

PROSPECCION GEOFISICA DE DEPOSITOS DE  
SULFUROS EN EL BORDE SUR, TERCIO CEN-  
TRAL DE LA FAJA PIRITICA HISPANICA.

Madrid, Julio 1983

F. FDEZ. ALONSO

Geólogo y Geofísico

40228

INDICE GENERAL

	<u>Pag<sup>a</sup></u>
1. INTRODUCCION	1
2. AREA ESTUDIADA	2
3. GEOLOGIA	5
3.1 Generalidades	5
3.2 Litoestratigrafia	5
3.2.1 Devónico Superior: Fameniense	5
3.2.2 Complejo Volcánico Sedimentario	6
3.2.2.1 Volcanismo ácido inicial o inferior (V1)	8
3.2.2.2 Pizarras y tufitas con jaspes	8
3.2.2.3 Lavas y tobas básicas espi- líticas	8
3.2.2.4 Pizarras, areniscas y cuarci- tas con nódulos de hierro y manganeso	9
3.2.2.5 Volcanismo ácido segundo o in- termedio (V2)	9
3.2.2.6 Pizarras y tufitas vinosas	9
3.2.2.7 Pizarras y tufitas moradas	10
3.2.2.8 Jaspes manganesíferos	10
3.2.2.9 Volcanismo ácido tercero o superior (V3)	10
3.2.3 Viseiense Superior	11
3.2.4 Rocas intrusivas: Diabasas	12
3.2.5 Terciario	12

	<u>Pág<sup>a</sup></u>
3.2.5.1	12
3.2.5.2	14
3.2.5.3	14
3.3	14
3.4	15
3.5	19
3.5.1	19
3.5.2	20
4.	22
4.1	22
4.2	22
4.3	24
4.3.1	24
4.3.2	24
4.3.3	24
4.3.3.1	24
4.3.3.2	25
4.3.3.3	25
4.3.3.4	25
4.3.3.5	25
5.	26
5.1	26
5.2	28
5.2.1	28
5.2.2	28

	<u>Página</u>	
5.2.3	Control de la deriva	29
	5.2.3.1 Deriva secular	29
	5.2.3.2 Deriva propia del gravímetro	31
5.2.4	Corrección del efecto luni-solar	31
5.2.5	Corrección de deriva	36
5.2.6	Control de las medidas del gravímetro	36
5.2.7	Corrección de relieve	36
5.2.8	Densidades	42
5.2.9	Corrección de latitud	50
5.2.10	Corrección por altitud	50
5.2.11	Cálculo de la Anomalia Bouguer	50
5.2.12	Precisión del levantamiento gravimétrico	52
5.3	Calicatas Eléctricas	55
5.4	Magnetometría	56
5.5	Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.)	56
6.	INTERPRETACION DE LOS DATOS GEOFISICOS	57
6.1	Este de Gibraleón	58
	6.1.1 Perfil 0-A. Anomalia 3E	59
	6.1.2 Perfil 1-A. Anomalia 3E	59
	6.1.3 Perfil 1-B. Anomalia 2E	60
	6.1.4 Perfil 2-A. Anomalia 3E	60
	6.1.5 Perfil 3-A. Anomalia 3E	61
	6.1.6 Perfil 5-A. Anomalia 7E	61
	6.1.7 Perfil 5-B. Anomalia 4E	62
	6.1.8 Perfil 6-A. Anomalia 4E	62
	6.1.9 Perfil 6-B. Anomalia 1E	63

	<u>Página</u>
6.1.10 Perfil 7-A. Anomalia 7E	63
6.1.11 Perfil 7-B. Anomalia 1E	63
6.1.12 Perfil 8-A. Anomalia 5E	64
6.1.13 Perfil 9-A. Anomalia 5E bis	64
6.1.14 Perfil 11-A. Anomalia 5E	64
6.1.15 Perfil 12-A. Anomalia 5E	65
6.1.16 Perfil 18-A. Anomalia 8E	65
6.1.17 Perfil 18-B. Anomalia 6E	65
6.1.18 Perfiles 19-A, 20-A y 20-B	65
6.2 Oeste de Gibraleón	66
6.2.1 Anomalia 1.W	66
6.2.2 Anomalia 2.W	66
6.2.3 Anomalia 3.W	67
6.2.4 Anomalías 4.W y 4.W bis	67
6.2.5 Anomalia 8.W	67
6.3 Espesor del terciario	68
6.4 Interpretación estructural de la Anomalia Bouguer	68
7. CONCLUSIONES	70
8. RECOMENDACIONES	73
9. BIBLIOGRAFIA	74

INDICE DE FIGURAS

	<u>Pág<sup>a</sup></u>
Fig. 1 Síntesis geológica de la Faja Pirítica, con el área investigada	4
2 Deriva secular.- Deriva horaria de los gravímetros 894 y 553. Histograma de frecuencias	32
3 Deriva secular.- Deriva horaria de los gravímetros 894 y 553. Frecuencias acumuladas	33
4 Deriva dinámica propia del gravímetro nº 894 estacionado en punto fijo.	34
5 Deriva dinámica propia del gravímetro nº 553 estacionado en punto fijo	35
6 Zona: Este de Gibraleón.- Control de las mediciones gravimétricas. Histograma de frecuencias	37
7 Zona: Este de Gibraleón.- Control de las mediciones gravimétricas. Frecuencias acumuladas	38
8 Zona: Oeste de Gibraleón.- Control de las mediciones gravimétricas. Histograma de frecuencias	39
9 Zona: Oeste de Gibraleón.- Control de las mediciones gravimétricas. Frecuencias acumuladas	40
10 Area: Gibraleón.- Corrección topográfica próxima.- Estaciones repetidas. Histograma y frecuencias acumuladas	43
11 Area: Gibraleón.- Corrección topográfica media.- Estaciones repetidas. Histograma y frecuencias acumuladas.	44

Fig. 12	Area: Gibraleón.- Corrección topográfica lejana. Método de Neumann.- Estaciones repetidas. Histograma y frecuencias acumuladas	45
13	Area: Gibraleón.- Densidades de pizarras y grauvacas viseienses. Histograma de frecuencias.	49
14	Area: Gibraleón.- Planimetría. Cierres en X e Y. Frecuencias acumuladas	53
15	Area: Gibraleón.- Altimetría. Cierres en Z. Frecuencias acumuladas.	54

ANEXOS

Anexo I

Fichas de las bases gravimétricas

Anexo II

Anomalia de Bouguer. Listado de ordenador.



INDICE DE PLANOS

Plano nº	1	Geología
	2 .	Zonas investigadas y trabajos efectuados
	3	Topografía: Esquema de cierres: Zona Este de Gibraleón
	4	Topografía: Esquema de cierres: Zona Oeste de Gibraleón
	5	Gravimetría: Red de bases
	6	Gravimetría: Deriva secular
	7	Gravimetría: Corrección topográfica
	8	Gravimetría: Anomalia Bouguer
	9	Perfil 0-A, Zona Este. Anomalia 3.E. Gravimetría, resistividades y magnetometría
	10	Perfil 1-A, Zona Este. Anomalia 3.E. Gravimetría, resistividades y magnetometría
	11	Perfil 1-B, Zona Este. Anomalia 2.E. Gravimetría y resistividades
	12	Perfil 2-A, Zona Este. Anomalia 3.E. Gravimetría, resistividades y magnetometría

Plano nº	13	Perfil 3-A, Zona Este. Anomalia 3.E. Gravimetría, resistividades y magnetometría
	14	Perfil 5-A, Zona Este. Anomalia 7.E. Gravimetría y resistividades
	15	Perfil 5-B, Zona Este. Anomalia 4.E. Gravimetría y resistividades
	16	Perfil 6-A, Zona Este. Anomalia 4.E. Gravimetría y resistividades
	17	Perfil 6-B, Zona Este. Anomalia 1.E. Gravimetría y resistividades
	18	Perfil 7-A, Zona Este. Anomalia 7.E. Gravimetría y resistividades
	19	Perfil 7-B, Zona Este. Anomalia 1.E. Gravimetría y resistividades
	20	Perfil 8-A, Zona Este. Anomalia 5.E. Gravimetría y resistividades
	21	Perfil 9-A, Zona Este. Anomalia 5.E bis. Gravimetría y resistividades
	22	Perfil 11-A, Zona Este. Anomalia 5.E. Gravimetría y resistividades
	23	Perfil 12-A, Zona Este. Anomalia 5.E. Gravimetría y resistividades
	24	Perfil 18-A, Zona Este. Anomalia 8.E. Gravimetría y resistividades

Perfil nº	25	Perfil 18-B, Zona Este. Anomalia 6.E. Gravimetría y resistividades
	26	Perfil 19-A, Zona Este. Anomalia 9.E. Gravimetría y resistividades
	27	Perfil 20-A, Zona Este. Anomalia 9.E. Gravimetría y resistividades
	28	Perfil 20-B, Zona Este. Anomalia 6.E. Gravimetría y resistividades
	29	Perfil 29-A, Zona Oeste. Anomalia 8.W. Gravimetría, resistividades y magnetometría
	30	Perfil 29-B, Zona Oeste. Anomalia 3.W. Gravimetría y resistividades
	31	Perfil 29-C, Zona Oeste. Anomalia 1.W. Gravimetría y resistividades
	32	Perfil 30-A, Zona Oeste. Anomalia 1.W. Gravimetría y resistividades
	33	Perfil 31-A, Zona Oeste. Anomalia 8.W. Gravimetría, resistividades y magnetometría
	34	Perfil 32-A, Zona Oeste. Anomalia 8.W. Gravimetría, resistividades y magnetometría
	35	Perfil 32-B, Zona Oeste. Anomalia 2.W. Gravimetría y resistividades
	36	Perfil 33-A, Zona Oeste. Anomalia 4.W. Gravimetría y resistividades

- Plano nº 37 Perfil 35-A, Zona Oeste. Anomalia 4.W bis. Gravitimetría y resistividades
- 38 Isobatas del techo del zócalo
- 39 Isopacas de la cobertera
- 40 Interpretación estructural de la Anomalia de Bouguer

## 1. INTRODUCCION

Por resolución del Instituto Geológico y Minero de España se convocó concurso para la realización de un trabajo de "Prospección geofísica de depósitos de sulfuros en el borde Sur, tercio central de la Faja Pirítica Hispánica", que fue publicado en el B.O.E. número 288 del 2 de Diciembre de 1981.

Previo los trámites oportunos, la Mesa de Contratación del IGME, en reunión del día 4 de Febrero de 1982, acordó adjudicar el referido concurso a THARSIS CONSULT, S.A. (THACSA) comunicándosele a dicha Empresa el 19 de Febrero de 1982.

Con este proyecto el IGME pretende localizar posibles depósitos mássivos de sulfuros con su techo a una profundidad supuesta de 200 metros y con reservas mínimas del orden de 20 millones de toneladas.

Simultáneamente se "ensayará una metodología de investigación de masas de sulfuros profundas" en una zona de la Reserva S.O. recubierta por el Culm e incluso por sedimentos terciarios y cuaternarios.

La necesidad y utilidad del estudio programado está ampliamente justificado por el hecho de que actualmente las mejores posibilidades de encontrar nuevos depósitos de sulfuros poli-metálicos en la Faja Pirítica se dan en las áreas donde el Complejo Volcánico Sedimentario está recubierto por sedimentos posteriores. Cuando dicha formación aflora las investigaciones han sido muy intensas y la minería se practica incluso desde épocas preromanas.

Recientes descubrimientos de importantes mineralizaciones polimetálicas en Portugal confirman la filosofía expuesta.

A tal objeto, según el Pliego de condiciones técnicas del IGME, se efectuaría el levantamiento gravimétrico de una superficie del orden de 250 km<sup>2</sup>, con malla aproximada de 300 x 100 m, y en las zonas anómalas se aplicaría el método eléctrico en la modalidad de calicatas trielectródicas combinadas a dos profundidades. Como mejora THACSA propuso realizar, en parte de dichas zonas anómalas, calicatas eléctricas trielectródicas a otras dos profundidades (con lo que se reconocerían cuatro profundidades); perfiles magnéticos; y en el borde suroriental de la zona sondeos eléctricos verticales para estimar el espesor del terciario.

Sobre todos estos trabajos y las conclusiones prácticas deducidas de la interpretación geológico-geofísica de los datos recogidos en el campo se ocupa el presente informe.

## 2. AREA ESTUDIADA

Inicialmente el área delimitada comprendía parte de las hojas 1:50.000 n<sup>o</sup>s 959 (Calañas); 960 (Valverde del Camino) 981 (Gibraleón) y 982 (La Palma del Condado).

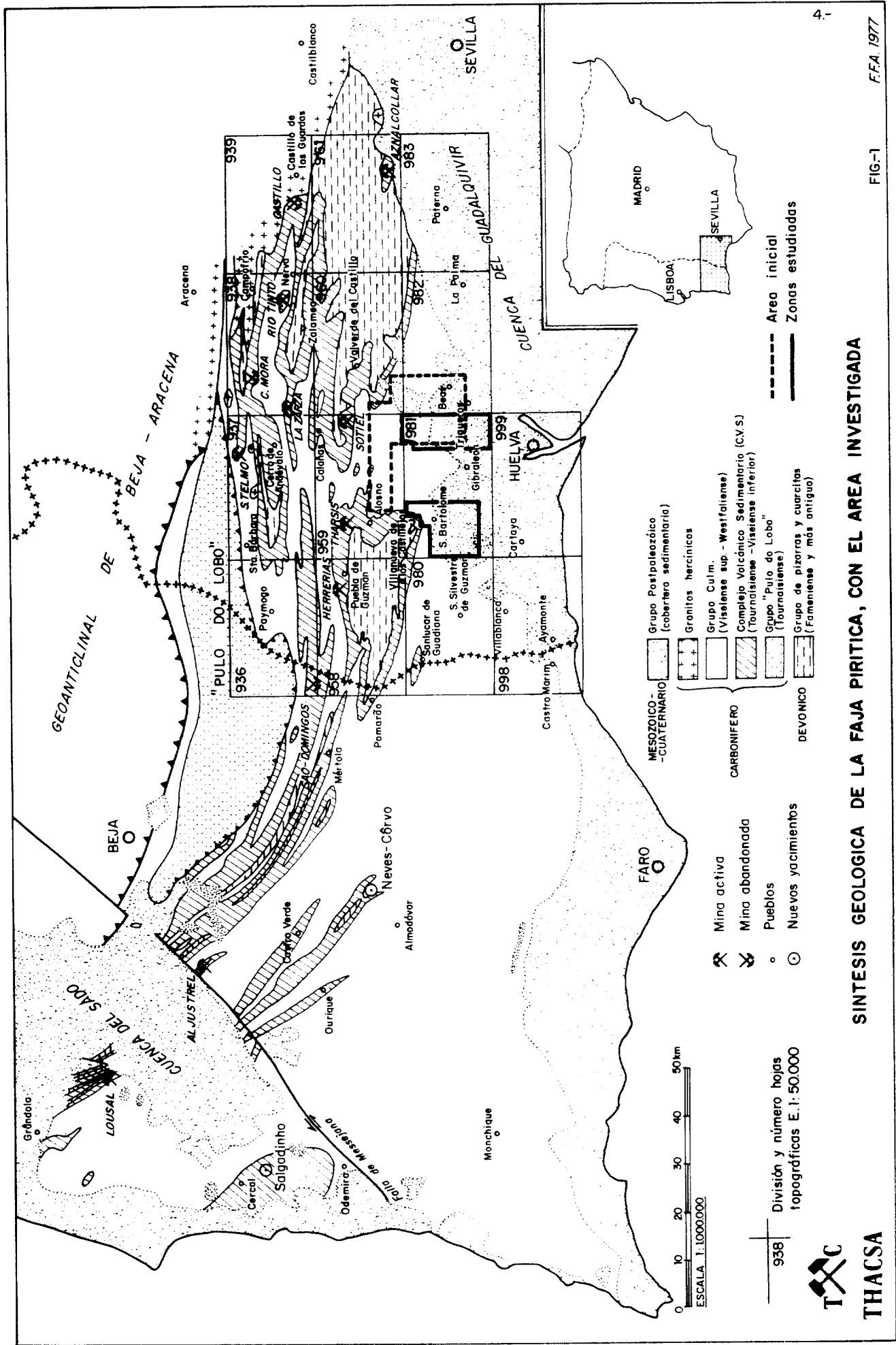
Una vez asignado el concurso, el IGME modificó sus límites circunscribiéndolos prácticamente a la hoja n<sup>o</sup> 981 (Gibraleón), y dividiéndola en dos zonas que denominaremos "Este de Gibraleón" y "Oeste de Gibraleón" por su situación respecto

a dicho municipio. En la fig. 1 se indica el área definida en el proyecto y las zonas finalmente estudiadas.

Geológicamente dichas áreas pertenecen a la zona sur-portuguesa de Lotze y más concretamente a la banda meridional, Faja Pirítica Ibérica, según adaptación del Mapa Tectónico de la Península realizado por Julivert "et al". Dentro de esta unidad ocupa el tercio central de la franja meridional, caracterizada por la presencia de sedimentos terciarios y cuaternarios posttectónicos, que, por el sur, recubren pizarras y grauvacas de finales del Carbonífero Inferior.

Comprende a su vez el sur de la comarca de El Andévalo y el norte de La Campiña, donde destacan la Sierra del Cebollar, con 187 metros de altitud máxima, Sierra de la Calvilla y Sierra Cabello, todas sobre sedimentos terciario-cuaternarios, y la Sierra de Urraca Alonso, en el noroeste de la zona occidental, formada por materiales paleozóicos. Las cotas más bajas aparecen por el sur, con menos de 2 metros en la vega del Río Odiel que discurre de norte a sur entre ambas zonas.

Administrativamente pertenece a la provincia de Huelva y cubre parte de los términos municipales de Beas, Cartaya, Gibráleón, Huelva, San Juan del Puerto, Trigueros y Villanueva de los Castillejos.





### 3. GEOLOGIA

#### 3.1 Generalidades

Se extiende este capítulo a las zonas delimitadas en el apartado anterior y también a la estudiada en el proyecto de 1980: "Prospección geofísica de depósitos de sulfuros en el borde noroeste de la hoja 981, Gibraleón (Huelva)", cuyo levantamiento se incluye aquí para agrupar en un documento todos los trabajos de gravimetría de la comarca.

El plano 1 reproduce el mapa geológico, a escala 1:25.000, que comprende toda la hoja nº 981 (Gibraleón), y en los próximos apartados se analizan las características de los materiales aflorantes, las estructuras que los afectan y las posibilidades mineras de la región en general y en particular de la zona explorada.

#### 3.2 Litoestratigrafía

Por el norte del área afloran materiales paleozóicos representados por tres grupos litológicos que, de muro a techo, se denominan: Grupo P-Q, de edad Devónico Superior; Grupo Complejo Volcano-Sedimentario (C.V.S.), Tournaisiense-Viseiense Medio y Grupo Culm de edad Viseiense Superior. Estos materiales forman el zócalo hercínico de la región recubierto por el sur de sedimentos posttectónicos de la Cuenca del Guadalquivir.

##### 3.2.1 Devónico Superior: Fameniense

En el ángulo noroeste de la zona, afloran pizarras con

intercalaciones de cuarcitas pertenecientes al grupo P-Q de la secuencia litoestratigráfica general. Es la formación más antigua y asoma siempre en los núcleos de las estructuras anticlinales. En este caso forma parte del flanco sur y del cierre periclinal sureste del Anticlinal de Puebla de Guzmán que es una de las principales macroestructura de la región.

Aún cuando aquí no se han encontrado fósiles, por autocorrelación se considera de edad Fameniense en base a dataciones realizadas sobre macrofauna, y, posteriormente, a partir de conodontos. El muro es desconocido por lo que no se puede evaluar el espesor de la unidad.

Las pizarras representan la litología más frecuente y las cuarcitas afloran en capas y lentejones interestratificados en aquellas.

### 3.2.2 Complejo Volcánico Sedimentario

A techo del Devónico Superior y en concordancia con las pizarras y cuarcitas se encuentran rocas volcánicas submarinas, con términos que van desde ácidos a básicos, y un armazón sedimentario constituido principalmente por pizarras, con aportes variables de elementos terrígenos detríticos y componentes biogénicos, químicos y volcánicos. Este complejo grupo stratigráfico imprime carácter a la región y se conoce en la literatura geológica con la denominación de Complejo Volcánico Sedimentario (C.V.S.) y también como V.S.

En líneas generales se trata de un volcanismo fisural explosivo en el que predominan rocas ácidas piroclásticas - tamaño de los clastos entre grueso y fino y textura frecuentemente porfídica -, lavas, brechas y aglomerados. El volcanismo básico se encuentra representado por rocas extrusivas e intrusivas. La ubicación de los focos se supone próxima al actual emplazamiento de piroclastos gruesos y coladas lávicas.

Se caracteriza esta unidad por frecuentes y bruscos cambios de facies, tanto en la horizontal como en la vertical, con numerosas interdigitaciones no solo entre los productos volcánicos sino también entre estos y los sedimentos.

Aflora en el noroeste de la zona y su edad es Tournaisiense-Viseiense Inferior y Medio tanto por posición en la columna litoestratigráfica regional como por correlación litológica.

La potencia del C.V.S. es muy variable de unos puntos a otros de la Faja Firítica. En esta zona se han estimado espesores máximos del orden de 400 m.

Las rocas sedimentarias interdigitadas con los productos volcánicos no solo confirman, junto con estructura "pillow", granoclasificación, etc.... el carácter submarino de las efusiones, sino que permiten diferenciar periodos de actividad volcánica intensa separados por otros de tranquilidad total o parcial, en los que la sedimentación continuó ininterrumpidamente. Esto hace posible una cronología relativa de los episodios volcánicos

válida al menos para la misma unidad estructural siempre que haya continuidad cartográfica. En base a estas consideraciones se estudian a continuación las diferentes formaciones del grupo volcánico-sedimentario.

#### 3.2.2.1 Volcanismo ácido inicial o inferior ( $V_1$ )

La actividad volcánica se inicia con un episodio que comprende tobas gruesas bréichicas, lavas, aglomerados, tobas finas y tufitas, irregularmente distribuidas. Los afloramientos más importantes se encuentran en el cierre periclinal, al este de la carretera de San Bartolomé-Alosno.

El espesor de los materiales de esta formación es superior a 100 metros en algunos puntos mientras que en otros está ausente.

#### 3.2.2.2 Pizarras y tufitas con jaspes

Donde la cuenca no fué invadida por productos de las erupciones volcánicas, continuó la sedimentación que ahora incluye materiales volcánicos finos procedentes de las erupciones próximas. Estos sedimentos dieron origen a una unidad constituida por pizarras, tobas finas y tufitas interestratificadas, con lentejones de jaspes, contemporánea de la formación anterior.

#### 3.2.2.3 Lavas y tobas básicas espilíticas

Finalizada la actividad del episodio ácido o interrumpiendo la sedimentación pelítica, aparecen efusiones

básicas, en forma de pequeñas coladas individualizadas, que estratigráficamente se sitúan a techo del volcanismo inicial.

Los afloramientos más importantes de esta unidad rodean la Sierra de Urraca Alonso.

#### 3.2.2.4 Pizarras, areniscas y cuarcitas con nódulos de hierro y manganeso

Sobre cualquiera de las formaciones precedentes y en concordancia con ellas aparecen pizarras, areniscas y cuarcitas con nódulos de hierro y manganeso.

Las pizarras predominan sobre las restantes litologías.

#### 3.2.2.5 Volcanismo ácido segundo o intermedio ( $V_2$ )

Concordante con las formaciones pizarrosas anteriores, afloran productos piroclásticos correspondientes a un segundo ciclo de actividad volcánica ácida.

Predominan facies finas: tobas de grano fino, tufitas y cineritas.

#### 3.2.2.6 Pizarras y tufitas vinosas

A techo del volcanismo ácido intermedio y en cambio lateral de facies con él, se ha diferenciado una unidad pizarrosa con colores rosados de vino característicos, que dan nombre a la formación.

### 3.2.2.7 Pizarras y tufitas moradas

Concordante con 3.2.2.6 en general y localmente con los materiales del volcanismo intermedio, aparece siempre una capa de pizarras y tufitas o cineritas ferruginosas, con color morado típico aún cuando a veces presentan tonalidades verdosas. Las pizarras moradas constituyen un nivel guía para todo el C.V.S. de gran importancia cartográfica. Su potencia media es de 20-30 m.

### 3.2.2.8 Jaspes manganesíferos

Lentejones de jaspes se encuentran en varias formaciones del C.V.S. No obstante son particularmente abundantes y presentan mayores dimensiones los afloramientos relacionados con el volcanismo ácido intermedio y facies litológicas asociadas.

En esta zona no hay buenos afloramientos pudiendo citarse los jaspes de la Casa del Obispo. Predominan colores rojizos ferruginosos pero también aparecen tonalidades verdosas y grises. Los lentejones tienen dimensiones métricas a decamétricas y frecuentemente son manganesíferos por lo que en algunos casos han sido objeto de explotaciones mineras rudimentarias.

### 3.2.2.9 Volcanismo ácido tercero o superior ( $V_3$ )

Sobre las pizarras moradas, y concordantes con ellas, se depositan productos de una tercera fase volcánica ácida que representa a su vez el techo del Complejo Volcánico Sedimentario.

Este tercer episodio, de gran continuidad lateral en toda la estructura Anticlinal de Puebla de Guzmán, lo constituyen fundamentalmente materiales piroclásticos en facies que van desde tobas bréchicas poligénicas a tobas finas y tufitas bien estratificadas.

### 3.2.3 Viseiense Superior

En concordancia con el Complejo Volcánico Sedimentario se encuentra una monótona secuencia de pizarras y grauvacas, que constituyen el Grupo Culm. Estos sedimentos representan la fase flysch en la evolución del geosinclinal. El contacto con el C.V.S. es normalmente invertido, vertical y localmente fallado.

La sedimentación se inicia con pizarras, muy fosilíferas, cuya potencia varia desde unos 20 metros, al oeste, hasta más de 100 hacia el este, y continua con una serie bien estratificada de pizarras y grauvacas. Las capas en conjunto se caracterizan por poseer contactos planos y paralelos, e individualmente por una superficie inferior neta, que en las grauvacas presentan frecuentes marcas de base ("sole marks"). Por otra parte, las estructuras internas primarias que se observan en las grauvacas son características de cuencas turbidíticas.

Es la formación paleozóica con mayor afloramiento en la zona estudiada con gravimetría. Su espesor, muy difícil de evaluar, parece superar los 500 metros de media.

#### 3.2.4 Rocas intrusivas: Diabasas

Son "stocks" lopolíticos, con contactos oblicuos y verticales a la estructura general, y más frecuentemente, sobre todo en la parte alta de la columna, "sills" a veces concordantes con las estructuras.

Las diabasas atraviesan la columna estratigráfica hasta el muro del volcanismo ácido intermedio y por lo tanto se puede fijar el comienzo de dicho episodio como edad mínima relativa para las intrusiones.

#### 3.2.5 Terciario

En discordancia angular y erosiva sobre el Paleozóico se encuentran sedimentos neogenos con varios tramos atribuidos al Mioceno Superior y al Plioceno.

En conjunto la potencia máxima de los sedimentos terciarios es superior a 100 metros y se extienden por el sur de la zona.

##### 3.2.5.1 Mioceno Superior

Se inicia la sedimentación miocena con una facies transgresiva, caracterizada por la presencia de abundantes y rápidos cambios laterales, tanto en horizontal como en vertical, y con espesor igualmente variable aunque siempre de orden métrico. No se encuentra presente en toda la zona.



Aflora este tramo en San Bartolomé de la Torre, representado por calizas débilmente arenosas muy ricas en hierro, con macrofauna de grandes ostridos, y unos 6 m de espesor.

Por su contenido microfaunístico se ha datado como Tortoniense Superior-Andaluciense Inferior.

En concordancia con la facies transgresiva se deposita una serie constituida esencialmente por margas de color azulado cuando frescas, que hacia el techo del paquete se cargan progresivamente de limo. Cuando la facies transgresiva no se encuentra presente las margas azules son discordantes sobre el Viseiense Superior.

La potencia de las margas azules puede alcanzar 60-80 m y su edad, determinada a partir del contenido faunístico, es Andaluciense.

En la margen derecha del Rio Odiel afloran limos y limos arenosos de color verde amarillentos, en alternancia con capas finas de areniscas calcáreas y calizas arenosas. Su edad, por dataciones micro y macrofaunística, es Mioceno Superior (Andaluciense) en tránsito probable hacia el Plioceno.

En los alrededores de San Bartolomé de la Torre, concordante sobre las calizas transgresivas, se encuentra un tramo de margas, limos arenosos, arenas grises y lentejones carbonatados con intercalaciones de areniscas ferruginosas. En conjunto este tramo tiene potencia métrica y por su posición estratigráfica correspondería a la facies compresiva del Andaluciense.

### 3.2.5.2 Plioceno

Los sedimentos pliocenos afloran solo en la zona oeste de Gibralforte y comprenden margas, limos y arenas en la base que pasan a arenas y gravas hacia el techo de la unidad, en tránsito ya al Cuaternario.

### 3.2.5.3 Cuaternario

Comprende fundamentalmente arenas con gravas, conglomerados más o menos cementados, y areniscas ferruginosas.

## 3.3 Tectónica

Las rocas paleozóicas fueron intensamente afectadas por la Orogenia Hercínica y presentan diferente grado de deformación según su competencia y nivel estructural.

La opinión más generalizada, que coincide con lo observado en esta zona, es que existen tres etapas de plegamiento y una última de fracturación.

- Primera fase de plegamiento: Es la principal para todo el cinturón pirítico y origina los grandes anticlinorios y sinclinorios que describen un arco de concavidad nor-oriental y dirección NNO-SSE en Portugal a ONO-ESE en Huelva y Sevilla. En el área investigada estas estructuras tienen dirección N90-120E. Se trata de un plegamiento intenso, con anticlinales volcados hacia el sur y suroeste, acompañado de una esquistosidad  $S_1$  de plano axial muy penetrativa, con buzamiento N o NE según la transversal, que en los niveles pelíticos de la pila sedimentaria enmascara la estratificación  $S_0$ .

- Segunda fase de plegamiento: Durante esta etapa se desarrollan pliegues de gran radio con dirección N-S ó NE-SO, prácticamente perpendiculares a los de la fase principal, que localmente van acompañados por una esquistosidad  $S_2$  menos penetrativa que  $S_1$ .
- Tercera fase de plegamiento: Etapa tardía que produce pequeños pliegues angulares en V o "kind folds", coaxiales con los de la fase principal, que solo se manifiestan en la esquistosidad  $S_3$  subhorizontal.
- Cuarta fase de fracturación: Como etapa póstuma de la Orogenia Hercínica aparecen fallas conjugadas, con predominio de la familia de dirección aproximada NE-SO y NO-SE que a veces origina saltos importantes. Con menos frecuencia se encuentran también fallas N-S.

La Orogenia Alpina actúa en esta región en varias etapas "rejuveneciendo" fallas tardihercínicas y acentuando la compartimentación en bloques del zócalo con saltos que pueden alcanzar los 200 metros, según estimaciones realizadas más al sur. La cobertera terciario-cuaternaria de la mitad meridional de la zona se ha deformado adaptándose a los bloques definiendo así una tectónica típica de zócalo y cobertera.

### 3.4 Historia geológica

La Faja Pirítica representa la parte central de un geosinclinal Devónico-Carbonífero situado al sur del geoanticlinal Beja-Aracena, constituido por rocas de edad Precámbr-

co-Paleozóico Inferior, que se considera el área fuente de los materiales detríticos depositados en dicho geosinclinal.

Los sedimentos más antiguos pertenecen al Devónico, que en la zona estudiada, forman parte del núcleo del Anticlinal de Puebla de Guzmán, y afloran en el ángulo noroccidental de la Hoja.

Aún cuando no hay coincidencia de opiniones sobre este punto, parece que los sedimentos pelíticos y arenosos devónicos se depositaron en un mar poco profundo, con subsidencia lenta y continuada, donde existía equilibrio entre sedimentación y hundimiento. Apoya esta hipótesis las estructuras sedimentarias observadas en las cuarcitas y la presencia de niveles carbonatados lenticulares de facies nerítica profunda (presencia de algas y foraminíferos bentónicos).

En el tránsito del Devónico al Carbonífero, sin variar sensiblemente las condiciones de sedimentación, desde el Tournaisiense al Viseiense Inferior se produjo una etapa de inestabilidad cortical y se originan fracturas acompañadas de emisiones volcánicas submarinas, según confirman la presencia de "pillow-lavas" y los niveles de pizarras entrecoladas. Las efusiones están representadas por lavas y piroclastos.

El volcanismo a escala regional se desarrolla en cuatro ciclos o episodios superpuestos, separados por periodos de tranquilidad total o relativa, que son de muro a techo:

Volcanismo ácido inicial (V1)

Volcanismo básico

Volcanismo ácido intermedio (V2)

Volcanismo ácido superior (V3)

Los productos volcánicos son lavas, ácidas y básicas, y sus correspondientes piroclastos que en las efusiones ácidas son los más abundantes. Esta es la secuencia volcano-sedimentaria más completa, y se encuentra perfectamente representada en la zona estudiada. Localmente pueden faltar alguno de estos episodios, con frecuencia los más antiguos, o tener una representación cartográfica muy reducida.

Entre el Devónico y el volcanismo ácido intermedio se instalan intrusiones básicas formando "stocks lopolíticos" y "sills" de composición diabásica albítica.

Finalizada la actividad volcánica se inicia un progresivo hundimiento de la cuenca y la deposición, durante el Visiense Superior, de un horizonte pizarroso en la base, seguido de una serie turbidítica de pizarras y grauvacas que representa la fase flysch en la evolución del geosinclinal. La presencia de clastos volcánicos en las grauvacas implica la emersión y erosión de una parte al menos de los materiales del C.V.S.

Durante el Carbonífero Superior tienen lugar los movimientos hercínicos principales que originan pliegues tumbados con vergencia sur, de dirección ONO-ESE, y una esquistosidad longitudinal de plano axial muy penetrativa. Esta etapa de deformación, probablemente la Astúrica, es la fase orogénica principal e imprime el estilo tectónico dominante

en la región. Con posterioridad esta misma fase origina pliegues ortogonales a los anteriores, de gran radio, escasos en número y acompañados de una esquistosidad poco penetrativa.

Movimientos hercínicos tardíos intracarboníferos plegaron la esquistosidad  $S_1$ , dando pliegues en V o "kind folds", originaron la red de fallas que afecta a toda la comarca y finalmente emergieron la región que quedó sometida como país rígido a erosión.

En el Tortonense Superior una transgresión marina invade esta parte de la Faja Pirítica y se depositan conglomerados, areniscas y calizas de facies típicamente litorales. Un progresivo aumento en la subsidencia origina depósitos de mayor profundidad, margas azules, con abundante microfauna pelágica y bentónica que hacia techo disminuye y simultáneamente se enriquece en macrofauna y aumenta la proporción de terrígenos de tamaño limo-arena fina que marcan el inicio del periodo regresivo. Los movimientos epirogenéticos reactivaron las fracturas hercínicas, en especial las de dirección NNE-SSO y NNO-SSE, que dejaron el bloque oriental, margen izquierda del Rio Odiel, emergido y en él los depósitos marinos acabaron con la regresión finimiocena, en tanto que el bloque occidental, margen derecha del Rio Odiel, quedó como fosa invadida por el mar y aquí los depósitos marinos continuaron hasta el Plioceno en lenta regresión progresiva y de forma escalonada, debido a las distintas subcuencas originadas por las fallas de dirección NNO-SSE.

Con posterioridad, el mar se retira y el bloque occidental sufre un periodo erosivo, no muy pronunciado, y de nuevo,

entra en subsidencia instaurándose un régimen fluviomarino con aportes terrígenos masivos, arenas basales, que colmatan la cuenca de forma progresiva pasando paulatinamente a un régimen continental, de abanicos aluviales.

### 3.5 Metalogenia

La faja o Cinturón Pirítico Ibérico que se extiende desde Sevilla, en España, hasta el Océano Atlántico, en Portugal, es una de las más importantes provincias metalogénicas de Europa.

El potencial minero de esta región se estima superior a mil millones de toneladas de sulfuros con leyes medias de 44-48% de S; 39-44% de Fe; 2-6% de Cu + Pb + Zn; 0,3-0,5% de As; 0,2-1,5 g/t de Au y 5-40 g/t de Ag. Se admite que unos 250 millones se han extraído, 600 millones son reservas seguras y el resto constituye mineral probable.

Aún cuando nuestro objetivo son las masas de sulfuros polimetálicos hay también mineralizaciones de manganeso y filones hidrotermales de calcopirita, plomo, estibina y barita, menos importantes.

#### 3.5.1 Yacimientos de sulfuros

Aunque se citan hasta 34 especies de minerales metálicos primarios, la mena comprende: pirita (60 al 90% del total), calcopirita, galena, esfalerita, arsenopirita, pirrotina y cinabrio, que justifican sobradamente el carácter polimetálico y complejo de estos depósitos. La ganga son carbonatos (0-25%) y silicatos (5-15%).

Desde comienzos de la década de los años 60, se admite que los yacimientos de sulfuros de la Faja Pirítica son singenéticos y que se han formado por procesos exhalativos sedimentarios. El carácter singenético y sedimentario se pone de manifiesto por la relación de los depósitos con ciertos niveles de la columna estratigráfica; por la concordancia entre estos y la roca caja; por la lenta transición, en algunos casos, entre esta y aquellos y por las estructuras sedimentarias observadas en las mineralizaciones masivas, principalmente estratificación gradada. El origen exhalativo se confirma por la estrecha asociación entre los yacimientos y los episodios efusivos ácidos iniciales del Complejo Volcánico Sedimentario.

Morfológicamente los depósitos masivos son generalmente lenticulares, con longitudes extremas de 50 a 2.900 m; potencia entre 3 y 100 metros; tercera dimensión casi siempre superior a 150 metros y tamaño entre 1 y 50 millones de toneladas.

Los procesos de meteorización durante el secundario y el terciario originaron "gossan" o monteras de hierro (hematites, gohetita y limonita principalmente), y en la zona de cementación enriquecimiento secundario de oro, plata y cobre, objeto de explotación desde tiempos prehistóricos por tartesos, fenicios y romanos.

### 3.5.2 Bases para la localización de depósitos de sulfuros

Las monteras de hierro fueron los indicios que permitió llegar al mineral en épocas pasadas. Actualmente los afloramientos de gossan se encuentran reconocidos con



labores mecánicas y en la investigación de nuevas masas se utilizan técnicas geofísicas y geoquímicas. Los métodos geofísicos más indicados son eléctricos s.l. y gravimétricos, que miden dos propiedades físicas características de los sulfuros masivos: buena conductividad eléctrica y elevada densidad. Ambos métodos son complementarios y para establecer la naturaleza "metálica" o "sin metal" (litológica) de una anomalía de cualquiera de estos métodos es necesario probar la respuesta con el otro.

Desde 1960 en todos los descubrimientos de nuevas masas los métodos geofísicos han desempeñado un importante papel y este trabajo se realiza en base a dichos resultados prácticos.

No se conocen depósitos de sulfuros polimetálicos en la zona explorada, no obstante sus posibilidades potenciales son muy elevadas tanto en el noroeste (investigación de 1980) donde el volcanismo ácido V1 coincide estratigráficamente con la formación que controla los depósitos de Tharsis, tan solo 10 km más al norte, como en las zonas incluidas en el proyecto que ahora nos ocupa situadas en la prolongación oriental de la estructura volcanosedimentaria que alberga los importantes depósitos de Neves-Corvo (Portugal) también ocultos por pizarras y grauvacas del Grupo Culm.

#### 4. MEDIOS EMPLEADOS Y TRABAJO EFECTUADO

##### 4.1 Duración

La campaña geofísica de campo comenzó en Marzo de 1982 y finalizó en Mayo de 1983.

##### 4.2 Equipo humano

Han colaborado en este trabajo los siguientes técnicos de THACSA.

- Jefe de Equipo:

Florencio Fernández Alonso. Geólogo y Geofísico responsable de la coordinación general, de la interpretación de los datos geofísicos y de la redacción de este informe.

- Gravimetría:

Angel Pellico Alonso. Geólogo, responsable de la coordinación de los trabajos de campo y observador de gravímetro.

Martin Carballo Guisado. Geofísico. Observador de gravímetro.

- Topografía:

José Luis Pellico Alonso. Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Coordinador de los trabajos topográficos, tanto en campo como en gabinete.

Francisco Pérez del Cerro. Ingeniero Técnico Topógrafo. Trabajo de campo.

José Sanchez Martinez. Ingeniero Técnico de Minas. Trabajo de campo.

Ana Tapia Gómez. Ingeniero Técnico Topógrafo. Responsable de los cálculos de topografía.

Salvador Vilas Vilches. Ingeniero Técnico de Minas. Trabajo de campo.

- Resistividades:

Martin A. Carballo Guisado. Geofísico. Operador de campo y calculista.

Victor González Irigoyen. Geólogo. Operador de campo y calculista.

José Sanchez Martinez. Ingeniero Técnico de Minas. Ayudante operador de campo.

Salvador Vilas Vilches. Ingeniero Técnico de Minas. Ayudante operador de campo.

- Magnetometría:

Victor González Irigoyen. Geólogo. Operador de campo y calculista.

- Peones: Nueve

- Supervisión IGME:

La supervisión de los trabajos por parte del Instituto Geológico y Minero de España fué realizada por los siguientes técnicos:

Manuel Peris Junco. Ingeniero de Minas. Autor del proyecto.

Ceferino Avilero. Ingeniero Técnico de Minas.

#### 4.3 Medios materiales

##### 4.3.1 Oficina de campo

Se montó una oficina en Gibraleón (Huelva), c/Queipo de Llano, 27.

##### 4.3.2 Vehículos

Dos CITROEN 2CV

Dos CITROEN DYAN 6

Un LAND-ROVER

##### 4.3.3 Instrumentos

###### 4.3.3.1 Topografía

1 Distanciómetro

1 Taquímetro NIKON

1 Taquímetro WILD T-1A

1 Taquímetro WILD T-0

1 Taquímetro KERN

1 Nivel NIKON

Prismas, miras, jalones, brújulas, niveles, zócalos, radioteléfonos, etc...

#### 4.3.3.2 Gravimetría

Gravímetro Worden Prospector nº 894

Gravímetro Worden Master nº 553

#### 4.3.3.3 Resistividades

Equipo GEOTRON de corriente continua.

#### 4.3.3.4 Magnetometría

Magnetómetro SCINTREX de protones MP-2.

#### 4.3.3.5 Densidades

Balanza hidrostática COBOS.

En el plano nº 2 se indican las zonas investigadas, con los perfiles gravimétricos, de resistividades y magnéticos, además de los Sondeos Eléctricos Verticales. También se indican las canteras donde se tomaron las muestras para densidades.

## 5. METODOLOGIA, CALCULOS Y CORRECCIONES

### 5.1 Topografía

El estaquillado se realizó con brújula siguiendo itinerarios de ida y vuelta por dos perfiles paralelos. Las distancias entre estaquillas y perfiles se midieron con topofil y cuerdas calibradas. Las condiciones topográficas y la vegetación (eucaliptos principalmente), o ambos factores, impedían la visión directa más allá de los primeros decámetros en la mayor parte de los perfiles, dificultando notablemente el trabajo y obligando a promediar estaciones en los entronques con el anillo precedente en función de la numeración de llegada. En otros puntos, cultivos próximos a recolectar originaban lagunas que fué preciso rellenar posteriormente. En el plano 2 se muestran los perfiles y estaciones resultantes de esta metodología de trabajo.

Finalmente, para facilitar la localización de las estaciones a los equipos de medida (topográficos y gravimétricos) se señalaban los itinerarios con cintas de colores que destacaran sobre el fondo verde.

Inicialmente se utilizó el distanciómetro para efectuar el levantamiento planimétrico y altimétrico de las estaciones implantadas. Después de mes y medio de trabajo fué necesario abandonar esta metodología por el bajo rendimiento alcanzado debido a la incidencia de la topografía y principalmente de las plantaciones de eucaliptos que interceptaban la emisión y/o recepción de la señal obligando a continuos cambios del equipo para realizar un levantamiento continuado. Se pasó por esto a la topografía tradicional utilizándose

taquímetros como instrumentos de medida y empleándose el método geométrico con estaciones alternas y emplazamientos externos al perfil, reservando el distanciómetro para algunos problemas muy específicos. El itinerario de cada anillo puede ser hasta un 20% más largo que el delimitado por los perfiles. La planimetría se relacionó con la red de vértices topográficos R.E. 50 del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en coordenadas U.T.M. y la altimetría con señales de Nivelación de Alta Precisión (NAP) implantadas igualmente por el I.G.N. Para el "Oeste de Gibraleón" la planimetría se apoyó en el vértice Cebollar ( $X = 669.000,12$ ,  $Y = 4.138.421,37$ ) y las altitudes se llevaron con nivel desde la NAP 512 con 37,577 m de altura, situada en la estación de Tharsis del ferrocarril Huelva-Ayamonte.

Para el área Este de Gibraleón se utilizaron los vértices de la R.E. 50 Majal Alto ( $X = 683504,15$ ,  $Y = 4.145.990,53$ ) y Cabezo Hierro ( $X = 687.270,49$ ,  $Y = 4.152.672,96$ ) y las altitudes se llevaron desde la NAP 49 situada en la estación de Gibraleón (cota 23,522 m).

Los planos 3 y 4 muestran el esquema de cierres planimétricos y altimétricos para las áreas Este de Gibraleón y Oeste de Gibraleón respectivamente.

Los errores de cierre han sido compensados entre las estaciones según la metodología al uso en topografía por lo que en este sentido las coordenadas de cada estación vienen dadas con un valor exacto.

## 5.2 Gravimetría

### 5.2.1 Verificación de gravímetros

Antes de comenzar el trabajo el 11 de Marzo de 1982 se calibró el gravímetro nº 894 en las bases de Roblegordo y Gandullas de la línea de calibración Santander-Málaga, establecida por la Sección de Gravimetría del Instituto Geográfico Nacional, cuya diferencia es de 45,23 mgal. La constante deducida de este calibrado es 0.1070 mgal/división de escala.

Ya en la zona de trabajo se estableció una línea de calibrado local entre Puebla de Guzmán, Base B.4 del IGME, y la ermita Virgen de la Peña, base V.P de THACSA con desnivel gravimétrico de 47,59 mgales. En esta línea de calibrado se controlaron las constantes de los gravímetros cada dos meses confirmándose que se mantiene el valor deducido para el gravímetro nº 894 en la línea Roblegordo - Gandullas y deduciéndose el valor 0.1018 mgal/división de escala para el gravímetro nº 553.

En el Anexo nº 1 se adjuntan las fichas de las bases gravimétricas de ambas líneas de calibrado.

### 5.2.2 Red de bases

Se han establecido 34 bases gravimétricas de las cuales 12 pertenecen a la zona "Este de Gibraleón", denominadas T.1 a T.12, y 22 al "Oeste de Gibraleón" que se han denominado SB.1 a SB.23, no existe la SB.9. Todas estas bases



están referidas a la B.3 establecida por el IGME en 1978 que está enlazada con la estación Huelva B perteneciente a la Red Gravimétrica Fundamental del Instituto Geográfico Nacional de 1973, situada "en la segunda meseta de la escalinata cubierta de acceso al Palacio de Justicia, sito en el nº 28 de la Alameda Sundheim y en la parte izquierda según se entra" cuyo valor es 979.970,41 mgal.

En el plano nº 5 se reproduce la situación de las bases, los polígonos definidos, los errores de cierres obtenidos y su compensación. En todos los casos la unión entre bases se realizó con dos itinerarios de ida y vuelta y en cada estación se efectuaron siempre dos lecturas espaciadas unos tres minutos. Los valores absolutos de cada base se indican en el referido plano nº 5 y se reproducen en el siguiente cuadro.

En el Anexo nº 1 se incluyen las fichas de cada base, con una descripción de su emplazamiento y señalización, acompañado de un croquis y fotografía con su situación, coordenadas X, Y, Z, y valor de la gravedad.

### 5.2.3 Control de la deriva

#### 5.2.3.1 Deriva secular

Al principio y al final de cada jornada de trabajo se midió un punto fijo situado en el patio de la oficina de Gibraleón con el fin de establecer la deriva secular y horaria de cada gravímetro.

CUADRO I

B.3	979.968,78 mGal	SB.5	979.963,65 mGal
T.1	979.980,51 "	SB.6	979.960,91 "
T.2	979.974,54 "	SB.7	979.962,44 "
T.3	979.976,79 "	SB.8	979.966,27 "
T.4	979.980,42 "	SB.10	979.967,83 "
T.5	979.978,90 "	SB.11	979.966,06 "
T.6	979.973,99 "	SB.12	979.962,53 "
T.7	979.973,71 "	SB.13	979.962,14 "
T.8	979.970,85 "	SB.14	979.963,87 "
T.9	979.967,85 "	SB.15	979.975,24 "
T.10	979.967,56 "	SB.16	979.966,57 "
T.11	979.959,48 "	SB.17	979.975,39 "
T.12	979.963,66 "	SB.18	979.971,83 "
SB.1	979.961,30 "	SB.19	979.974,16 "
SB.2	979.972,27 "	SB.20	979.967,02 "
SB.3	979.972,00 "	SB.21	979.969,85 "
SB.4	979.965,38 "	SB.22	979.971,09 "
		SB.23	979.976,85 "

En el plano nº 6 se representan las mediciones realizadas con uno y otro gravímetro indicando la deriva de trabajo diaria y la media horaria. En las figuras 2 y 3 se reproducen respectivamente los histogramas de frecuencia y los gráficos acumulados de la deriva horaria de uno y otro instrumento. El gravímetro nº 894, con 2,2 cmgal de mediana, tiene menor deriva horaria que el nº 553 que alcanza 5,5 cmgal para la mediana. La misma proporción se observa en la deriva secular.

Se repitieron los programas cuya deriva horaria resultó muy alta.

#### 5.2.3.2 Deriva propia del gravímetro

Cada dos meses se evaluaba la deriva dinámica propia de cada gravímetro estacionado en punto fijo durante un periodo no inferior a seis horas.

En las figuras 4 y 5 se reproducen los gráficos del día 21 de Mayo para el gravímetro nº 894 y del día 15 de Noviembre para el gravímetro nº 553. En ambos casos se indican los valores de la deriva total durante el periodo medido, deriva media horaria y deriva máxima en una hora.

#### 5.2.4 Corrección del efecto luni-solar

Las mediciones de la gravedad han sido corregidas del efecto luni-solar o de marea con apreciación hasta la centésima de miligal.

DERIVA SECULAR  
 DERIVA HORARIA DE LOS GRAVIMETROS 894 Y 553  
 HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS

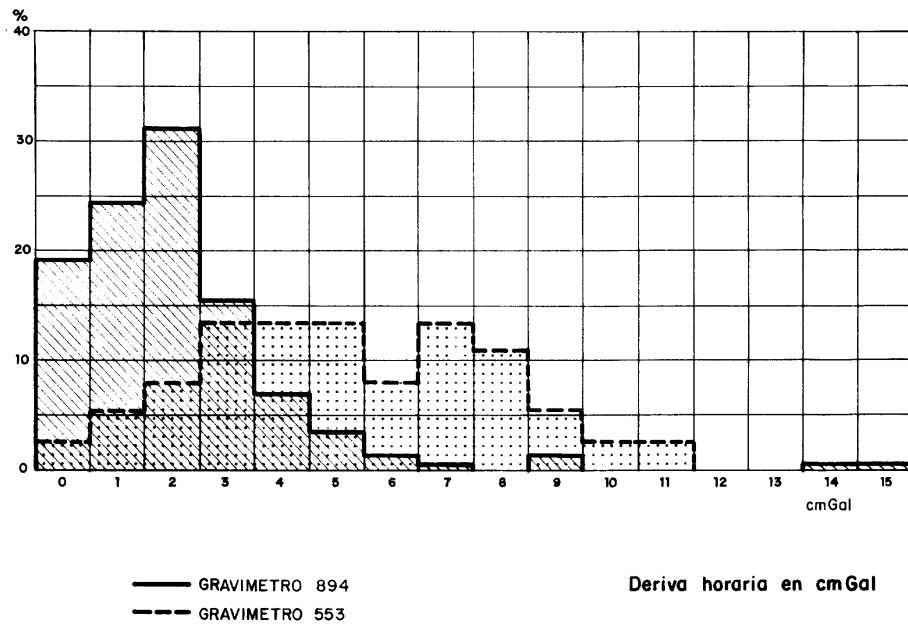


FIG- 2

DERIVA SECULAR

DERIVA HORARIA ——— { GRAVIMETRO 894 ( Periodo 2.4.82 a 12.11.82 = 225 días)  
GRAVIMETRO 553 ( Periodo 17.8.82 a 9.11.82 = 85 días)

FRECUENCIAS ACUMULADAS

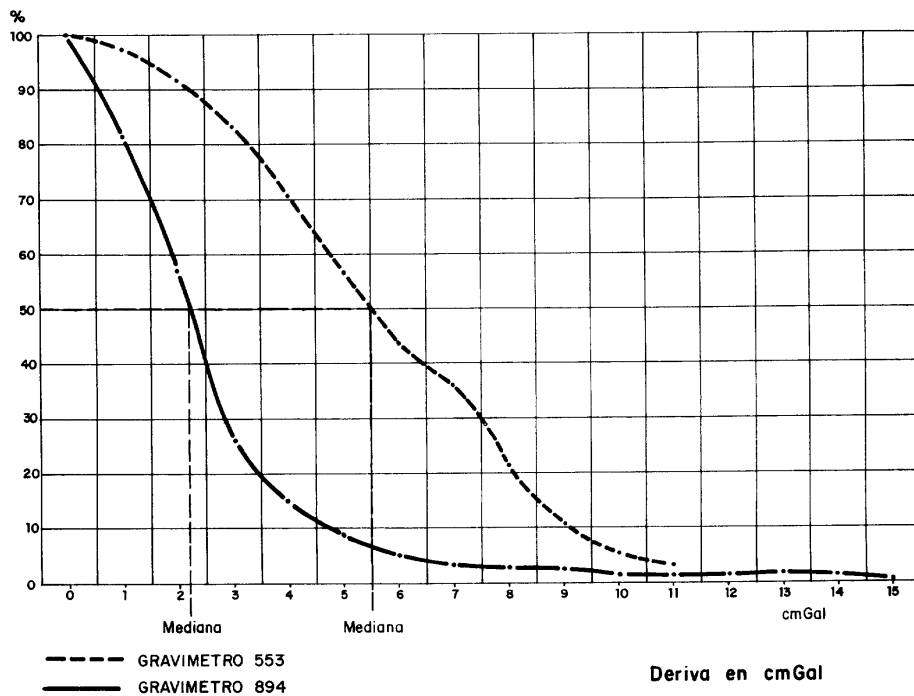


FIG.- 3

DERIVA DINAMICA DEL GRAVIMETRO WORDEN Nº 894  
ESTACIONADO EN PUNTO FIJO. 21 MAYO 1982

DERIVA TOTAL : 0.10 mGal  
DERIVA MEDIA : 0.016 mGal/hora  
DERIVA MAXIMA HORARIA : 0.03 mGal

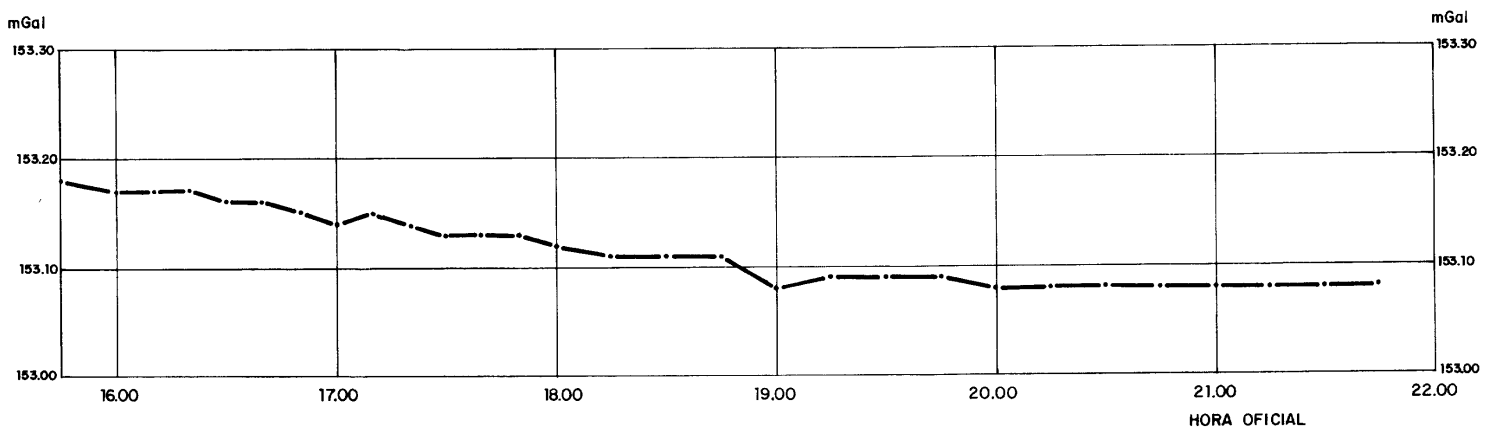


FIG.- 4

**DERIVA DINAMICA DEL GRAVIMETRO WORDEN Nº 553  
ESTACIONADO EN PUNTO FIJO. 15 NOVIEMBRE 1982**

DERIVA TOTAL : 0.17 mGal  
DERIVA MEDIA : 0.028 mGal / hora  
DERIVA MAXIMA HORARIA: 0.096 mGal

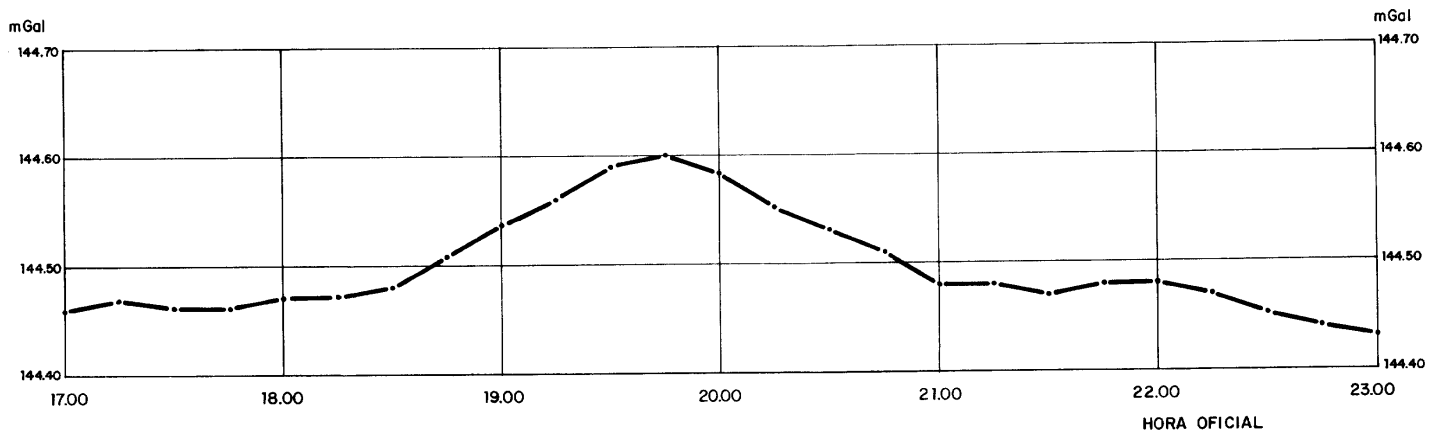


FIG.- 5

#### 5.2.5 Corrección de deriva

Todas las estaciones han sido corregidas del efecto de deriva instrumental para lo que se media una base a intervalos inferiores a dos horas por lo general. Con el gravímetro nº 894 se alargó algunas veces este periodo debido a que los resultados de la deriva propia del gravímetro autorizaban periodos más largos por su pequeña variación.

#### 5.2.6 Control de las medidas del gravímetro

Se han repetido 988 estaciones (11,6%) con el fin de controlar la calidad de las medidas gravimétricas.

En las figuras 6, 7, 8 y 9 se reproducen los gráficos estadísticos de las estaciones repetidas en una y otra zona en forma de "histograma de frecuencias" y de "frecuencias acumuladas".

La mediana de las diferencias observadas es de 3,8 cmgal en la zona Este y 4,0 cmgal en la Oeste. El error cuadrático medio para ambas zonas es de  $\pm 0.04075$  mgal.

#### 5.2.7 Corrección de relieve

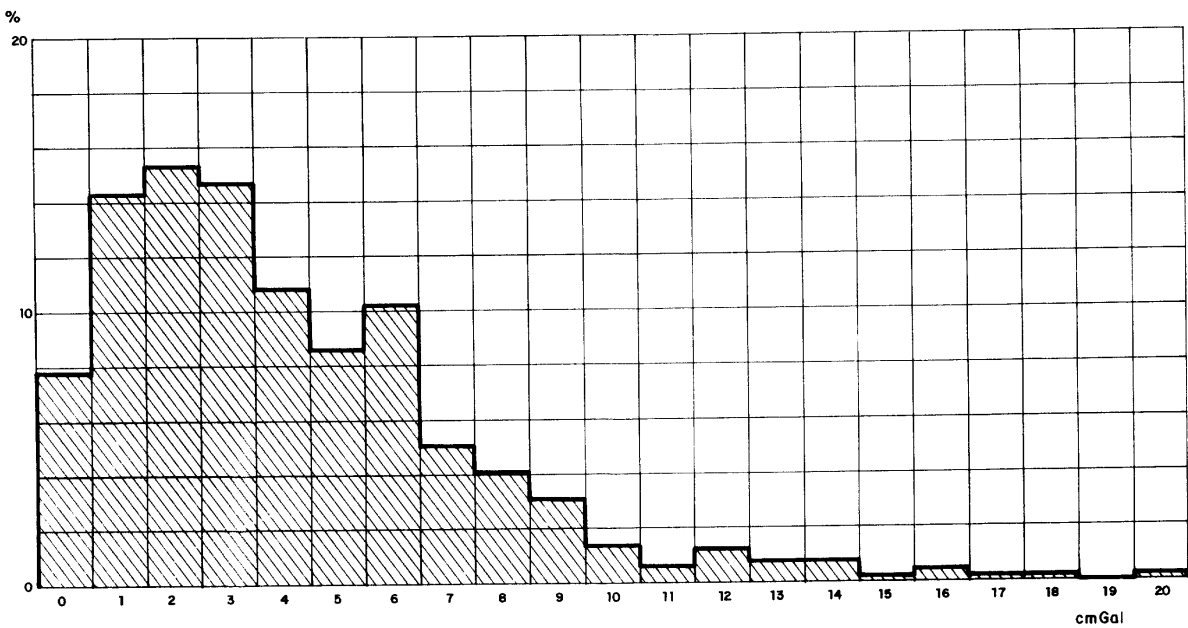
Se calculó el efecto del relieve siguiendo el método de Hammer de acuerdo con la siguiente sistemática:

- Corrección topográfica próxima:

Zonas B, C y D: Se calculan directamente en el campo todas las estaciones.

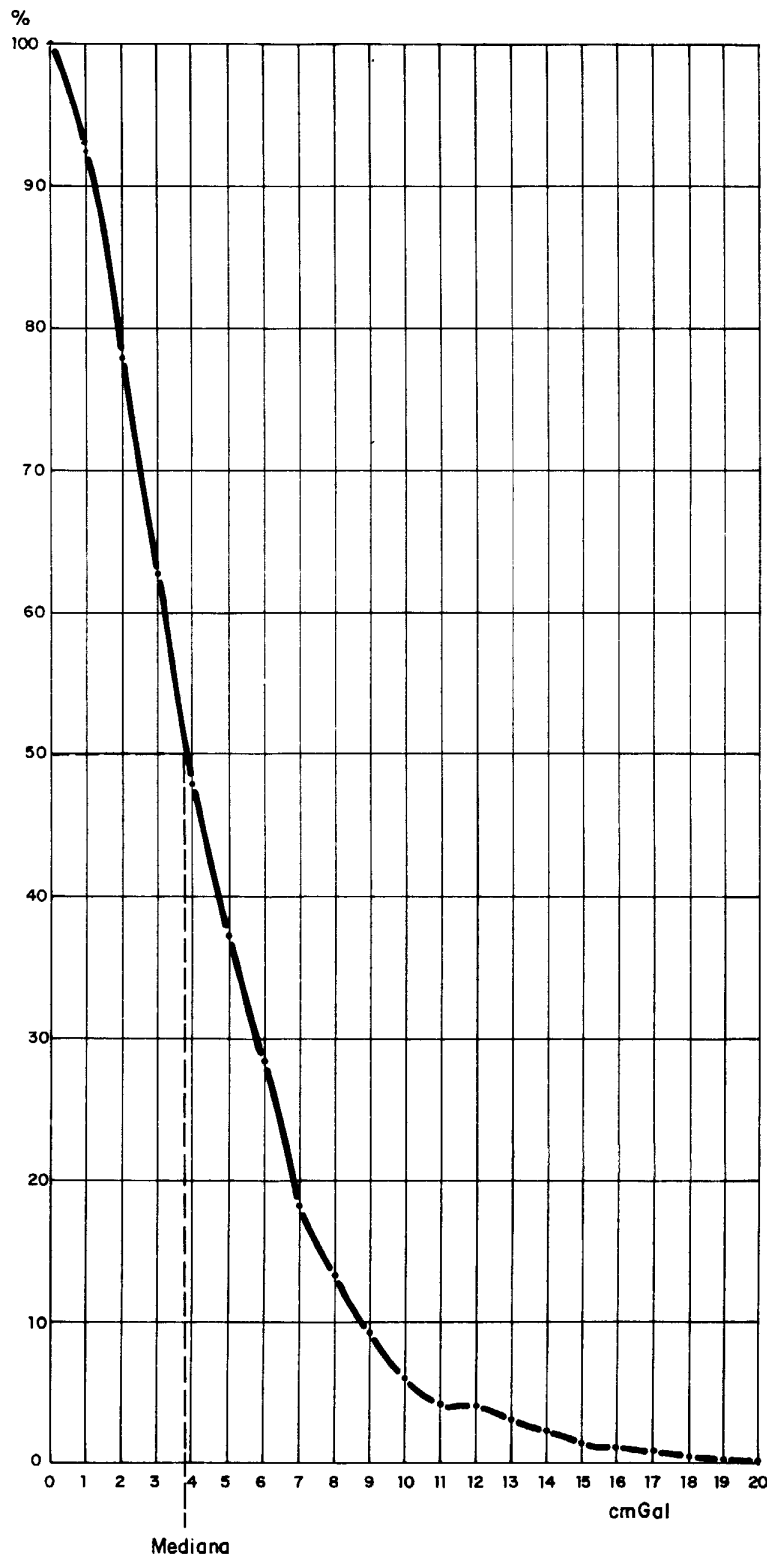


ZONA: ESTE DE GIBRALEON  
CONTROL DE LAS MEDICIONES GRAVIMETRICAS



HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

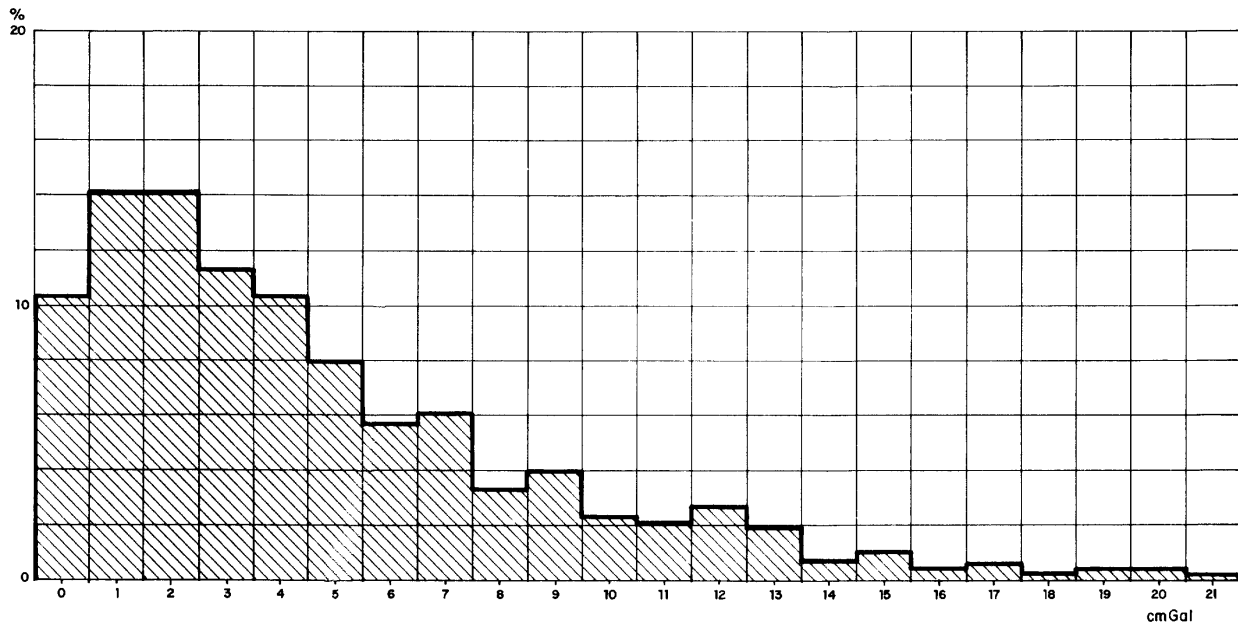
ZONA : ESTE DE GIBRALEON  
CONTROL DE LAS MEDICIONES GRAVIMETRICAS



FRECUENCIAS ACUMULADAS

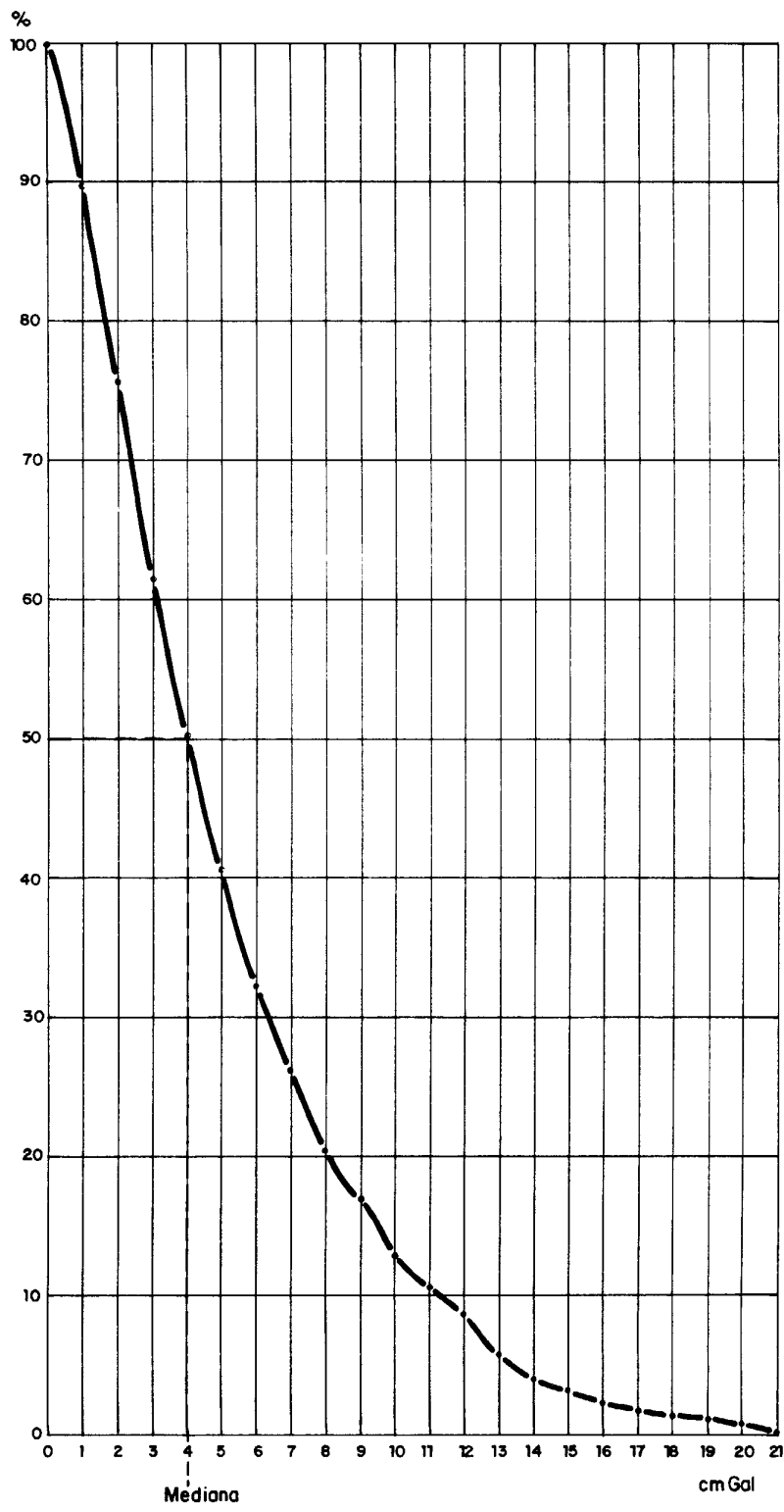
FIG- 7

ZONA : OESTE DE GIBRALEON  
CONTROL DE LAS MEDICIONES GRAVIMETRICAS



HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ZONA : OESTE DE GIBRALEON  
CONTROL DE LAS MEDICIONES GRAVIMETRICAS



FRECUENCIAS ACUMULADAS

FIG.- 9

- Corrección topográfica media:

Zonas E, F, G, H e I: Todas las estaciones a partir de planos topográficos 1:25.000 con curvas de nivel cada 10 metros. Se calculó la cota media de cada compartimento en una estación de cada tres que se extrapola a las dos estaciones contiguas. Para calcular el efecto topográfico se resta de estas alturas medias la cota de la estación correspondiente.

- Corrección topográfica lejana:

Zonas J, K, L y M: Se empleó el método de interpolación de Neumann a partir de valores en malla cuadrada de 2 km de lado tomados de plano 1:200.000.

En el plano nº 7 se delimitan cinco zonas que representan valores de la corrección topográfica total inferiores a 0,1; de 0,1 a 0,2; de 0,2 a 0,5; de 0,5 a 1.0 y mayores de 1.0 miligales respectivamente, en densidad 2,6 gr/cm<sup>3</sup>.

Los valores más altos se encuentran en el norte de ambas áreas, de abrupta topografía relacionada con rios y arroyos, y en los alrededores de las Sierras del Cebollar, Cabello y de la Calvilla. En estas zonas los errores que se pueden introducir con la sistemática seguida para la corrección topográfica próxima son muy elevados no solo por lo subjetivo del método sino principalmente, porque la vegetación y la topografía hacen muy difícil evaluar de "visu" las diferencias topográficas entre la estación y su entorno.

En las figuras 10, 11 y 12 se reproducen los histogramas y los gráficos de frecuencias acumuladas para las estaciones repetidas. La mayor parte de las estaciones repetidas en corrección topográfica próxima corresponden a las zonas con topografía suave por lo que son solo parcialmente representativas.

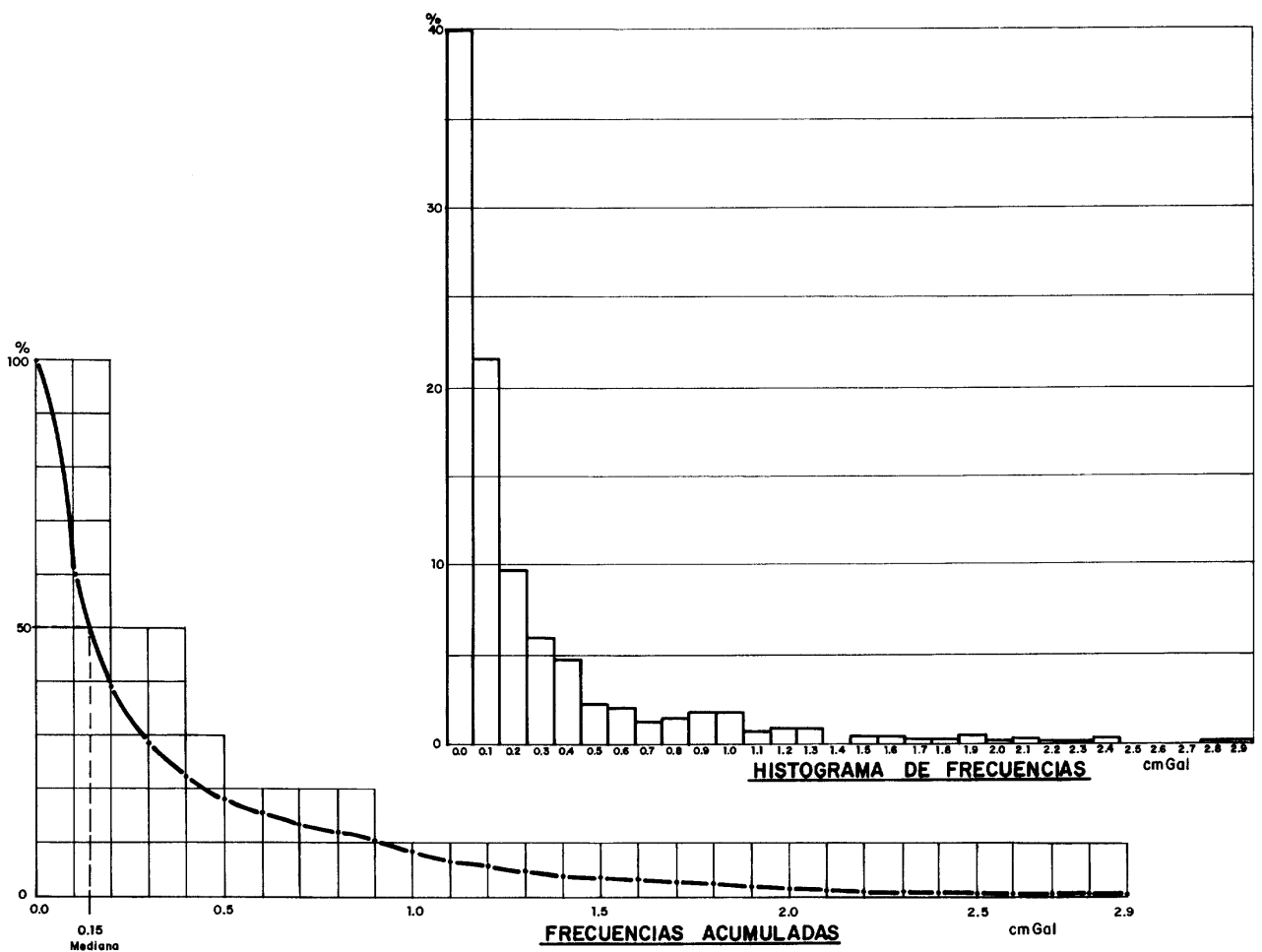
En la corrección topográfica media los resultados son representativos. La mediana es 0.3 cmgal y el error cuadrático medio  $\pm 0.79$  mgales en densidad  $2.6 \text{ gr/cm}^3$ .

Para la corrección topográfica lejana se reproducen los gráficos estadísticos para  $T_0$  (corrección topográfica mínima) y  $Z_0$  (altura ficticia) según la metodología de Neumann (figura 12).

#### 5.2.8 Densidades

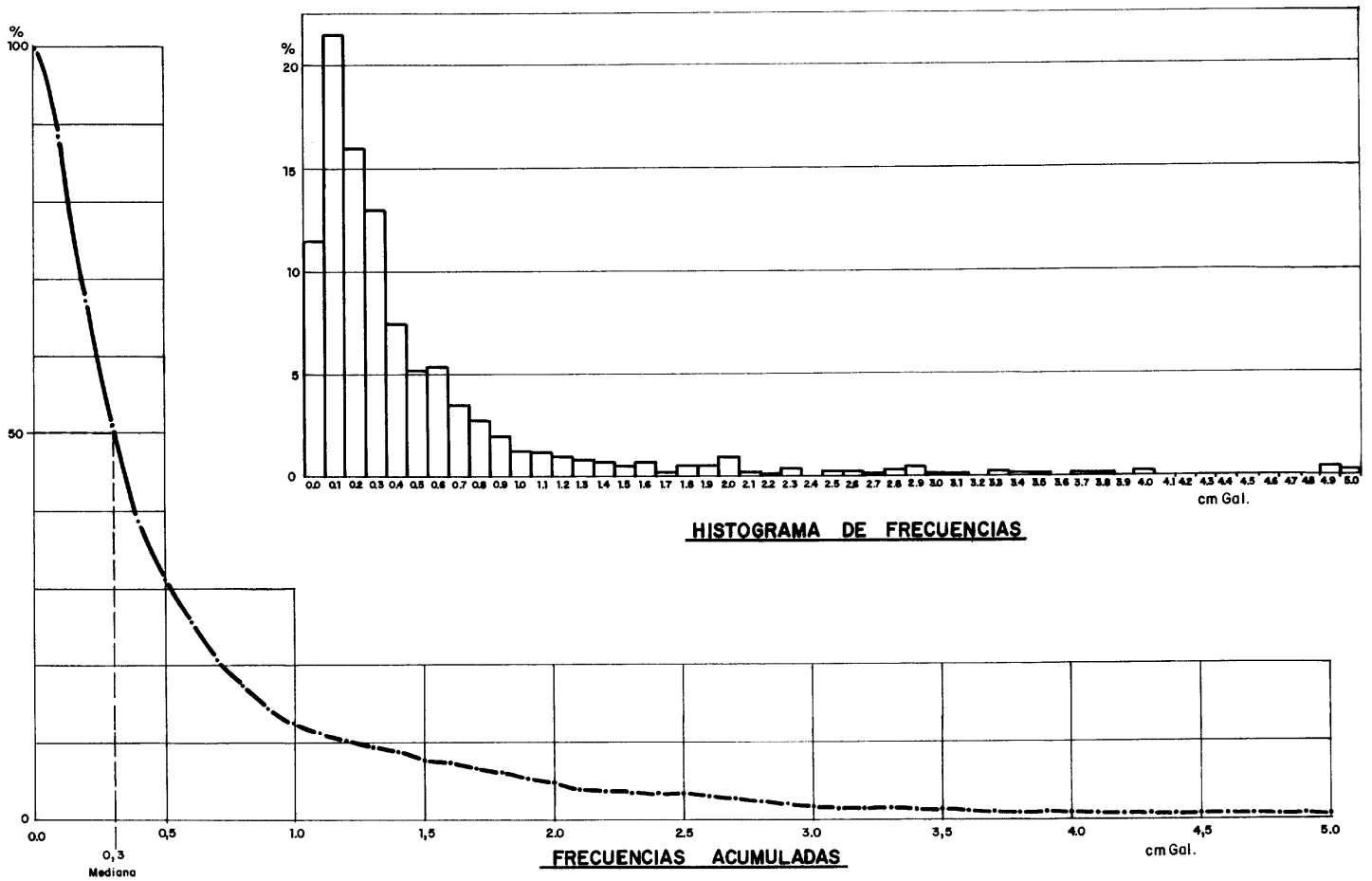
Se han tomado 76 muestras de pizarras y grauvacas del Viseense Superior, en cinco canteras. En el plano 2 se indica la situación de estas canteras y la designación de las muestras cuyas densidades se reproducen en la tabla adjunta con indicación de la litología correspondiente. La densidad mínima es  $2.55 \text{ gr/cm}^3$ , la máxima  $2,78 \text{ gr/cm}^3$  y la media  $2.56 \text{ gr/cm}^3$ .

En la figura 13 se reproduce el histograma de frecuencias correspondiente.



AREA : GIBRALEON  
 C<sub>T</sub> PROXIMA - ESTACIONES REPETIDAS - DENSIDAD 2.0 gr/cm<sup>3</sup>

FIG.- 10



AREA: GIBRALEON  
 C<sub>T</sub> MEDIA- ESTACIONES REPETIDAS- DENSIDAD 2.0 gr / cm<sup>3</sup>

FIG.-11

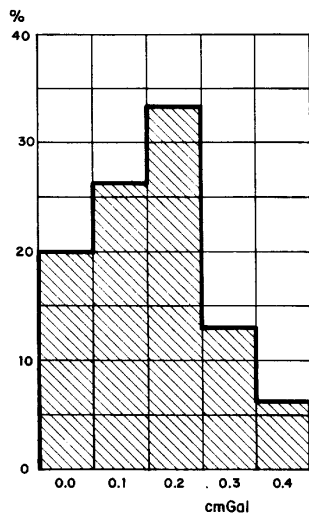


AREA : GIBRALEON

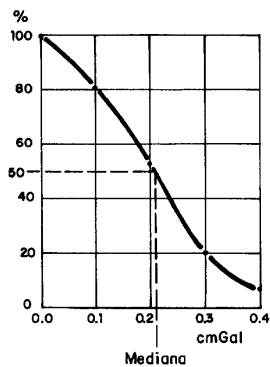
C<sub>T</sub> LEJANA. METODO DE NEUMANN. ESTACIONES REPETIDAS

DENSIDAD 2.0 gr/cm<sup>3</sup>

To ( Corrección topográfica mínima)

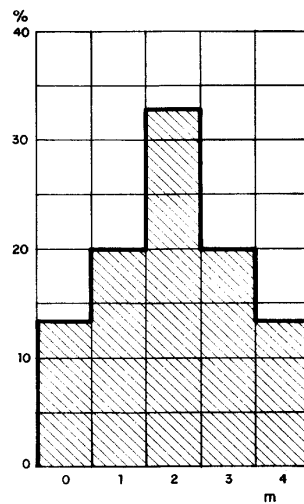


HISTOGRAMA

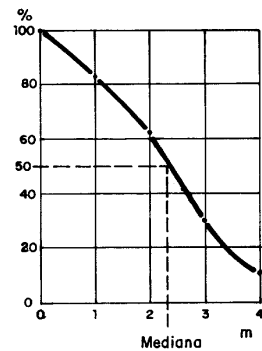


FRECUENCIAS ACUMULADAS

Zo (Altura ficticia)



HISTOGRAMA



FRECUENCIAS ACUMULADAS

DENSIDADES GIBRALEON

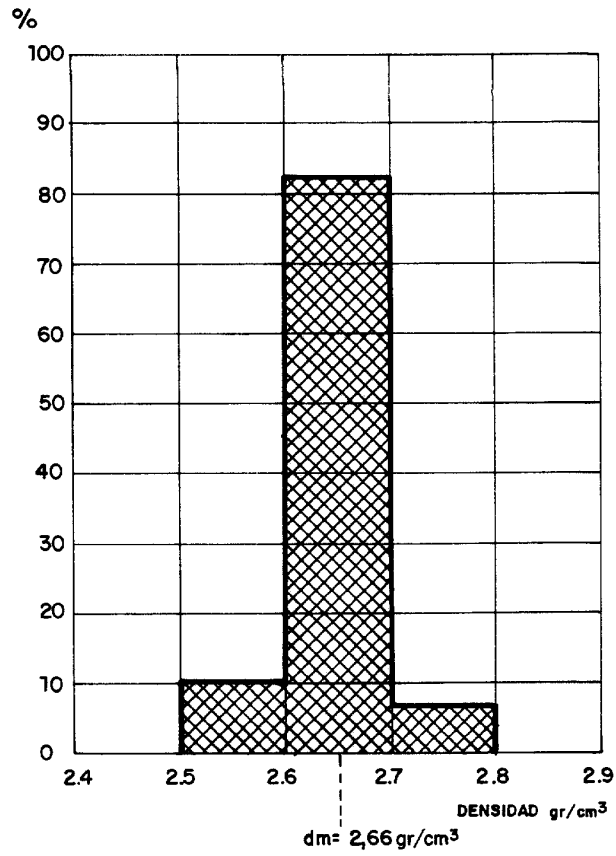
CUADRO II

<u>Muestra</u>	<u>Densidad</u>	<u>Litologia</u>
A.1	2,56	grauvaca
A.2	2,70	pizarra
A.3	2,71	pizarra
A.4	2,78	pizarra
A.5	2,61	pizarra
A.6	2,69	pizarra
A.7	2,70	grauvaca
B.1	2,64	grauvaca
B.2	2,72	pizarra
B.3	2,67	grauvaca
B.4	2,63	pizarra
B.5	2,57	grauvaca
B.6	2,57	grauvaca alterada
B.7	2,61	grauvaca
B.8	2,58	grauvaca alterada
B.9	2,55	pizarra
B.10	2,68	pizarra
B.11	2,63	pizarra
B.12	2,62	pizarra
B.13	2,61	pizarra

<u>Muestra</u>	<u>Densidad</u>	<u>Litología</u>
C.1	2,66	pizarra
C.2	2,68	grauvaca
C.3	2,66	pizarra
C.4	2,68	grauvaca
C.5	2,65	pizarra
C.6	2,65	pizarra
C.7	2,68	grauvaca
C.8	2,69	grauvaca
C.10	2,65	pizarra
C.11	2,68	grauvaca
C.12	2,68	grauvaca
C.13	2,68	grauvaca
C.14	2,68	pizarra + grauvida
C.15	2,67	pizarra + grauvida
C.16	2,70	grauvida
C.17	2,68	grauvida
C.18	2,68	grauvida
C.19	2,70	grauvida
C.20	2,68	pizarra
C.21	2,66	pizarra + grauvida
C.22	2,71	grauvida
C.23	2,67	pizarra + grauvida
C.24	2,68	grauvida
C.25	2,66	pizarra
C.26	2,67	pizarra
C.27	2,66	pizarra
C.28	2,67	pizarra
C.29	2,64	pizarra
C.30	2,64	pizarra

<u>Muestra</u>	<u>Densidad</u>	<u>Litología</u>
C.31	2,70	grauvaca
C.32	2,62	grauvaca
C.33	2,60	grauvaca
C.34	2,59	grauvaca
C.35	2,70	grauvaca
C.36	2,70	grauvaca
C.37	2,70	grauvaca
C.38	2,61	pizarra
C.39	2,64	pizarra
C.40	2,66	grauvaca
C.41	2,69	grauvaca
D.1	2,63	grauvaca
D.2	2,62	grauvaca
D.3	2,70	pizarra
D.4	2,64	grauvaca
D.5	2,61	grauvaca
D.6	2,62	grauvaca
D.7	2,70	pizarra
D.8	2,73	pizarra + grauavaca
E.1	2,60	grauvaca
E.2	2,62	grauvaca
E.3	2,65	pizarra
E.4	2,63	grauvaca
E.5	2,67	pizarra
E.6	2,68	grauvaca
E.7	2,69	pizarra

En base a estos resultados se ha tomado una densidad de  $2,60 \text{ gr/cm}^3$  para todos los cálculos.



**AREA : GIBRALEON**  
**DENSIDADES DE PIZARRAS Y GRAUVACAS VISEIENSES**  
**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

### 5.2.9 Corrección de latitud

Para la corrección de latitud se utilizó la fórmula Internacional de la Gravedad de 1967, dada por la expresión:

$$GN = 978.031.85 (1 + 0.005278895 \text{ sen}^2 L + \\ + 0.000023462 \text{ sen}^4 L) \text{ mgales}$$

(L = latitud)

El gradiente medio es 0.775 mgal/Km N-S.

### 5.2.10 Corrección por altitud

Siguiendo la rutina de la investigación gravimétrica agrupamos bajo esta denominación la corrección Faye o "aire libre", cuyo coeficiente tiene un valor de 0.30854 mgal/m, y la de Bouguer cuyo coeficiente es 0.04192 d.mgal/metro, en la expresión:

$$CA = (0.30854 - 0.04192.d) \text{mgal/metro}$$

y para  $d = 2.60 \text{ gr/cm}^3$ , densidad adoptada.

$$CA = (0.30854 - 0.108992) \text{mgal/metro} = \\ = 0.199548 \text{ mgal/metro}$$

### 5.2.11 Cálculo de la Anomalia Bouguer

Se realiza por la expresión:

$$A = G_{ob} - [GN - CA - CT]$$

donde Gob = gravedad observada (lectura del gravímetro transformada en miligales, corregida por deriva, luni-solar y referida a la R.G.F.E.-73)

GN = gravedad normal determinada por la Fórmula Internacional de 1967

CA = corrección por altitud (Faye y Bouguer)

CT = corrección topográfica

Los cálculos se han efectuado en un ordenador IBM 4331, sistema operativo DOS-USE, en lenguaje Fortran IV y en el listado de resultados se empleó la siguiente nomenclatura:

PERFIL - Nombre del perfil

NUM - Número de la estación

X  
Y - Coordenadas U.T.M. en metros

Z - Cota absoluta en metros con dos decimales

G - Gravedad observada (restado 979.000 mgal)

GN - Gravedad normal (restado 979.000 mgal)

T - Corrección topográfica en densidad 2.0 gr/cm

A - Anomalia Bouguer en densidad 2.0 gr/cm

C - Factor de conversión a cualquier otra densidad por medio de la expresión  $A_1 = A - \frac{d-2}{2} C$

A1 - Anomalia Bouguer en densidad 2,60 gr/cm<sup>3</sup>

En el Anexo II se reproduce el listado obtenido para ambas áreas investigadas.

### 5.2.12 Precisión del levantamiento gravimétrico

Para estimar la calidad del levantamiento planimétrico y altimétrico se incluyen en las figuras 14 y 15 las frecuencias acumuladas de las diferencias de cierres en los distintos anillos establecidos.

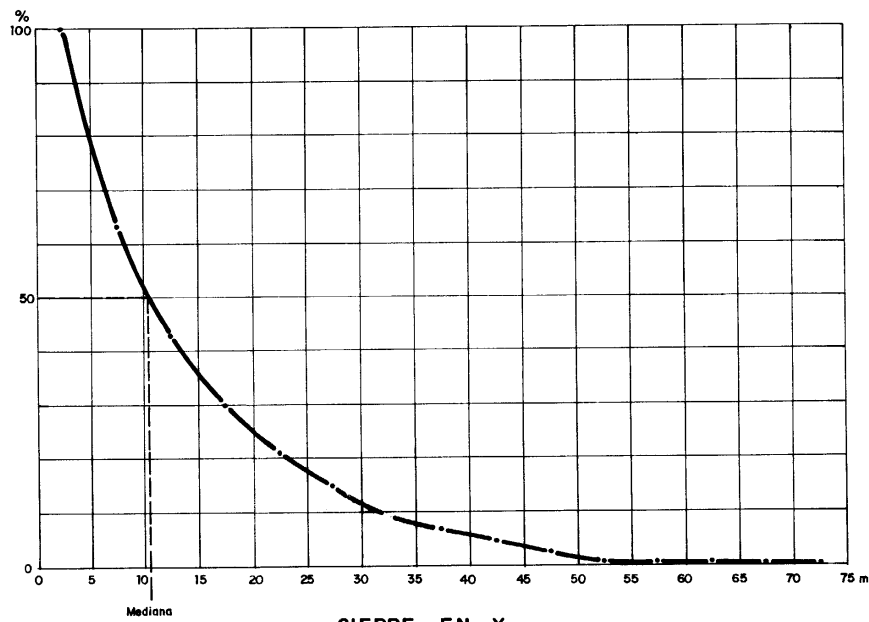
Para los cierres en X e Y la mediana es 10.5 m y 7.5 m respectivamente, y en el cierre en Z la mediana es 0.15 metros. Limitándonos a las coordenadas Y - Z, únicas que inciden en la precisión del levantamiento, el máximo error por estación deducido a partir del anillo de cierre más elevado y admitiendo que todas las estaciones taquimétricas son de 100 m es de  $\pm 0.03$  m en cota y de  $\pm 2.0$  metros en Y. Si aceptamos la situación más desfavorable de que los cierres más elevados corresponden a los itinerarios más cortos, se obtendría que las cotas vienen dadas con  $\pm 0.089$  m y la coordenada Y con  $\pm 6$  metros, siempre inferiores a la toleración de 20 m y 10 cm en valores absolutos indicados en el pliego de prescripciones técnicas.

La incidencia de la corrección topográfica no es uniforme en toda la zona por las razones expuestas en 5.2.7.

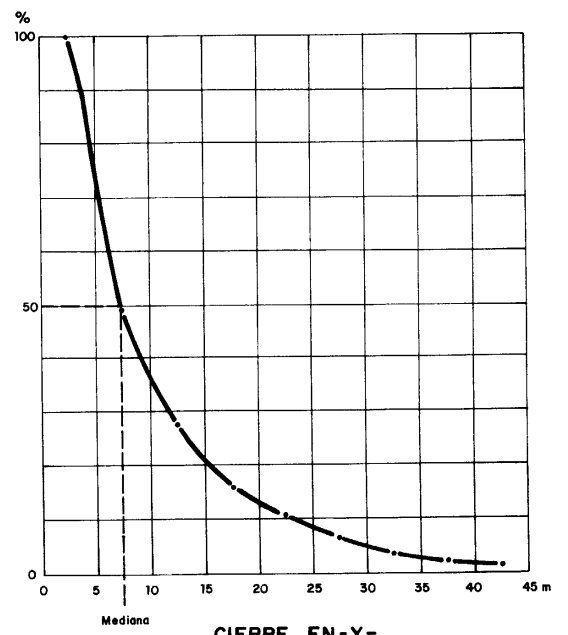
Limitándonos a las áreas de corrección topográfica inferior a 0.5 mgal (aproximadamente el 90%), y suponiendo un error del 15% estimado en base a la sistemática seguida en la corrección próxima, la precisión del levantamiento se resume en el siguiente cuadro.



AREA : GIBRALEON  
PLANIMETRIA  
FRECUENCIAS ACUMULADAS



CIERRE EN -X-



CIERRE EN -Y-

FIG- 14

AREA : GIBRALEON  
ALTIMETRIA  
FRECUENCIAS ACUMULADAS

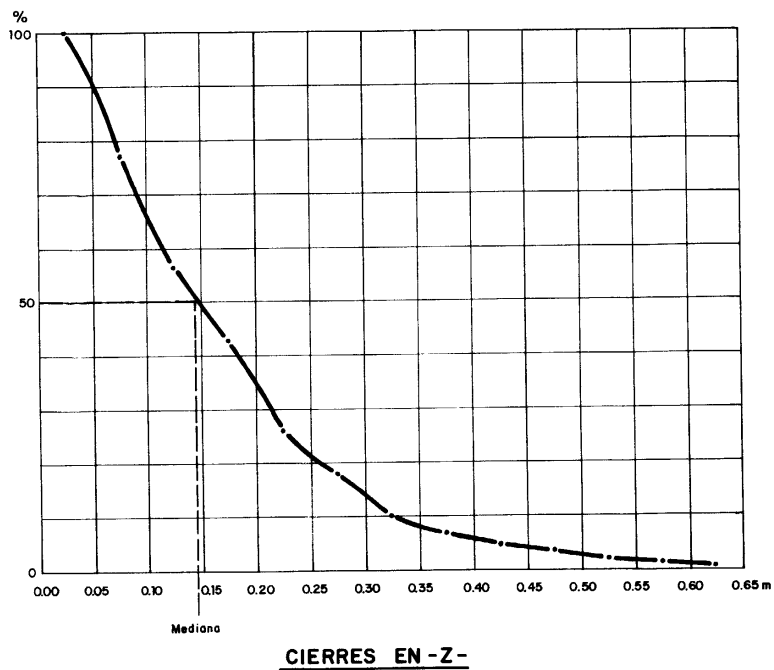


FIG- 15

CUADRO III

Fuente de error	Error ( $\epsilon$ )	( $\epsilon$ mgal)	$\epsilon^2$
Lectura gravímetro	$\pm 0.04075$ mgal	$\pm 0.04075$	0.001660
Latitud	$\pm 6$ metros	$\pm 0.00465$	0.000021
Altitud	$\pm 0.089$ m	$\pm 0.01775$	0.002500
Terreno	$\pm 0.075$ mgal	$\pm 0.07500$	0.005625
$\sum \epsilon^2 =$			0.009806

$$\pm \sqrt{0.009806} = \pm 0.099 \text{ mgal}$$

En las zonas donde la corrección topográfica es de 1.0 mgales la precisión del levantamiento se estima en  $\pm 0.163$  mgal.

En base a estos resultados pueden considerarse anomalías interpretables a partir de 0.20 miligales en el 90% de los casos y desde 0.33 mgal en casi toda la zona.

### 5.3 Calicatas Eléctricas

Las mediciones geoelectricas se realizaron con dispositivos trielectródicos compuestos de las siguientes dimensiones:

A  $\infty$  M20N90B

A  $\infty$  M20N190B

A  $\infty$  M40N280B

A  $\infty$  M40N380B

Los dos últimos dispositivos se utilizaron en todos los casos y los dos primeros solo en parte (plano 2).

En un perfil (P.1-A de la zona Este) se realizaron Bloques de Resistividad, perfil central, de dimensiones  $AB = 1200$  m  $MN = 40$  m y  $AB = 900$  m  $MN = 40$  m. Siempre el "paso" fué de 20 metros. Las resistividades aparentes se calcularon con las fórmulas usuales y todos los valores obtenidos sobre un perfil se representan en un mismo sistema rectangular con eje vertical logarítmico (resistividades) y horizontal (estaciones) lineal.

#### 5.4 Magnetometría

Las lecturas del campo magnético total se han corregido de variación diurna.

Las distancias entre estaciones fué siempre de 20 metros y los perfiles investigados se indican en el plano 2.

#### 5.5 Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.)

Se han realizado con un dispositivo trielectrónico Schlumberger, hasta una separación interelectrónica ( $\frac{AB}{2}$ ) siempre superior a 200 metros. Su situación se indica en el plano nº 2.

La interpretación de los SEV se efectuó comparando las curvas experimentales con una colección de abacos teóricos y se han determinado espesor y resistividades de las distintas unidades litoeléctricas del subsuelo.

## 6. INTERPRETACION DE LOS DATOS GEOFISICOS

Los resultados del levantamiento gravimétrico se reproducen en el plano nº 8 en forma de Anomalia de Bouguer sobre fondo geológico en el que se han diferenciado con colores los tres grupos litológicos paleozóicos del zócalo hercínico y la cobertura terciario-cuaternaria.

En el ángulo noroccidental del Oeste de Gibraleón hemos incluido los resultados de la campaña realizada en 1980 para de esta manera reunir en un documento todo el levantamiento gravimétrico de la hoja nº 981 (Gibraleón). El solape entre ambas campañas tiene un salto de aproximadamente 0.25 mgales debido a que las cotas de partida tienen también una diferencia algo superior a un metro.

La equidistancia entre isoanómalas es de 0.2 miligales, acorde con la precisión del levantamiento para la mayor parte de la zona explorada.

Los valores extremos de la Anomalia de Bouguer son 47.0 miligales al este de la Fuente de la Corcha y 55.6 miligales en el ángulo opuesto (Casa Forestal Coto de los Conejos).

En Gibraleón Este las isoanómalas tienen dirección general este-oeste excepto en los perfiles más orientales, principalmente en el sureste del área, donde predominan las tendencias norte-Sur.

En el área occidental las isoanómalas pasan de este-oeste en la mitad septentrional, a casi norte-sur en el resto definiendo un amplio máximo por el suroeste en coincidencia con los valores gravimétricos más elevados de la región.

Se indica en el plano 8 la posible correlación entre isoanómalas de ambas áreas.

En la dirección de las isolíneas influye el espesor de la cobertera terciaria responsable en gran medida de las direcciones norte-sur principalmente en la mitad suroriental del Oeste de Gibraleón donde los sedimentos terciarios y cuaternarios alcanzan espesores importantes (Sierra del Cebollar), y al este del Cortijo de la Torre (zona oriental).

En el área NW las isoanómalas siguen de cerca la geometría del cierre periclinal sureste del Anticlinal de Puebla de Guzmán.

Sobrepuestas a las tendencias regionales antes indicadas y como parte de ellas se han delimitado varios máximos y mínimos que aparecen con el correspondiente signo en el plano de Anomalia Bouguer. De estos, las áreas anómalas positivas, atribuibles a estructuras con posible interés minero, han sido numeradas, y sobre ellas se han centrado los estudios complementarios de resistividades y magnetometría.

Los resultados de estos métodos complementarios, a los que se ha añadido el perfil gravimétrico y la sección geológica esquemática con los materiales aflorantes, se comentan a continuación para cada una de las dos áreas investigadas.

#### 6.1 Este de Gibraleón

Se han diferenciado nueve máximos denominados 1E a 9E.

#### 6.1.1 Perfil O-A. Anomalia 3E (plano nº 9)

Gravimetría.- Amplio máximo compuesto por varias más pequeños con 0.3 miligales de valor residual.

Resistividades.- Sobre un valor medio de 300 ohm.m destacan tres mínimos eléctricos principales espacialmente relacionados con otros tantos máximos de gravedad. El mínimo más meridional, estaciones 38-40, es más acusado en los dispositivos superficiales que en los profundos lo que le resta importancia. El intermedio, estaciones 52-56, tiene prácticamente el mismo valor con los cuatro dispositivos electródicos. El septentrional, estaciones 76 a 84, es doble y la mayor conductividad (60 ohm.m) se obtiene con el dispositivo profundo. Este resultado es coherente con la presencia de un cuerpo denso y conductor a elevada profundidad.

Magnetometría.- De sur a norte el campo magnético aumenta 10  $\gamma$ . En general el perfil guarda cierto paralelismo con el gravímetro.

Geología.- Afloran pizarras y grauvacas.

#### 6.1.2 Perfil 1-A. Anomalia 3.E (plano nº 10)

Gravimetría.- Características similares a la del perfil anterior con 0.3 miligales de valor residual.

Resistividades.- Tiene 200 ohm.m de valor medio y en las estaciones 50-56 un mínimo de resistividad con 20 y 50 ohm.m en los dispositivos profundos y valores próximos

a la media en los dispositivos de menores dimensiones. Estos resultados son coherentes con la presencia de un cuerpo conductor y denso profundo.

Magnetometría.- La intensidad del campo magnético aumenta de sur a norte unas 10  $\gamma$  de media como en el perfil precedente.

Geología.- Afloran pizarras y grauvacas a lo largo de todo el perfil.

#### 6.1.3 Perfil 1-B. Anomalia 2.E (plano 11)

Gravimetría.- El perfil gravimétrico muestra una anomalía residual importante con gradiente brusco que en buena parte refleja influencia del relieve topográfico (plano 7).

Resistividades.- Casi todas las estaciones tienen resistividad superior a 200 ohm.m y en coincidencia espacial con los máximos de gravedad se encuentran áreas resistivas.

Geología.- Afloran pizarras y grauvacas.

#### 6.1.4 Perfil 2-A. Anomalia 3.E (plano 12)

Gravimetría.- Pequeños máximos de 0.2 mgal de valor residual, en el límite este de la anomalía 3-A (plano 8).

Resistividades.- Excepto entre las estaciones 14 a 20, que tienen menos de 80 ohm.m, en el resto del perfil la



resistividad es superior en general a 200 ohm.m en ambos dispositivos.

Magnetometría.- Entre las estaciones 40 a 46 la intensidad magnética pasa de 42840  $\gamma$  de media hasta 42860  $\gamma$  valor que mantiene prácticamente a lo largo del perfil.

Geología.- Afloran pizarras y grauvacas.

#### 6.1.5 Perfil 3-A. Anomalia 3.E (plano 13)

Gravimetría.- Pequeños máximos locales.

Resistividades.- Unos 200 ohm.m de valor medio, sin mínimos de interés.

Magnetometría.- La intensidad magnética pasa de 42840  $\gamma$  en el sur hasta 42860  $\gamma$  en el norte.

Geología.- Afloran pizarras y grauvacas.

#### 6.1.6 Perfil 5-A. Anomalia 7.E (plano 14)

Gravimetría.- Máximo de 0.4 miligales de valor residual, con gradiente relativamente importante. Posible influencia de la topografía (plano 7).

Resistividades.- No hay mínimos de interés. El valor medio es de unos 600 ohm.m.

Geología.- Afloran pizarras y grauvacas.

#### 6.1.7 Perfil 5-B. Anomalia 4.E (plano 15)

Gravimetría.- Pequeño máximo de 0.2 miligales de valor residual.

Resistividades.- Mínimo en la estación 20 con menos resistividad en los dispositivos más superficiales, sin buena coincidencia espacial con el máximo gravimétrico. Resistividad media: 200 ohm.m.

Geología.- Pizarras y grauvacas con un pequeño isleo terciario.

#### 6.1.8 Perfil 6-A. Anomalia 4.E (plano 16)

Gravimetría.- Máximo con 0.3 miligales de valor residual.

Resistividades.- Mínimos relativos en las estaciones 20-22 y 28-30 más acusados en los dispositivos de menores dimensiones (superficiales).

Geología.- Pizarras y grauvacas con pequeños retazos terciarios.

6.1.9 Perfil 6-B. Anomalia 1.E (plano 17)

Gravimetría.- Máximo acusado con 1.0 miligales de residual (plano 8) producido principalmente por el relieve (plano 7).

Resistividades.- No hay mínimo eléctrico de interés.

Resistividad media: 400 ohm.m.

Geología.- Pizarras y grauvacas con un pequeño recubrimiento terciario en las estaciones meridionales.

6.1.10 Perfil 7-A. Anomalia 7.E (plano 18)

Gravimetría.- Máximo de 0.4 miligales.

Resistividades.- Valor medio 400 ohm.m. No hay mínimo eléctrico.

Geología.- Pizarras y grauvacas con dos áreas recubiertas por sedimentos terciarios.

6.1.11 Perfil 7-B. Anomalia 1.E (plano 19)

Es aplicable lo dicho en 6.1.9

## 6.1.12 Perfil 8-A. Anomalia 5.E (plano 20)

Gravimetría.- Dos máximos con 0.2 y 0.3 miligales de valor residual respectivamente.

Resistividades.- 400 ohm.m de resistividad media con un mínimo puntual entre las estaciones 2-4.

Geología.- Pizarras y grauvacas recubiertas en la mitad septentrional por sedimentos terciarios.

## 6.1.13 Perfil 9-A. Anomalia 5.E bis (plano 21)

Gravimetría.- Varios máximos con 0.25 miligales de valor residual.

Resistividades.- No hay conductores eléctricos. Resistividad media 200 ohm.m.

Geología.- Pizarras y grauvacas recubiertas por terciario en la mayor parte del perfil.

## 6.1.14 Perfil 11-A. Anomalia 5.E (plano 22)

Gravimetría.- Máximo de 0,35 miligales.

Resistividades.- No hay conductor. Resistividad media 200 ohm.m.

Geología.- Terciario recubriendo pizarras y grauvacas.

6.1.15 Perfil 12-A. Anomalia 5.E

Es aplicable lo expuesto en el apartado precedente. El perfil gravimétrico comprende varios máximos.

6.1.16 Perfil 18-A. Anomalia 8.E (plano 24)

Se trata de un máximo gravimétrico de carácter local (plano 8) situado sobre sedimentos terciarios que no origina mínimo eléctrico.

6.1.17 Perfil 18-B. Anomalia 6.E (plano 25)

Gravimetría.- Máximo amplio de 0.35 miligales.

Resistividades.- Mínimo algo inferior a 100 ohm.m con el dispositivo de mayores dimensiones en buena coincidencia espacial con la anomalia gravimétrica.

Geología.- Pizarras y grauvacas localmente recubiertas por sedimentos terciarios.

6.1.18 Perfiles 19-A, 20-A y 20-B

Entre los dos perfiles más orientales de la zona Este hay pequeñas anomalías gravimétricas positivas, sobre pizarras y grauvacas o terciario, que no llevan asociado mínimo electrorresistivo. En los planos 26, 27 y 28 se reproducen los perfiles gravimétricos, eléctricos y geológicos.

## 6.2 Oeste de Gibraleón

Se han diferenciado hasta doce máximos gravimétricos, denominados 1W a 12W, pero los trabajos complementarios se han centrado solo en los más septentrionales emplazados directamente en paleozóico o sobre terciario próximo al contacto. En el resto de la zona es necesario evaluar el espesor de la cobertera para determinar la importancia de los máximos gravimétricos (planos 2 y 8).

### 6.2.1 Anomalia 1.W

Se encuentra en el límite norte de la zona y coincide con un área de alta corrección topográfica lo que hace dudosa la intensidad gravimétrica con que aparece (planos 31 y 32).

Eléctricamente no hay mínimos de resistividad en el perfil 29-C (plano 31) y aparece un mínimo de 90 ohm.m en el perfil 30-A (plano 32).

Los perfiles litológicos se muestran en los planos correspondientes. Es necesario resaltar el buen emplazamiento geológico-minero de esta anomalia que debe ser objeto de estudios más completos antes de abandonarla definitivamente.

### 6.2.2 Anomalia 2.W (plano 35)

Su emplazamiento, en las proximidades de la Rivera de Meca, con abrupta topografía, hace difícil la corrección topográfica próxima, que ha influido en su alta intensidad gravimétrica (plano 7).

Una buena parte del máximo gravimétrico coincide con resistividades relativamente bajas y a lo largo de todo el perfil afloran pizarras y grauvacas viseienses.

#### 6.2.3 Anomalia 3.W

Al igual que la anomalia precedente se encuentra sobre pizarras y grauvacas y está producida en buena parte por efecto de la topografía. No hay mínimo de resistividad asociado con el máximo gravimétrico (plano 30).

#### 6.2.4 Anomalias 4.W (plano 36) y 4.W bis (plano 37)

Es aplicable lo expuesto para las anomalias 2.W y 3.W.

#### 6.2.5 Anomalia 8.W

Es este el más claro máximo de todos los localizados en el levantamiento gravimétrico. Se extiende entre los perfiles 27 y 34 (plano 8), y ha sido estudiado con resistividades y magnetometría en los perfiles 39-A (plano 29), 31-A (plano 33) y 32-A (plano 34).

Geológicamente se asienta sobre materiales terciarios que recubren el zócalo hercínico.

La anomalia gravimétrica, compuesta de varios máximos, alcanza hasta 1.0 miligales de valor residual.

Las Calicatas Eléctricas aún cuando detectan varios mínimos electrorresistivos ninguno es particularmente importante (plano 29, 33 y 34). Por otro lado la intensidad

del campo magnético oscila entre 42850  $\gamma$  al sur y 42865  $\gamma$  al norte.

No obstante la pobre respuesta eléctrica obtenida es sin duda la anomalía más importante de todas las detectadas. Su situación regional es igualmente favorable.

### 6.3 Espesor del terciario

En el tercio meridional de Gibralfaró Este, donde el terciario tiene un espesor importante, se han realizado 29 Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.) según se estipulaba en las mejoras propuestas por THACSA al proyecto. Los resultados de la interpretación de estos S.E.V. se reproducen en el plano 38 en forma de isobatas del techo del zócalo, y en el plano 39 como isopacas de la cobertera terciaria.

La profundidad del paleozóico crece hacia el sur hasta alcanzar 60 metros bajo el nivel del mar en el borde meridional de la zona. El espesor del terciario crece en el mismo sentido hasta superar 90 metros. Es de destacar un paleocanal que cruza la zona de NW a SE.

### 6.4 Interpretación estructural de la Anomalía de Bouguer

En el plano 40 se resume la interpretación estructural del levantamiento gravimétrico.

Se han establecido dos sistemas de alineaciones principales: un sistema tiene dirección noreste-suroeste y se designan con las letras A1, A2, A3, A4 y A5 y sus conjugadas, de



dirección noroeste-sureste, se denominan B1, B2, B3, B4 y B5. Además hay direcciones intermedias C1, C2 y C3. En el sur las alineaciones A2 y B2 pueden seguirse en los planos de isobatas e isopacas (planos 38 y 39). Estas alineaciones son posibles fallas que compartimentan estructuras gravimétricas positivas de dirección Este-Oeste, atribuibles a antiformas de núcleo denso. Estas estructuras constituyen el objetivo prioritario de la investigación gravimétrica. En el Este de Gibraleón se han definido tres probadas y una probable mientras que en el Oeste solo se detectan dos (plano 40).

La estructura más septentrional corresponde a la anomalía 2.E, puede continuarse hasta la Fuente de la Corcha y probablemente hasta la Casa de las Piletas, y parece relacionada con el Anticlinal de Valverde.

Al sur se encuentra la estructura con mayor continuidad, que denominaremos de San Bartolomé, por la proximidad de esta población, donde aparecen las anomalías más importantes. Se encuentra definida por los máximos 7W; 9W; 8W; en Gibraleón Oeste y 3E; 4E; 5E y 6E en Gibraleón Este. La alineación más meridional (alineación Gibraleón) comienza en la anomalía 12W al Oeste, continua con la 11W y pasa a la zona oriental hasta el máximo 9E. Esta franja está peor definida que la anterior probablemente por la influencia del recubrimiento terciario.

Finalmente en el extremo meridional de la zona Gibraleón Este se inicia una nueva franja que probablemente sale fuera del área estudiada.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 El interés prospectivo de la zona está claramente probado por la cantidad de anomalías detectadas.
- 7.2 La gravimetría se ha revelado eficaz para detectar estructuras antiformales de núcleo denso y eventualmente yacimientos masivos de sulfuros polimetálicos, siempre que su volúmen sea suficiente en relación con la profundidad de emplazamiento. No es posible a base de datos exclusivamente gravimétricos diferenciar entre ambos tipos de anomalías.
- 7.3 La corrección de relieve próxima en gravimetría minera en áreas donde la topografía sea accidentada, deberá realizarse con planos topográficos de escalas y detalle adecuados y nunca a estima.
- 7.4 Los métodos eléctricos tradicionales (Calicatas Eléctricas y Bloques de Resistividad) no parece que puedan emplearse aquí con la misma eficacia que sobre afloramiento de C.V.S. para diferenciar entre "anomalías metálicas" y "anomalías sin metal" ya que debido a la profundidad su poder resolutivo es menor. Debemos resaltar que los ensayos realizados en la masa La Zarza, que es el ejemplo que más se aproxima a las características geofísico-mineras de esta zona, fueron positivos y tanto Calicatas Eléctricas como Bloques de Resistividad producen claras anomalías sobre el cuerpo mineralizado situado a más de 200 metros de profundidad. Por esto no hay base suficiente para descartar dichos métodos

y máxime cuando aquí hemos encontrado anomalías electroresistivas que cumplen las condiciones necesarias para corresponder a un conductor profundo.

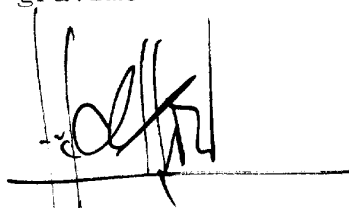
- 7.5 El método magnético en esta investigación no ha aportado datos conclusivos ya que debido al carácter complementario de su aplicación no hay volúmen de datos suficientes. Sí parece comprobarse que las anomalías que cabe esperar son de unas pocas gammas por lo que es necesario aplicarlo con mucho rigor y empleando aparatos muy precisos.
- 7.6 En el aspecto práctico en el Este de Gibraltor se han detectado tres franjas con estructuras gravimétricas positivas y probablemente una cuarta, mientras que en el Oeste hay solo dos. Dichas estructuras aparecen desplazadas por alineaciones gravimétricas pertenecientes a dos familias principales de direcciones NE-SW y NW-SE que en parte corresponderán a fallas tardihercínicas con actividad durante la orogenia alpina. También es posible que tales alineaciones gravimétricas sean parcialmente producidas por anomalías relacionadas con el recubrimiento terciario y paleorrelieves potenciales.
- 7.7 La anomalía gravimétrica más importante se encuentra en la franja estructural San Bartolomé, dentro del área Oeste de Gibraltor y se ha denominado 8W. Esta anomalía comprende varios centros positivos, tiene aproximadamente 1.0 miligales de valor residual y el cuerpo que la origina no produce prácticamente mínimo electroresistivo. Parece corresponder principalmente a una antiforma de núcleo denso

pero no se puede descartar la presencia de depósitos de sulfuros asociado a dicha estructura. En una correlación a nivel de toda la Faja Pirítica es asimilable al anticlinal de Sanlucar-Alcouthin y más lejos al de Castro Verde.

- 7.8 Dentro de esta misma franja estructural es de destacar la anomalía 3E, ya en la mitad oriental, con menos intensidad gravimétrica pero donde hay una anomalía electrorresistiva que responde al modelo de cuerpo conductor profundo y con buena situación espacial respecto a algún máximo de gravedad.
- 7.9 La banda de alta gravedad meridional es correlacionable con el anticlinal de Neves-Corvo. Su menor importancia en esta zona es atribuible en parte a la influencia de la covertera aún cuando no sea posible cuantificarla por desconocer su espesor. Cuando pasa hacia la zona oriental se atenúa su intensidad gravimétrica.
- 7.10 La franja que se inicia en el borde sur de la zona oriental sería correlacionable, a nivel de todo el Cinturón Pirítico, con el anticlinal de Ourique en Portugal. En esta zona el terciario tiene un espesor del orden de 80 metros.

## 8. RECOMENDACIONES

- 8.1 Estudiar con el método sísmico la anomalía 8W para intentar establecer el espesor del Culm y posteriormente reconocerla con sondeos mecánicos, cuya ubicación se deducirá conjuntamente de la gravimetría y de los resultados sísmicos.
- 8.2 Determinar el espesor del terciario en la zona Oeste de Gibraleón, principalmente en las áreas donde aparecen máximos gravimétricos.
- 8.3 Investigar con gravimetría detallada la anomalía 3E incluyendo su prolongación occidental.
- 8.4 Debido a la favorable situación geológico-minera de la anomalía 1W, estudiarla con gravimetría de detalle.



F.F.A.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- ALBOUY, L.; CONDE, L.N.; FOGlierINI, F.; LECA, X.; MORIKIS, A.  
(1981) Le gisement de sulfures massifs polymetalliques de Neves-Corvo (Baixo Alentejo, Sud Portugal). Cro. de la Recherche Miniere.
- FDEZ. ALONSO, F.(1980): Gravimetría regional en el borde sur, tercio central de la Faja Pirítica Hispana. Informe realizado por THACSA para el IGME.
- IGME (1980): Prospección geofísica de depósitos de sulfuros en el borde sur de la hoja 936, Paymogo (Huelva)
- IGME (1980): Prospección geofísica de depósitos de sulfuros en el borde noroeste de la hoja 981, Gibraleón (Huelva)
- IGME (1981): Memoria explicativa de la hoja de Gibraleón. Serie MAGNA.
- PROHUET, J.P.; CHAUVEAU, J.C.: Case history of the Neves-Corvo deposit "Pre-print".
- STRAUSS, G.; MADEL, J.; FDEZ. ALONSO, F. (1977): Exploration Practice for Strata-Bound Volcanogenic Sulphide Deposits in the Spanish-Portuguese Pirite Belt: Geology, Geophysics and Geochemistry. Springer Verlag, Berlin.