esta estructura y el escarpe de El Acebuchal, se reconoce el segmento central de la traza del anticlinal descrito por RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, *op cit.*, por una serie de elevaciones alomadas (antiformes), definidas por la curva de nivel 80 m y alineadas según la dirección aproximadamente N70°E, cuyos "flancos" presentan una suave pendiente (<10°) tanto al Norte como al Sur.

Los afloramientos de dolomías del basamento alpujarride de Guardias Viejas, representarían el sector occidental del referido pliegue anticlinal, a la vez que materiales del núcleo de dicha estructura. En dichos afloramientos se ha observado una lineación, (probablemente ejes de micropliegues) que de forma bastante generalizada se inclina  $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$  según dirección  $70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ . Esta lineación podría asociarse con una zona de charnela de pliegue pero parece descabellado asociarla a un pliegue Tirreniense.

#### 3.5.2.2. Fracturas principales

La componente normal vertical de los saltos de falla, probablemente dominante, es cualitativamente la más detectable en la cartografía, sin que por ello se descarte la existencia de componente en dirección, menos evidente al no existir marcadores o criterios adecuados en la zona.

Una primera aproximación a la zona de trabajo permite distinguir tres dominios:

- Borde de la Sierra de Gádor: En el que predominan las fallas de dirección  $N70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ E, afectadas por fallas transversales de direcciones próximas a N-S y NNO-SSE, y NE-SO hacia el Este, produciendo saltos y rotaciones en las fallas anteriores y pequeñas indentaciones entre los dominios del Campo y de la Sierra. Los lineamientos netos de dirección  $N70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ E detectados sobre los materiales cuaternarios del borde de la sierra, manifiestan la inestabilidad de dicho borde con tenues reactivaciones de dichas estructura.
- Sector oriental: localizado al este de la falla de la Loma del Viento, extensamente recubierto por los conos de deyección. Las características de estos materiales, edad, escasas cohesividad y cementación, etc, tienden a enmascarar las deformaciones. En este sector se han detectado lineamientos NE-SO y fallas NO-SE y hacia el Sur, sobre las terrazas marinas, también fallas de orientación EO. Es patente en este sector el efecto de fracturas  $N120^{\circ}$ E sobre los materiales de los conos aluviales.
- Sector Occidental: Área en la que están extensamente representadas las terrazas marinas y las calcarenitas pliocenas. Favorecida por el comportamiento frágil de estos materiales, en especial el de las terrazas, en este sector se observa una elevada densidad de fracturación, con representación de los siguientes lotes de fracturas:  $N120^{\circ}$ - $130^{\circ}$ E, muy

patentes hacia la parte sur del sector; NS-20°E; N150°-160°E y N35°-45°E, son muy frecuentes y alcanzan densidades importantes inmediatamente al este de El Ejido, en relación con un "pasillo" de fracturación definido por dos fracturas paralelas de dirección N20°E. También en este sector es patente la presencia de un lineamiento de dirección N70-80°E que atraviesa el sector por su parte media.

#### Descripción de las fallas

En este apartado se describen los lotes de fracturas que estructuran la zona de estudio, buzamiento, longitud, materiales que afectan y efectos que producen en superficie, como una primera aproximación a su evolución en profundidad. No obstante este último aspecto habrá de ser valorado con los datos del estudio sísmico.

*Fallas N70°-90°E.* Se trata de un sistema de fallas antiguo, principal responsable de la individualización de la cuenca pliocena del Campo de Dalías.

Se reconocen principalmente a lo largo del borde meridional de la sierra, donde son desplazadas en mayor o menor cuantía por los restantes sistemas de fracturas presentes (N-S y NNO-SSE, y NE-SO). Afectan a materiales alpujárrides, neógenos e incluso, aunque con inferior intensidad materiales de los conos de deyección. El movimiento reconocible de estas fallas es el normal con descenso del bloque sur. La geometría dominante de estas fallas indica un fuerte buzamiento al Sur. Sin embargo, hacia la parte superior de la Rambla de Carcauz se observa una de estas estructuras cuyo buzamiento al Sur varía entre 25° a 45°. Por debajo del plano de falla se observan también diaclasas con mayores ángulos de buzamiento, a favor de las que, probablemente, se produzcan saltos de entidad en otros puntos. En el referido paraje se observan pequeñas cizallas de dirección N85°E con criterios cinemáticos senestros.

Una falla de esta dirección y de unos 3,5 km de longitud se reconoce hacia el borde meridional de la zona, afectando a las calcarenitas pliocenas y a las terrazas marinas (Pleistoceno). Esta estructura parece ser equivalente a la descrita por RODRIGUEZ y M. PENELA, 1993, como la falla próxima a la línea de costa meridional, de componente normal, plano subvertical y salto estimado de 1000 m, que produce el hundimiento del bloque norte.



Entre Balerma y Roquetas de Mar, hacia la parte central del Campo, es patente la existencia de un largo lineamiento, probable estructura de dirección similar a la de este sistema de fallas que afecta levemente a materiales pleistocenos (suave basculamiento al Norte) y, probablemente holocenos. Este lineamiento parece representar el reflejo en superficie de reactivaciones de este sistema de fracturas en el basamento. En su trayectoria, en ocasiones definida por un diaclasado denso paralelo a la directriz de fracturación, es desplazado por fallas de dirección norteadas (NS-20°E) y NO-SE y de forma patente por las de dirección N120°-130°E. Probablemente, la falla de dirección N70°E, localizada inmediatamente al Sur de Balerma, que hunde su bloque norte, esté probablemente relacionada con esta estructura, representando su extremo occidental emergido.

La existencia de esta falla y su asociado bloque norte hundido, son compatibles con la interpretación de RODRIGUEZ y MARTÍN PENELA, 1993, al indicar la existencia de un surco de máximo espesor de materiales pliocenos (700 m) localizado al norte de la referida estructura y de dirección paralela a la misma.

También es de señalar dentro de este grupo de estructuras, la falla de Guardias Viejas, localizada hacia el SO de la zona. Esta falla de buzamiento subvertical y de trazado supuesto en la dirección del sistema, estructura el afloramiento de dolomías del basamento mediante el hundimiento del bloque sur y, probablemente, de la misma forma que otras fallas de esta misma dirección, en otros puntos de las Zonas Internas, sea la responsable de la fuente termal de los baños romanos de Guardias Viejas.

*Fallas N120°-130°E.* A este sistema de fallas pertenecen la Falla de la Loma del Viento, la Falla de los Cortijos de la Lomilla y un grupo de fallas que, con esta dirección y trazado más reducido, se localizan hacia el centro-sur del Campo, entre los escarpes de El Acebuchal y San Agustín. También se han detectado mediante fotogeología lineamientos con esta dirección sobre los conos de deyección en el sector oriental de la zona.

Las dos fallas citadas más arriba atraviesan el Campo desde la Sierra hasta el litoral ( $\approx$  20 km.) y, de acuerdo al esquema geológico de DOMINGUEZ, P., 2000, hacia el Norte, una falla de este sistema atraviesa la citada sierra alcanzando el Pasillo de las Alpujarras. Este dato parece apoyar a JACQUIM,

1970, al considerar a este sistema de fallas relacionado con la distensión plio-pleistocena. Teniendo en cuenta la relación directa entre longitud y profundidad, estas dos fallas han de considerarse accidentes profundos que afectan al basamento hercínico y cuya actividad reciente se considera responsable de los siguientes aspectos estructurales y morfoestructurales de la zona de estudio:

- Basculamientos de las terrazas marinas (Pleistoceno) y responsabilidad en la morfología de la actual línea de costa.
- Localización de los ápices de conos de deyección
- Génesis (Pleistoceno-Holoceno) de pequeños escarpes (6-8 m de altura) en los conos de deyección (Llano del Águila), indicando un hundimiento del bloque NE.
- Morfología de los conos de deyección en el sector oriental del Campo (límite de cono coincidente con trazado de la falla Loma del Viento).

Con independencia del bloque hundido (más frecuente bloque hundido oriental) las fallas de este lote presentan, de forma generalizada un buzamiento muy pendiente (subvertical) y una clara componente normal.

*Fallas N140°-160°E.* Este sistema de fallas es patente en los sectores centro y occidental de la vertiente meridional de la Sierra de Gádor en donde afectan a materiales del basamento y miocenos y producen saltos y desplazamientos de las fracturas N70°E. La actividad de estas fallas es así mismo notoria en otras áreas del Campo. Los principales rasgos estructurales y morfoestructurales en relación con estas fallas son los siguientes:

- Formación de la cuenca intramontañosa de Dalías al NO de la zona de estudio mediante el hundimiento del bloque Dalías-Beja, entre las sierras de la Contraviesa y Gádor.
- La presencia entre Balanegra y Balerma de fallas de este sistema, afectando a materiales pliocenos y pleistocenos, en las que el bloque hundido es el sur, induce a interpretar, con apoyo de datos de geofísica, que la actual geometría de la línea de costa en este área es consecuencia de la actividad de fallas de este sistema. También es atribuible a la

actividad de fallas de este sistema, la formación del escarpe de "Los Alcores-El Acebuchal"

- Desarrollo de bandas de fracturación hacia el centro de la zona (El Ejido y Las Norias); constituyen bandas de fracturación de hasta 6 fracturas / km<sup>2</sup> aunque de longitudes escasas (1,5-3,5 km.). Son muy evidentes en los taludes de la autovía, Al Sur de El Ejido, donde se observan saltos de algunos metros de los niveles de terraza marina. En general se trata de fallas normales que producen saltos en la vertical de hasta 4 m. En estos sectores afectan al plioceno, a los episodios marinos cuaternarios y, de forma generalizada a los sistemas de fracturas descritos con anterioridad, especialmente patente en relación a la Falla de la Loma del Viento (sistema N120°-130°E).

*Fallas NS ± 20°.* Este sistema de fracturas es bastante frecuente en la vertiente de la Sierra de Gádor, donde afecta a los materiales del basamento, miocenos y cuaternarios y produce saltos de cierta consideración sobre las fallas N70°-90°E.

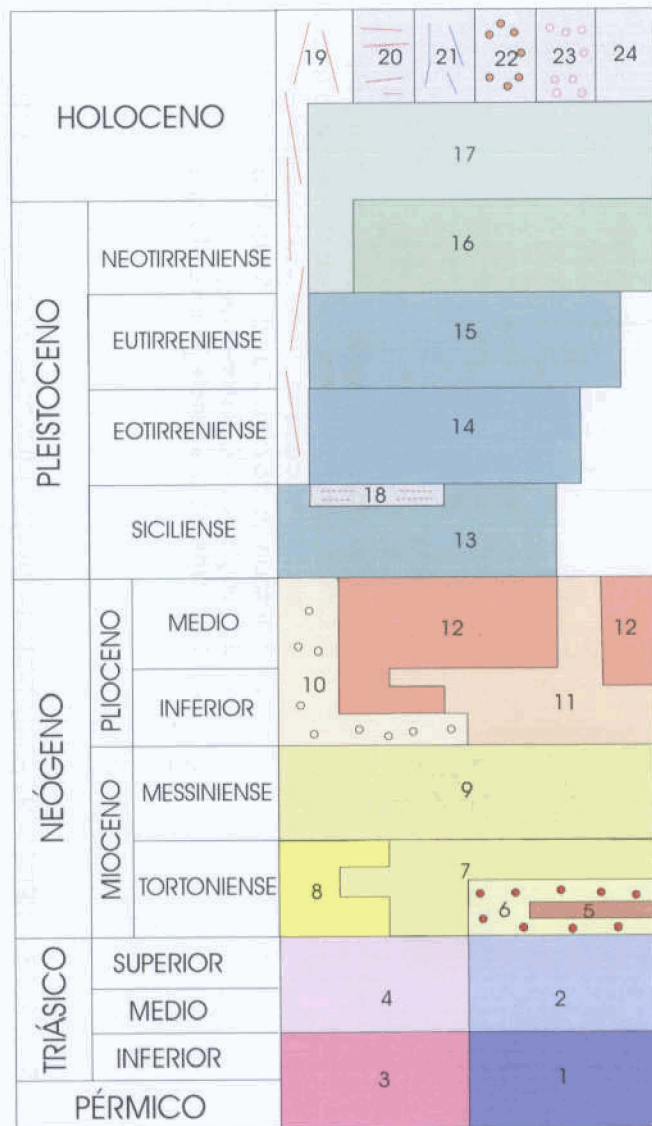
En el sector central y centro occidental, son así mismo frecuentes, adquieren mayor desarrollo longitudinal y localmente constituyen bandas densas de fracturación. Dos de estas fallas, de longitud > de 7 km., distanciadas 4 km. aproximadamente, delimitan un pasillo de fracturación dentro del cual existe una densidad elevada de fracturas Fallas N140°-160°E que afectan al plioceno y terraza marina.

En general estas fallas se describen como fallas normales de plano generalmente vertical, cuyo bloque hundido puede ser indistintamente el oriental o el occidental y producen saltos de hasta 30 m.

*Fallas 30°-50°E.* Se trata de un sistema de fallas bastante difuso en la zona. Aparece en los alrededores de El Ejido, relacionadas con sistemas de fracturas norteadas. En esta área son fallas normales y de escasa longitud.

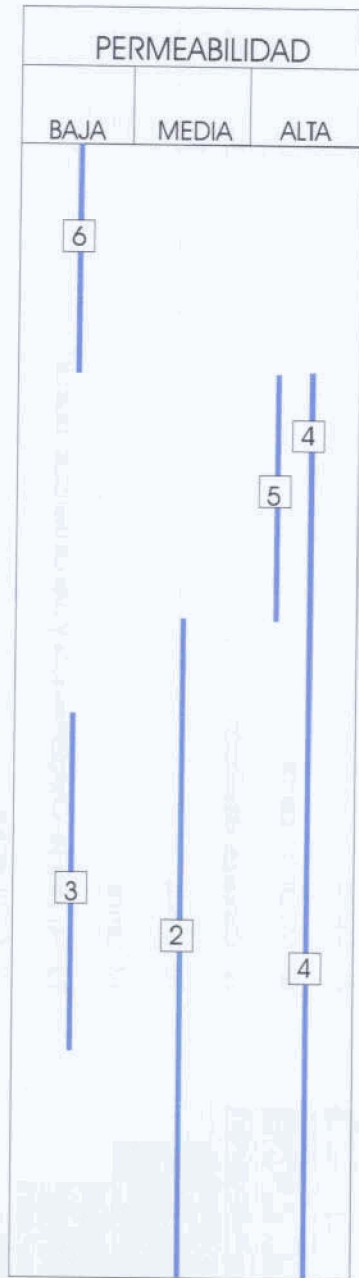
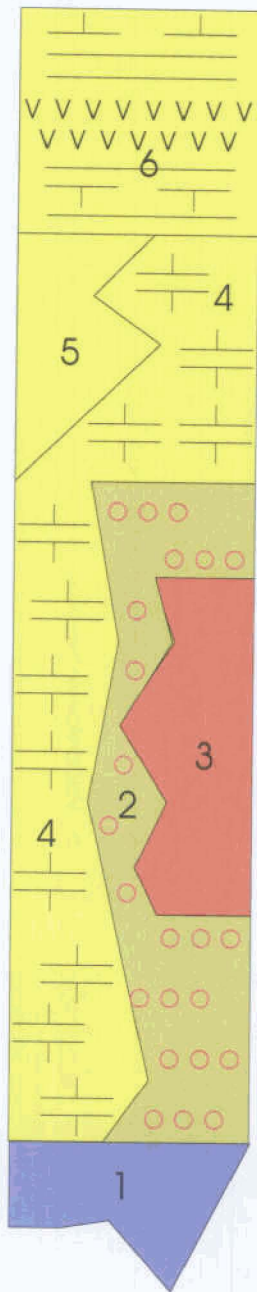
Fallas correspondientes a este sistema, también de componente normal, con mayor entidad y, posiblemente, interés, son las que se localizan en el ángulo NE del área de trabajo, donde modifican las trayectorias de las fallas N70°-90°E, y parecen delimitar los afloramientos de las rocas volcánicas

andesíticas. Es de señalar que este sistema de fracturas sigue una dirección similar a la Falla de La Serrota-Carboneras, responsable, para algunos autores, del control y posible emplazamiento de las unidades volcánicas del Cabo de Gata.



24. Cuaternario indiferenciado
23. Coluvión
22. Playas
21. Dunas
20. Marismas- salinas
19. Conos de deyección
18. Glacis
17. Limos
- 13, 14, 15 y 16. Conglomerados y arenas (terrazas marinas)
12. Calcarenitas
11. Margas
10. Conglomerados
9. Margas, calizas y yesos
8. Calizas conglomeráticas y calcarenitas
7. Calcarenitas
6. Conglomerados con cantos andesíticos
5. Volcanitas andesíticas
4. Calizas y dolomías (Manto de Gádor)
3. Filitas y cuarcitas (Manto de Gádor)
2. Mármoles y calizas dolomíticas; calcoesquistos a la base (Manto de Felix)
1. Cuarcitas y filitas. Calcarenitas (Manto de Felix)

Fig 3.12.- ESQUEMA ESTRATIGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO



LEYENDA

- 6. Margas, calizas margosas y yesos (Messiniense)
- 5. Calizas conglomeráticas y calcarenitas (Tortonense-Messiniense)
- 4. Calizas y calcarenitas (Tortonense-Messiniense)
- 3. Volcanitas de composición andesítica
- 2. Conglomerado (Tortonense)
- 1 Basamento alpujárride (Pérmico-Triásico)

Fig. 3.13.- SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL MIOCENO DEL ÁREA DE ESTUDIO

**Goy, J.L. y Zazo, C. (1986).** Sinthesis of the Quaternary in the Almeria littoral; neotectonic activity and his morphologic features, wetern betics, Spain. Tectonophysics, 130: 250-270.

**Hermes , J.J. (1985).** Algunos aspectos de la estructura de la Zona Subbética: Cordillera Béticas. España Meridional. Estudios Geológicos, 41: 157-176.

**IGME (1989).** Estudios para actualización de datos de infraestructura hidrogeológica en el Campo de Dalías y entorno (Almería, 1987-88-89). Anexo 7. Fondo doc. IGME doc. nº 30.661

**IGME ( ).** Mapas Neotectónico y Sismotectónico de España a escala 1:100.000. Vol 1.

**Jacquin, J.P. (1970).** Contribución a l'étude géologique et miniere de la Sierra de Gádor (Almería-España). Thése Sc. Univ. Nantes: 1-485.

**Mariscal, B. y Gimenez Moreno, J. (1993).** Campo de Dalías: ¿Sobreexplotación o desarrollo?. Tierra y Tecnología, nº5: 12-18.

**Martinez Diaz, J.J. y Hernandez Enrile. J.L. (1996).** Implicaciones neotectónicas de la série sísmica de Adra (1993-1994): Ejemplo de un terremoto compuesto. Geogaceta, 23: 834-837.

**Martinez Diaz, J.J. (2000).** Actividad neotectónica en el sureste de Almería y su incidencia en la morfotectónica de la zona (Cordilleras Béticas). Rev. Soc. Geol. España, 13 (3-4): 417-419.

**Montenat, Ch., Ott d'Estevou, Ph. y Masse, P. (1987).** Tectonic sedimentary characters of the Betic Neogene basins evolving in a crustal transcurrent shear zone (SE Spain). Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine, 11: 1-22.

**Pulido Bosch, A. (1995).** Encuentro medioambiental almeriense. Las aguas subterráneas; Proyecto AMB95-0493 (CICYT), 19pp.

### **3.6.- Bibliografía**

En este apartado se describe la relación de trabajos, artículos, libros, informes, mapas, etc. que se han consultado durante el desarrollo del proyecto. Se han clasificado en dos subcapítulos: el correspondiente a los trabajos mencionados en el texto, en el punto 3.6.1., y el correspondiente a otros trabajos relacionados con la zona de trabajo y la metodología seguida, en el punto 3.6.2.

#### 3.6.1. Trabajos mencionados en el texto

**Baena, J. y Ewert, K. (1983).** Roquetas de Mar - 1058. Mapa Geológico, 1/50.000 (2ª serie). I.G.M.E.

**Banda, E. y Ansorge, J. (1980).** Crustal structure under the central and eastern part of the Betic

**Balanya J.C. y García Dueñas, V. (1987).** Les directions structurales dans le Domaine d'Alboran de part et d'autre du Détroit de Gibraltar. C. R. Acad. Sci. Paris , 304 (II): 929-933.

**Cordilleras.** Geophys. Jour. Roy. Astr. Soc., 63: 515-532.

**Dominguez, P., Franqueza, P.A. y Gonzalez Asensio, A. (1988).** Síntesis Hidrogeológica del Campo de Dalías y su entorno. TIAC '88. Almuñecar (Granada), 69-144.

**Fourniguet, J. (1977).** Sur le Quaternaire marin et la neotectonique du Campo de Dalías (Andalousie, Espagne). Acta Geológica Hispánica, t. XII, 4-6: 90-97.

**García Dueñas, V., Martínez Martínez, J.M. , Orozco, M. And Soto, J.L. (1988)** Plis-nappes cisaillements syn-a post-metamórfiques et cisaillements ductiles-fragiles en distensión dans les Nevado- Filábride (Cordilleres Bétiques . Espagne). C.R. Acad. Sci. Paris, 307 (1): 1389-1395.



**IGME (1974).** Rapport de mission de consultation sur les études hidrogéologiques dans les provinces de Murcia et Almería (vallée du rio Segura et région du Campo de Dalías). Fondo documental del IGME, doc nº 33037.

**IGME (1981).** Nota sobre la situación de peligro de intrusión marina en los sectores NW y NE del Campo de Dalías (Almería). Fondo Documental del IGME, doc. nº 30569.

**IGME (1987).** Informe sobre el sondeo de investigación de intrusión marina (B-10) en Balanegra. (Almería). Fondo Documental del IGME.

**IGME, (1988).** Síntesis Hidrogeológica de la provincia de Almería.

**IGME (1989).** Estudios para la actualización de datos de infraestructura hidrogeológica en el Campo de Dalías (Almería), Anexo 9. Fondo Documental de IGME, doc. nº 30661

**IGME (1994).** Resultados del seguimiento/interpretación hidrogeológica de los sondeos realizados para el abastecimiento a Almería capital, en Campo de Dalías. Fondo Documental del IGME, doc. nº 30674.

**Molina, L. (1997).** Hidroquímica e intrusión marina en el Campo de Dalías (Almería) Tesis Doct. Univ. de Granada.

**Perconing, E. (1977).** Estudio sedimentológico de dos cortes de Sierra de Gádor. I Coloq. Estr. Paleog. Triásico y Pérmico de España. Cuad. Geol. Iber., 4, 283-294.

**Perconing, E. (1977).** Consideraciones sobre las series carbonatadas del Trias Alpujarride. I Coloq. Estr. Paleog. Triásico y Pérmico de España. Cuad. Geol. Iber., 4, 295-306.

**Pulido Bosch, A. (2001).** Investigación y exploración de acuíferos kársticos. Boletín Geológico y Minero, Vol 112, Num, especial, pp.65-76.

**Pulido Bosh, A., Navarrete, F., Martinez Vidal, J.L., Macías, A. y Molina, L. (1989a).** Consideraciones sobre algunas anomalías hidrogeoquímicas existentes en

**Rodríguez Fernández, J. y Martín-Penela, A. J. ( 1993).** Neogene evolution of the Campo de Dalías and the surrounding offshore areas - (Northeastern Alboran Sea). *Geodinamica Acta* (Paris), (2-4): 255-270.

**Sanz de Galdeano, C. y López Garrido, A.C. (2000).** Las Fallas Tortonense a cuaternarias entre Granada y la costa: el límite occidental del Nevado-Filábride y de las unidades alpujárrides inferiores. *Rev. Soc. Geol. España*, 13 (3-4): 519-528.

**Silva, P. G., Goy, J.L., Zazo, C. y Bardají, T. (1993).** Landscape response to strike-slip faulting linked to collisional settings: Quaternary tectonics and basin formation in the Eastern Betics, southeastern Spain. *Tectonophysics*, 224: 289-303.

### 3.6.2. Otros trabajos de interés

**Banks, Chris J. and Warburton, J. (1991).** Mid-crustal detachment in the Betic system of southeast Spain. *Tectonophysics*, 191: 275-289.

**Crespo-Blanc, A. (1995).** Interference pattern of Miocene extensional system in the Alpujárride Complex (N of Sierra Nevada, Betic Cordillera). *Geogaceta*, 17: 140-142.

**Dominguez, P. y Gonzalez Asensio, A. (1991).** Complejidad de la estructura y funcionamiento hidrogeológico en el Sector Noreste del Campo de Dalías. Necesidad de su investigación y control mediante sondeos mecánicos. *El agua en Andalucía*. Vol. I, 363-377.

**Galindo, J., Gonzalez Lodeiro, F., y Fabaloy, A. (1991).** Geometría y cinemática de las deformaciones frágiles post-Aquitanienses en los materiales Alpujárrides y su relación con el contacto Alpujárride/Nevado-Filábride. *Geogaceta*, 10, 130-134.

**García Dueñas, V y Martínez, J.M. (1998).** Sobre el adelgazamiento mioceno del Dominio Cortical de Alborán, el despegue extensional de Filábres (Béticas orientales). *Geogaceta*, 5, 53-55.

la unidad de Balerma - Las Marinas (Campo de Dalías, Almería) Geogaceta, 6- 14-16.

**Thauvin, J.P. y Gonzalez Asensio, A. (1983).** Última síntesis hidrogeológica del Campo de Dalías (Almería). Hidrogeol. y Rec. Hidr. VII. Madrid, 731-737.

#### **4.- BASE DE DATOS EMPLEADA EN EL PROYECTO**

#### **4.- BASE DE DATOS EMPLEADA EN EL PROYECTO**

En el desarrollo del Proyecto que contempla esta memoria se ha utilizado la información de sondeos correspondientes a una base de datos oficial del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Esta es la base de datos que se presenta en el apartado 4.1. Base de datos del Campo de Dalías del IGME.

De esta base, una vez analizada, se ha extraído un número importante de datos que son los correspondientes a lo que se ha denominado base de datos de sondeos de interés para el proyecto y que constituye el apartado 4.2.

De todos los sondeos englobados en esa base de datos, sólo un número pequeño de ellos son los que han mostrado mayor utilidad en tanto que tienen una profundidad de la obra mayor, tienen mejores y más completos datos litológicos o están situados cerca o en la proximidad de alguna sección sísmica. Esta base de datos filtrada agrupa un número ya escaso de puntos y constituye la base de datos de sondeos útiles para el proyecto, en el apartado 4.3.

Por último, además de estos sondeos, se han analizado los correspondientes a otros informes junto con los aportados por particulares con el fin de complementar lo más posible la documentación del subsuelo. Se han agrupado en el apartado 4.4. Otros sondeos.

#### **4.1.- Base de datos del Campo de Dalías del IGME**

La base datos del inventario de puntos de agua del IGME está actualizada en el año 2001 (ver certificado en Anexo I, apartado 1) y consta de la información de que dispone el IGME acerca de sondeos, pozos, galerías y manantiales que se distribuyen por octantes de las hojas del Mapa Topográfico Nacional (M.T.N.) a escala 1/50.000 y se presenta en el mismo formato en que se suministra por parte del IGME.

Existen dos tipos de ficheros:

- Fichero AGMA: Presenta la información de los puntos de agua según una serie de datos que, entre otros, figuran los siguientes: Hoja del M.T.N., octante, nº del punto, cota, X (UTM), Y (UTM), naturaleza del punto, potencia, utilización, dm<sup>3</sup>/día, unidad hidrogeológica, acuífero.

El fichero suministrado por el IGME, actualizado en 2001 y adquirido con fecha 01-03-2002, presenta un total de 1.015 puntos de agua (ver fichero de base de datos AGMA en el Anexo I, apartado 2).

- Fichero AGLI: Presenta la información de los puntos de agua según una serie de datos que, entre otros, figuran los siguientes: Hoja del M.T.N., octante, nº del punto, orden de cada uno de los niveles litológicos atravesados, edad geológica de dichos niveles, litología de cada nivel, profundidad del techo de cada nivel, profundidad del muro de cada nivel.

El fichero suministrado por el IGME, actualizado en 2001 y adquirido con fecha 01-03-2002, presenta un total de 1.015 puntos de agua (ver fichero de base de datos AGLI en el Anexo I, apartado 2).

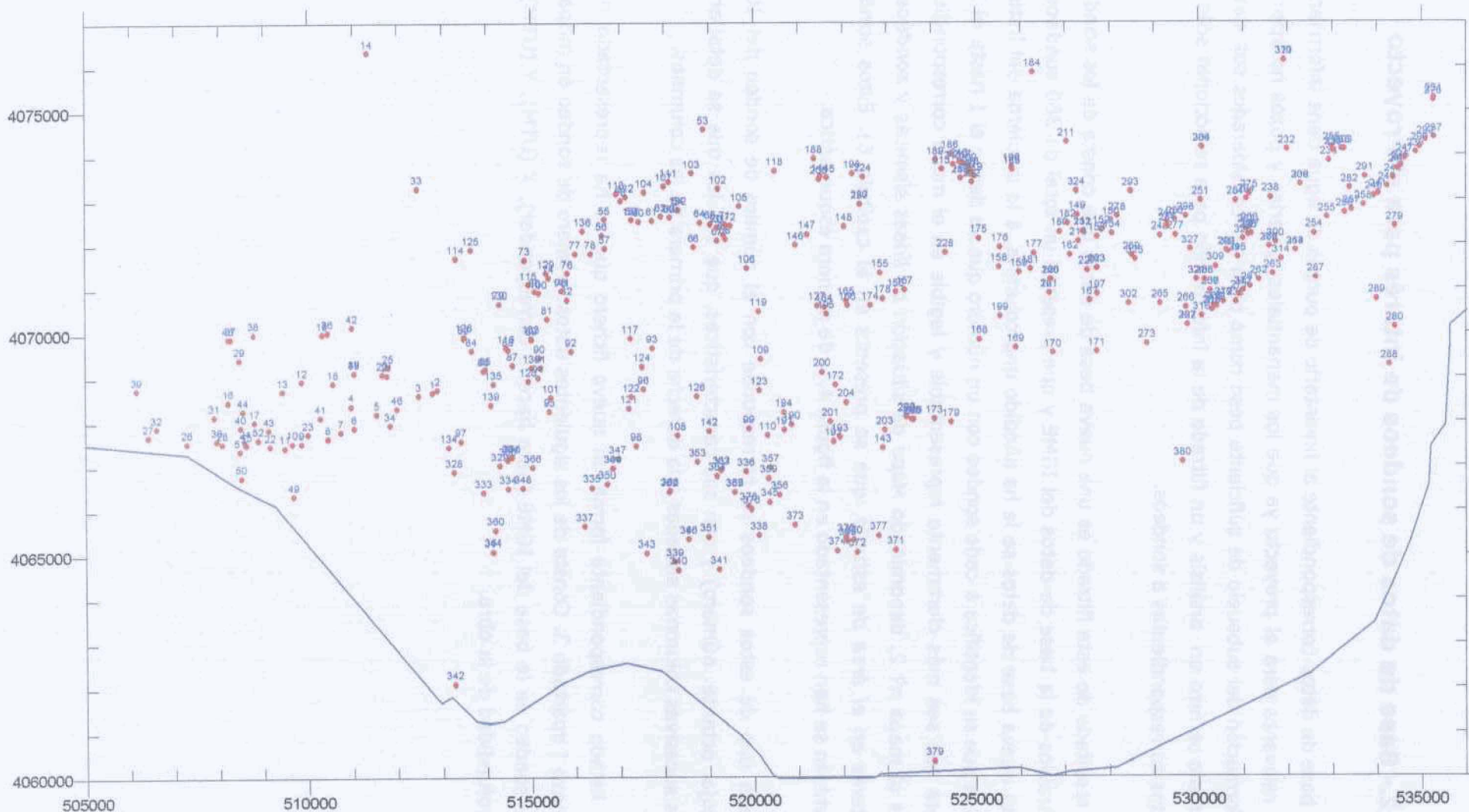
## **4.2.- Base de datos de sondeos de interés para el Proyecto**

La base de datos correspondiente al inventario de puntos de agua tiene información no relevante para el proyecto ya que los manantiales, galerías y pozos no aportan información del subsuelo de suficiente peso como para ser considerados sus datos. Por ello se hizo un análisis y un filtrado de la información para seleccionar sólo los datos correspondientes a sondeos.

El resultado de este filtrado es una nueva base de datos que consta de los sondeos extraídos de la base de datos del IGME y que presenta un total de 380 sondeos. A esta nueva base de datos se le ha añadido una columna, a la izquierda del listado, en la que se identifica a cada sondeo con un número que va desde el 1 hasta el 380 para que sea más claramente representable y legible en el mapa correspondiente (es el mapa nº 2, denominado *Mapa de situación de líneas sísmicas y sondeos de interés en el área de estudio*, que se presenta en el capítulo 6). Estos sondeos también se han representado en la figura 4.1. de manera esquemática.

Cada uno de estos sondeos se corresponde con el número de sondeo del IGME (hoja. octante. número) y con sus características, que son las que se detallan en las sucesivas columnas situadas a la derecha de la primera de las columnas.

El listado correspondiente forma un nuevo fichero que se ha representado en el Anexo I apartado 3. Consta de los siguientes datos: número de sondeo en mapa, nº de sondeo de la base del IGME (para hacerlo corresponder), X (UTM), Y (UTM), Z, profundidad de la obra.



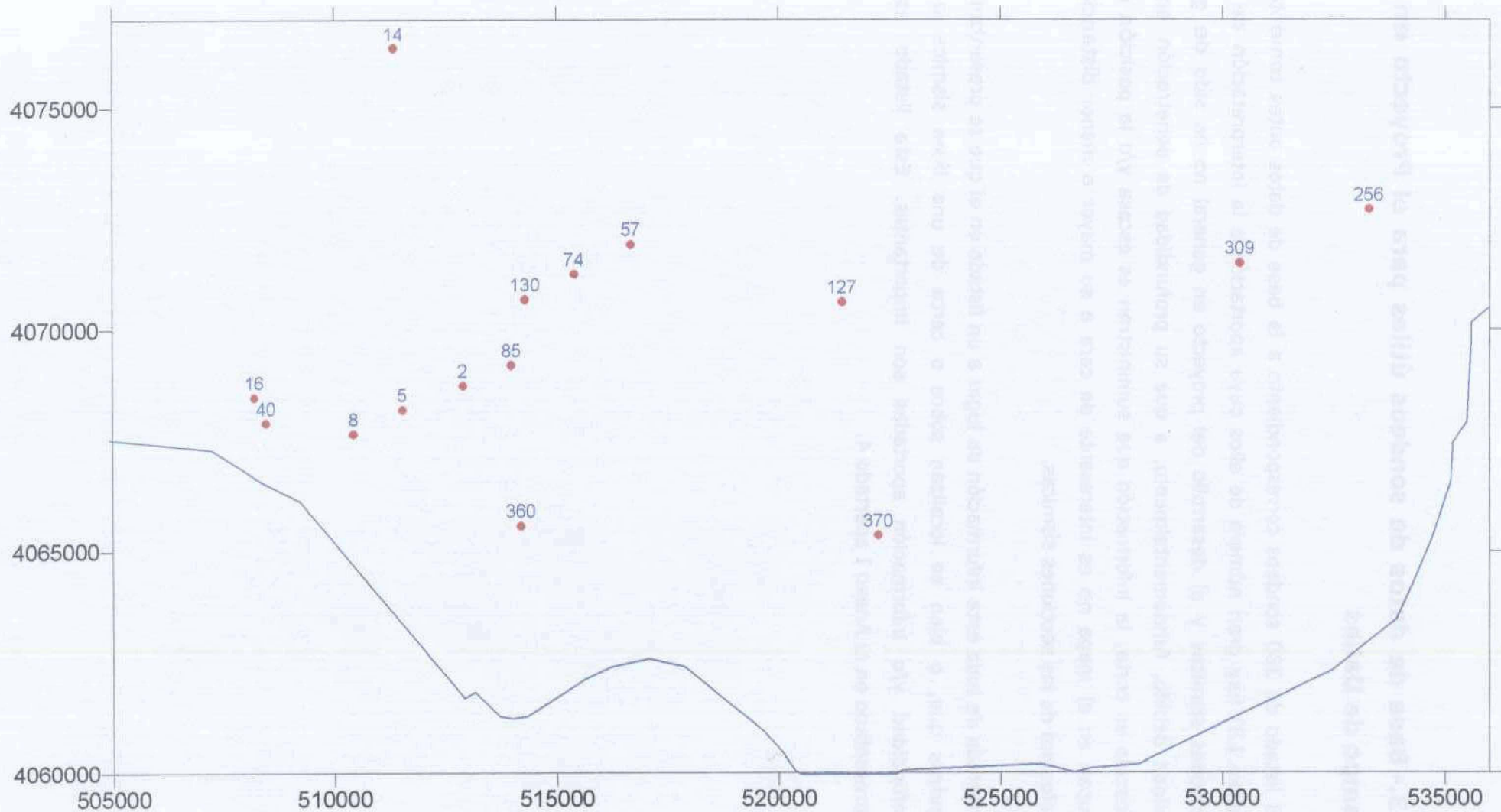
**FIGURA 4.1. MAPA DE SITUACIÓN DE SONDEOS DE INTERÉS EN CAMPO DALÍAS**



### **4.3.- Base de datos de sondeos útiles para el Proyecto en el Campo de Dalías**

Del listado de 380 sondeos correspondiente a la base de datos antes comentada (Anexo I.3) hay gran número de ellos cuya aportación a la interpretación de las secciones sísmicas y al desarrollo del proyecto en general no ha sido de gran utilidad debido, fundamentalmente, a que su profundidad de penetración en el subsuelo es corta, la información que suministran es escasa y/o la posición que ocupan en el mapa no es interesante de cara a su mayor o menor distancia a cualquiera de las secciones sísmicas.

El filtrado de toda esta información da lugar a un listado en el que se presentan los sondeos que, o bien se localizan sobre o cerca de una línea sísmica o su profundidad y/o información aportadas son importantes. Este listado es el representado en el Anexo I apartado 4.



**FIGURA 4.2. MAPA DE SITUACIÓN DE SONDEOS ÚTILES EN CAMPO DALÍAS**

#### **4.4.- Otros sondeos**

Al listado anteriormente comentado se le han añadido datos procedente de otros sondeos obtenidos a partir de informes o datos facilitados por perforadores. Todos estos sondeos (Anexo I.5) junto con los correspondientes al listado del Anexo I.4 forman la base de datos utilizada para el "calado" en las secciones sísmicas, de acuerdo al procedimiento de trabajo comentado en el Capítulo 5. Análisis de las Secciones Sísmicas.

Este "calado" de los sondeos en las diferentes secciones sísmicas es lo que ha permitido identificar algunos de los reflectores y poder, de esa manera, interpretar las secciones.

Estos sondeos extraídos de otros fondos de información son los siguientes:

- IGME (1989). Informe nº 30661. Sondeos 690-D, 691-D, 692-D, 693-D, 694-D, 695-D, CD-1, CD-2, CD-3, B-10, 485-BJ, RB-5, 142-VC, 143-VC, 144-VC y 145-VC (ver columnas de los sondeos en la figura 3.11).
- JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (2001). Sondeo profundo de investigación y seguimiento de la intrusión marina, en el área de El Viso, del acuífero inferior noreste del Campo de Dalías. Cañuelo-1200 (sondeo 309, ver figura 4.1, 4.2 y mapa 2).

## **5.- ANÁLISIS DE LAS SECCIONES SÍSMICAS**

## **5.- ANÁLISIS DE LAS SECCIONES SÍSMICAS**

En este capítulo se presenta la información y resultados correspondientes a las secciones sísmicas, tanto de nueva adquisición como las correspondientes a la campaña de 1975.

### **5.1.- Metodología de trabajo**

La metodología de trabajo relacionada con la interpretación de las secciones sísmicas pasa necesariamente por una etapa de recopilación de información procedente de sondeos y el estudio de las columnas de los materiales atravesados por ellos.

Los espesores de estas columnas litológicas hay que transformarlos en tiempo con el fin de calarlos en las secciones sísmicas correspondientes ya que el eje vertical de éstas se refiere a tiempos dobles de llegada de las ondas sísmicas emitidas y reflejadas.

Para pasar de metros a milisegundos se emplean los cuadros de velocidades presentes en las secciones y, concretamente, el cuadro que pertenezca a la posición de cada sondeo en la línea. Una vez situado el sondeo en la línea y localizado el cuadro de transformación de velocidades correspondiente a esa posición se toman los espesores de las distintas capas y se calcula el tiempo en milisegundos que tardaría una onda sísmica en atravesar esa capa. Una vez hecho esto, se construye una nueva columna del sondeo pero con tiempos y litologías, formato con el que ya se puede calar en la sección.

Una vez hecho esto es el momento de identificar los contactos litológicos en los distintos reflectores y de hacer corresponder a cada reflector una litología determinada. Después se prolongan las litologías por los reflectores hasta completar, en la medida de lo posible, cada una de las líneas sísmicas.

VELOCIDADES (en m/s) ACUMULADAS DE LAS ONDAS SÍSMICAS EN CADA TRAMO DE TIEMPO

VELOCIDADES (en m/s) DE LAS ONDAS SÍSMICAS EN CADA TRAMO DE TIEMPO

TRAMOS DE TIEMPO (en ms) DE LA SECCIÓN SÍSMICA

TIME	VRMS	VINT	DEPTH
44	1312	1707	29
200	1629	2510	162
310	1987	2892	300
534	2408	3489	624
1098	3012	4183	1608
2610	3736		4771

PROFUNDIDADES (en m) EQUIVALENTES EN CADA TRAMO DE TIEMPO

600

POSICIÓN (PV) DE LA LÍNEA A LA QUE CORRESPONDE ESTE CUADRO DE VELOCIDADES

## 5.2.- Campaña 01AL

La campaña de sismica de reflexión 01AL se ha realizado de acuerdo a las siguientes características y parámetros.

Fecha de ejecución: Noviembre-Diciembre de 2001

Lugar: Campo Dalías (Almería)

Compañía operadora: Compagnie Générale de Géophysique (CGG)

Número de líneas: 7

Total km: 95.3 km

### Parámetros de Registro

- Laboratorio SERCEL SN388APM o SN368 + RAPS
- Formato de las cintas SEG D – 18/36 pistas IBM 3480/3490E  
Copia a Exabyte 8 mm
- Longitud de registro 2 segundos (con croscorrelación)
- Paso de muestreo 2 ms
- Numero de trazas del dispositivo 240 trazas activas
- Configuración del dispositivo Tiro al centro (120 trazas x 2 sin ventana)
- Distancia entre trazas 15
- Offset máximo 1800 metros (investigación hasta 2000 m)
- Cobertura teórica 6000 %
- Sismógrafos por trazas 9 unidades de 10 Hz
- Distancia entre puntos de emisión 30 m
- Tipo de vibradores 15 Tm
- Número de vibradores 3 trabajando, 1 de repuesto
- Número de vibraciones por punto 4 vibraciones
- Duración de la vibración 10 segundos
- Observaciones Desplazamiento de los vibradores durante el tiempo de escucha  
Trabajo en línea de los vibradores

A continuación se presenta una descripción de cada una de las secciones sísmicas desde el punto de vista estructural.

### **5.2.1.- Línea Sísmica AI-01**

Este perfil sigue una dirección general EO, extendiéndose desde la línea de costa a la altura de Roquetas de Mar hasta un punto situado a 3,5 km. al Oeste de El Ejido.

#### 5.2.1.1. Geometría del basamento

A lo largo del perfil el basamento en conjunto presenta una geometría bastante plana, alcanzándose a profundidades que varían entre los 315 m en el sector oriental (E 1720) y los 228 m hacia el oeste, alcanzando una profundidad aproximada de 480 m hacia el sector centro-este del perfil (E 1020). La mitad occidental del perfil, no obstante, presenta una pendiente bastante constante de unos 4° hacia el Este por lo cual el basamento, hacia el extremo occidental del perfil, se localiza a cotas menos profundas.

#### 5.2.1.2. Fallas

El reflector del basamento a lo largo de esta sección presenta escasas discontinuidades que puedan interpretarse como fallas y, en todo caso, los saltos verticales que presentan son generalmente inferiores al medio centenar de metros.

La zona de mayor densidad relativa de fracturación corresponde al segmento del perfil comprendido entre las estaciones 1020 y 1180. Entre dichas estaciones se detectan 5 discontinuidades con buzamientos aparentes comprendidos entre los 50° al Este (la más occidental) y subverticales las cuatro restantes. Estas fracturas afectan al basamento y a los niveles de muro de la cobertera, si bien la traza de la fractura situada en la vertical de la estación 1180, de buzamiento vertical y bloque este hundido, parece detectarse aunque con poca claridad, hacia el techo de la cobertera.

En superficie esta zona de fracturación corresponde con una banda de lineamientos fotogeológicos de dirección aproximada N30°E.



Hacia el Oeste de la sección sísmica, entre las estaciones 360 y 500, el basamento presenta una anisotropía contrastadamente más patente que en el resto del perfil. En este sector se interpretan tres fracturas que afectan al basamento y a los niveles de muro de la cobertera. Se trata de fracturas con buzamiento aparente de 45°-50°, indistintamente al Oeste (2 fracturas) o al Este (1 fractura) y con saltos verticales de difícil cuantificación, probablemente de orden métrico en la cobertera y bastante mayor en el basamento (rejuego de fallas).

### **5.2.2.- Línea Sísmica AI-02**

Este perfil tiene una trayectoria relativamente irregular aunque sigue una dirección general EO, extendiéndose desde la línea de costa al Sur de Roquetas de Mar hasta un punto situado a 3,5 km. al Sur de El Ejido.

#### 5.2.2.1. Geometría del basamento

Entre las estaciones 840 y 1380 de este perfil aparece representado un anticlinorio, también patente en los perfiles NS que se describen en los apartados siguientes (perfiles 6, 5 y 4), que por tratarse en este caso de un corte oblicuo a su plano axial, la longitud exagerada del pliegue es un efecto aparente. Hacia el Oeste y Este de esta estructura aparecen representadas sendas ramas sinclinales, con mayor expresión la segunda. La profundidad a la que se localiza el basamento en la cresta del anticlinal se sitúa en el entorno de los 320 m, mientras que en la rama sinclinal oriental se alcanzan profundidades del orden de los 1100 m.

#### 5.2.2.2. Fallas

Hacia la vertical del punto de vibración 840, en el sector correspondiente al flanco meridional del anticlinorio, se interpreta una importante discontinuidad manifestada por la interrupción de los principales reflectores de referencia en el perfil (base de la cobertera y basamento), así como por la brusca variación lateral de la profundidad de estos. Dicha discontinuidad se interpreta como una falla normal (o posiblemente un lote denso de éstas), de buzamiento aparente en la dirección del perfil de 60° al Sur, que hunde el bloque meridional según un salto cuya componente vertical se estima en torno a los 780 m.

Al Este de esta estructura los reflectores de la base de la cobertera y del basamento alpujárride se extienden hacia el levante con una geometría prácticamente plana que en el último tramo oriental del perfil adquiere buzamientos aparentes de  $4^{\circ}$  al Oeste. Por encima de los reflectores indicados se dispone una potente formación no plegada, localmente basculada o con patentes arrastres asociados a fallas, de carácter margoso hacia muro y con frecuentes intercalaciones hacia techo de capas probablemente calcareníticas, bastante continuas lateralmente, cuya atribución al Plioceno, pese a la ausencia de sondeos en este sector, no parece descabellada.

La fracturación en este sector del perfil afecta tanto al basamento como a la cobertera, incluso a la supuestamente pliocena, en mayor medida hacia el sector este del perfil. Entre las estaciones 480 y 280 existe un conjunto 8 fracturas de buzamientos aparentes en torno a los  $60^{\circ}$  que producen saltos verticales de hasta 200 metros en el basamento y base de la cobertera y, por lo general de menor entidad en la cobertera pliocena (tramo calcarenítico).

Inmediatamente al Este de la falla principal (flanco meridional del anticlinorio), aproximadamente entre los puntos de vibración 760 y 700, se han identificado tres fallas verticales que afectan tanto al basamento como a la cobertera, alcanzando en los tramos areniscosos inferiores de la misma, amortiguando sus efectos por encima de los mismos. Los saltos verticales asociados a este grupo de fallas es de hasta 138 m, en relación con basamento, y de 62 m en relación a los niveles areniscosos inferiores de la cobertera.

En el dominio del anticlinorio (vertical de las estaciones 840 y 1380), basamento y base de la cobertera presentan una fracturación escasa y espaciada caracterizada por fallas verticales y saltos inferiores a los 40 m. Dentro de este dominio, entre las estaciones 1100 y 1140, un fragmento del zócalo y cobertera conforman un "graben" (bloque hundido) limitado al Norte por una falla vertical y al Sur por una falla de buzamiento aparente  $60^{\circ}$  Sur que asocia una estrecha banda de fracturación constituida por tres fracturas de buzamiento subparalelo. El salto vertical en relación a la falla norte es de 197 m y a la falla sur de 248 m. En el caso de la falla sur, esta estructura probablemente se trate del rejuego normal extensional de una primitiva falla de componente inversa.

En el sector norte del perfil, en la vertical de la estación 1400, se identifica una falla de buzamiento aparente  $45^\circ$  al Norte y que produce el hundimiento del bloque superior según salto vertical de 56 m.

### **5.2.3.- Línea Sísmica AI-03**

Este perfil tiene una longitud de aproximadamente 10 km y sigue una dirección aproximadamente N-S, entre la Cortijada Neca, en el borde meridional de la Sierra, y la localidad de Guardias Viejas.

#### 5.2.3.1. Geometría del basamento

El reflector del basamento dibuja un sinclinal muy laxo cuyo ángulo entre flancos es de  $150^\circ$ . En continuidad hacia el Sur se identifica un anticlinorio con poca nitidez probablemente asociada con una densa fracturación. La profundidad del basamento en el sinclinal es de 570 m, mientras que la cresta anticlinal alcanza a aflorar en superficie (afloramiento de Guardias Viejas).

#### 5.2.3.2. Fallas

La fracturación a lo largo del perfil se caracteriza por la presencia de dos lotes de fallas: fallas de buzamiento subvertical y fallas de buzamientos aparentes comprendidos entre  $50^\circ$ - $75^\circ$  indistintamente al Norte o Sur. Estas fallas afectan al basamento y a la base de la cobertera (mioceno), en mayor medida hacia el sector meridional de la línea, en relación con el flanco norte del anticlinorio. En este mismo dominio, en relación con dos fallas de buzamiento subvertical y bloque sur hundido, localizadas en la vertical de las estaciones 260 y 220, se han estimado saltos verticales de 100 y 147 m, respectivamente.

Hacia el extremo norte de la línea, en el flanco norte del sinclinal, se registran saltos verticales de entre 32 y 38 m en relación con fallas de buzamientos aparentes  $50^\circ$  y  $60^\circ$  al Sur con bloque sur hundido (vertical de las estaciones 640 y 580 de la línea). Hacia la zona central del sinclinal (vertical de las estaciones 660-700) el salto vertical más significativo, de aproximadamente 49 m, se asocia con una falla de buzamiento aparente  $50^\circ$  al Norte con hundimiento del bloque superior.

#### **5.2.4.- Línea Sísmica AI-04**

Este perfil tiene una longitud de aproximadamente 9 km extendiéndose con dirección N-S entre el Cortijo de Arriola y las proximidades de Almerimar.

##### 5.2.4.1. Geometría del basamento

Hacia el Norte (estaciones 240-720) el reflector del basamento dibuja un sinclinal asimétrico cuyo flanco norte presenta un buzamiento aparente de  $8^{\circ}$  al Sur y el flanco sur  $25^{\circ}$  al Norte; hacia el sur, hasta el final del perfil, esta estructura continúa con un anticlinorio de pliegues asimétricos rectos y ángulos aparentes entre flancos de unos  $125^{\circ}$ .

La profundidad del basamento varía entre los 225 metros en la cresta anticlinal (estación 240) y los 603 metros en el llano sinclinal (estación 360).

##### 5.2.4.2. Fallas

A lo largo del perfil de esta línea se han identificado una serie de fallas (10) de buzamientos aparentes en torno a los  $45^{\circ}$ - $60^{\circ}$ , indistintamente hacia el Norte ó el Sur. Otro grupo de fracturas, localizadas hacia el extremo sur del perfil, presentan buzamientos subverticales.

En la vertical de la estación 580, hacia el extremo norte del perfil, se interpreta una falla de buzamiento aparente  $50^{\circ}$  N, cuyo salto se interpreta como inverso, afecta al nivel más inferior de la cobertera, y no así al nivel inmediatamente suprayacente al mismo. Se interpreta como un probable rejuego messiniense -Tortoniense de una falla anterior. El salto vertical se estima en unos 100 m.

En el segmento comprendido entre la vertical de las estaciones 500 y 460 de este perfil existe una banda de fracturación (4 fallas) integrada por fallas directas con buzamientos aparentes al Sur comprendidos entre  $40^{\circ}$  y  $60^{\circ}$ . De este grupo, la falla situada más al Norte hunde el bloque superior estimándose un salto vertical de unos 150 m.

Hacia el sector meridional del perfil las fallas de mayor entidad presentan buzamientos subverticales. En la vertical de la estación 240 se observa una falla subvertical que hunde el bloque meridional y que, probablemente, corresponde a la estructura que se describe en otros perfiles (nº 5 y 6), responsable del hundimiento

del núcleo del anticlinorio respecto de su flanco norte. En este perfil, el salto vertical calculado en relación con esta estructura es de 30 m. De similar cuantía es el salto asociado a la falla subvertical localizada en la vertical de la estación 160 de este perfil.

#### **5.2.5.- Línea Sísmica AI-05**

Se localiza en la parte central del área estudiada extendiéndose a lo largo de unos 11 km, con orientación NNO-SSE, entre el Llano del Águila, al Norte y el límite del paraje natural Punta Entinas-Sabinar, 1,200 km al NO de la Punta del Sabinar.

##### 5.2.5.1. Geometría del basamento

El reflector del basamento dibuja de Norte a Sur un sinclinal laxo asimétrico y un anticlinorio, así mismo asimétrico. El flanco norte del sinclinal presenta un buzamiento aparente de 10°-15° al Sur; el flanco sur, verticalizado por efecto de la fracturación, presenta buzamientos aparentes comprendidos entre 40° y 15° al Norte. El llano sinclinal, en su tramo inferior, alcanza profundidades de hasta 772 m. (estación 370), mientras que la zona más elevada del anticlinorio se localiza a 180 m de profundidad.

##### 5.2.5.2. Fallas

En la zona central del sinclinal septentrional (estaciones 360-380) se identifica una banda de fracturación definida por una falla vertical y una segunda falla de buzamiento aparente 60° al Sur, produciendo el hundimiento del bloque delimitado por ambas estructuras. El salto vertical se estima de hasta 150 m en relación a la falla buzante 60° al Sur. La actividad de esta falla parece manifestarse en la cobertera pliocena mediante "crenulaciones" en el registro. La existencia de esta facturación coincidente con la traza del plano axial del sinclinal, viene a justificar la existencia de lineamientos fotogeológicos siguiendo la traza de dicho plano.

En la vertical de la estación 540 existe una falla que produce el hundimiento del bloque meridional, según salto vertical de 64 m, que corresponde al núcleo central del anticlinorio. En la vertical de la estación 660 una falla de buzamiento aparente 45° al Sur interrumpe las trayectorias de los reflectores de basamento y de la base de la cobertera, hundiendo el bloque meridional. Entre las estaciones 660 y 720 el reflector basamento y base de la cobertera se desdibujan haciéndose poco

patentes. Entre dichas estaciones se interpreta la existencia de un conjunto de fallas con resultado de bloque sur hundido y cuyo salto vertical acumulado sería de varios cientos de metros. Al Sur de esta zona de fracturación, sobre la vertical de la estación 880 se observa una falla vertical que hunde el bloque meridional y cuya magnitud de salto se estima en 125 m. En este sector meridional del perfil el basamento se localiza a una profundidad de 1250 m.

#### **5.2.6.- Línea Sísmica AI-06**

Este perfil se localiza en el sector centro oriental de la zona, sigue una orientación en torno a NNO-SSE, cubriendo una longitud de 9,5 km.

##### 5.2.6.1. Geometría del basamento

El reflector del basamento dibuja un llano sinclinal, bien patente entre las estaciones 180 y 440 del perfil. Al Norte de la estación 180 el reflector pierde definición intuyéndose un suave ascenso del mismo hacia el Norte. Al Sur de la estación 440 es clara la presencia de un anticlinorio que representa la continuación hacia el Este de la estructura detectada en los perfiles nº 2, 3, 4 y 5. La cresta de esta estructura en el perfil se localiza en la vertical de la estación 560. Como ya se ha señalado en los anteriores perfiles citados, el flanco sur de este anticlinorio aparece densamente fracturado.

La profundidad del basamento a lo largo del perfil es la siguiente:

- 574 m en el llano sinclinal;
- 130 m en la cresta anticlinal;
- 467 m en el flanco meridional del anticlinal

##### 5.2.6.2. Fallas

Hacia el extremo norte del perfil, aproximadamente en la vertical de la estación 180, se interpreta una falla vertical que interrumpe el reflector del techo del basamento, así como el correspondiente a la base de la cobertera. Dicha falla coincide con la pérdida de definición de los reflectores de tal manera que al Norte de la misma son identificables.

En el sector norte del perfil, en el dominio del sinclinal, una segunda falla se reconoce afectando únicamente marcadores del basamento; se trata de un accidente de buzamiento aparente 25° al Sur que hunde el bloque meridional según un salto vertical en torno a los 45 m.

El flanco norte del anticlinorio (vertical de la estación 460) presenta una falla de 60° N de buzamiento aparente, que afecta tanto al techo del basamento como a la base de la cobertera y cuyo movimiento es difícil de interpretar: por un lado, la figura de arrastre en el flanco norte parece indicar el hundimiento de este; por otro lado, la posición de los reflectores considerados a ambos lados de la estructura indican de forma patente el hundimiento del bloque sur y, por tanto, del núcleo del antiforme, sin que sea posible determinarse la cuantía del salto, que probablemente sea superior a los 50 m. Al Sur de esta falla y hasta la vertical de la estación 560 se suceden una serie de fallas de componente normal y de buzamientos aparentes comprendidos entre los 50° Norte ó Sur y subverticales. Los saltos verticales asociados a estas fallas se estiman en algunas decenas de metros (20-30m).

En la vertical de la estación 560, el techo del basamento y la base de la cobertera aparecen afectados por una falla de unos 50° de buzamiento al Sur que produce el hundimiento del bloque meridional, según un salto de aproximadamente 10 m.

La estructura fallada del flanco meridional del anticlinorio es constante en la estructuración del zócalo del Campo de Dalías. La indefinición de los reflectores techo del basamento y base de la cobertera, entre las estaciones 600 y 660 de este perfil, que se interpreta como asociada a una densa fracturación, no permiten determinar la estructura del flanco meridional del anticlinorio.

### **5.2.7.- Línea Sísmica AI-07**

Este perfil sigue una dirección en torno a N160°E; se trata del perfil más oriental de los realizados.

#### **5.2.7.1. Geometría del basamento**

A lo largo del perfil, el reflector del basamento dibuja dos sinclinales muy laxos (vertical de las estaciones 200 y 360), de gran ángulo entre flancos (155° el situado al Sur), separados por un anticlinal suave y recto (plano axial vertical).La

profundidad del basamento calculado sobre el perfil varía según los siguientes valores:

- 75 m en el extremo norte del perfil: (estación 450);
- 129 m en la cresta del anticlinal ( estación 330);
- 462 m en el valle sinclinal (estación 200);
- 217 m en el extremo sur del perfil.

Los pliegues detectados no presentan expresión en superficie.

#### 5.2.7.2. Fracturación

En la vertical de la estación 180, hacia el extremo norte del perfil, se interpreta una falla vertical que hunde el bloque meridional; al Norte de dicha falla no se identifican los reflectores de referencia.

El flanco sur del anticlinal de este perfil aparece escasamente definido probablemente debido a una fracturación densa, tal y como ha podido interpretarse en los perfiles de otras líneas sísmicas realizadas al Oeste de esta (líneas 2, 4 y 5). El flanco norte presenta una fractura importante que asocia importantes disarmonías y cuyo carácter es difícil de determinar en este perfil. En la zona de charnela del anticlinal se han identificado hasta siete fracturas de buzamiento aparente 50° al Norte o al Sur hasta subvertical cuyos saltos son de escasa entidad

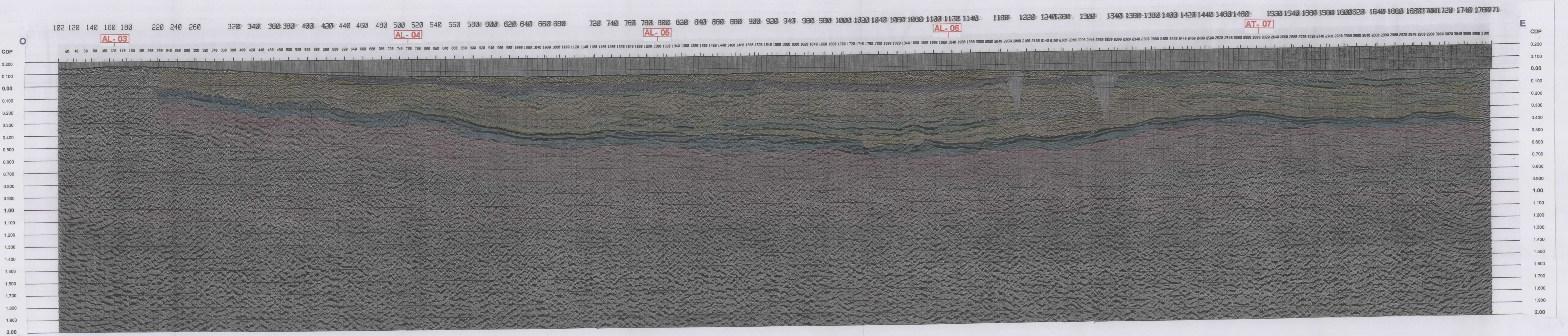
Al Sur de la intersección entre los perfiles nº 7 y nº 1 (estación 140) se reconoce en superficie la traza de una falla de dirección aproximada N100°E que se interpreta como la expresión en superficie de la falla geofísica más meridional del perfil que no afecta al basamento y que presenta un buzamiento aparente de 55° al Norte.



**LÍNEA SÍSMICA AL-01**



LÍNEA AL-01



102 120 140 160 180 220 240 260 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 720 740 760 780 800 820 840 860 880 900 920 940 960 980 1000 1020 1040 1060 1080 1100 1120 1140 1180 1220 1240 1260 1300 1340 1380 1420 1440 1460 1480 1520 1540 1560 1580 1600 1620 1640 1660 1680 1700 1720 1740 1760 1780 1800 1820 1840 1860 1880 1900 1920 1940 1960 1980 2000 2020 2040 2060 2080 2100 2120 2140 2160 2180 2200 2220 2240 2260 2280 2300 2320 2340 2360 2380 2400 2420 2440 2460 2480 2500 2520 2540 2560 2580 2600 2620 2640 2660 2680 2700 2720 2740 2760 2780 2800 2820 2840 2860 2880 2900 2920 2940 2960 2980 3000 3020 3040 3060 3080 3100

AL-03

AL-04

AL-05

AL-06

AT-07

CDP  
0.200  
0.100  
0.00  
0.100  
0.200  
0.300  
0.400  
0.500  
0.600  
0.700  
0.800  
0.900  
1.00  
1.100  
1.200  
1.300  
1.400  
1.500  
1.600  
1.700  
1.800  
1.900  
2.00

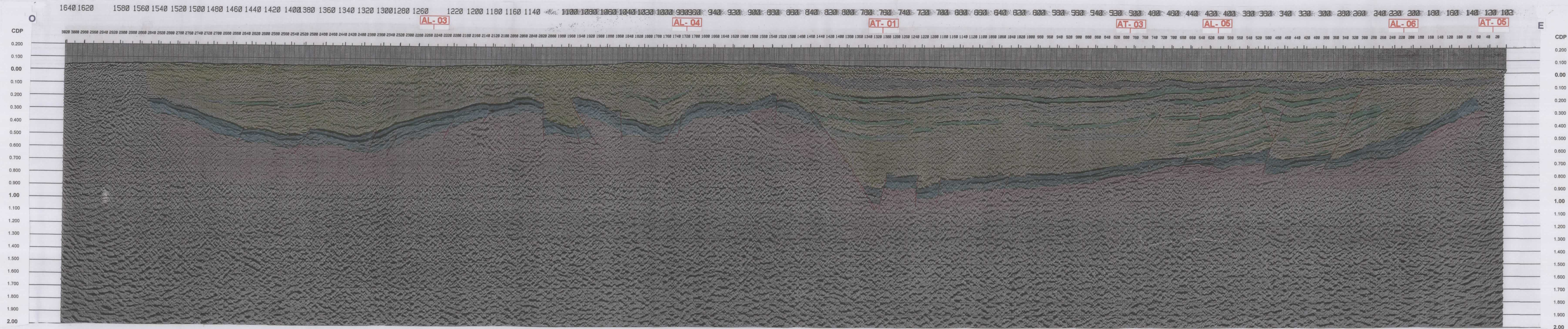
E  
CDP  
0.200  
0.100  
0.00  
0.100  
0.200  
0.300  
0.400  
0.500  
0.600  
0.700  
0.800  
0.900  
1.00  
1.100  
1.200  
1.300  
1.400  
1.500  
1.600  
1.700  
1.800  
1.900  
2.00



**LÍNEA SÍSMICA AL-02**



LÍNEA AL-02

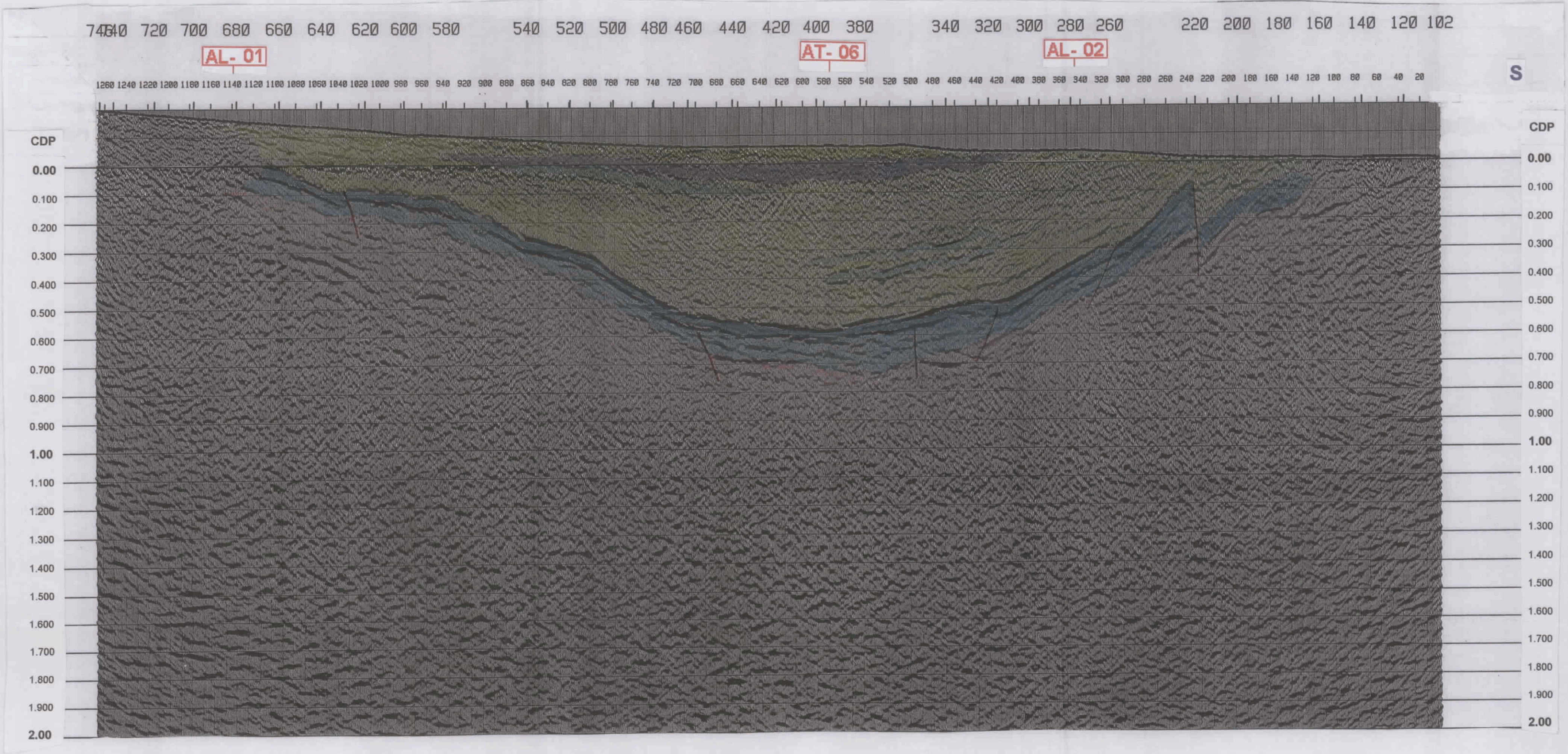




**LÍNEA SÍSMICA AL-03**



# LÍNEA AL- 03

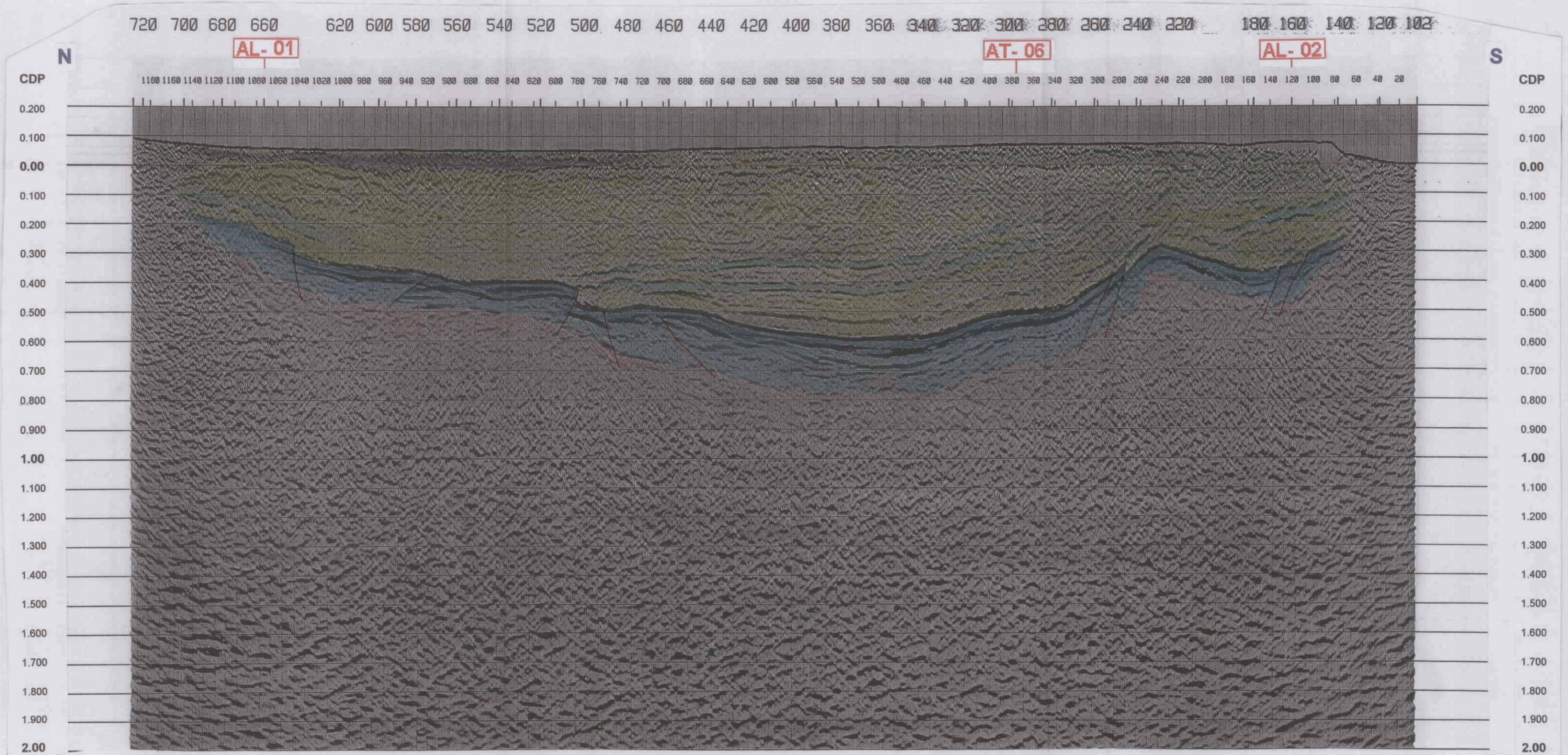




**LÍNEA SÍSMICA AL-04**



# LÍNEA AL-04

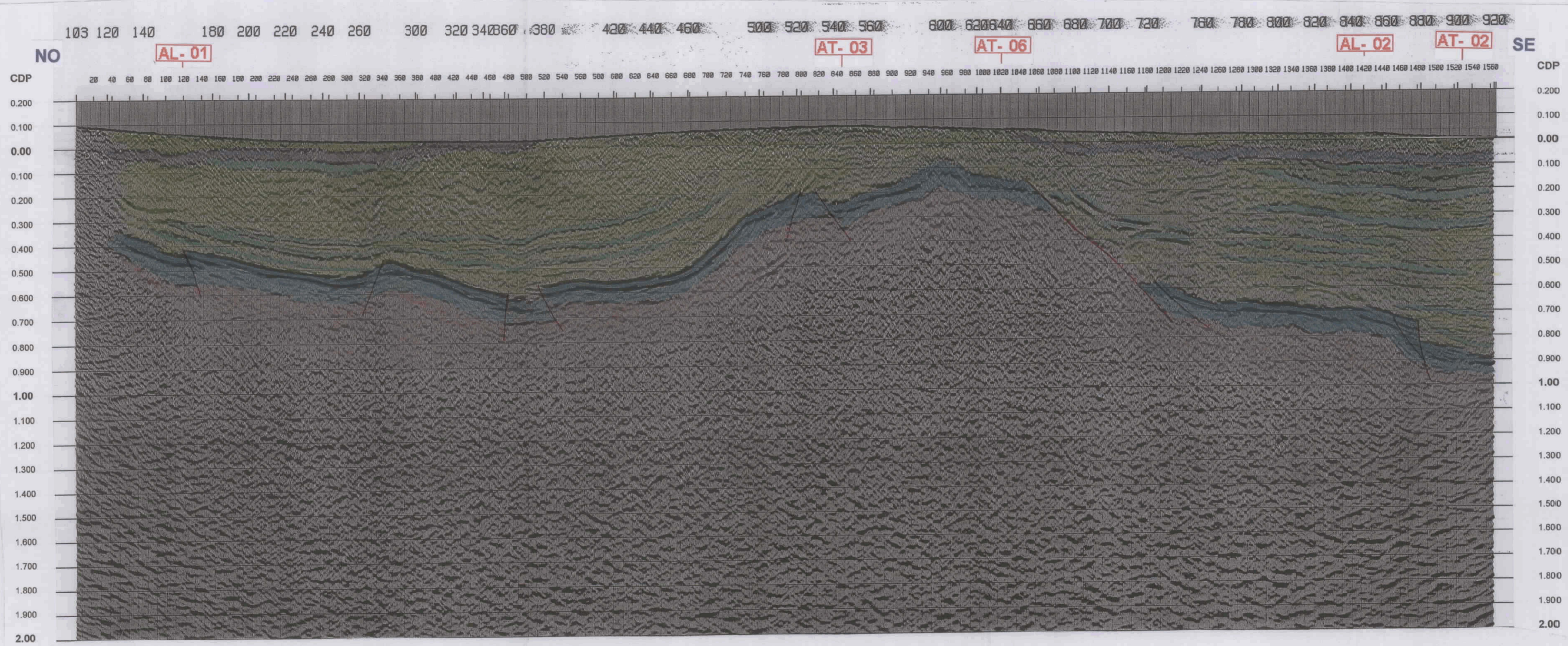




**LÍNEA SÍSMICA AL-05**



# LÍNEA AL-05

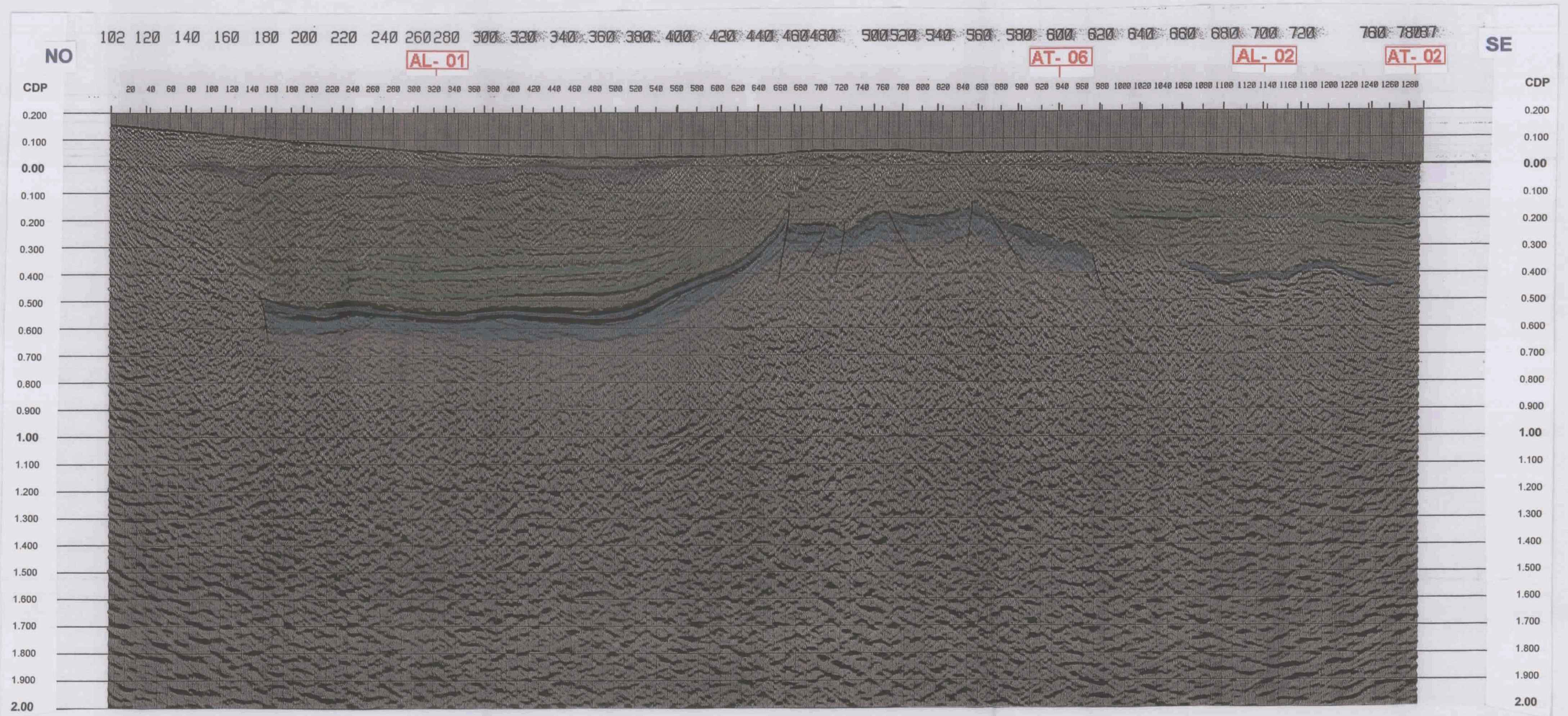




**LÍNEA SÍSMICA AL-06**



# LÍNEA AL-06

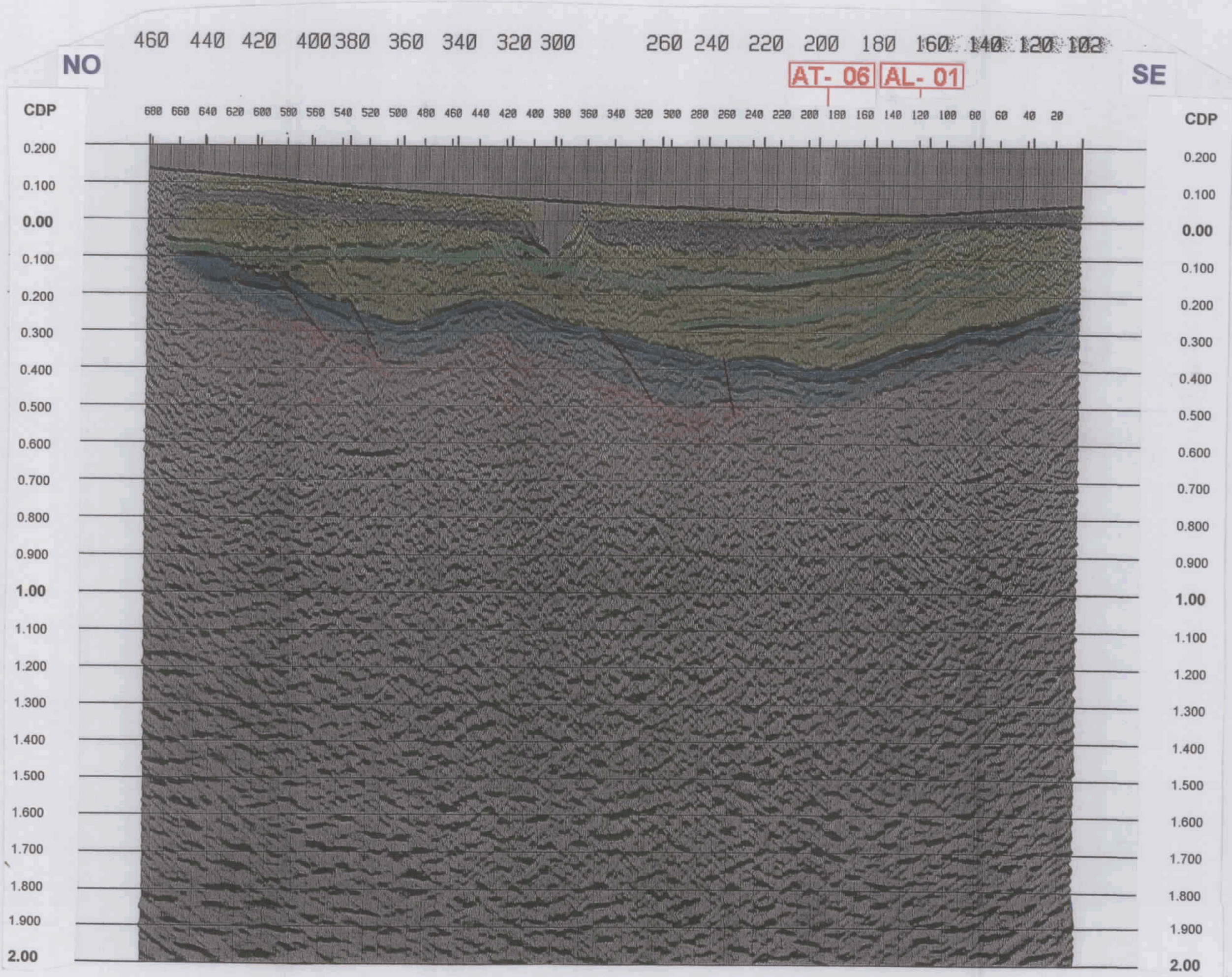




**LÍNEA SÍSMICA AL-07**



# LÍNEA AL-07





### **5.3.- Campaña AT**

La campaña de sísmica de reflexión AT se ha realizado de acuerdo a las siguientes características y parámetros.

Fecha de ejecución: Enero de 1975

Lugar: Campo Dalías (Almería)

Compañía operadora: Compagnie Générale de Géophysique (CGG)

Número de líneas en la campaña de adquisición en tierra: 6

Total km: 67.7 km

Estas líneas ya tienen una interpretación realizada posteriormente a la adquisición de las distintas secciones. En esta interpretación se identificaron tres reflectores principales que, de techo a muro, son los siguientes:

- Horizonte  $\Sigma$ : Marca el contacto entre los conglomerados o las calcarenitas del techo del Plioceno y las margas que tiene por debajo.
- Horizonte  $\gamma$ : Marca el contacto entre las margas los conglomerados o las calcarenitas del techo del Plioceno y las que tiene por debajo.

#### **5.3.1.- Línea Sísmica AT-1**

Este perfil, con una longitud aproximada de 8.5 km, sigue una dirección N-S, desde unos dos km al sur de Santa María del Águila hasta Punta Entinas.

##### 5.3.3.1. Geometría del basamento

A lo largo del perfil, el reflector del basamento dibuja una subida desde los dos laterales de la línea hacia el centro de la misma donde se localiza el umbral formado por el basamento. Este umbral presenta los depósitos triásicos relativamente cercanos a superficie, aspecto que unido a la fracturación relativamente importante que debe de haber en su núcleo, condiciona la difícil identificación de reflectores.

La profundidad del basamento calculado sobre el perfil varía según los siguientes valores:

más de 1.000 m de profundidad observados 300 m antes del extremo occidental de la línea.

#### 5.3.3.2. Fracturación

Este hundimiento, en la parte analizada por esta línea es bastante gradual ya que el trazado de la misma transcurre a lo largo del bloque relativamente plegado y fracturado que se localiza al sur del límite fracturado del umbral. Como fracturas importantes visibles destaca la localizada a 320 m del extremo oriental de la línea, que provoca un hundimiento del labio SO. El inicio de la línea debe de coincidir con una fractura. Hacia el final de la sección debe de haber otra importante fractura que hundiría el extremo SO.

#### **5.3.3.- Línea Sísmica AT-3**

Este perfil, con una longitud aproximada de 7.7 km, sigue una dirección N-S, desde 1 km al Este de la localidad de Las Norias hasta la misma línea de costa.

#### 5.3.3.1. Geometría del basamento

A lo largo del perfil, se puede observar que el reflector correspondiente al basamento triásico, conjuntamente con el de la calcarenita prepliocena, dibujan un anticlinal en la mitad septentrional del perfil que condiciona la presencia de estos materiales relativamente cercano a superficie (algo más de 100 m de profundidad, cerca del cruce con la línea AL-05).

La profundidad del basamento calculado sobre el perfil varía según los siguientes valores:

- Casi 600 m en el extremo norte del perfil
- Ascenso hasta los 100-200 m, variables, en la parte correspondiente al umbral (entre 500 y 3.300 m desde el extremo septentrional de la línea sísmica)
- Hundimiento progresivo, ayudado por alguna falla que acompaña al plegamiento, entre 700 y 800 m hasta cerca del extremo meridional de la sección sísmica, donde se hunde a cerca de 1.000 m



Sí permite observar un reflector, que debe de corresponder a la calcarenita miocena, en el extremo norte de la línea, a una profundidad cercana a los 400 m, que asciende hacia cotas próximas a los 250 m hacia el sur.

Otro reflector, localizado en el tercio meridional de la línea, presenta una cierta discontinuidad y una observación deficiente, pero parece corresponder a la misma unidad litológica, por su comportamiento sísmico, por su profundidad y por su tendencia al hundimiento desde cerca de 300 m, a 4.500 m desde el extremo Norte de la línea, hasta alcanzar casi los 1.000 m de profundidad, al sur de la sección sísmica.

#### 5.3.4.2. Fracturación

La mala calidad de la sección sísmica no permite ver con claridad la posición y tendencia de las fracturas pero se intuye que debe de haber una hacia los 650 m desde el origen, que marcaría el límite norte del umbral, otra hacia el metro 4.500 desde el origen, indicadora del límite sur del umbral, y otra cerca de 5.500 m al sur del inicio de la línea, que parece ser la posición de la fractura que provocaría el hundimiento más importante de las calcarenitas miocenas y el basamento dolomítico triásico.

#### **5.3.5.- Línea Sísmica AT-6**

Este perfil, con una longitud aproximada de 20.0 km, sigue una dirección E-O, desde unos dos km al NO de la localidad de Matagorda hasta el Sur de Roquetas Urbanizaciones, junto al Campo de Golf.

##### 5.3.5.1. Geometría del basamento

Esta línea sísmica es la más larga de la campaña AT en tierra. Sin embargo, cerca de la mitad de la misma transcurre por encima del umbral. La otra mitad, localizada en posiciones más occidentales, transcurre por el sector correspondiente al sinclinal localizado en posiciones más septentrionales que el umbral.

A lo largo de este sector del perfil, el reflector del basamento junto con la calcarenita miocena presenta un descenso relativamente suave desde el extremo más occidental hasta el supuesto eje del sinclinal que se emplazaría entre 1.500 y 4.000 m desde el Oeste. La dificultad de identificar el eje se debe a que la sección

ocurre en la mitad oriental de la sección sísmica AL-02 y en la línea AT-02. Lo que se observa es una caída muy suave ya que es el buzamiento aparente dentro de un bloque, el localizado inmediatamente al sur del umbral.

La profundidad del basamento, que incluye la unidad calcarenítica miocena, va descendiendo desde los cerca de 300 m, en la zona central del perfil, hasta los cerca de 1.000 m de profundidad en el extremo SO de la línea.

#### 5.3.6.2. Fracturación

Este hundimiento, en la parte analizada por esta línea es bastante gradual ya que el trazado de la misma transcurre a lo largo del bloque relativamente plegado y fracturado que se localiza al sur del límite del umbral. Como fracturas importantes visibles destaca la localizada a 320 m del extremo oriental de la línea, que provoca un hundimiento del labio SO. La parte central de la línea debe de coincidir con una fractura.

**LÍNEA SÍSMICA AT-01**



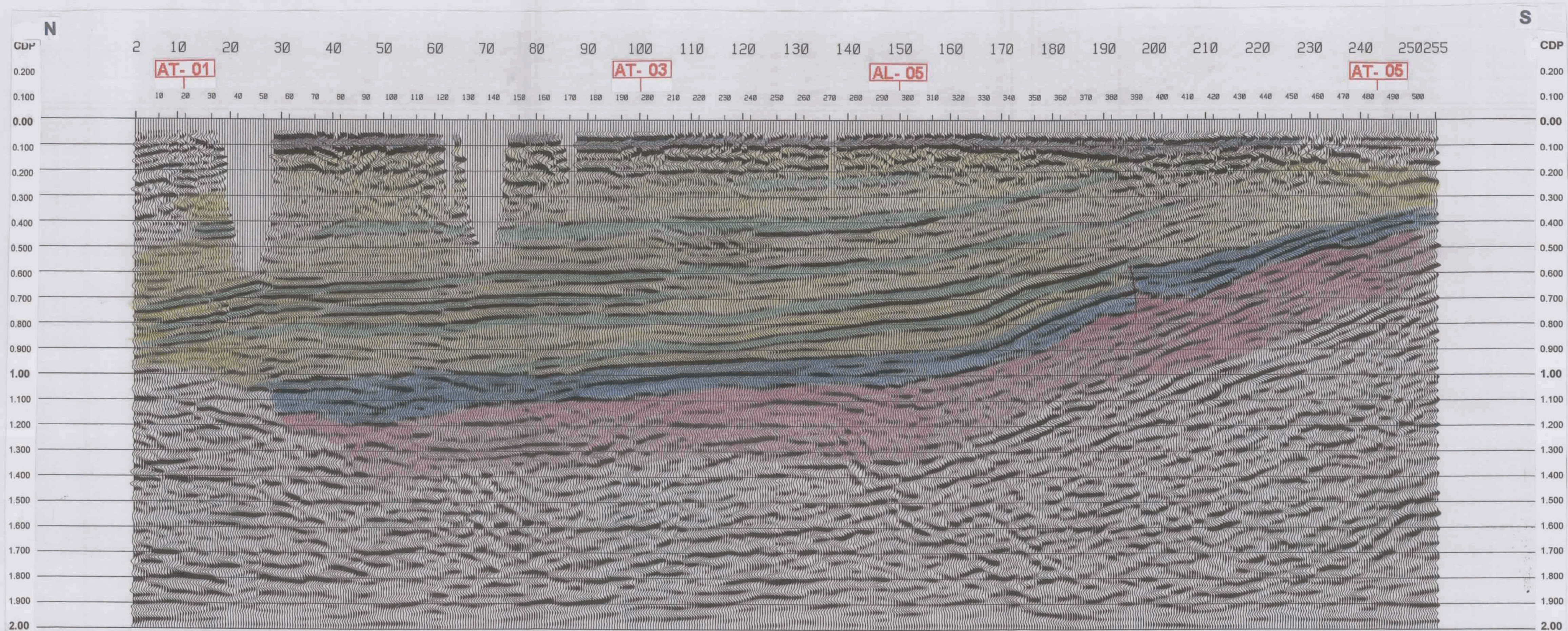




**LÍNEA SÍSMICA AT-02**



# LÍNEA AT-02





**LÍNEA SÍSMICA AT-03**



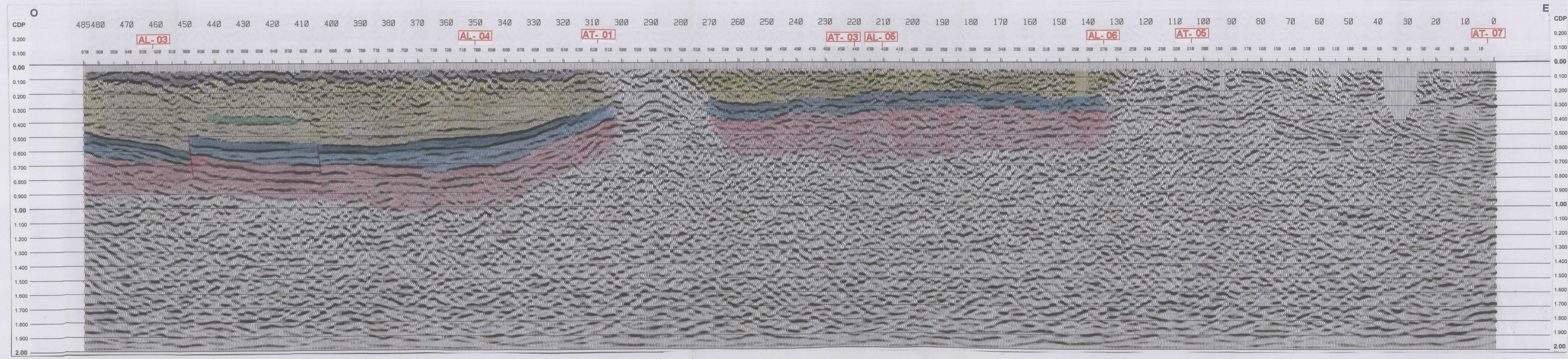




**LÍNEA SÍSMICA AT-06**



# LÍNEA AT-06

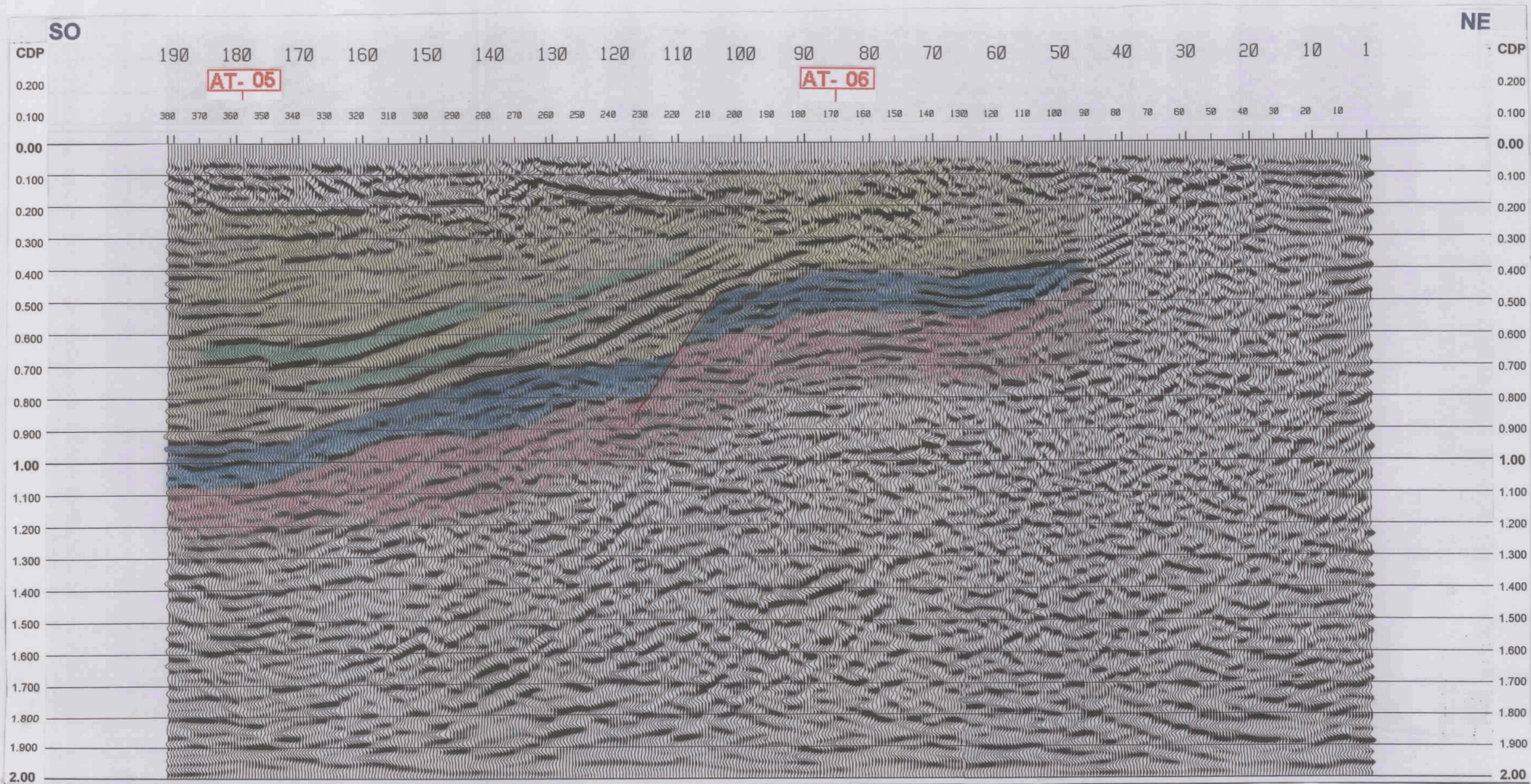




**LÍNEA SÍSMICA AT-07**



# LÍNEA AT-07





## **6.- SÍNTESIS DE RESULTADOS**

## 6.- SÍNTESIS DE RESULTADOS

Se han analizado los resultados obtenidos en las diferentes etapas de trabajo. La integración de todos ellos ha permitido realizar una síntesis que se plasma en cuatro mapas diferentes que se presentan en este capítulo así como otros cuatro planos que recogen diversos cortes geológicos realizados a partir de la interpretación de las líneas sísmicas.

Así, del análisis de la información recopilada y su integración con la información procedente de la campaña de campo de cartografía geológico-estructural se ha generado como resultado un mapa que sintetiza toda esa información. Se trata del denominado *Mapa geológico-estructural de superficie de la zona de estudio, actualizado* (Plano 1).

Del análisis de la información recopilada relacionada con el subsuelo, es decir, columnas de sondeos y las líneas sísmicas, tanto de nueva adquisición como las correspondientes a la campaña realizada en 1975, se ha generado como resultado un mapa que sintetiza toda esta información. Se trata del denominado *Mapa de situación de líneas sísmicas y de sondeos de interés de la zona de estudio* (Plano 2).

La integración e interpretación de la información recopilada tanto de geología de superficie (Plano 1) como la relacionada con el subsuelo (Plano 2) ha permitido generar como resultado un mapa que sintetiza toda esta información y que representa la estructura que afecta a los materiales competentes del subsuelo. Se trata del denominado *Mapa geológico-estructural del subsuelo de la zona de estudio* (Plano 3).

Se ha generado un cuarto mapa a partir de las líneas sísmicas. Se trata del Mapa de isocronas, es decir, de líneas de igual tiempo. Estas líneas marcan la trayectoria en la que las ondas sísmicas tardan el mismo tiempo en descender hasta el reflector principal (post-pliceno) y ascender reflejadas hasta superficie. Se trata, por tanto, de tiempos dobles, es decir, de tiempos de descenso + tiempos de ascenso a superficie. Es el denominado *Mapa de isocronas del reflector post-plioceno de la zona de estudio* (Plano 4).

El Plano 5 contiene los cortes geológicos I, II y III, basados en la interpretación de las secciones sísmicas AL-03, AL-02 y AL-05, respectivamente.

El Plano 6 contiene los cortes geológicos IV, V y VI, basados en la interpretación de las secciones sísmicas AL-04, AL-01 y AL-06, respectivamente.

El Plano 7 contiene los cortes geológicos VII, VIII y IX, basados en la interpretación de las secciones sísmicas AT-01, AT-03 y AT-02, respectivamente.

El Plano 8 contiene los cortes geológicos X y XI, basados en la interpretación de las secciones sísmicas AT-06 y AT-07, respectivamente.

## **6.1.- Mapa geológico-estructural de superficie de la zona de estudio, actualizado**

Se ha denominado este mapa como actualizado para resaltar que se trata de un mapa geológico de la zona de Campo Dalías, a escala 1/50.000, de nueva confección, generado a partir de la información descrita en el apartado metodológico de la cartografía geológico-estructural, y de los datos extraídos del estudio cartográfico llevado a cabo en el campo.

El registro estratigráfico aflorante se reduce a dos unidades pliocenas incompletas y distintos depósitos cuaternarios.

Respecto a los depósitos cuaternarios del holoceno, se identifican cinco unidades, marismas-salinas (20), dunas (21), playas (22), coluviones (23) y cuaternario indiferenciado (24), que corresponden a los depósitos más recientes, entre los que predominan los de ambiente litoral.

Respecto a los materiales cuaternarios correspondientes al holoceno-pleistoceno, se corresponde con los conos de deyección, depósitos potentes de extensión kilométrica, que son más frecuentes en el sector oriental de Campo Dalías.

Por lo que respecta al Pleistoceno, a este periodo corresponden cuatro niveles de terrazas marinas y depósitos de glacis restringidos al sector occidental de la zona de estudio.

Los materiales del Plioceno medio-inferior, ya del Terciario, afloran en el Campo en dos unidades, calcarenitas y margas con expresión cartográfica a la escala del trabajo. Una tercera unidad pliocena, de carácter conglomerático y no aflorante en la zona de estudio, es reconocida mediante sondeos de investigación hidrogeológica realizados en el sector occidental del Campo. El espesor del conjunto plioceno, definido mediante sondeos mecánicos, es superior a los 600 m en determinados sectores del Campo.

Los materiales correspondientes al Mioceno superior, concretamente Tortoniense-Messiniense, se presentan aflorantes de manera muy restringida y se limita tan sólo a dos pequeños afloramientos al Oeste del mismo, donde predominan calizas conglomeráticas y calcarenitas cuyo espesor en conjunto es de 60-70 m. En



cambio, el espesor de materiales miocenos descritos en los sondeos mecánicos realizados en el Campo de Dalías, varía entre los 60-75 m, en los sondeos situados más al norte y entre 170-180 m en los sondeos situados hacia el Sur del Campo.

Respecto a las denominadas Unidades Alpujárrides, en el ámbito de la zona estudiada están representadas unidades correspondientes a los mantos de Gádor y Félix, cabalgantes las de este último sobre las del Manto de Gádor. La estratigrafía de las unidades alpujárrides de ambos mantos está poco definida y, en cualquier caso, la ausencia de niveles guía consistentes dificulta en gran manera la resolución de la estructura interna de la sierra.

A excepción del sector centro oriental de la vertiente sur de la Sierra de Gádor, ocupada por el Manto de Félix, la superficie restante de dicha vertiente, en el ámbito de la zona de estudio corresponde a unidades del Manto de Gádor. Se trata de calizas y dolomías de edad triásica cuyo conjunto se le estima un espesor de 1500 m.

Afloramientos de reducidas dimensiones de dolomías grises, asignados a esta unidad, se localizan al Oeste y Sur de Guardias Viejas, que formarían parte del bloque elevado (*horst*) al que da nombre esta localidad. En afloramiento se reconoce una dolomía masiva gris recristalizada y de textura brechoide.

También existen filitas y cuarcitas de edad Permo - Triásico. Los mejores afloramientos de esta unidad se localizan en el paraje de Loma de Balsa Nueva, hacia el extremo oriental de la zona de estudio. En este paraje, la unidad de filitas y cuarcitas y su cobertera calizo-dolomítica cabalgan sobre la unidad de calizas y dolomías antes mencionada. Se trata de una unidad muy homogénea integrada por filitas, esquistos arcillosos y niveles de cuarcitas rojizas, violáceas, pardas e incluso verdosas. Hacia la parte superior de esta unidad, en transición con las calizas y dolomías suprayacentes, se encuentran filitas moradas y azules y calizas fusiformes.

En cuanto a los materiales correspondientes al denominado Manto de Félix, se localiza en el sector centro-oriental de la vertiente Sur de la Sierra de Gádor, delimitado al Este y Oeste por una estructura cabalgante. Está integrado mármoles y calizas dolomíticas (2), con un espesor estimado entre 60 y 100 m, cuarcitas y

*filitas (1)*, de tonalidades rojizas, moradas e incluso verdosas, que intercalan esporádicamente finos niveles de calcoesquistos amarillentos con sericita, con unos espesores variables entre 90 m y 190 m.

Por lo que respecta a la estructura que afecta los materiales descritos, debido a las actuales condiciones de recubrimiento y antropización del Campo, en la mayor parte de los casos, no resulta posible reconocer sobre el terreno todos los rasgos geomorfológicos y lineamientos observados en foto aérea o los datos procedentes de la documentación previa relativa al Campo de Dalías.

Sin embargo, durante el reconocimiento en campo de la zona de estudio no se han observado pliegues a escala de afloramiento ni criterios determinantes respecto a la existencia de pliegues en los materiales Cenozoicos (Neógeno y Cuaternario), mientras que en rocas del basamento, aflorantes en los alrededores de Guardias Viejas, lineaciones observadas podrían asociarse a la existencia de pliegues.

Los afloramientos de dolomías del basamento alpujarride de Guardias Viejas, representarían el sector occidental de un pliegue anticlinal, a la vez que materiales del núcleo de dicha estructura. En dichos afloramientos se ha observado una lineación, (probablemente ejes de micropliegues) que de forma bastante generalizada se inclina  $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$  según una dirección  $N70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ E. Esta lineación podría asociarse con una zona de charnela de pliegue pero parece descabellado asociarla a un pliegue Tirreniense.

Por lo que respecta a las fracturas principales identificadas en el estudio de superficie, la componente normal vertical de los saltos de falla, probablemente dominante, es cualitativamente la más detectable en la cartografía, sin que por ello se descarte la existencia de componente en dirección, menos evidente al no existir marcadores o criterios adecuados en la zona.

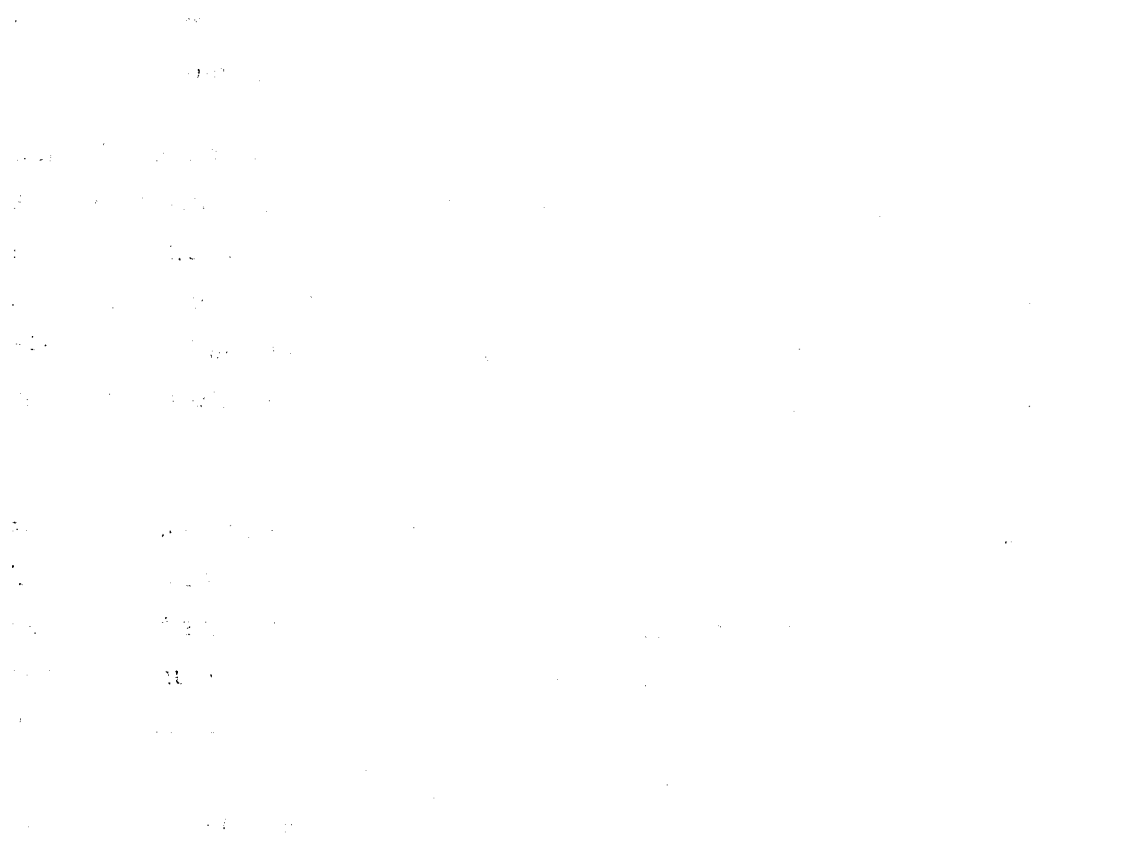
Una primera aproximación a la zona de trabajo permite distinguir tres dominios:

- Borde de la Sierra de Gádor: En el que predominan las fallas de dirección  $N70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ E, afectadas por fallas transversales de direcciones próximas a N-S y NNO-SSE, y NE-SO hacia el Este, produciendo saltos y rotaciones en las fallas anteriores y pequeñas indentaciones entre los dominios del Campo y de la Sierra. Los lineamientos netos de dirección  $N70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ E detectados

sobre los materiales cuaternarios del borde de la sierra, manifiestan la inestabilidad de dicho borde con tenues reactivaciones de dicha estructura.

- Sector oriental: localizado al este de la falla de la Loma del Viento, extensamente recubierto por los conos de deyección. Las características de estos materiales, edad, escasas cohesividad y cementación, etc, tienden a enmascarar las deformaciones. En este sector se han detectado lineamientos NE-SO y fallas NO-SE y hacia el Sur, sobre las terrazas marinas, también fallas de orientación EO. Es patente en este sector el efecto de fracturas N120°E sobre los materiales de los conos aluviales.
- Sector Occidental: Área en la que están extensamente representadas las terrazas marinas y las calcarenitas pliocenas. Favorecida por el comportamiento frágil de estos materiales, en especial el de las terrazas, en este sector se observa una elevada densidad de fracturación, con representación de los siguientes lotes de fracturas: N120°-130°E, muy patentes hacia la parte sur del sector; NS-20°E; N150°-160°E y N35°-45°E, son muy frecuentes y alcanzan densidades importantes inmediatamente al este de El Ejido, en relación con un "pasillo" de fracturación definido por dos fracturas paralelas de dirección N20°E. También en este sector es patente la presencia de un lineamiento de dirección N70-80°E que atraviesa el sector por su parte media.





**Plano 1: Mapa geológico-estructural de superficie del área de estudio**

## **6.2.- Mapa de situación de líneas sísmicas y sondeos de la zona de estudio**

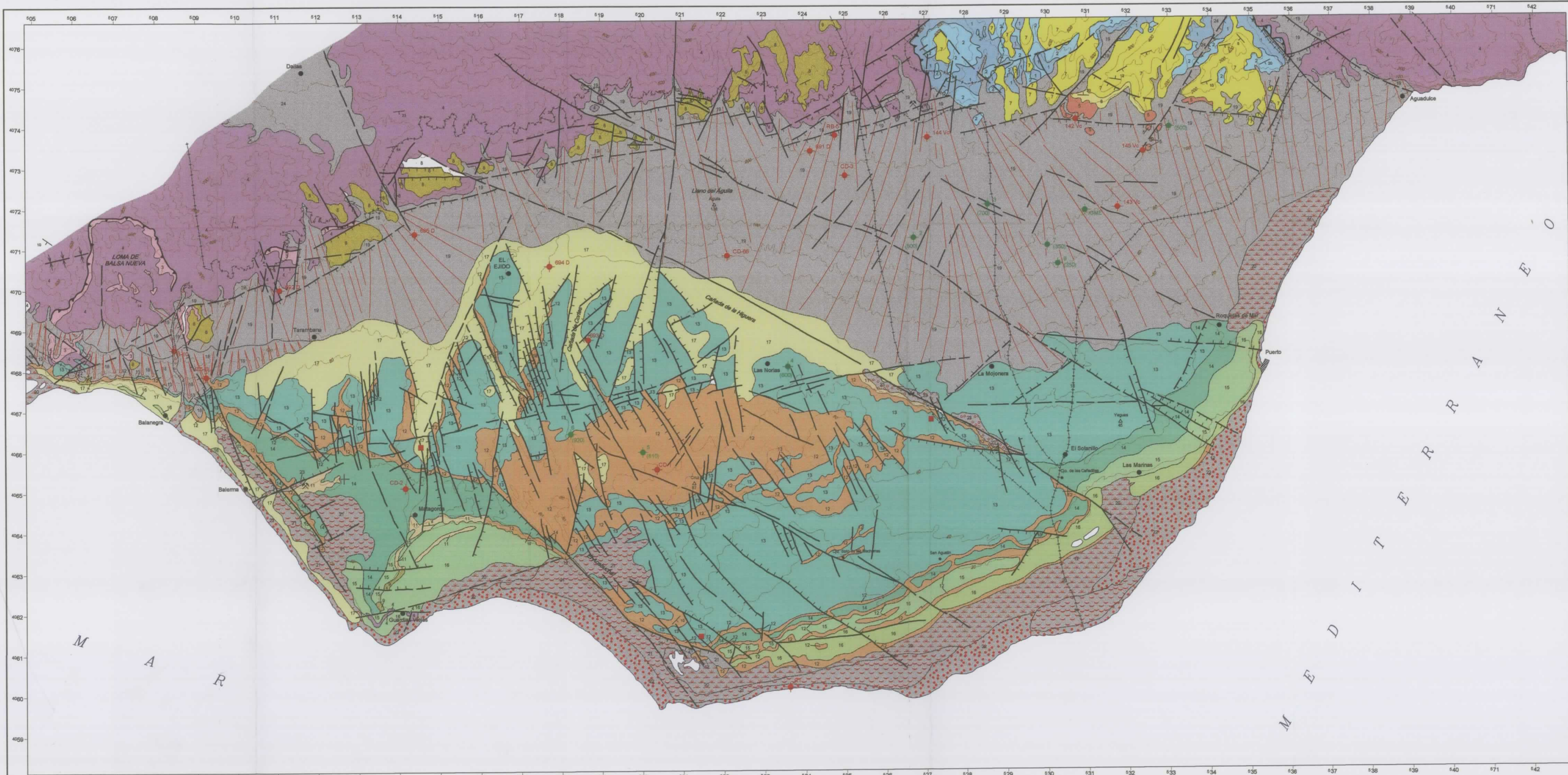
Este mapa se compone de la situación de las líneas sísmicas correspondientes a la campaña desarrollada durante este proyecto (campaña 01AL), los pertenecientes a las líneas sísmicas de la campaña desarrollada en 1975 (campaña AT) y los pertenecientes a los sondeos del listado calificado de interés para el proyecto.

En el mismo se puede observar que la distribución de las líneas sísmicas nuevas tiene una planta bastante regular teniendo en cuenta los dos condicionantes más importantes que han motivado la trayectoria de las líneas: por un lado un condicionante socioeconómico, como es la intensa presencia de invernaderos, y, por otro lado, un condicionante geológico-estructural, como es las dos direcciones preferentes de fracturación que se presuponían para Campo Dalías, aproximadamente NE-SO y NO-SE.

A ambos condicionantes hay que sumar la existencia de unas líneas sísmicas de la campaña AT, cuyo trazado había que aprovechar no sólo para evitar repetir líneas sino también para procurar engarzar líneas de una campaña con líneas de otra con el fin de traspasar la información de unas a otras.

Un último punto que se consideró fue el plantear el trazado de la trayectoria de las líneas nuevas a través de zonas donde hubiera próximos sondeos profundos o con información de interés. Estos sondeos causaron cambios en la trayectoria de líneas sísmicas en el sentido de que se eligieron, dentro de las alternativas de paso que ofrecía cada una de ellas, la que tuviera más sondeos o que fueran éstos más interesantes, siguiendo, al mismo tiempo, las sugerencias de Ángel González Asensio, de la oficina del IGME en Almería, y de Juan Luis Planta, del IGME en Madrid.





LEYENDA

HOLOCENO	24. Cuaternario indiferenciado	
	23. Coluvión	
	22. Playas	
	21. Dunas	
PLEISTOCENO	20. Marismas - salinas	
	19. Conos de deyección	
	18. Glacis	
	17. Limos	
	16. Conglomerados y arenas (terrazas marinas)	
NEÓGENO	15. Conglomerados y arenas (terrazas marinas)	
	14. Conglomerados y arenas (terrazas marinas)	
	13. Conglomerados y arenas (terrazas marinas)	
	12. Calcarentitas	
MIOCENO	MEDIO	11. Margas
	INFERIOR	10. Conglomerados
MIOCENO	MESINIENSE	9. Margas, calizas y yesos
	TORTONIENSE	8. Calizas conglomeráticas y calcarenitas
		7. Calcarenitas
MIOCENO	6. Conglomerados con cantos andesíticos	
	5. Volcanitas andesíticas	

UNIDADES ALPUJÁRRIDES

		MANTO DE GÁDOR	MANTO DE FÉLIX	
TRIÁSICO	SUPERIOR	4	2	4. Calizas y dolomías
	MEDIO			3. Filitas y cuarcitas
	INFERIOR	3	1	2. Mármoles y calizas dolomíticas; calcosquistos a la base
PÉRMICO				1. Cuarcitas y filitas.

SIGNOS CONVENCIONALES

	Contacto normal		Falla supuesta o recubierta
	Contacto discordante		Falla normal supuesta o recubierta con indicación de bloque hundido
	Contacto mecanizado		Falla inversa o cabalgamiento supuesto o recubierta, con indicación de bloque elevado
	Dirección y ángulo de buzamiento de la estratificación		Cantera activa
	Dirección y buzamiento de la estratificación (fotogeología)		Cantera inactiva
	Estratificación subhorizontal.		Vertedero
	Plegue sinclinal		Sondeo mecánico testificado. I.G.M.E. (Informe nº 30661, 1966).
	Falla indeterminada		Sondeo mecánico. (Prof. agua) Datos aportados por sondistas.
	Falla normal con indicación de bloque hundido		Laguna
	Falla inversa o cabalgamiento		

PROYECTO:  
**ALBAIDA**  
 ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUIFERO PROFUNDO DE CAMPO DE DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SISMICA DE REFLEXION

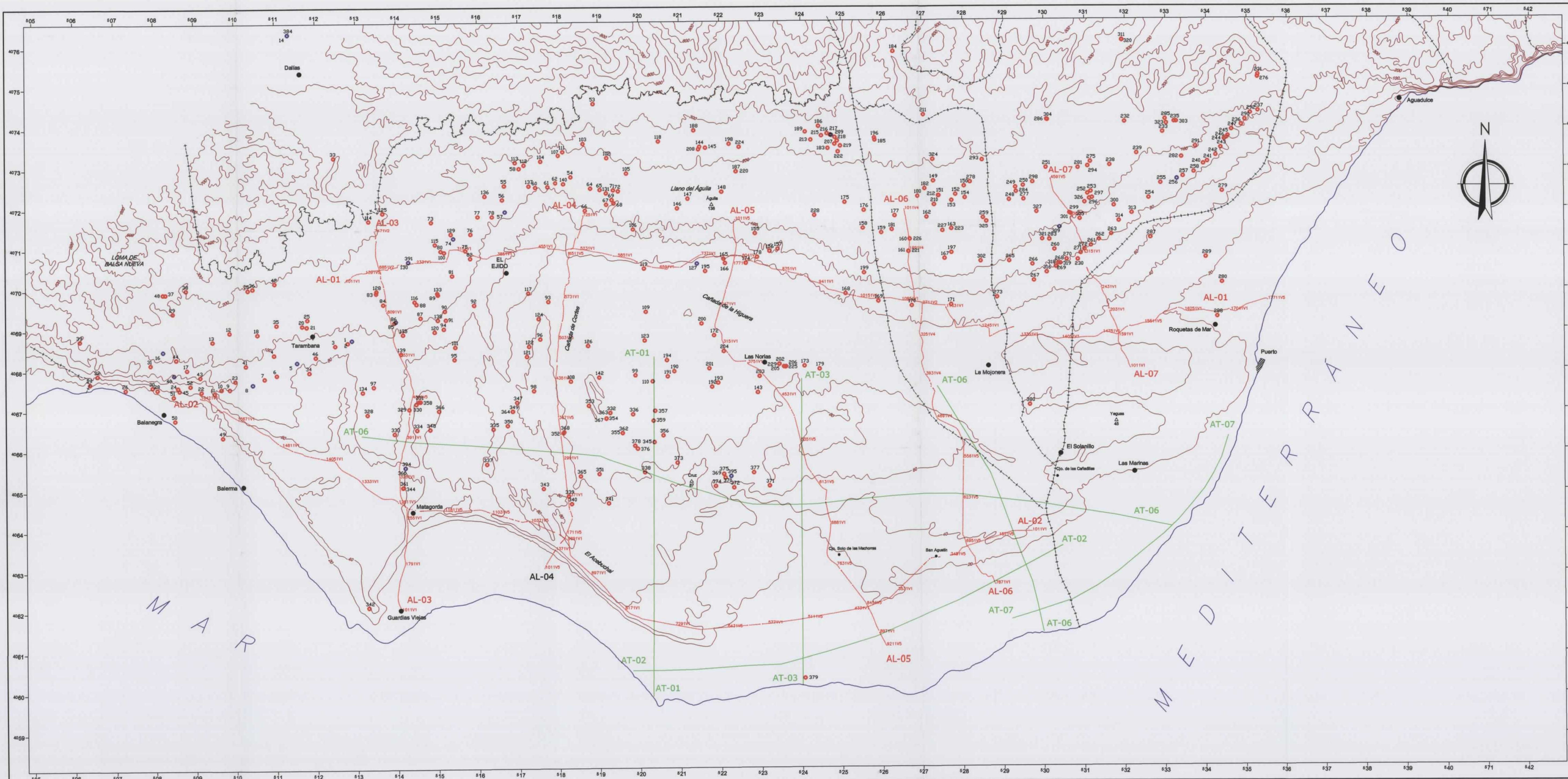
PLANO N.º: **1** TITULO: **MAPA GEOLÓGICO ESTRUCTURAL DE SUPERFICIE, ACTUALIZADO**

AUTOR: FERNANDO LOPEZ SOPEÑA ESCALA: 1:50.000  
 REVISADO: UTE C.G.S.-C.G.G. COORDENADAS U.T.M. FECHA: JUNIO 2002



**Plano 2: Mapa de situación de líneas sísmicas y sondeos del  
área de estudio**





**LEYENDA**

- Sondeo
- Sondeos Útiles
- Núcleo Urbano
- Líneas sísmicas AL (2001)
- Líneas sísmicas AT (1975)
- + -+ -+ Límite municipal
- Línea de costa
- Curva de nivel (m s.n.m.)
- Vértice geodésico

PROYECTO: <b>ALBAIDA</b> ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUIFERO PROFUNDO DE CAMPO DE DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN	
PLANO N.º  <b>2</b>	TÍTULO: <b>MAPA DE SITUACIÓN DE LÍNEAS SÍSMICAS Y SONDEOS DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>
AUTOR: FERNANDO LOPEZ SOPEÑA	ESCALA: 1:50.000 COORDENADAS U.T.M.
REVISADO: UTE C.G.S.-C.G.G.	FECHA: DICIEMBRE 2002



### **6.3.- Mapa geológico-estructural del subsuelo de la zona de estudio**

Este mapa se ha generado a partir de la interpretación de las líneas sísmicas de la campaña 01AL y de la campaña AT, integrando dicha información con la del mapa geológico-estructural y los datos procedentes de los escasos sondeos útiles para el proyecto.

En este mapa se pueden ver las directrices estructurales principales de la zona de estudio ya que se presenta la posición de las fracturas identificadas en las secciones sísmicas, con su comportamiento, salto, etc.

Se trata del mapa que agrupa toda la información del subsuelo y sirve para ver la tendencia del basamento calcáreo, los sectores de mayor y menor hundimiento, etc. En él se puede observar una tendencia del basamento al hundimiento hacia el Sur, tendencia que se ve truncada por la presencia de un anticlinal que forma un umbral de dirección aproximada N75°E, cuya manifestación hacia el Oeste la constituyen los afloramientos de dolomías gris-azuladas del Triásico.

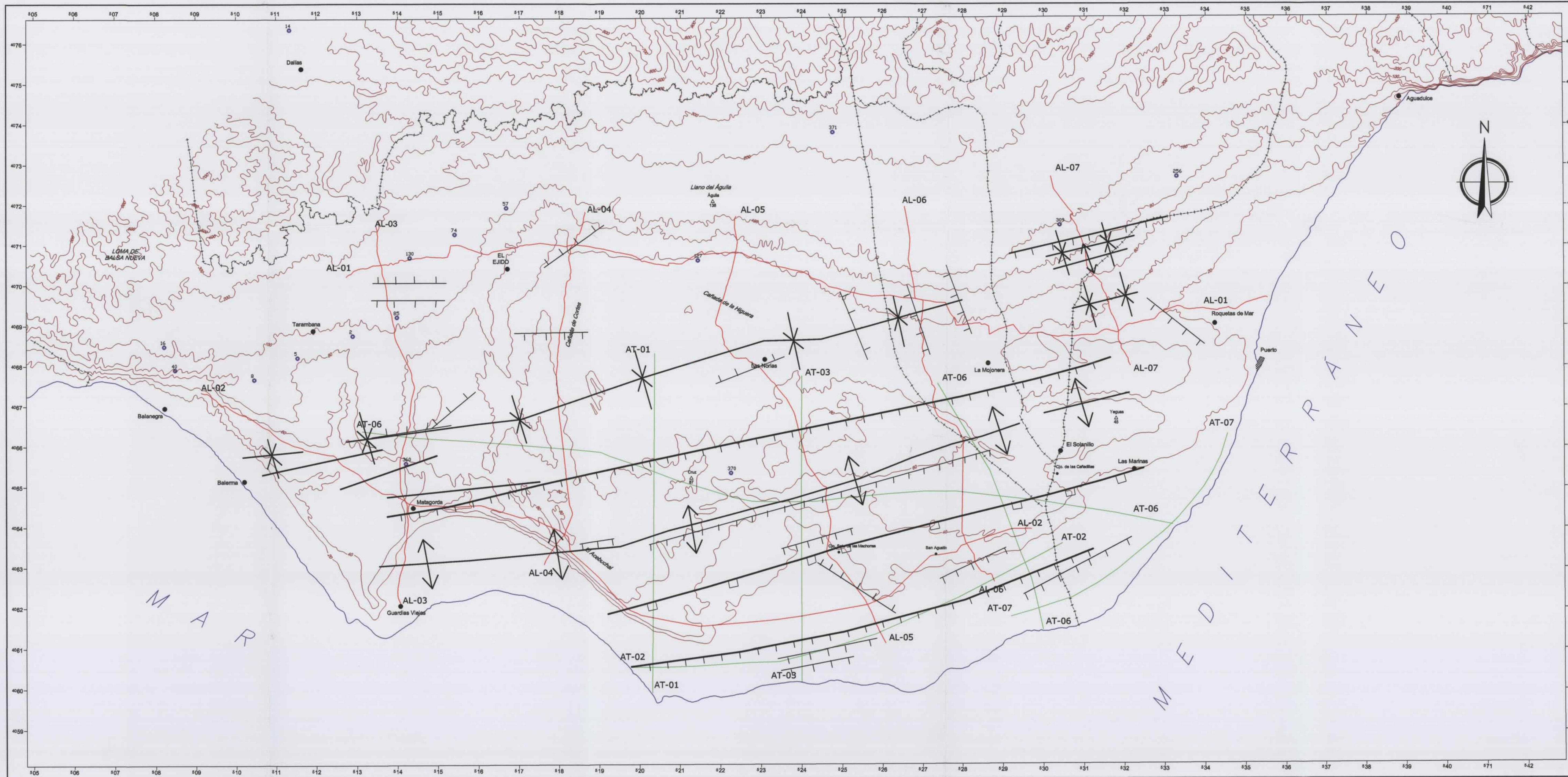
Este anticlinal presenta una cierta fracturación tanto en la parte de la charnela como en el flanco septentrional y, sobre todo, en el flanco meridional. Al presentar estas fracturas se comporta a modo de bloque elevado del basamento mesozoico. En las líneas sísmicas se puede ver claramente que la unidad del substrato está constituida por el basamento triásico y por los carbonatos y conglomerados y yesos del Mioceno que, al haberse depositado previamente a la actividad tectónica, se comportan solidariamente formando el conjunto replegado.

Es este umbral el que se comporta como área fuente en el Plioceno al ir levantándose durante este período geológico. Esto ha condicionado la sedimentación de los depósitos detríticos del Plioceno, más gruesos hacia el umbral y más finos en posiciones más alejadas de él. El relleno de la cuenca constituida entre la Sierra de Gádor y este bloque elevado así como la cuenca meridional, se ha ido produciendo con materiales procedentes, por tanto, del anticlinal hasta un momento en el que, ya casi colmatadas las cuencas, se produjo una reactivación y, discordantemente, se sedimentan unos depósitos calcareníticos según una capa que corona casi toda la serie pliocena y que se observa claramente en las secciones sísmicas.



**Plano 3: Mapa geológico-estructural del subsuelo de la zona de estudio**





**LEYENDA**

- Sondeos útiles
- Líneas sísmicas AL (2001)
- Líneas sísmicas AT (1975)
- Falla de primer rango
- Falla de segundo rango
- Falla indefinida
- Eje de sinclinal
- Eje de anticlinorio
- Línea de costa
- Curva de nivel (m s.n.m.)
- Vértice geodésico

		PROYECTO: <b>ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUIFERO PROFUNDO DE CAMPO DE DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SISMICA DE REFLEXION</b>	
PLANO N° <b>3</b>	TITULO: <b>MAPA GEOLÓGICO ESTRUCTURAL DEL SUBSUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>		
AUTOR: FERNANDO LOPEZ SOPEÑA	ESCALA: 1:50.000 COORDENADAS U.T.M.		FECHA: DICIEMBRE 2002
REVISADO: UTE C.G.S.-C.G.G.			



#### **6.4.- Mapa de isocronas del reflector post-plioceno de la zona de estudio**

Este mapa se ha generado a partir de la interpretación de las líneas sísmicas de la campaña 01AL apoyada, en los sectores en que era posible, por la información de las líneas de la campaña AT.

Se trata de un mapa de isocronas (Mapa 4), es decir, de líneas de igual tiempo. Estas líneas marcan la trayectoria en planta de los puntos en los que las ondas sísmicas tardan el mismo tiempo en descender hasta el reflector principal (post-plioceno) y, tras ser reflejadas, ascender hasta superficie.

La metodología para su realización consiste en la medición, en cada una de las secciones sísmicas, del tiempo (en milisegundos) entre la superficie y el reflector principal localizado justo por debajo en la vertical. Este tiempo, que se mide en el eje Y de las secciones sísmicas, es tiempo doble, es decir, de tiempos de descenso + tiempos de ascenso a superficie de estas ondas, desde la fuente energética (los vibradores) hasta los sensores (geófonos).

La disposición de estas isocronas permite observar, en primer lugar, un dato muy claro y relevante: la tendencia principal de los materiales sigue una dirección principal y esta dirección es, aproximadamente, N70-75°E.

En segundo lugar, se observan tres conjuntos principales de isocronas:

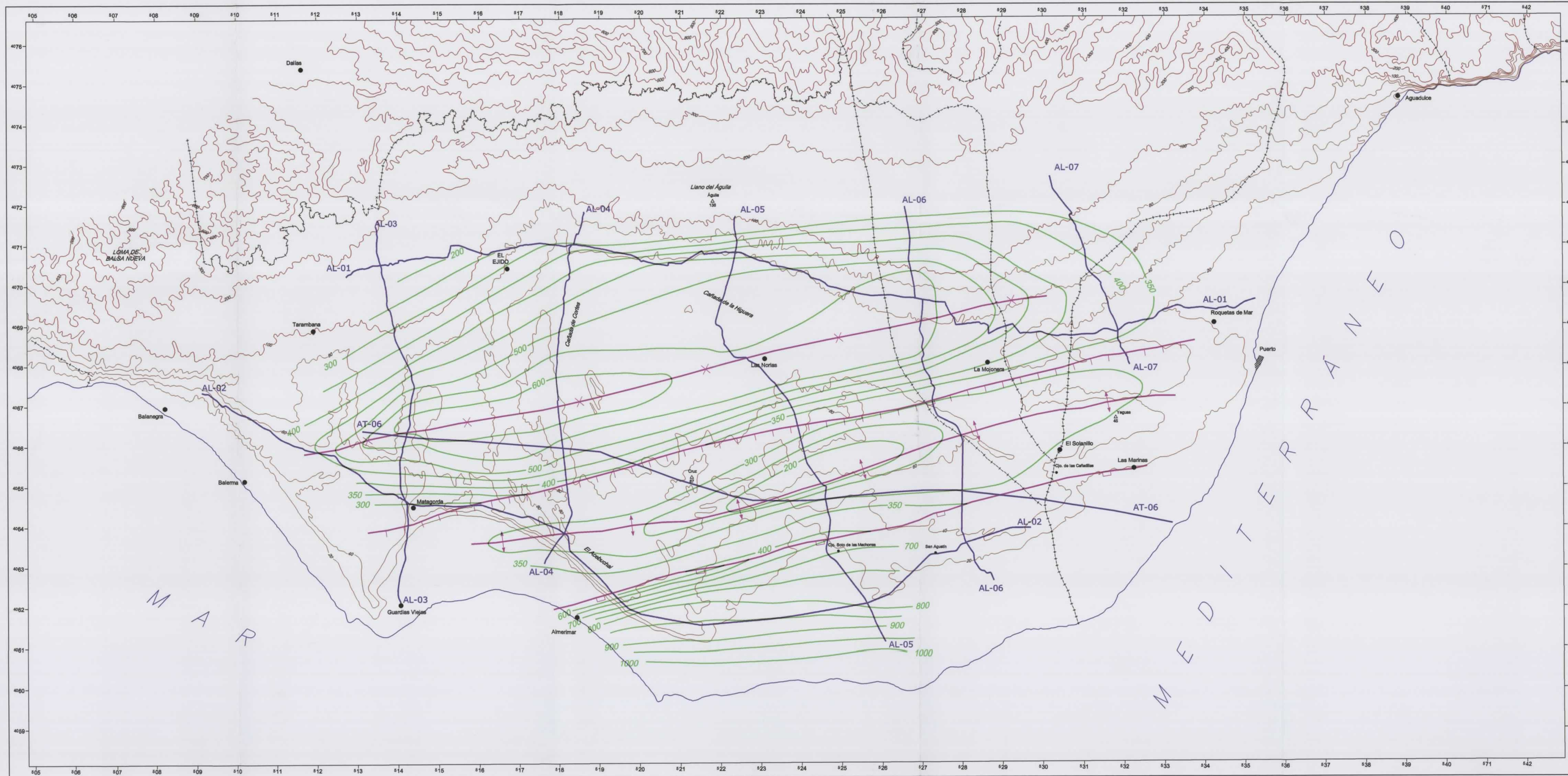
- Un conjunto más septentrional, en el que se aprecia un aumento de los tiempos hacia el centro del sector, lo que se traduciría en un aumento de la profundidad de esos materiales. Marca el sinclinal denominado Balerma-Las Norias.
- Un conjunto central, en el que se aprecia una disminución de los tiempos hacia el centro del sector, lo que se traduciría en una disminución de la profundidad de esos materiales. Marca el anticlinal denominado Guardias Viejas-El Solanillo.
- Un conjunto más meridional, en el que se aprecia un incremento de los tiempos hacia el sur, lo que se traduciría en un aumento de la profundidad de esos materiales en esa dirección.







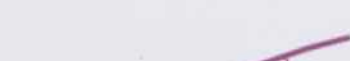
Los tres conjuntos se separan entre sí por sendas fracturas, como se ha visto en las líneas sísmicas. La fractura septentrional es menos acusada y, en las isocronas, se manifiesta de manera más tenue. Sin embargo, la fractura meridional es más acusada, manifestándose por una variación importante de los valores de las isocronas a uno y otro lado de la misma. Es la denominada Falla Almerimar-Las Marinas.

**Plano 4: Mapa de isocronas del reflector post-plioceno del área de estudio**





**LEYENDA**

-  Isocronas (ms). Tiempo doble
-  Eje sinclinal
-  Eje anticlinal
-  Falla de primer rango
-  Falla de segundo rango

 PROYECTO: <b>ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUIFERO PROFUNDO DE CAMPO DE DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN</b>	
PLANO N.º  <b>4</b>	TÍTULO: <b>MAPA DE ISOCRONAS DEL REFLECTOR PRE-PLIOCENO</b>
AUTOR: FERNANDO LOPEZ SOPEÑA	ESCALA: 1:50.000 COORDENADAS U.T.M.
REVISADO: UTE C.G.S.-C.G.G.	FECHA: JUNIO 2002



## **6.5.- Cortes Geológicos I, II y III**

Este plano contiene los cortes geológicos I, II y III se ha realizado a partir de la interpretación de las secciones sísmicas AL-03, AL-02 y AL-05, respectivamente.

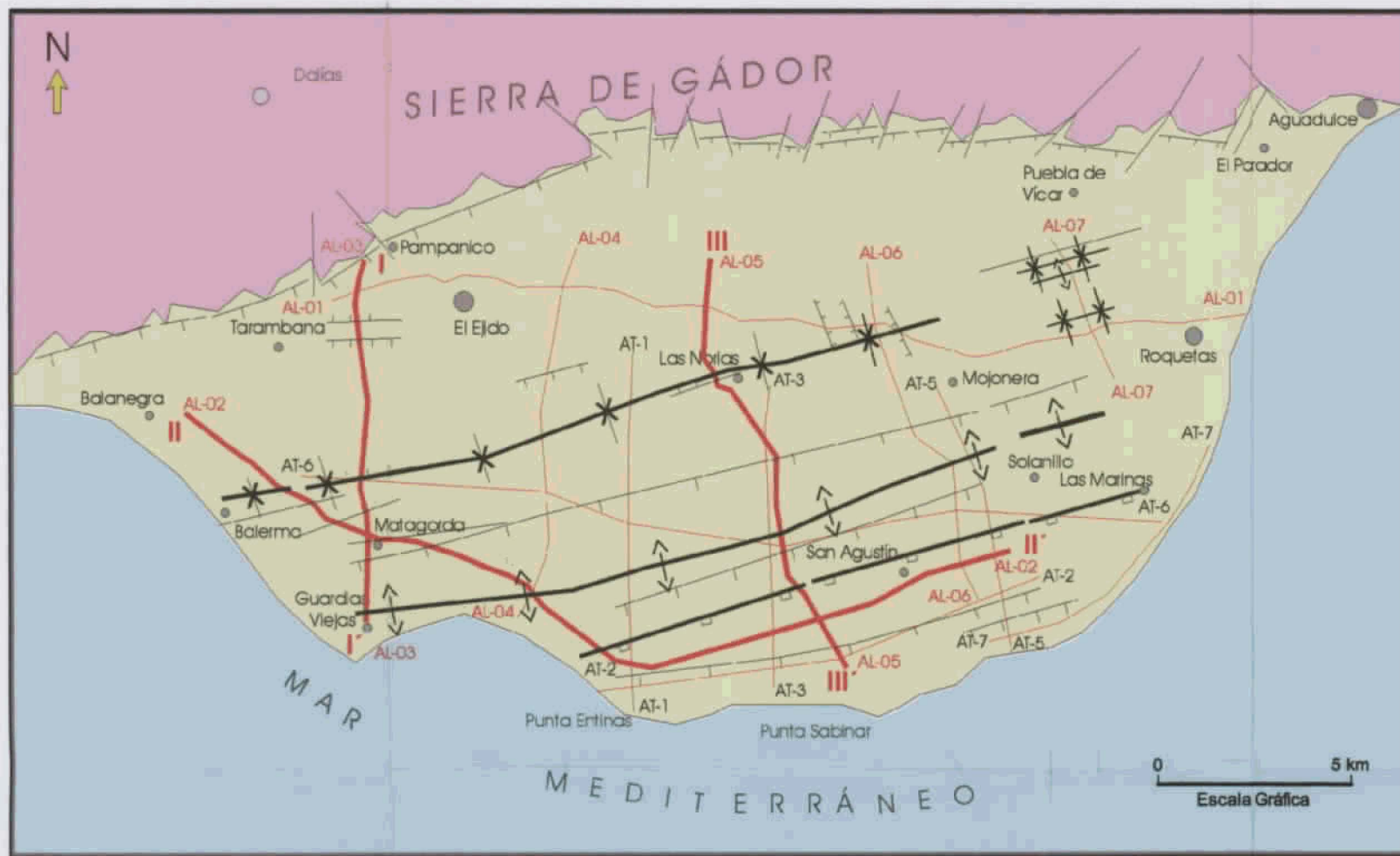
**Corte Geológico I:** Orientación aproximada N-S. En este corte se puede apreciar claramente la suavidad de la tendencia del reflector principal, la base del Plioceno. Se observa el Sinclinal Balerma-Las Norias, con un importante relleno de materiales del Plioceno en el eje del mismo, cercano a los 600 m de espesor. También se observa el flanco norte del Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo con la fractura que lo delimita al norte. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos son bastante constantes.

**Corte Geológico II:** Orientación variable que tiende a aproximarse a O-E. En este corte se puede apreciar hacia el Oeste, aunque algo tendido por la orientación de la línea sísmica, el Sinclinal Balerma-Las Norias, con un importante relleno de materiales del Plioceno en el eje del mismo, cercano a los 500 m de espesor. También se observa el Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo con las fracturas que lo delimitan. Destaca la Falla Almerimar-Las Marinas, caracterizada por un importante salto, cercano a 500 m. El bloque hundido (el meridional) permite observar en su lado oriental la evolución del relleno de los materiales del Plioceno, progradantes hacia el Sur, con intercalaciones que avanzan hacia el Sur en mayor medida cuanto más modernos son los mismos. Estos materiales se sitúan discordantes sobre los del Mioceno. La parte superior está coronada por una unidad probablemente calcarenítica, sedimentada discordantemente sobre los materiales pliocenos más antiguos lo cual indica que, próxima a la colmatación de la cuenca, se produjeron movimientos tectónicos.

**Corte Geológico III:** Orientación aproximada NNO-SSE. En este corte se puede apreciar claramente la tendencia del reflector principal, la base del Plioceno. Se observa el sinclinal Balerma-Las Norias, con un importante relleno de materiales del Plioceno en el eje del mismo, cercano a los 600 m de espesor. También se observan ambos flancos del Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo con las fracturas que lo delimitan, destacando la del sur, con un salto ligeramente superior a los 400 m. Se constata una tendencia a disminuir el salto de la fractura desde el Oeste hacia el Este. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos son bastante constantes.

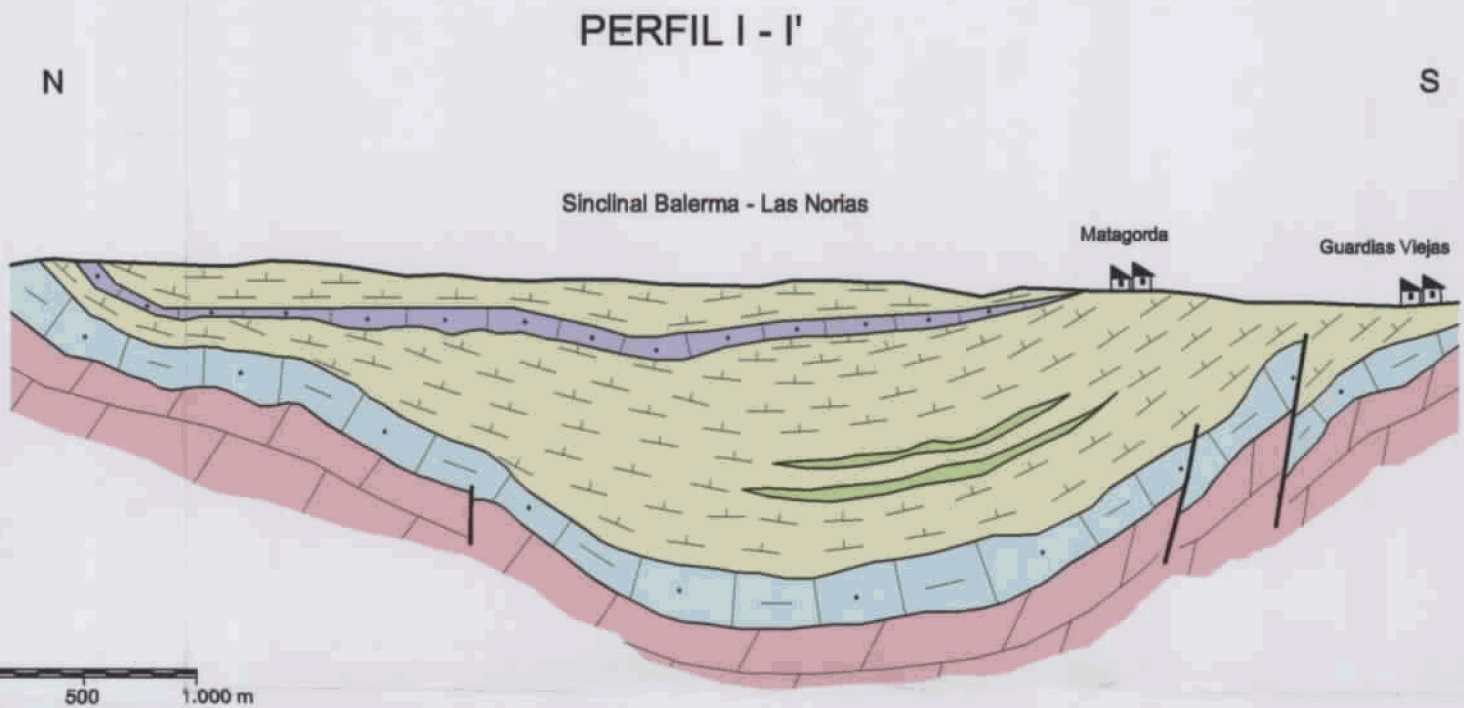
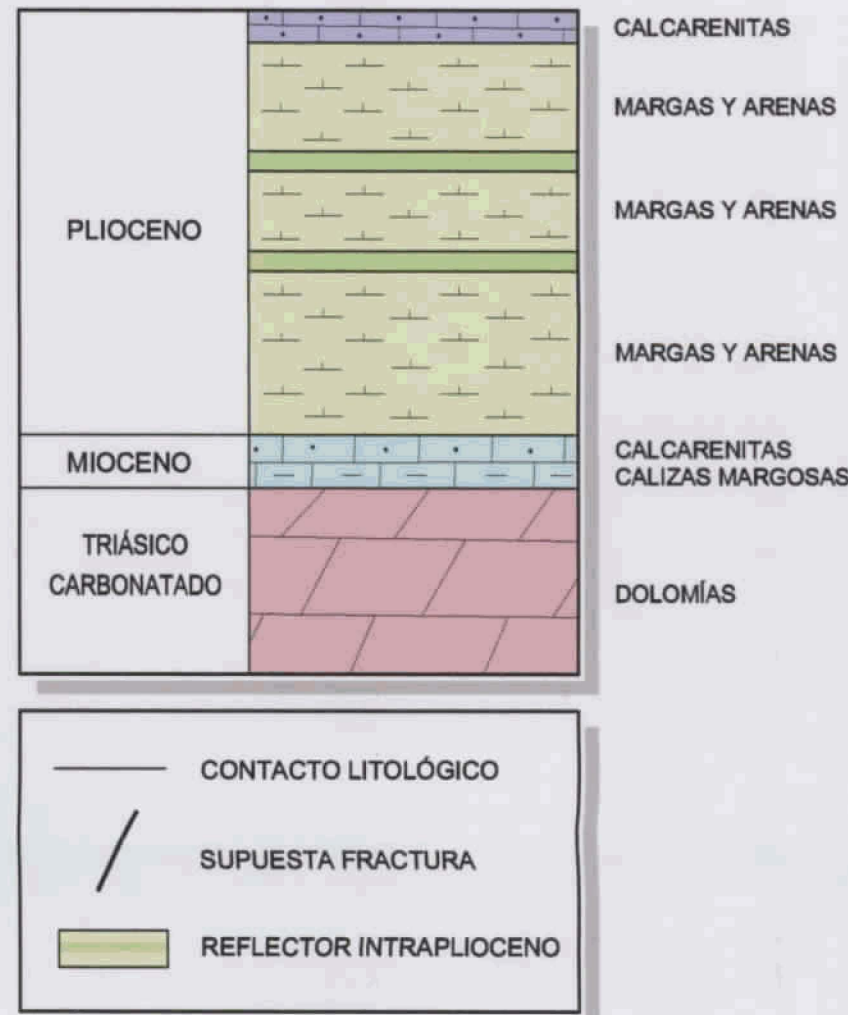
**Plano 5: Cortes Geológicos I, II y III**



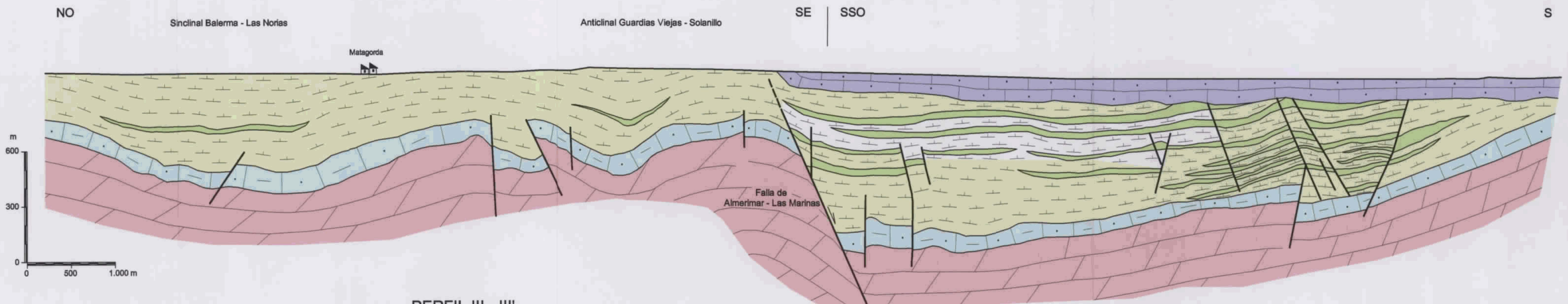


SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOLÓGICOS SOBRE EL ESQUEMA ESTRUCTURAL

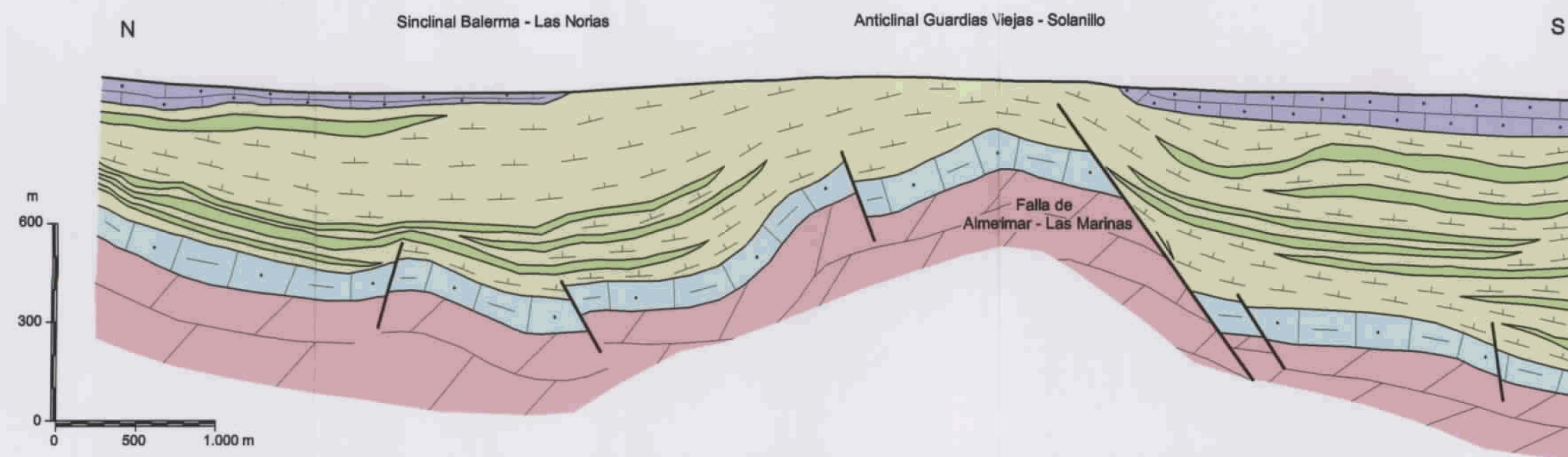
LEYENDA



PERFIL II - II'



PERFIL III - III'



NOTA: Los espesores que reflejan los perfiles geológicos son orientativos y se han estimado para una velocidad de corrección de 2.000 m/s

NOTA: Los perfiles geológicos se han realizado en base a la información de las líneas sísmicas con cobertura 100%.

NOTA: Las litologías expresadas en la leyenda son las predominantes en cada tramo.

	PROYECTO: ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUÍFERO PROFUNDO DE CAMPO DE DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN
	TÍTULO: <b>PERFILES GEOLÓGICOS INTERPRETADOS DEL CAMPO DE DALÍAS</b>
PLANO N.º <b>5</b>	AUTOR: FERNANDO LOPEZ SOPEÑA REVISADO: UTE C.G.S.-C.G.G.
ESCALAS: GRÁFICAS FECHA: DICIEMBRE 2002	



## **6.6.- Cortes Geológicos IV, V y VI**

Este plano contiene los cortes geológicos IV, V y VI, basados en la interpretación de las secciones sísmicas AL-04, AL-01 y AL-06, respectivamente.

**Corte Geológico IV:** Orientación aproximada N-S. En este corte se puede apreciar claramente que la tendencia del reflector principal, la base del Plioceno, presenta una importante suavidad. Se observa el Sinclinal Balerma-Las Norias, con un importante relleno de materiales del Plioceno en el eje del mismo, superior a los 600 m de espesor. También se observa el flanco norte del Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo con la fractura que lo delimita al norte. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos presentan ciertas variaciones, aumentando hacia la parte central del sinclinal.

**Corte Geológico V:** Orientación variable que tiende a aproximarse a O-E. Este corte recorre bastante tendido, por la orientación de la línea sísmica, el Sinclinal Balerma-Las Norias, con un relleno de materiales del Plioceno en el eje del mismo, superior a los 500 m de espesor hacia la parte central de la línea sísmica. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos son bastante constantes.

**Corte Geológico VI:** Orientación aproximada NNO-SSE. En este corte se puede apreciar claramente la tendencia del reflector principal, la base del Plioceno. Se observa, aunque de forma parcial, el sinclinal Balerma-Las Norias, con un importante relleno de materiales del Plioceno en el eje del mismo, cercano a los 600 m de espesor. También se observan ambos flancos del Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo con las fracturas que lo delimitan. Probablemente la fracturación y la orientación de la línea sísmica sean las causas que impiden apreciar de forma clara el flanco sur del anticlinal y el desarrollo de la falla. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos son bastante constantes.

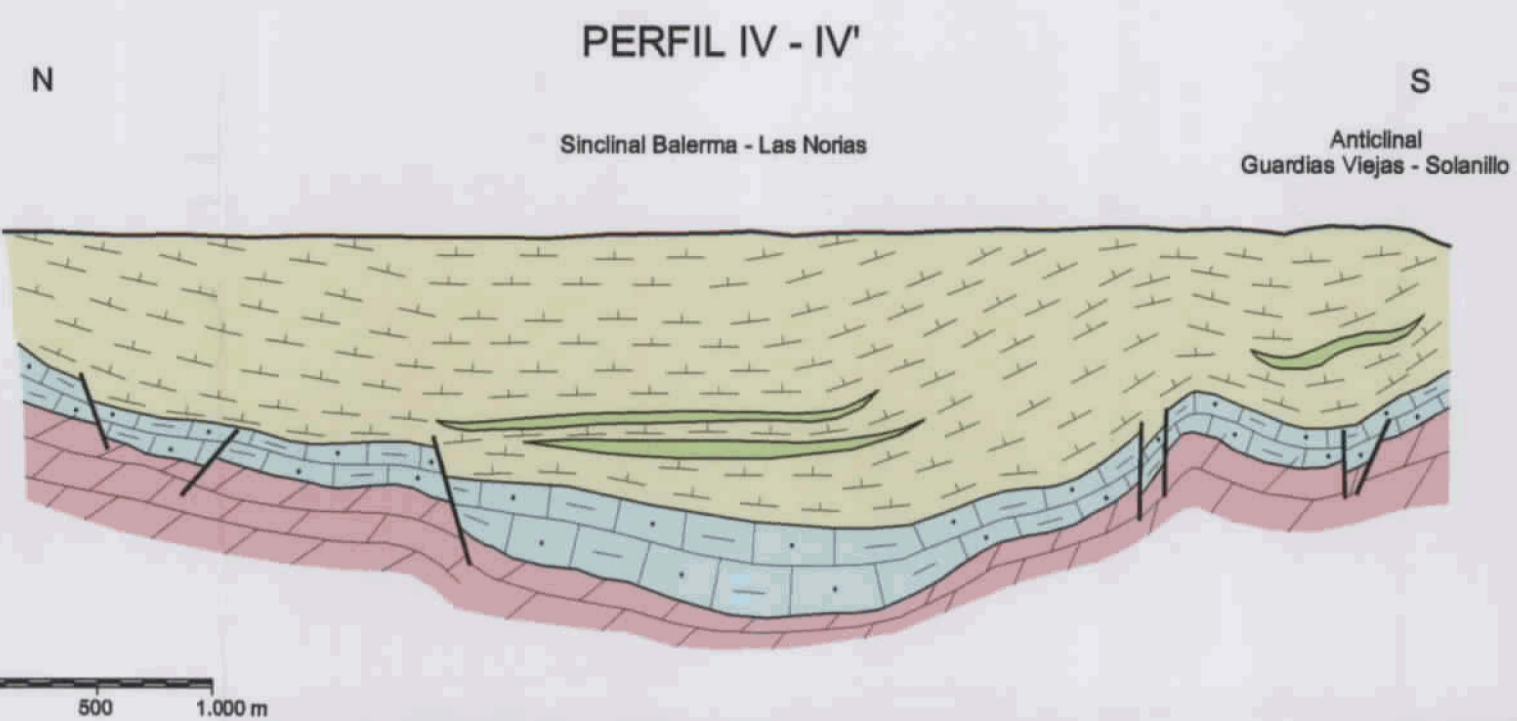
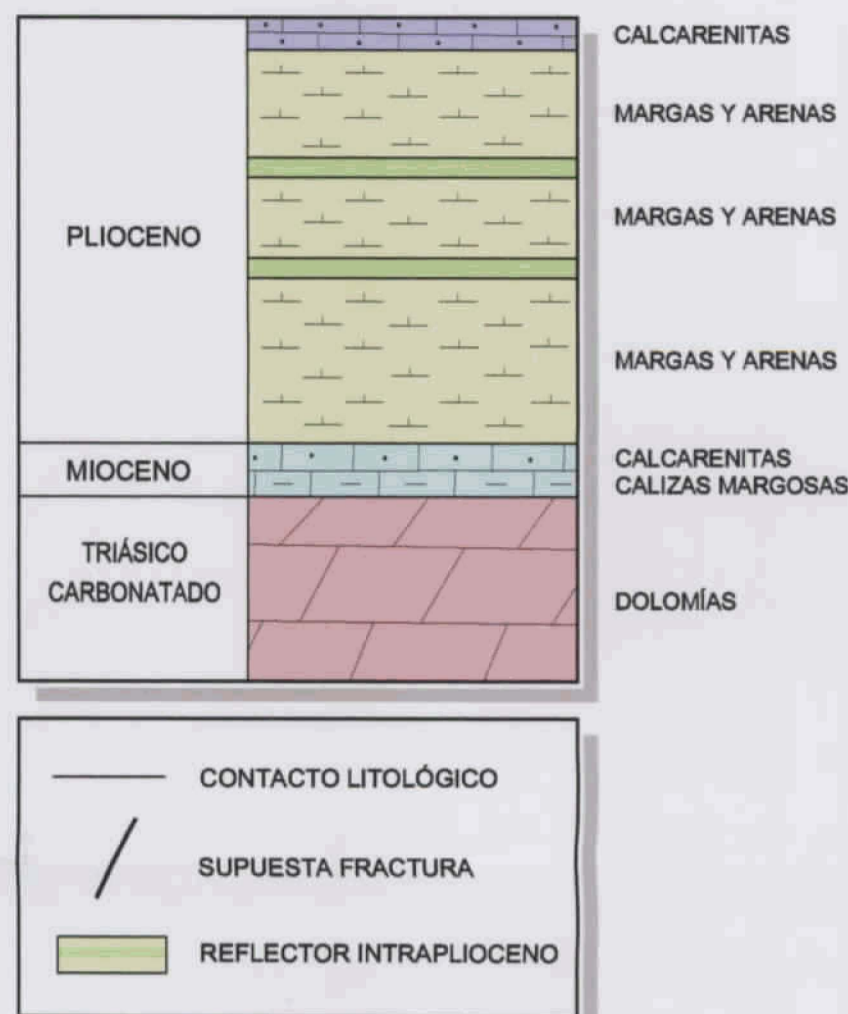
**Plano 6: Cortes Geológicos IV, V y VI**



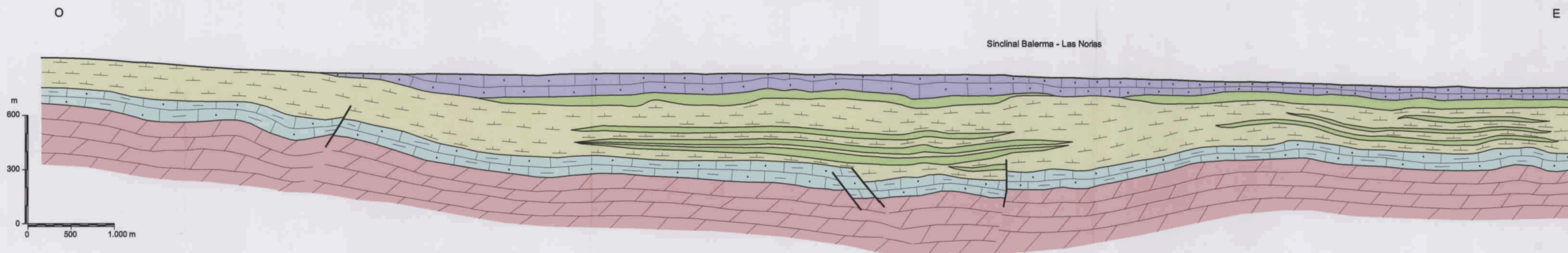


SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOLÓGICOS SOBRE EL ESQUEMA ESTRUCTURAL

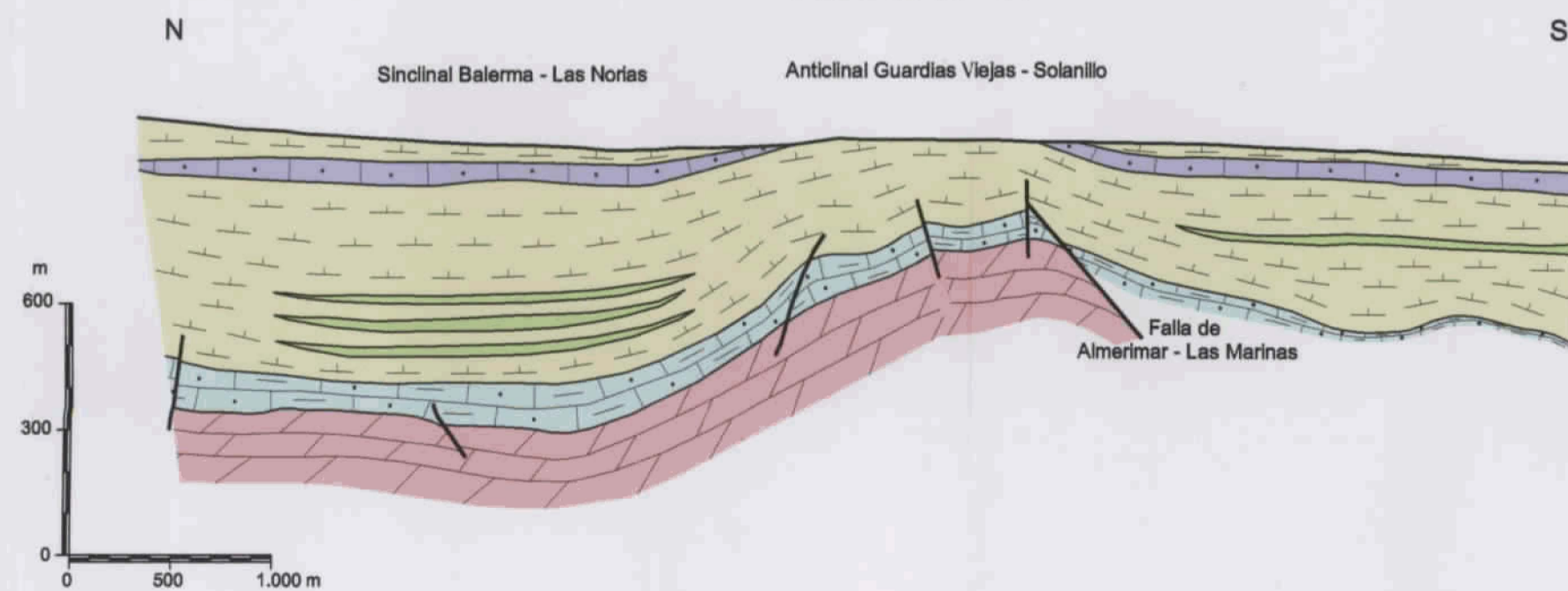
LEYENDA



PERFIL V - V'



PERFIL VI - VI'



NOTA: Los espesores que reflejan los perfiles geológicos son orientativos y se han estimado para una velocidad de corrección de 2.000 m/s

NOTA: Los perfiles geológicos se han realizado en base a la información de las líneas sísmicas con cobertura 100%.

NOTA: Las litologías expresadas en la leyenda son las predominantes en cada tramo.

	PROYECTO: ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUÍFERO PROFUNDO DE CAMPO DE DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN
	PLANO N.º <b>6</b>
AUTOR: FERNANDO LOPEZ SOPEÑA	ESCALAS: GRÁFICAS
REVISADO: UTE C.G.S.-C.G.G.	FECHA: DICIEMBRE 2002



## **6.7.- Cortes Geológicos VII, VIII y IX**

Este plano contiene los cortes geológicos VII, VIII y IX, basados en la interpretación de las secciones sísmicas AT-01, AT-03 y AT-02, respectivamente.

**Corte Geológico VII:** Orientación N-S. En este corte se aprecia la mitad sur del Sinclinal Balerma-Las Norias hasta alcanzar el flanco norte del Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo con la fractura que lo delimita al norte. La tendencia del reflector principal, la base del Plioceno, permite observar, con un importante relleno de materiales del Plioceno en el eje del mismo, cercano a los 500 m de espesor. La señal sísmica impide una clara interpretación del eje del anticlinal. El flanco sur muestra un mayor hundimiento de los materiales objeto de estudio, condicionando un relleno cercano a los 1.000 m en el extremo sur del corte geológico. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos presentan ciertas variaciones, aumentando en el sinclinal.

**Corte Geológico VIII:** Orientación N-S. En este corte se aprecia el extremo sur del Sinclinal Balerma-Las Norias hasta alcanzar el flanco norte del Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo. El eje del anticlinal es bastante suave, aunque cuenta con algunas fracturas. El flanco sur muestra un mayor hundimiento de los materiales objeto de estudio a causa de la Falla Almerimar-Las Marinas, condicionando un relleno cercano a los 1.000 m en el extremo sur del corte geológico. El salto de la falla en este sector alcanza los 300 m. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos presentan ciertas variaciones, siendo algo mayores en la parte norte del corte geológico.

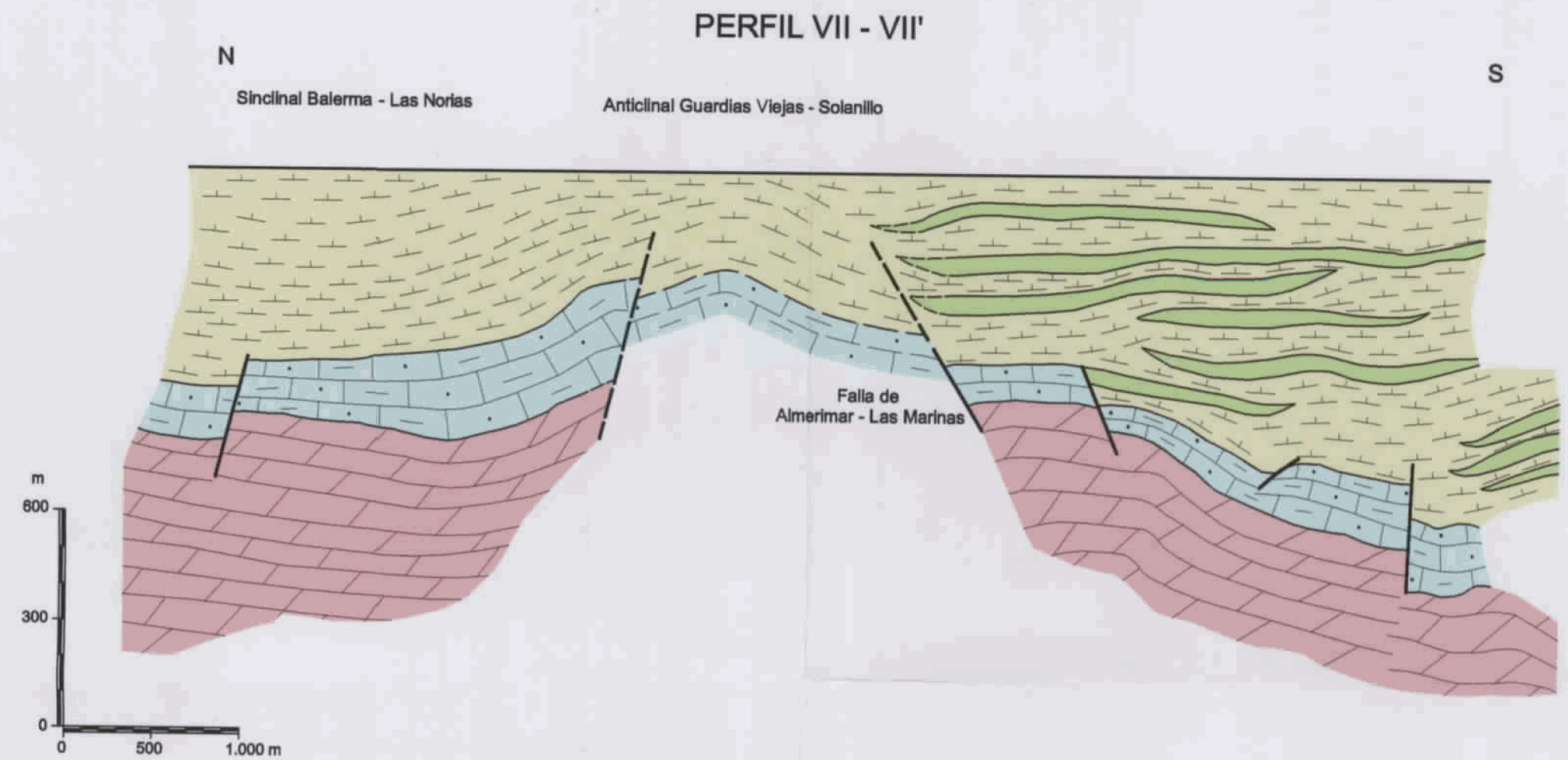
**Corte Geológico IX:** Orientación aproximada OSO-ENE. En este corte se puede apreciar claramente la tendencia del reflector principal, la base del Plioceno que condiciona un importante relleno de materiales del Plioceno, que supera los 1.000 m de espesor. La tendencia de este reflector a subir hacia el Este se debe a su ascenso por el flanco sur del Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo en esa dirección. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos son bastante constantes.

**Plano 7: Cortes Geológicos VII, VIII y IX**

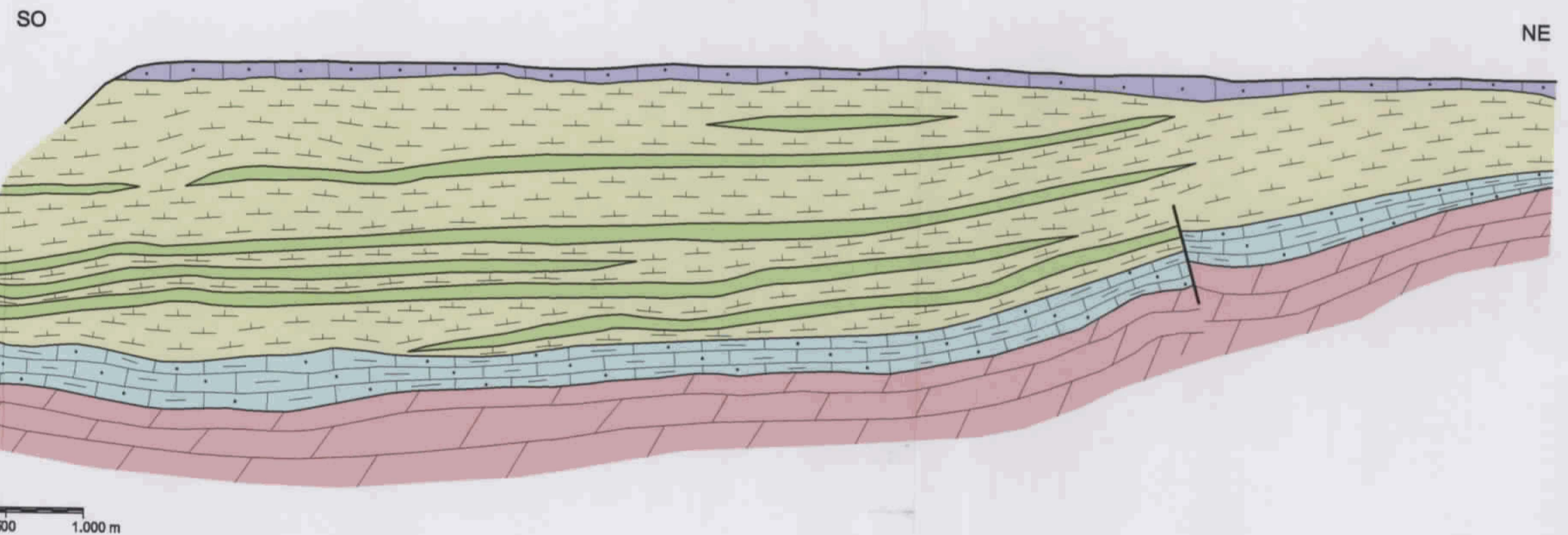




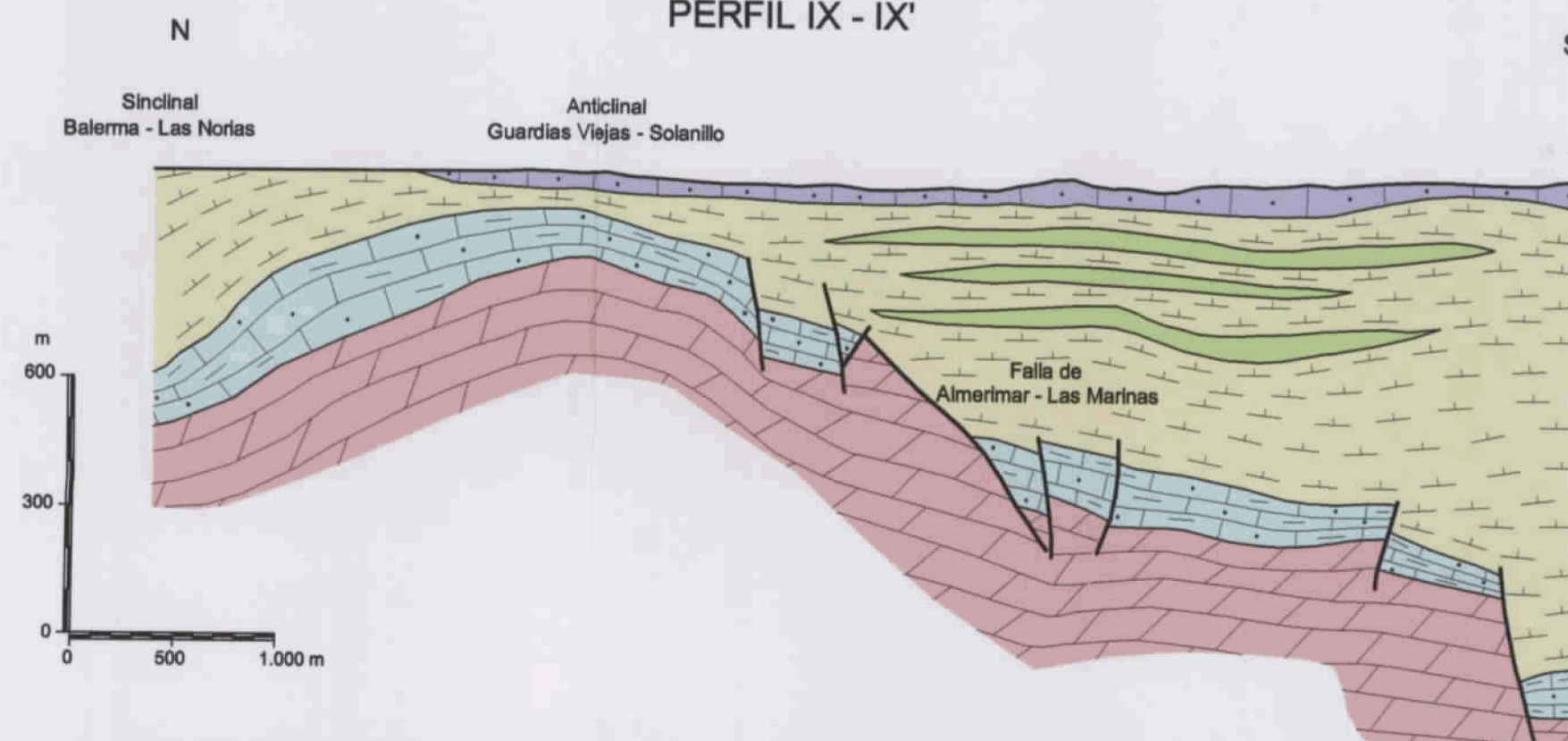
SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOLÓGICOS SOBRE EL ESQUEMA ESTRUCTURAL



PERFIL VIII - VIII'



PERFIL IX - IX'



LEYENDA

PLIOCENO		CALCARENITAS
		MARGAS Y ARENAS
		MARGAS Y ARENAS
		MARGAS Y ARENAS
MIOCENO		CALCARENITAS CALIZAS MARGOSAS
TRIÁSICO CARBONATADO		DOLOMIAS

	CONTACTO LITOLÓGICO
	SUPLESTA FRACTURA
	REFLECTOR INTRAPLIOCENO

NOTA: Los espesores que reflejan los perfiles geológicos son orientativos y se han estimado para una velocidad de corrección de 2.000 m/s

NOTA: Los perfiles geológicos se han realizado en base a la información de las líneas sísmicas con cobertura 100%.

NOTA: Las litologías expresadas en la leyenda son las predominantes en cada tramo.

	PROYECTO:	ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUÍFERO PROFUNDO DE CAMPO DE DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN
	PLANO N.º	TÍTULO:
7	PERFILES GEOLÓGICOS INTERPRETADOS DEL CAMPO DE DALÍAS	
AUTOR: FERNANDO LOPEZ SOPEÑA	ESCALAS: GRÁFICAS	
REVISADO: UTE C.G.S.-C.G.G.	FECHA: DICIEMBRE 2002	



## **6.8.- Cortes Geológicos X y XI**

Este plano contiene los cortes geológicos X y XI, basados en la interpretación de las secciones sísmicas AT-06 y AT-07, respectivamente.

**Corte Geológico X:** Orientación variable que tiende a aproximarse a O-E. En este corte se puede apreciar hacia el Oeste, aunque algo tendido por la orientación de la línea sísmica, el Sinclinal Balerma-Las Norias, con un importante relleno de materiales del Plioceno en el eje del mismo, que llega a superar los 500 m de espesor. También se observa el Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo aunque de manera poco clara ya que el corte transcurre de forma casi paralela a su eje. No hay una presencia destacada de fracturas.

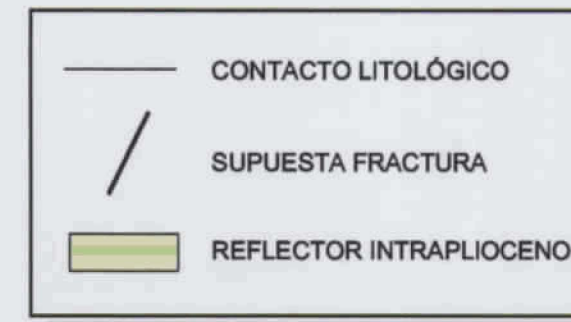
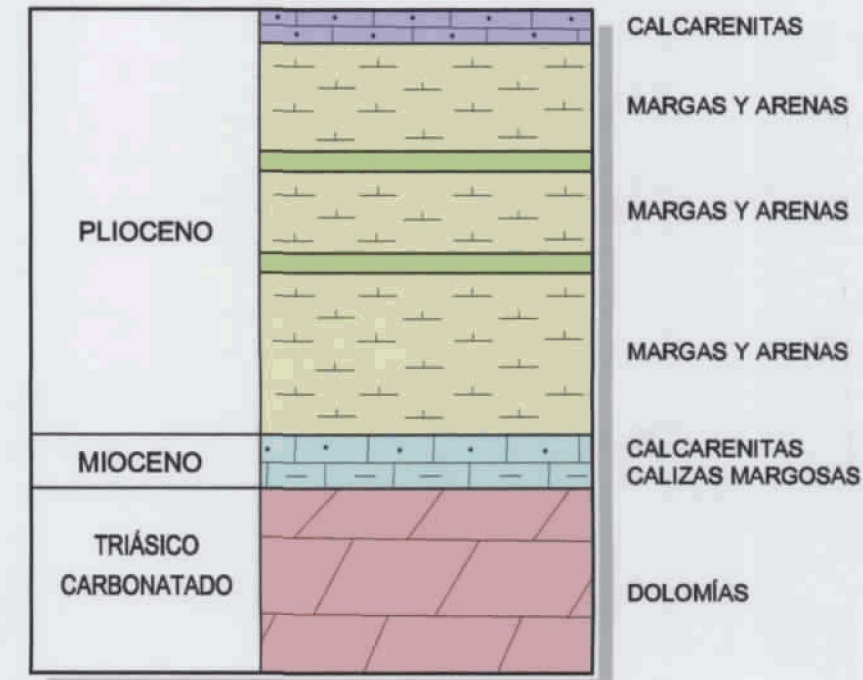
**Corte Geológico XI:** Orientación aproximada OSO-ENE. En este corte se puede apreciar claramente la tendencia del reflector principal, la base del Plioceno que condiciona un importante relleno de materiales del Plioceno, que supera los 1.000 m de espesor en el extremo occidental de la línea. La tendencia de este reflector a subir hacia el Este se debe a su ascenso por el flanco sur del Anticlinal Guardias Viejas-El Solanillo en esa dirección. Los espesores de los materiales interpretados como miocenos son bastante constantes.

**Plano 8: Cortes Geológicos X y XI**

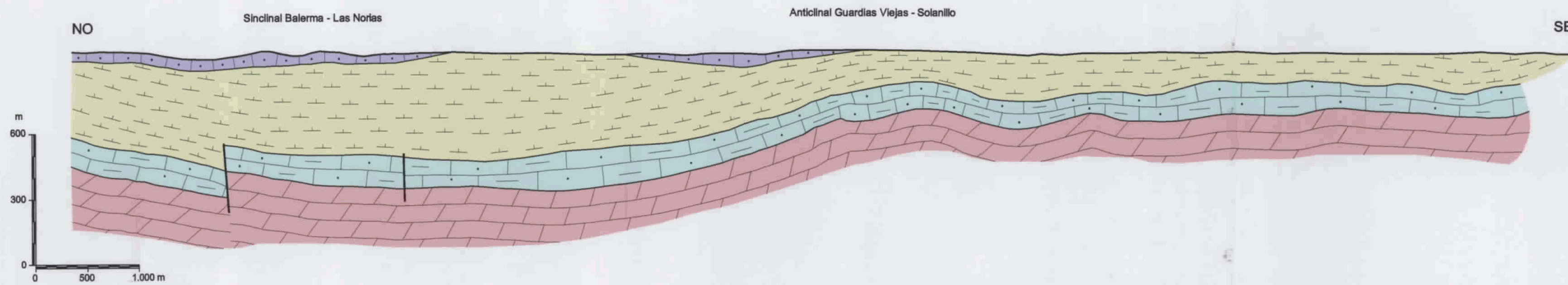


SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOLÓGICOS SOBRE EL ESQUEMA ESTRUCTURAL

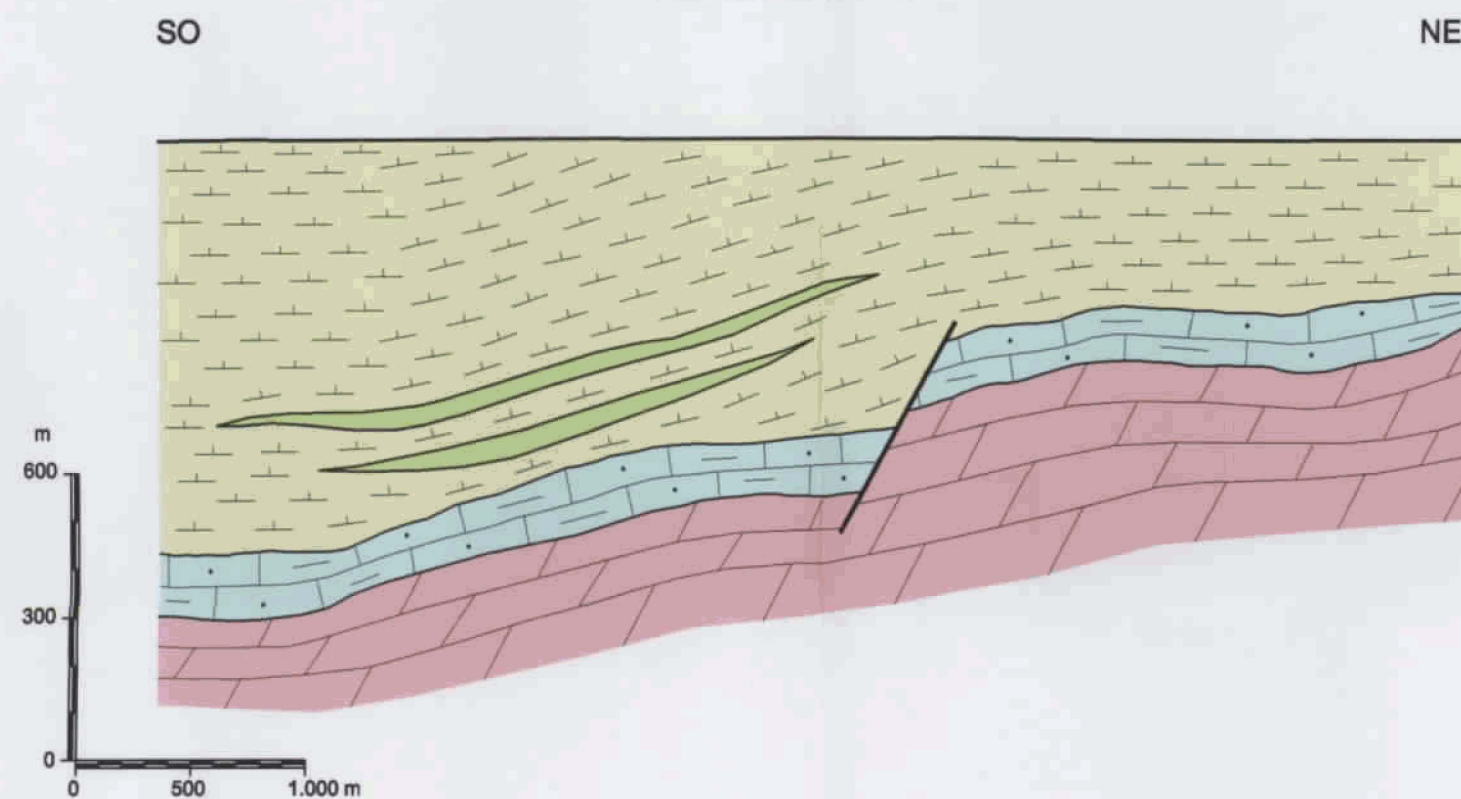
LEYENDA



PERFIL X - X'



PERFIL XI - XI'



NOTA: Los espesores que reflejan los perfiles geológicos son orientativos y se han estimado para una velocidad de corrección de 2.000 m/s

NOTA: Los perfiles geológicos se han realizado en base a la información de las líneas sísmicas con cobertura 100%.

NOTA: Las litologías expresadas en la leyenda son las predominantes en cada tramo.

	PROYECTO: <b>ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL ACUÍFERO PROFUNDO DEL CAMPO DE DALÍAS (ALMERÍA) MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN</b>
	TÍTULO: <b>PERFILES GEOLÓGICOS INTERPRETADOS DEL CAMPO DE DALÍAS</b>
PLANO N.º <b>8</b>	
AUTOR: FERNANDO LOPEZ SOPEÑA	ESCALAS: GRÁFICAS
REVISADO: UTE C.G.S.-C.G.G.	FECHA: DICIEMBRE 2002



## **7.- LIMITACIONES AL ALCANCE DEL PROYECTO**

## **7.- LIMITACIONES AL ALCANCE DEL PROYECTO**

Aun cuando los resultados del proyecto han sido de gran importancia y las conclusiones que se presentan en el capítulo 9 aportan nuevas ideas al conocimiento de la estructura del subsuelo del Campo de Dalías, hay una serie de limitaciones con las que se han contado que han afectado a la posibilidad de obtener una información todavía más relevante.

Estas limitaciones se han diferenciado en limitaciones superiores y limitaciones inferiores.

### **7.1.- Limitaciones superiores (Relleno Neogéno de la Cuenca)**

Se refieren a la dificultad y, en muchos casos, imposibilidad de asignar una litología a determinados reflectores sísmicos identificados en las líneas sísmicas dentro de los tramos atribuidos a materiales post-miocenos.

Dentro de la unidad margosa pliocena se han identificado numerosos reflectores, que son variables en número y continuidad lateral dependiendo de la línea sísmica. La atribución litológica puede ser tanto a calizas margosas, como a calcarenitas o niveles conglomeráticos y arenosos gruesos. En cualquiera de estos casos, el contraste de impedancia acústica entre estas capas y las margas en las que están englobadas es manifiesto lo que hace que su respuesta quede remarcada por esos reflectores.

Sin embargo, la información de las columnas de los escasos sondeos útiles y de interés para el proyecto (ver capítulos 4.2 y 4.3) que aporta la base de datos oficial consultada está marcada por la ausencia de detalles que permitan diferenciar la naturaleza real de esos reflectores. Sólo puede afirmarse que se trata de intercalaciones de "materiales más compactos" que las propias margas en las que se encuentran.

## **7.2.- Limitaciones inferiores (Basamento)**

Se refieren a la casi imposibilidad de localizar reflectores en los materiales atribuidos al basamento carbonático. Esto se ha interpretado como que existe falta de contraste en los materiales que forman el basamento o, lo que es lo mismo, a una cierta homogeneidad en los mismos capaz de condicionar esta falta de niveles con suficiente contraste de impedancia acústica.

Es esta ausencia la que ha impedido identificar y definir estructura profunda alguna que aporte información adicional a la ya aportada por el techo de la unidad.



## **8.- CONTROL DE CALIDAD**

## **8.- CONTROL DE CALIDAD**

Como control de calidad de un proyecto tan importante y complejo como este se han llevado a cabo varias actuaciones:

Por un lado se han desarrollado los propios controles de calidad tanto en lo que se refiere a la adquisición de los datos de sísmica en campo (ver ANEXO II: Informe de adquisición de datos sísmicos), del procesado de éstos mismos datos en laboratorio (ver ANEXO III: Informe de procesado de secciones sísmicas. Campaña 01AL) y de los datos de la campaña de 1975 también en laboratorio (ver ANEXO IV: Informe de procesado de secciones sísmicas. Campaña AT).

Por otro lado, se ha llevado un riguroso control de calidad interno a la hora de hacer las interpretaciones de las líneas sísmicas y de proceder a su integración con los datos de la campaña de geología de superficie. Este control ha consistido en interpretar la estructura y geología del subsuelo del Campo de Dalías en las líneas correspondientes a la campaña AL y obtener unas conclusiones estructurales que han dado lugar al modelo conceptual de la Estructura del Campo basado en la Campaña AL.

Una vez hecho esto, se ha realizado la interpretación del subsuelo de la parte meridional del campo mediante las líneas sísmicas de la campaña AT y se han obtenido unas conclusiones estructurales que han dado lugar al modelo conceptual de la Estructura del Campo basado en la Campaña AT. El control de calidad ha consistido en comparar e integrar ambos modelos estructurales y confirmar que son coherentes y compatibles, lo que refuerza las conclusiones que se desprenden tras la realización de este Proyecto.

## **9.- CONCLUSIONES**



## **9.- CONCLUSIONES**

### **9.1.- Metodología**

En primer lugar, es de resaltar que la metodología seguida para el reconocimiento del subsuelo ha sido la correcta ya que se han podido identificar los materiales pliocenos, los materiales miocenos y los materiales triásicos correspondientes al basamento Alpujárride, así como sus geometrías y discontinuidades.

La metodología utilizada ha permitido identificar aspectos fundamentales, desconocidos hasta este momento, de la estructura profunda del Campo de Dalías (ver disposición de las líneas sísmicas sobre la fotografía satélite del Campo en la figura 9.1) y sus implicaciones hidrogeológicas. Los datos obtenidos, basados en la nueva información del subsuelo, han permitido obtener un nuevo Modelo Geológico - Estructural que se presenta en el esquema la figura 9.2 así como en el bloque tridimensional de la figura 9.3.

El nuevo modelo geológico - estructural aquí presentado se basa en estructuras contrastadas y es consistente con los rasgos estructurales de superficie y en mayor medida, con los principales rasgos estructurales que configuran regionalmente el macizo Alpujárride.

## **9.2.- Estratigrafía**

En cuanto a los materiales que conforman la cobertera del basamento Alpujárride, se identifica, de manera continua, la disposición y tendencia de los diferentes materiales, tanto en su evolución sedimentaria como respecto a las estructuras que los afectan. Son de especial relevancia las discordancias observadas entre reflectores que identifican sin duda la evolución de la cuenca (ver la línea sísmica AL-02).

Los materiales del mioceno muestran un contraste litológico total debido a la notable diferencia de su impedancia acústica respecto a los materiales pliocenos. La marcada respuesta de estos materiales puede identificarse con una litología de elevado componente químico o evaporítico, a tenor de la información extraída de algunos sondeos.

Los espesores de los materiales pliocenos visibles en las líneas sísmicas muestran una variación importante, desde casi inexistentes hasta superar los 800 metros de potencia, mientras que los materiales miocenos son menos variables y no suelen superar los 200 metros. Las variaciones que muestran estos últimos se deben al paleorelieve que marcaban los materiales del Complejo Alpujárride en el momento de su sedimentación.

### 9.3.- Estructura

Los materiales que conforman el acuífero Alpujárride, actualmente de capital importancia para la región, se identifican por debajo de los reflectores de los depósitos del Tortoniense-Messiniense (mioceno). Considerando el basamento Triásico y los tramos basales de su cobertera miocena, se identifican dos grandes dominios:

- Una gran plataforma interior, con su límite norte en los afloramientos meridionales de la sierra de Gádor y limitada al sur por una gran falla cuyo trazado discurre sobre el eje *Almerimar - Las Marinas*.
- Una plataforma exterior, con su límite norte sobre la falla Almerimar - Las Marinas y que se hunde hacia el sur, prolongándose bajo el mar Mediterráneo. Esta falla, sin expresión cartográfica evidente en superficie, representa el límite entre ambas plataformas. El hundimiento relativo del bloque meridional llega a ser de varios cientos de metros ( $\approx 450$  m), calculado en diferentes estaciones a lo largo de su trazado, desnivelando el basamento en similar cuantía.

En la geometría del basamento Alpujárride de la plataforma interior (y los tramos basales de su cobertera miocena) se han identificado dos grandes estructuras, de norte a sur:

- Un amplio sinclinal asimétrico cuyo flanco norte presenta un buzamiento aparente de  $8^\circ$  al sur y el flanco sur  $25^\circ$  al norte, cuya traza se localiza aproximadamente sobre el eje *Balerna- Las Norias*. La traza de dicha estructura es reconocible en superficie mediante fotointerpretación, definida por tenues lineamientos relacionados con una fracturación longitudinal a la charnela de la estructura.
- Un anticlinorio de amplio radio cuya traza discurre entre las poblaciones de *Guardias Viejas - Solanillo*. El sector occidental de dicha estructura es reconocible en superficie por una patente morfología antiforme. El núcleo de



dicho antiforame presenta, desde el punto de vista tectónico, un comportamiento tipo "graben" por la existencia de una falla normal longitudinal en su flanco norte. El flanco sur del anticlinorio esta fallado por la falla de *Almerimar - Las Marinas*, produciendo un importante hundimiento del bloque meridional (plataforma externa).

Las estructuras mayores o fundamentales identificadas, siguen una dirección en torno a N 70°- 75° E, que coincide con las principales directrices estructurales del macizo Alpujarride de la región. Existen otras estructuras de orden menor identificadas sobre el área de estudio que no se consideran determinantes para el objetivo hidrogeológico del estudio.

Las características estructurales observadas son, a tenor de lo visto, lo más variable con respecto a las teorías que se mantienen hasta el momento, con una sucesión importante de bloques elevados y hundidos según dos direcciones predominantes, aproximadamente N60°E y N60°W.

#### **9.4.- Hidrogeología**

Desde el punto de vista hidrogeológico, de acuerdo a los datos obtenidos y la interpretación realizada en el área de estudio, se han identificado en el basamento del Campo dos grandes acuíferos bien diferenciados:

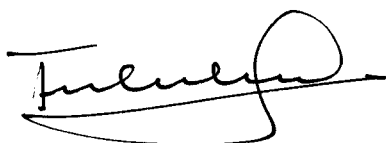
- Acuífero interno: constituido por el basamento carbonatado Alpujárride (manto de Gádor). Está delimitado al norte por los afloramientos meridionales de la Sierra de Gádor y en probable conexión hidráulica con dicha sierra. Al sur, el límite del acuífero interno queda definido por la falla de *Almerimar – Las Marinas*. En el área estudiada no se han detectado rasgos estratigráficos o estructurales que determinen los límites este y oeste del acuífero interno.
- Acuífero externo: constituido por el basamento carbonatado Alpujárride (manto de Gádor). Está limitado al norte por la mencionada falla de *Almerimar – Las Marinas* y se extiende en profundidad hacia el sur más allá de la actual línea de costa.
- El límite superior de ambos acuíferos está determinado localmente por los niveles yesíferos miocenos y con carácter más regional, por las potentes margas basales pliocenas.

Dada la potencia que los materiales alpujárrides pueden alcanzar, superior a los 1200 m, según los datos de un reciente sondeo de investigación realizado por la Consejería de Agricultura, que no alcanzó la base del acuífero, se puede pensar en dominios hidráulicos regionales asociados a las áreas descritas.

Estructuras tectónicas diferentes a las descritas, de orden menor, no deberían alterar el comportamiento hidráulico regional asociado a estos dominios, debiendo buscarse para ciertos comportamientos locales anómalos, caso de existir, otras razones que probablemente no sean de índole estructural.

En base a los resultados obtenidos en este proyecto, sería razonable que los futuros trabajos de investigación se orientaran hacia los siguientes campos:

- Correlación estratigráfica para cada acuífero definido, dentro de su dominio y límites y hasta la base de su sustrato.
- Identificación de los diferentes potenciales hidráulicos existentes en la vertical de cada acuífero, identificando y analizando el comportamiento de los diferentes estratos o paquetes sedimentarios.
- Conexión hidráulica entre los dos acuíferos definidos y su relación con el complejo Alpujarride aflorante.



Fdo./ FERNANDO LOPEZ SOPEÑA  
Licenciado en Ciencias Geológicas  
Responsable de Geología



Fdo./ ENRIQUE ARACIL ÁVILA  
Doctor en Ciencias Geológicas  
Director Técnico del Proyecto

Fdo./ FRANCISCO J. LÓPEZ MENDIETA  
LCG. Especialista en Geología Aplicada  
Director del Proyecto

En Almería, a 26 de Diciembre de 2002.





FIGURA 9.1 ESQUEMA DE LAS LINEAS SÍSMICAS SOBRE LA FOTO AÉREA





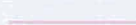


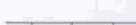





- |                                                                                     |            |                                                                                                       |                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|  | 4          | Línea sísmica AL (2001)                                                                               |                                              |
|  | AT-1       | Línea sísmica AT (1975)                                                                               |                                              |
|  |            | Falla normal principal de gran salto con indicación de bloque hundido (Falla "Almerimar-Las Marinas") |                                              |
|  |            | Falla normal de gran salto con indicación de bloque hundido                                           |                                              |
|  |            | Falla indefinida                                                                                      |                                              |
|  | Anticlinal |                    | Anticlinorio "Guardias Viejas- El Solanillo" |
|  | Sinclinal  |                    | Sinclinal "Balerna-Las Norias"               |

Fig. 9-2; ESTRUCTURA DEL BASAMENTO ALPUJÁRRIDE EN EL CAMPO DE DALÍAS

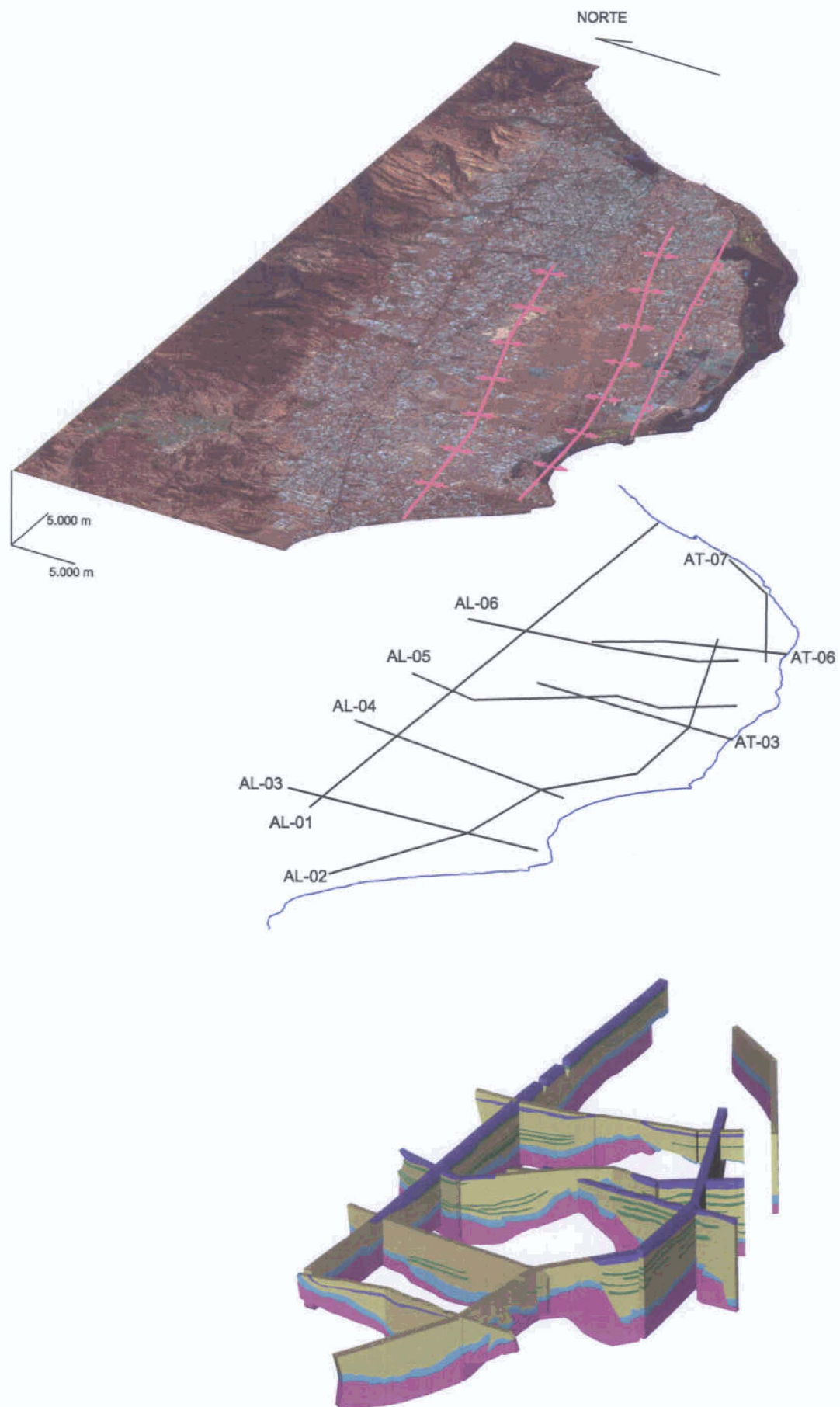


FIGURA 9.3 MODELO TRIDIMENSIONAL DEL SUBSUELO DEL CAMPO DE DALÍAS VISTO DESDE EL SW



## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

### **Permisos y Autorizaciones. Base de datos actualizada**

**(VER TOMO II: ANEXO I)**



## **ANEXO II**

### **Informe de adquisición de datos sísmicos**

**(VER TOMO III: ANEXO II)**

**ANEXO III**

**Informe de procesado secciones sísmicas. Campaña 01AL**



**(VER TOMO IV: ANEXO III)**

**ANEXO IV**

**Informe de procesado secciones sísmicas. Campaña AT**

**(VER TOMO V: ANEXO IV)**



**ANEXO V**  
**Soporte Informático. CD**

**(VER TOMO VI: ANEXO V)**