



# IGME

**1041**

19-43

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# DURCAL

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**

**E. 1:50.000**

**DURCAL**

Segunda serie - Primera edición

**SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA**

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por ENADIMSA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, tal como se expone en la presente introducción.

## **INFORMACION COMPLEMENTARIA**

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle, con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 41.408 - 1981

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

## INTRODUCCION

La Hoja núm. 1.041, Dúrcal (19-43) abarca un área que se extiende desde las estribaciones occidentales de Sierra Nevada hasta la Sierra Almirajara y la parte meridional de la Depresión de Granada, por el W.

No son muy abundantes las publicaciones, anteriores a nuestro trabajo, que hayan esclarecido algunos de los aspectos más interesantes de la geología de esta región. Efectuaremos una mención rápida de aquellos trabajos en los cuales se enuncian hipótesis que mantienen un cierto interés.

Tanto R. W. VAN BEMMELEN (1927) como J. WESTERVELD (1929), efectuaron investigaciones en áreas comprendidas en esta Hoja, como parte de sus trabajos en las Cordilleras Béticas. Sus esfuerzos iban orientados a esclarecer la geología de los «Alpujárrides», nombre que precisamente fue utilizado por el primero de los dos autores mencionados. Fue R. W. VAN BEMMELEN quien llamó al más alto de los Alpujárrides de los que afloran aquí, Manto de Guájar, nombre que por diversas razones nosotros hemos aceptado sólo parcialmente y que cambiaremos a Manto de los Guájares.

Posteriormente M. M. BLUMENTHAL (1935) atribuyó las dolomías y mármoles, tan extendidos en este área, al Trías y desarrolló la hipótesis de la traslación de los mantos sobre superficies topográficas previas (Mantos epiglípticos).

Años después, J. P. COPPONEX (1959) estudió una extensa área de los Alpujárrides que aparecen en la Hoja de Dúrcal, si bien sus planteamientos no difieren esencialmente de los de M. M. BLUMENTHAL.

En 1970, J. BOULIN ha publicado un extenso estudio de los Alpujárrides al SW de Sierra Nevada; ese trabajo va acompañado de un mapa geológico a escala aproximada 1:100.000, que abarca más del 70 por 100 de la super-

ficie correspondiente a la Hoja de Dúrcal. En esta publicación, que constituyó su Tesis de Doctorado, se presentan puntos de vista sin precedentes sobre la disposición de las distintas unidades alpujárrides, así como de sus vergencias; sus opiniones, ciertamente curiosas, se prestan a una profunda discusión.

Simultáneamente a los trabajos de J. BOULIN, F. ALDAYA (1969, 1970, etcétera) ha contribuido al esclarecimiento de la estructura de los Mantos Alpujárrides en una gran extensión al E. del río Guadalfeo; sus conclusiones son fácilmente aplicables al esclarecimiento de la estructura de los Alpujárrides que nos ocupan y, generalmente, sin gran modificación, han sido utilizadas por J. A. GALLEGOS para el estudio de los Alpujárrides inmediatos al pueblo de Dúrcal y los que afloran netre esta localidad y el sector de Jayena.

En fin, citaremos el trabajo de J. AVIDAD y V. GARCIA-DUEÑAS (1975), correspondiente a la inmediata Hoja 1.055 (Motril), que ha servido como base para emprender el estudio de los Alpujárrides de la Hoja de Dúrcal, situados al S del paralelo de Pinos del Valle.

Con referencia a los materiales neógenos y cuaternarios, que rellenan las depresiones de Dúrcal-Albuñuelas y la más occidental de Jayena (borde S de la Depresión de Granada), es obligado tener en cuenta los estudios de J. M. GONZALEZ-DONOSO (1967, 1968, 1970).

El estudio geológico de la Hoja de Dúrcal se ha efectuado de la siguiente manera: Los materiales neógenos y cuaternarios de los sectores de Albuñuelas y Jayena han sido estudiados por J. M. GONZALEZ-DONOSO; los Alpujárrides situados al N del paralelo de Pinos del Valle, incluidos los de la vertiente occidental de Sierra Nevada, han sido estudiados por J. A. GALLEGOS; los Alpujárrides situados al S del paralelo de Pinos del Valle han sido estudiados por J. AVIDAD, con la colaboración para sectores reducidos de V. GARCIA-DUEÑAS.

Queremos hacer constar expresamente que se han respetado totalmente las interpretaciones de cada uno de los autores mencionados, sin que en ningún caso el coordinador (V. GARCIA-DUEÑAS) haya violentado ninguna de las hipótesis presentadas por cada uno de los realizadores del trabajo de campo. Por estas razones, en la Memoria se presentarán algunas discrepancias, sobre todo en lo que a correlación de unidades se refiere, consecuencia de los diferentes puntos de vista o hipótesis sostenidas por cada uno de los autores que intervienen.

## **1 ESTRATIGRAFIA Y PETROLOGIA**

Gran parte de los materiales de los Mantos Alpujárrides existentes en la Hoja de Dúrcal han sufrido un metamorfismo intenso; es ésta la razón de

que en un capítulo se reúnan las descripciones estratigráficas y petrográficas.

Los materiales más antiguos de esta Hoja son de edad incierta, pero con toda seguridad ante-triásicos. Existen grandes masas de dolomías y calizas, con frecuencia marmorizadas que, no obstante la casi total ausencia de restos fosilíferos, hemos atribuido al Triás Medio-Superior por consideraciones de tipo regional.

Por otra parte han de ser mencionadas con detalle las series pertenecientes a los materiales neógenos y cuaternarios, bastante bien representados y con afloramientos de notable extensión.

Para los materiales sedimentarios de los sectores de Jayena y Albuñuelas, todos relativamente recientes y netamente discordantes, no se presentan apenas dificultades a la hora de establecer sus potencias, sus sucesiones y, en general, sus caracteres litológicos específicos para cada cronología. Otro es el caso de los materiales alpujárrides, en los cuales y aun en los términos primitivamente pelíticos menos metamorforizados, suelen existir varias esquistosidades, que dificultan la exacta evaluación de sus potencias. Por esta razón las potencias señaladas en columnas y cortes, para estos materiales, no tienen otro carácter que el de estimaciones, extrapoladas a partir de ciertos cortes en los cuales la observación es más fácil y las relaciones entre ciertas formaciones y las supra e infrayacentes es más visible. Hay que añadir a esta limitación el hecho de que la superposición de los Alpujárrides unos a otros suele laminar en parte las formaciones, con lo cual las variaciones de potencia, aun dentro del mismo manto, pueden llegar a ser exageradas.

La especial manera en que los distintos Mantos Alpujárrides se empilan unos sobre otros, condiciona el que la descripción de las secuencias tipo de cada uno de esos mantos se haga emprendiendo simultáneamente un intento de correlación entre las distintas unidades que constituyen cada uno de los mantos. Este carácter es particularmente notable en lo que toca a las unidades representadas al S del paralelo de Pinos del Valle; más al N, entre Dúrcal y Jayena, la disposición es tal que básicamente sólo existen grandes afloramientos de los mármoles del Manto que hemos llamado de La Herradura, los cuales soportan varios klippe de unidades más altas, correlacionables con el Manto de Los Guájares. Por lo que respecta a las unidades alpujárrides de la vertiente occidental de Sierra Nevada, al E del meridiano de Dúrcal, su correlación con las unidades que aparecen más al SW ha sido efectuada por uno de nosotros (J. A. G.).

Siguiendo el esquema presentado en la Memoria de la Hoja de Motril (AVIDAD y GARCIA-DUEÑAS, 1975) mencionaremos rápidamente la terminología nueva que se ha introducido para los Mantos Alpujárrides al W del río Guadalfeo, puesto que en la presente Hoja no han aparecido nuevos conjuntos a los cuales asignar otros nombres. Para la mitad N de la Hoja,

J. A. GALLEGOS ha establecido una correlación con las unidades que mencionaremos y sobre la cual uno de nosotros (V. G.-D.) mantiene ciertas reservas.

Así pues, para el estudio de los Mantos Alpujárrides distinguiremos en esta Hoja tres sectores que, de una manera u otra, han sido ya mencionados: el sector meridional, situado al S del paralelo de Pinos del Valle (J. A. y V. G.-D.); el sector situado al N de dicho paralelo entre Dúrcal y Jayena (J. A. G.), y el sector situado al E de Dúrcal, en la falda W de Sierra Nevada (J. A. G.).

### 1.1 TERMINOLOGÍA DE LOS MANTOS ALPUJARRIDES (J. A. y V. G.-D.)

Tras el estudio de las Unidades Alpujárrides situadas entre Motril y Nerja, inmediatamente al S de la Hoja de Dúrcal, se ha llegado a conclusiones diferentes a las presentadas por los anteriores autores que con mayor atención habían centrado sus esfuerzos en los Alpujárrides situados al SW de Sierra Nevada (AVIDAD y GARCIA-DUEÑAS, 1975; ALDAYA y GARCIA-DUEÑAS, 1976).

La revisión previa más reciente de todos los trabajos que directamente se refieren a esta amplia región, ha sido efectuada por J. BOULIN (1970).

En su publicación, muy extensa, J. BOULIN distingue para los Alpujárrides dos mantos fundamentales. Al más alto lo denomina Manto de Guájár, conservando el nombre que R. W. VAN BEMMELEN le dio en 1927. Al más bajo lo llama Manto de La Mona, compuesto por varias unidades diferenciadas cartográficamente y que figuran como Unidad de La Mona (zócalo) y Unidades de Lújar, del Escalate y de Lanjarón (cobertera las tres). Según J. BOULIN, el Manto de La Mona se superpone a la que él llama Unidad de Almuñécar y que, en su opinión, representa a los Nevado-Filábrides.

Las observaciones de campo de dos de nosotros (J. A. y V. G.-D.) obligan a modificar las conclusiones de J. BOULIN.

No se ha mantenido el nombre de Unidad de Almuñécar, propuesto por J. BOULIN para los afloramientos de micascuistos situados en las inmediaciones de Pinos del Valle, ya que no creemos que tales materiales representen a los Nevado-Filábrides; ni siquiera la unidad como tal se puede diferenciar según los límites cartografiados por el autor francés; proponemos, para estos materiales y otros equivalentes el nombre de Manto de La Herradura, introducido ya en la Memoria de la Hoja de Motril (AVIDAD y GARCIA-DUEÑAS, 1975).

Tampoco estamos de acuerdo con la extensión que J. BOULIN dio a su Unidad del Escalate. Ese manto representa al Manto de Alcázar de F. ALDAYA, definido al E del río Guadalfeo y con el que muestra continuidad formal; para la Hoja de Dúrcal hemos adoptado el nombre de Manto de Alcázar.

Por encima del Manto de La Herradura hemos encontrado algunas sucesiones, que podemos relacionar con el Manto de Salobreña. Tales sucesiones forman parte de la prolongación hacia el N de la que se llamó Unidad del río Verde en la Memoria de la Hoja de Motril. Tampoco en este caso hemos podido mantener las denominaciones de J. BOULIN, ya que nuestras unidades del Manto de Salobreña son en parte pertenecientes a las Unidades del Escalate y de Lanjarón de este autor; también nuestro Manto de Salobreña engloba materiales incluidos en la Unidad de La Mona por J. BOULIN.

Sobre los mármoles que podrían representar el Trías Medio-Superior metamorfozados del Manto de Salobreña se sitúan bastantes klippen, alguno de ellos extensos, que se corresponden, por su posición, con la Unidad de Guindalera, diferenciada más al S como parte del Manto de Los Guájares. Es posible que estas unidades representen al Manto de Guájar en el sentido en que fue propuesto por R. W. VAN BEMMELEN y que es distinto del que le asigna J. BOULIN. Por eso se ha modificado el nombre y sustituido por el de Manto de Los Guájares, que representa, quizá en toda la transversal de Granada, el más alto de los Mantos Alpujarrides y que aparece constituido por un conjunto de unidades, de extensión variable, que desde cerca de la costa se extienden hasta alcanzar casi el límite N de la zona bética en las proximidades de Sierra Harana (1).

Todavía por debajo del Manto de Alcázar y en la vertiente occidental de Sierra Nevada, aparecen algunas unidades, apoyadas directamente sobre el Complejo de Sierra Nevada y que se pueden correlacionar con el Manto de Cástaras de F. ALDAYA (1969). Las hemos agrupado bajo ese nombre y hemos dejado de utilizar la atribución de J. BOULIN, que las considera como formando parte de su Manto de Guájar. En la vertiente occidental de Sierra Nevada aparecen, aunque con poca extensión, hasta cuatro unidades alpujarrides superpuestas; por tanto, se hace insostenible la idea de J. BOULIN de atribuir todo ese conjunto complejo a un solo manto. Tampoco parece adecuado, en opinión de V. GARCIA-DUEÑAS, el considerar al Manto de Cástaras como la parte basal del de Lújar, como ha pretendido J. A. GALLEGOS (1974).

Como orientación para el lector resumiremos, de acuerdo con el esquema tectónico que acompaña a la Hoja de Dúrcal, los diferentes mantos que a nuestro juicio componen los Alpujarrides de la Hoja de Dúrcal. Enumerados de abajo a arriba, por su disposición geométrica, son los siguientes:

---

(1) El estudio de los Alpujarrides del N de Sierra Nevada, efectuado por F. NAVARRO VILA (1976) ha revelado la existencia de klippen de naturaleza comparable a los que aquí se incluyen en el Manto de los Guájares. Consúltese a este efecto la Memoria y mapa de la Hoja de Lapeza [20-41] publicadas por el IGME, y de la que son autores F. NAVARRO-VILA y V. GARCIA-DUEÑAS; también GARCIA-DUEÑAS y NAVARRO-VILA (1976).



- *Manto de Cástaras*, únicamente presente al E de Dúrcal, constituido por la Unidad del Barranco del Pleito.
- *Manto de Alcázar*, constituido por la Unidad del Barranco de las Colmenillas, al E de Lecrín (Talará) y la Unidad del Cortijo de la Rubia, 1,5 k. al E de la Venta de la Cebada; ambas unidades están situadas en el borde oriental de la Hoja.
- *Manto de La Herradura*, con la Unidad de Pinos del Valle, al S de Pinos del Valle, a la que se añaden algunos klippe de la vertiente occidental de Sierra Nevada y la Unidad del río Torrente, al N de Nigüelas.
- *Manto de Salobreña*, representado por la Unidad del río Verde.
- *Manto de Los Guájares*, constituido por las Unidades de los Prados de Lopera, de Guájar Alto y del Cortijo de Guájar La Vieja; se puede relacionar con este manto el klippe del Jaloche, vértice próximo a la carretera de Granada a Almuñécar, cerca de Lentegí. Se incluyen en este manto los isleos situados entre Dúrcal y Jayena, al N del paralelo de Pinos del Valle.

Todos estos mantos son fosilizados por materiales neógenos en el área a que nos referimos, pero hacia el W quedan por debajo de los Maláguides. El sustrato de todos ellos, visible algo más al E es, según los paralelos, el Manto de Lújar (ALDAYA, 1969) o el complejo de Sierra Nevada.

La descripción de las formaciones, que componen cada uno de esos mantos, se efectuará por sectores y de acuerdo con los datos de los autores respectivos.

## 1.2 LOS MATERIALES ALPUJARRIDES

### 1.2.1 MANTOS ALPUJARRIDES AL S DEL PARALELO DE PINOS DEL VALLE

En este sector, el más bajo de los Alpujarrides es el Manto de Alcázar y se hallan bien representados los Mantos de La Herradura, Salobreña y Los Guájares. Hacia el W, las superficies de traslación que separan a los tres últimos se localizan a nivel de los mármoles calizos y dolomíticos, situados en la parte superior de cada uno de ellos. Esta circunstancia dificulta la delimitación precisa entre los tres mantos, sobre todo en aquellos puntos en que no aparece jalonada por afloramientos de rocas metapelíticas. En especial, el contacto que separa al Manto de Los Guájares del Manto de La Herradura, desde las proximidades de Pinos del Valle hacia el W, es muy difícil de establecer sobre el terreno y su localización en el mapa geológico es sólo aproximada (1).

---

(1) Este apartado se ha redactado a partir de los datos de campo de uno de nosotros (J. A.), fundamentalmente.

### 1.2.1.1 Formaciones del Manto de Los Guájares

Se pueden distinguir tres unidades pertenecientes a este manto, en la mitad S de la Hoja: Unidad del Guájar Alto, Unidad de los Prados de Lopera y Unidad del Cortijo de Guájar La Vieja.

Las unidades de Guájar Alto y del Cortijo de los Prados de Lopera están constituidas por sucesiones de materiales prácticamente idénticas. En realidad la formación superior de mármoles es común a las dos unidades y, a lo largo de estos mármoles, hay continuidad desde una hasta la otra. Sus series esquistosas no están en continuidad lateral, pero presentan unas similitudes tan marcadas que es relativamente fácil comparar y correlacionar unos materiales con otros.

Entre el Cerro de Entresierras, al N de Lentegí, y los Cortijos de la Chicharra y Entresierras, algo más al E, se han encontrado tres klippen de micasquistos que suponemos pertenecientes a la Unidad de Guájar Alto, tanto por su posición tectónica y proximidad al Límite meridional de dicha unidad, como por la semejanza litológica de sus materiales con los micasquistos que afloran en las inmediaciones de Guájar Alto.

La Unidad de Guájar Alto comprende, entonces, los tres klippen de Entresierras y las formaciones de esquistos que afloran en los alrededores de Guájar Alto; además, la extensa mancha de micasquistos situados al E de Guájar Faragüit, y que se prolongan hacia el E y N, alrededor de los mármoles del vértice Llanadas. Los elementos más septentrionales de esta unidad, en la Hoja de Dúrcal, son los micasquistos situados unos 5 k. al N de Guájar Faragüit, entre el Cerro de los Jarales y el Cortijo de la Loma del Vico.

La Unidad de los Prados de Lopera se sitúa en las inmediaciones del Cortijo de ese nombre, junto a la carretera de Granada a Almuñécar, y desde ahí sus esquistos se extienden hacia el NW, por la vertiente N de la Sierra de Almijara; sus materiales quedan fosilizados por el neógeno y cuaternario de Jayena.

Sobre las formaciones esquistosas de las unidades de los Prados de Lopera y de Guájar Alto se sitúa una potente formación de mármoles, que se atribuyen al Trías y que, como ya hemos advertido, son comunes a las dos unidades que acabamos de mencionar.

Hemos reservado el nombre de Unidad de Guájar La Vieja para designar el isleo de micasquistos existente algo al SE del Cortijo del mismo nombre. Estos micasquistos se apoyan sobre los mármoles de la Unidad de Guájar Alto precisamente 1 k. al NE de ese pueblo. En realidad la Unidad de Guájar La Vieja puede que sea más extensa y más compleja en su constitución; efectivamente, al S del Alto de la Cuesta de las Pulgas, en el camino de Jayena a los Prados de Lopera, la Unidad de los Prados de Lopera aparece duplicada (véase el corte IV-IV', de los que acompañan al mapa); la parte

superior de esta duplicación podría relacionarse con la Unidad de Guájar La Vieja y la parte baja propiamente con la Unidad de los Prados de Lopera. Sin embargo, la continuidad de los mármoles hacia el E nos ha hecho preferible escoger, por ahora, la posibilidad de una duplicación interna en la misma Unidad de los Prados de Lopera, más que subdividir ese conjunto en dos unidades. Algo parecido se puede decir de los afloramientos de esquistos, pertenecientes a la Unidad de Guájar Alto, que se sitúan a media distancia entre las Llanadas y Guájar Fondón; tales esquistos y otros situados más al E, pueden interpretarse como una duplicación local de la Unidad de Guájar Alto o bien descomponerse en dos unidades. Por razones de cartografía y en función de las relaciones de tales esquistos con los mármoles de las Llanadas, hemos preferido pensar que, también en este caso, se trata de una duplicación interna en una misma unidad.

#### 1.2.1.1.1 *Micasquistos y cuarcitas de Guájar Fondón* ( $\xi_{vs}$ , $\Psi$ )

Esta formación, bastante metamórfica, representa los materiales más bajos de los que componen el Manto de Los Guájares.

Está constituida por una sucesión de micasquistos, cuarzoesquistosos, y cuarcitas oscuras, que aparecen sobre el terreno con tonalidades pardas, casi negras. Alternan bancos decimétricos de cuarcitas con otros más micáceos, sin que sea posible precisar en qué posición estratigráfica son más abundantes unos u otros.

En algunos puntos, no necesariamente junto al contacto de corrimiento con el autóctono relativo, existen enclaves, de extensión generalmente reducida, de rocas gneissicas, localmente con aspecto migmatítico; el contacto entre los gneisses y migmatitas y los esquistos es gradual y no ha sido posible delimitarlo con precisión en cartografía. Por lo demás, la formación de Guájar Fondón es muy monótona y no es posible diferenciar dentro de ella términos de características diferentes.

Los esquistos de Guájar Fondón están superpuestos tectónicamente sobre otros materiales que pertenecen a tres mantos distintos. Por el S, en la zona de Los Guájares, de Entresierras y del Cortijo de los Prados de Lopera se sitúa sobre los mármoles del Manto de Salobreña. Al E, en las cercanías de la Venta de la Cebada, descansan sobre las calizas y dolomías del Manto de Alcázar y desde aquí hasta el N (proximidades de Pinos del Valle), se superponen sucesivamente a los esquistos y mármoles del Manto de La Herradura.

Precisamente el aspecto de «visu» de los esquistos de Guájar Fondón, muy oscuros y con alto grado de metamorfismo, ha permitido diferenciarlos de los esquistos del Manto de La Herradura, a los que se superponen a veces; ya veremos más adelante que los esquistos infrayacentes de La

Herradura son menos metamórficos, pobres en biotita y ricos en mica blanca, que les da tonalidades más claras.

La formación de Guájar Fondón presenta más similitudes en algunas de las formaciones que constituyen el Manto de Salobreña y que están muy bien desarrolladas entre Salobreña y Almuñécar, en la Hoja de Motril. La delimitación de unos y otros esquistos es aquí posible gracias a que entre ellos se intercalan los mármoles del Manto de Salobreña, con lo cual desaparece el problema que podría presentarse caso de que entraran en contacto.

Para los casos en que los esquistos de Guájar Fondón se superponen a materiales del Manto de Alcázar, las diferencias entre unos y otros materiales es tan acusada que verdaderamente no vale la pena insistir en la diferenciación.

A grandes rasgos, los esquistos de la Formación de Guájar Fondón presentan siempre una estructura esquistosa, en la que no se manifiesta, en principio, una sola orientación preferencial; en detalle, se notan dos esquistosidades fundamentales, que no siempre coexisten a escala macroscópica. En aquellas áreas con cierto predominio de cuarzo esquistos y cuarcitas, predominan pliegues casi concéntricos de tamaño decimétrico, que pliegan a una esquistosidad aproximadamente paralela al bandeo litológico; en relación con estos pliegues se desarrolla una esquistosidad de plano axial y eventualmente puede observarse cómo esta esquistosidad afecta y pliega a las charnelas de pliegues casi isoclinales o de apariencia fluidal. Es mucho más frecuente encontrar los pequeños pliegues casi concéntricos con su esquistosidad asociada, a veces espaciada, que las charnelas de los isoclinales más antiguos (para más detalles, cf. AVIDAD, 1976).

En otros afloramientos con materiales más micáceos, comúnmente se observa una esquistosidad que corresponde con la segunda de las que acabamos de describir. En estos casos los pliegues de la segunda esquistosidad son similares y su esquistosidad de plano axial llega a borrar a la esquistosidad más antigua, por lo menos en lo que a observación de campo se refiere.

Por añadidura, la formación de Guájar Fondón contiene frecuentes venas y filoncillos de aspecto pegmatóide; son cuarzo-feldespáticas y algunas de ellas fuertemente deformadas. Además de cuarzo y feldespato, son frecuentes cristales de andalucita (de varios mm), de moscovita, de turmalina y, en ocasiones, de cianita.

Desde el punto de vista petrológico, la formación contiene cuarzo esquistos y micasquistos biotíticos, con textura esquistosa, frecuentemente microplegada. En casi todas las muestras estudiadas al microscopio existen, como minerales metamórficos, biotita, granate, estaurilita, cianita y fibrolita; es muy frecuente la aparición de cristales postcinemáticos de andalucita. Todos estos minerales, y otros de menor proporción, se distribuyen

en diferentes asociaciones estables que son muy difíciles de delimitar, por el hecho de que varios de los minerales han crecido en varias fases, e incluso de tal modo que parece que su crecimiento fuera continuo entre una fase y otra [AVIDAD, op. cit.]. Cuando carecen de sillimanita se les ha llamado *гѣвек*.

Los gneises y rocas migmatíticas presentan sus texturas características, si bien su mineralogía, cualitativamente hablando, es semejante a la de los micasquistos ya descritos.

En su conjunto, la formación de Guájar Fondón no sufre cambio alguno en su composición y mediante un contacto bastante neto, posiblemente despegado durante las traslaciones de los mantos, da paso a otra formación de micasquistos superiores.

#### 1.2.1.1.2 *Cuarzosquistos y micaesquistos anfibolíticos del Cortijo del Chupa* (гѣзк)

Están bien representados en el afloramiento del Cortijo del Chupa, situado 1,5 k. al N de los Prados de Lopera. Términos equivalentes existen en la Unidad de Guájar Alto, en un rosario de afloramientos que jalonan el contacto entre los mármoles de la Sierra de las Guájaras y los esquistos de la formación de Guájar Fondón; se disponen alrededor del vértice de las Llanadas, desde cerca de Guájar Faragüt hasta afloramientos próximos al sector de Pinos del Valle. Existen también en el corte de Guájar Alto.

Sobre el terreno, se diferencian con facilidad de los micasquistos de Guájar Fondón por sus tonalidades grises o verdosas. Su color más claro y verdoso se debe a la escasez de biotita y óxidos de hierro y a la abundancia de moscovita, epidota, anfíboles y, sobre todo, cuarzo.

Su carácter cuarcítico determina el que las pequeñas estructuras que los deforman sean semejantes a las descritas para la Formación de Guájar Fondón en sus términos más cuarcíticos.

Las venas pegmatoides son poco frecuentes y no suelen contener granos minerales de gran tamaño; la composición de las venas es muy poco variada y pobre, mineralógicamente hablando.

El espesor de los esquistos del Chupa es muy variable, pensamos que por razones fundamentalmente tectónicas. En algunos casos está totalmente laminada y en otros muchos no aparece con más de 20 m. de potencia; como máximo llega a tener algo más de 100 m. de espesor.

La mineralogía de los esquistos del Chupa es variada. Existen niveles ricos en epidota y anfíbol, mientras que estos mismos minerales están ausentes de ciertos horizontes de la misma formación. En general, como queda dicho, abundan el cuarzo, las plagioclasas y la moscovita, y son bastante escasas biotita y estauroilita; la cianita se da con frecuencia y, curio-

samente, no falta en la formación ni siquiera en las muestras recogidas en las proximidades del contacto con los mármoles suprayacentes.

Conviene notar que la formación del Chupa tiene semejanzas litológicas con ciertos paquetes de esquistos y cuarcitas claros que describiremos más adelante, como parte del Manto de La Herradura.

#### 1.2.1.1.3 *Formación de mármoles de la Sierra de Las Guájaras* ( $\Delta_b^4$ )

Constituyen un extenso afloramiento, alargado en dirección E-W, desde Las Llanadas hasta el Cortijo de los Prados de Lopera.

La potencia es variable y creemos que en este caso concurren las laminaciones y los propios cambios en el desarrollo de la sucesión primitiva.

Su contacto con la formación inferior de esquistos claros del Chupa es neto y no se suele presentar, como en otros cortes de otros mantos alpujárrides, un paso gradual, por términos calcoesquistosos, en los cuales la proporción de componentes carbonatados es creciente hacia arriba. La propia formación de micasquistos del Chupa es bastante discontinua por debajo de estos mármoles, como se ha hecho notar al mencionar la disposición arrosariada de tales materiales entre Guájar Faragüit y Pinos del Valle. Con gran frecuencia los mármoles de Las Guájaras se sitúan directamente sobre micasquistos oscuros, con sillimanita y cianita, de Guájar Fondón. Aunque podría pensarse que tal disposición pudiera deberse a causas puramente estratigráficas, se pueden adoptar varios argumentos a favor de la hipótesis de que el contacto basal de los mármoles es un contacto tectónico de cierta importancia, capaz de intervenir activamente en la laminación y desaparición de algunos de los términos pertenecientes a formaciones más bajas. En primer lugar la formación de mármoles responde a los esfuerzos de un modo diferente al que lo hacen las formaciones de esquistos más bajos; su propio estilo de plegamiento es distinto del de los micasquistos y, curiosamente, la geometría del contacto que delimita las formaciones de mármoles, superiores, y las de esquistos, inferiores, no parece guardar relación alguna con la deformación interna de cada una de las formaciones que llegan a contactar.

Por debajo de los mármoles de Las Guájaras, en aquellos sitios en los que aparece la formación de Guájar Fondón, se suele encontrar sillimanita, que podría estar relacionada con una fase de metamorfismo con predominio de alta temperatura. Por el contrario, en los jirones de esquistos del Chupa, situados por debajo de los mismos mármoles, nunca se ha encontrado sillimanita en la misma fase térmica, y es justamente esta razón la que nos induce a admitir que la formación del Chupa debía situarse por encima de la de Guájar Fondón en el momento en que ambas sufrieron los efectos de la etapa de metamorfismo aludida, de manera que la isograda de la sillimanita quedó situada dentro de la formación de Guájar Fondón. Con el fin

de aclarar algo más lo expresado, diremos que, desde nuestro punto de vista, los contactos entre los esquistos de Guájar Fondón y los del Chupa, y entre éstos y los mármoles de Las Guájaras, son ambos dos contactos tectónicos de cierta importancia. Son ellos los responsables de que las formaciones de micasquistos no se presenten con su verdadero desarrollo; sin embargo, no disponemos de argumentos suficientes para darles el carácter de verdaderos contactos de corrimiento o al menos el de contactos mayores de corrimiento; de esta manera pensamos que dentro del propio Manto de Los Guájaras, que aparece trasladado sobre un sustrato compuesto de varios mantos alpujárrides distintos, existen formaciones que, a su vez, han tenido movimientos relativos unas respecto de otras. La cuantía de estos movimientos, que consideraremos como internos dentro de cada manto, es imposible de evaluar ni siquiera aproximadamente, pero tenemos la impresión de que en determinados casos puede ser importante.

En los mármoles de Las Guájaras no se han diferenciado intercalaciones como se ha hecho en las formaciones de mármoles o de calizas y dolomías de otros mantos. Si bien es cierto que existen algunas hiladas en las que abundan los minerales silicatados, las intercalaciones resultan irrepresentables a la escala de nuestro mapa. En general se trata de una masa relativamente homogénea de calizas y dolomías marmorizadas, en las que muchas veces se observan vestigios de su estratificación; casi siempre están tectinizados y las numerosísimas fracturas los hacen aparecer como fuertemente triturados. En algunos horizontes y localidades se han recogido muestras en las que los mármoles contienen biotita y más raramente tremolita.

No se han encontrado restos orgánicos que permitan la datación de esta potente serie de materiales carbonatados. Si en la leyenda aparecen con la edad de Trías Medio y Superior es simplemente por comparación con las formaciones de calizas y dolomías de otros Mantos Alpujárrides. Los autores que, antes que nosotros, han estudiado esta región, han coincidido en atribuir los mármoles que constituimos en Formación de las Guájaras al Trías, admitiéndose que muy probablemente no contienen sedimentos del Trías Inferior (BLUMENTHAL, 1935; COPPONEX, 1959; BOULIN, 1970).

#### 1.2.1.1.4 *Micasquistos y cuarcitas rojas del Cortijo del Aljibe (ξ<sub>b</sub>)*

Se trata de un afloramiento de menos de 1 km<sup>2</sup>, sobre el que se enclava el Cortijo que les da nombre. El afloramiento se sitúa en el ángulo SE de la Hoja, exactamente 4 k. al E de Guájar Faragüit y 3 k. al S de la Venta de la Cebada.

Podrían formar parte de la Unidad de Guájar Alto, pero por su posición y la falta de relación con los mármoles de Las Guájaras, se ha preferido tratarlas en epígrafe aparte de las restantes formaciones de la Unidad de

Guájár Alto. Como características más notables del afloramiento diremos que:

- Sus materiales reposan sobre los esquistos con sillimanita de Guájár Fondón.
- El contacto entre unos y otros es relativamente neto y no se ha podido delimitar con claridad el posible paso progresivo desde unos materiales a otros.
- Sobre sus micasquistos y cuarcitas no existen términos carbonatados, que permitan fijar su posición con respecto a los mármoles de la Sierra de Las Guájaras.
- Materiales semejantes a éstos nunca se ven intercalados entre la formación del Chupa y los mármoles de las Guájaras.
- Mineralógicamente, presentan caracteres especiales, pues en sus cuarzoquistos y sus micasquistos moscovíticos, frecuentemente con epidota, no se han encontrado minerales correspondientes a un metamorfismo superior al de la aparición de la biotita.

De estos rasgos se pueden extraer algunas conclusiones. En primer lugar es notable el salto de metamorfismo que implica el contacto entre los esquistos del Aljibe y los de Guájár Fondón. Por otra parte, en los cuarzoquistos y micasquistos anfibolíticos del Chupa, que por su posición pudiera pensarse que equivalen a los del Aljibe, contienen cianita, hasta en las muestras recogidas casi en el contacto con la formación de Las Guájaras.

Por todo ello es posible que el contacto inferior de los esquistos del Aljibe pueda tener el carácter de un contacto tectónico importante y que en realidad la formación sea parte de otra unidad distinta de la de Guájár Alto. Queremos dejar abierta la posibilidad de que los esquistos del Aljibe puedan constituir una parte de los materiales de la Unidad de Guájár La Vieja, en cuyo caso esta correlación tectónica implicaría la laminación hacia el E de los mármoles de Las Guájaras, puesto que en el klippe en el que ha sido definida la Unidad de Guájár La Vieja ésta se superpone claramente a los mármoles.

Finalmente, señalaremos que los materiales que forman parte de los esquistos del Aljibe presentan semejanzas litológicas con los correspondientes a las «cuarcitas rojas» de la Unidad de Guindalera, definida en la Hoja de Motril como parte del Manto de Las Guájaras (AVIDAD y GARCIA-DUEÑAS, 1975); desde luego la posición tectónica del afloramiento del Aljibe no es del todo comparable a la de la Unidad de Guindalera.

#### 1.2.1.1.5 *Micasquistos de grano fino del Cortijo de Guájár La Vieja* (ξ<sub>b</sub>)

Todos los términos descritos hasta ahora como componentes del Manto de Los Guájares forman parte de las Unidades de Guájár Alto o de los Prados



de Lopera. Con ciertas reservas nos hemos referido a los esquistos del Aljibe.

Ahora, al tratar de la formación de Guájár La Vieja, nos vamos a referir a los micasquistos de grano fino y cuarzoquistos de colores grises que constituyen la Unidad de Guájár La Vieja, y que se disponen como un klippe sobre los mármoles de la Unidad de Guájár Alto, 1 k. al NE de esta localidad.

Su contacto basal es tectónico y tendido, aunque en algunos puntos se ve modificado por fallas normales; su superficie basal, por tanto, es subparalela a los contactos de corrimiento mediante los cuales se superponen unos Alpujárrides a otros.

Petrologicamente, sus cuarzoquistos y micasquistos grises y a veces algo rojizos, aunque siempre de tonalidades claras, presentan texturas esquistosas, microplegadas y son ricos en cuarzo, moscovita y biotita; es frecuente la existencia de plagioclasas y más raramente se encuentra epidota. Su metamorfismo no es muy alto y, como ocurría en el caso de los micasquistos del Aljibe, no excede en intensidad al de la zona de aparición de la biotita.

Salvo los del Cortijo del Aljibe, no existen en toda la Hoja ningunos otros materiales comparables a éstos, por su posición tectónica y naturaleza litológica. Cabría, por tanto, considerar este klippe como la representación de un manto más alto que el de los Guájares e independientes de él. Pero es precisamente su falta de extensión y su relación espacial con la unidad de Guájár Alto, lo que nos ha movido a asociarlo al Manto de Los Guájares sin darle una categoría superior. Insistimos en que sería posible admitir la existencia de un manto corrido por encima del de Los Guájares y que estaría representado, en la Hoja de Dúrcal, por el klippe de Guájár La Vieja y el que, en su caso, pudiera comportar los esquistos del Aljibe. En la inmediata Hoja de Motril, este manto podría estar representado por una parte de los materiales de la Unidad de Guindalera, concretamente su formación de cuarcitas rojas (1).

#### 1.2.1.2 Formaciones del Manto de Salobreña

El Manto de Salobreña ocupa una importante extensión por el S y SE de la Hoja de Dúrcal. Sus afloramientos son fundamentalmente de mármoles y sólo en contadas extensiones afloran niveles metamórficos de origen cuarzoso y pelítico. Sus mármoles constituyen la mayor parte de la Sierra Almirajara y por el E se extiende hasta las proximidades de Los Guájares.

---

(1) Cabe también la posibilidad de que los esquistos de Guájár La Vieja estén invertidos y representen el flanco superior, laminado, corrido y erosionado, de un sinclinal tumbado cuyo núcleo serían los mármoles de Las Guájaras, a su vez trasladados sobre los esquistos laminados del flanco normal. Para comparación con estructuras de este tipo se remite a J. AVI-DAD y V. GARCÍA-DUEÑAS (1975).

Como se ha advertido, todos estos materiales quedaron englobados en la Hoja de Motril, en la Unidad del río Verde y, dentro de ella, únicamente pasan a la Hoja de Dúrcal las que quedaron definidas como Formación de micasquistos de Otívar y la Formación carbonatada (mármoles). Los micasquistos de Otívar afloran, dentro de la Hoja de Dúrcal, únicamente en unos cuantos asomos no muy extensos, que se localizan cerca del pueblo de Lentegí, por lo cual en esta Memoria figurarán como esquistos de Lentegí.

Respecto a los mármoles del Manto de Salobreña, en Dúrcal, les daremos el nombre de mármoles de la Almirara (Formación carbonatada).

#### 1.2.1.2.1 *Esquistos de Lentegí* ( $\xi_{cb}$ ).

Los esquistos de Lentegí son únicamente la parte más alta de los micasquistos de Otívar.

Son coronados por una sucesión rica en términos carbonatados, que marcan la transición hacia los mármoles superiores. Estos términos calcoesquistosos parecen, en algún caso, pasar lateralmente hasta dar mármoles. Si esta observación es exacta, pudiera ocurrir que hacia el W los mármoles fueran situándose en niveles algo más antiguos que hacia el E, de tal forma que la posible isocrona cortase oblicuamente al límite entre mármoles y formaciones esquistosas; hacia el W aparecerían niveles de mármoles más viejos. En resumen, se trataría de un contacto indentado y ascendente de W a E, con la apariencia de un cambio lateral de facies, que únicamente afecta a los términos más bajos de los mármoles de la Almirara, por el W y a los más altos de los esquistos de Lentegí, por el E.

Son varios los argumentos que concurren para hacer presumible esta hipótesis. En primer lugar, en cualquier corte de abajo a arriba suele incrementarse progresivamente el contenido en términos carbonatados. Existen también, en áreas próximas a Lentegí, algunas intercalaciones bastante potentes de mármoles, que se sitúan en la parte superior de la formación de micasquistos; así ocurre, en la vecina Hoja de Motril, con los mármoles del Pinar de Torillas, entre otros casos. El análisis detallado del contacto entre mármoles y términos esquistosos, en los alrededores de Lentegí, muestra que los términos esquistosos unas veces entran normalmente bajo los mármoles, otras están claramente superpuestos y en ambos casos las superficies de contacto son subparalelas a la estratificación aparente.

Por el W, junto al vértice Navachica (1.832 m.), una gruesa intercalación de micasquistos de grano fino se sitúa entre los mármoles de la Almirara. Los esquistos de esta intercalación (?) tienen gran semejanza petrográfica con los de Lentegí y es notable que tanto unos como otros sean extraordinariamente ricos en cloritoide, mineral que no ha aparecido o es más escaso en otros enclaves de los esquistos de Lentegí.

Los esquistos de Lentegí han sufrido un metamorfismo de grado bajo,

como se demuestra por los minerales que contiene: cuarzo, carbonato, cloritoide, moscovita y biotita.

Para establecer la relación de los esquistos de Lentegí con otros términos más bajos del Manto de Salobreña consúltese la Memoria de la Hoja de Motril.

#### 1.2.1.2 Mármoles de la Almijara (Formación Carbonatada) ( $\Delta_x^4$ )

Es posible que en algunos puntos alcancen un espesor del orden de los 1.000 m.

Las rocas originarias fueron ciertamente calizas y dolomías con algunas impurezas ocasionales. Frecuentemente se trata de mármoles muy puros únicamente compuestos de carbonatos; en otros casos contienen cuarzo, tremolita, mica incolora y grafito. En contados afloramientos se han observado reliquias de nódulos de sílex y de niveles silíceos finos.

Excepcionalmente, como ocurre al N de Navachica, los mármoles presentan intercalaciones de esquistos de hasta 100 m. de espesor, intercalaciones que como se ha dicho son de naturaleza litológica semejante a la de los esquistos de Lentegí. Además de esas grandes intercalaciones posibles, son frecuentes otras mucho más delgadas que contienen biotita, moscovita y tremolita.

Es difícil reconocer en los mármoles las huellas de las esquistosidades que los han afectado. Con frecuencia se han visto pliegues decimétricos de aspecto fluidal que pueden relacionarse lejanamente con los reconocidos en las formaciones de micasquistos y cuarzoquistos más antiguos.

En las cercanías de Lentegí, CH. BARROIS y A. OFFRET (1889) recogieron algunos restos de Megalodon y atribuyeron los mármoles al Triás. J. BOULIN (1970) coincide con esta atribución.

#### 1.2.1.3 Formaciones del Manto de La Herradura

En la mitad S de la Hoja de Dúrcal el Manto de La Herradura está representado por la que hemos llamado Unidad de Pinos del Valle. Esta unidad se nos presenta en ese sector superpuesta a las calizas y dolomías del Manto de Alcázar y bajo diferentes formaciones de la Unidad de Guájar Alto (Manto de Los Guájares).

Hacia el N y W la Unidad de Pinos del Valle se presenta constituida fundamentalmente por una enorme extensión de mármoles, cuya atribución al Manto de La Herradura la ha efectuado uno de nosotros (J. A. G.). En toda esta extensión, al N del paralelo de Pinos del Valle y entre Dúrcal y Jayena, son contados los afloramientos en que se han reconocido micasquistos atribuibles al Manto de La Herradura, y aun en esos casos la sucesión no es suficientemente completa como para reconocer los distintos términos

que caracterizan la columna de la Unidad de Pinos del Valle. En el sector de Pinos del Valle es donde se muestra más completa la secuencia y el corte tipo de este sector es el que se ha utilizado para caracterizar al Manto de La Herradura en la Hoja de Dúrcal. En general, los restantes afloramientos que se suponen pertenecientes al Manto de La Herradura, se han incluido dentro del mismo, por razones de posición o por razones de semejanzas litológicas con las formaciones diferenciadas en Pinos del Valle.

#### 1.2.1.3.1 *Cuarcitas y micasquistos oscuros del Barranco de Zaza (oξe)*

Los materiales de esta formación afloran en el corte natural del barranco, unos 2 k. al S del Crucero de Pinos del Valle.

Es el más bajo de las formaciones o tramos que componen la Unidad de Pinos del Valle. Su extensión es escasa, ya que el límite E de la Unidad de Pinos del Valle lo constituye un contacto entre las calizas y dolomías del Manto de Alcázar y términos de la formación más alta de esta unidad (véase el mapa geológico), y a lo largo de ese contacto no afloran.

La formación se ha diferenciado atendiendo a criterios de campo. La característica más destacable de sus esquistos es el contenido en biotita, grafito y óxidos de hierro, que les dan una coloración pardo oscura; gracias a ello se han podido distinguir de los esquistos de la formación suprayacente, en la que abundan términos con alto contenido en moscovita y de colores generalmente más claros que los de los esquistos de la Zaza. Es notable, también, la casi ausencia de niveles de anfibolitas y epidotitas, tan característicos de las formaciones que pertenecen al Manto de La Herradura.

Los esquistos de Zaza presentan un parecido grande con algunos de los esquistos de Guájjar Fondón (Manto de Los Guájares). La diferencia más importante entre unos y otros es la ausencia, en Zaza, de esquistos con sillimanita, mineral bastante frecuente en los esquistos del Guájjar Fondón; la posición de los esquistos de la Zaza descarta la posibilidad de que puedan relacionarse, de hecho, con los esquistos de Guájjar Fondón.

Su tipo de deformación visible en el campo es de las mismas características que el que se ha indicado para los micasquistos y cuarzoesquistos de Guájjar Fondón, por lo que aquí no insistiremos sobre este asunto.

Las rocas que los componen son cuarzo esquistos y micasquistos biotíticos con textura esquistosa, en los que abundan, a más de la biotita, el cuarzo, la plagioclasa, la moscovita, menas metálicas, plagioclasa, granates y en menor proporción cianita. La potencia no puede calcularse por cuanto no aflora su contacto inferior; el contacto superior es relativamente neto, sin que se observe una transición gradual a la formación de cuarzoesquistos y micasquistos anfibolíticos que se les superpone.

### 1.2.1.3.2 *Cuarzoesquistos y micasquistos anfíbolíticos del Cortijo de Joya Zauca* ( $g_{5bc}$ , $g_{5bc}$ )

Se trata de un paquete de materiales esquistosos silicatados con potencia variable, desde unos pocos metros hasta el orden del centenar; su aspecto es bastante característico y se reconocen con facilidad. Hacia el N, estos materiales, cuyo corte tipo se puede establecer en la cabecera del Barranco de Zaza —sobre uno de sus afluentes se halla el Cortijo de Joya Zauca—, o a lo largo de la carretera que va desde Pinos del Valle hasta Guájar Faragüit, se disponen por debajo del potente paquete de mármoles del Crucero de Pinos. El contacto no es rigurosamente normal. Hacia el S, los esquistos de Joya Zauca aparecen cabalgados directamente por el Manto de Los Guájares, hasta un punto situado al S de la Venta de la Cebada, en donde la Unidad de Guájar Alto llega a reposar directamente sobre los términos carbonatados del Manto de Alcázar.

Son de colores grises claros y, dentro de su uniformidad, pueden distinguirse dos tramos, según su composición mineralógica.

El tramo más bajo ( $g_{5bc}$ ) está compuesto por cuarzoesquistos y micasquistos grises con niveles de anfíbolitas y epidotitas de 5 a 20 cm. de espesor; predominan en él los términos cuarzoesquistos sobre otros más ricos en mica. A escala del afloramiento son visibles pliegues decimétricos de estilo similar que, según la naturaleza más o menos cuarzosa, se aproximan o no a concéntricos. Abundan las venas pegmatoides ricas en cuarzo, feldspato y moscovita, que con frecuencia se hallan fuertemente deformadas. El estudio petrológico en lámina delgada nos ha permitido determinar la existencia de algunos cuarzoesquistos moscovíticos ricos en plagioclasa y con biotita, casi siempre en poca cantidad; la estaurólita aparece únicamente en alguna de las muestras recogidas y es relativamente frecuente la cianita, que señala el más alto grado de metamorfismo de este tramo inferior de la formación. Otras muestras, clasificadas como micasquistos, presentan una mineralogía análoga a la indicada, con la diferencia de que decrece la proporción de cuarzo y se incrementa la de moscovita. En fin, también se han determinado cuarcitas anfíbolíticas con epidota, ricas en moscovita y plagioclasa. En los términos en que están presentes en alta proporción anfíboles y epidota, se presenta más raramente la estaurólita o la cianita. Otros minerales existentes en las rocas del tramo inferior de Joya Zauca son la esfena, clorita, apatito y otros todavía más escasos.

El tramo superior ( $g_{5bc}$ ), bastante menos desarrollado que el anterior, pues su espesor máximo es de 30-40 m., únicamente difiere en la ausencia de cianita y estaurólita. Creemos que los materiales originales debieron ser de naturaleza semejante a los del tramo inferior, pero el grado de metamorfismo que han sufrido es más bajo y de aquí la ausencia de cianita

y estauroлита. Hacia arriba un contacto muy neto separa este tramo de los mármoles más altos; como es bastante frecuente, este contacto no es rigurosamente normal y es muy posible que el despegue de los mármoles con los niveles infrayacentes haya laminado el tramo superior de micasquistos con biotita y epidota de la formación de la Joya Zauca.

J. BOULIN (1970), atribuyó una parte de los esquistos de la Zaza y otra de los esquistos y anfibolitas y epidotitas de Joya Zauca a su Unidad de Almuñécar, que consideraba parte de los Nevado-Filábrides. Por razones de posición tectónica y de litología nos parece insostenible esta atribución.

#### 1.2.1.3.3 *Formación de mármoles del Crucero de Pinos ( $\Delta^4$ )*

Los mármoles de este potente paquete, que en el sector de Pinos del Valle no llegan a sobrepasar los 500 m. de espesor, son muy parecidos a los mármoles de los Mantos de Salobreña y de Los Guájares. Algunos kilómetros al W de Pinos del Valle, los mármoles del Manto de Los Guájares contactan directamente con éstos y la delimitación de las Unidades de Pinos y de Guájar Alto se hace extremadamente difícil a consecuencia de la semejanza litológica entre sus respectivas formaciones carbonatadas. Los cortes II-II' y IV-IV' representan la geometría del contacto y el modo de superposición de unos y otros mármoles.

Aunque no se han encontrado restos fósiles en ellos, admitimos su edad del Triás Medio y Superior por comparación con los mármoles y calizas y dolomías de otras unidades alpujarrides.

Su grado de metamorfismo, su composición y apariencia son idénticos a los de las formaciones de mármoles ya descritas para otros mantos.

#### 1.2.1.4 **Formaciones del Manto de Alcázar**

El Manto de Alcázar está poco representado en la mitad S de la Hoja de Dúrcal y a la unidad que lo constituye la hemos llamado Unidad del Cortijo de la Rubia. Las formaciones de esta unidad se continúan más al E, en la Hoja de Lanjarón, con otras que F. ALDAYA, en las publicaciones citadas, considera como pertenecientes al Manto de Alcázar.

Resumiremos brevemente la naturaleza de los términos que componen el Manto de Alcázar en el ángulo SE de la Hoja de Dúrcal.

Los términos basales (P-T<sub>A1</sub>f) se componen de filitas grises y azuladas, con niveles de cuarcitas. El grado de metamorfismo de estos materiales es muy bajo, como se deduce de los minerales que normalmente las componen mayoritariamente: cuarzo, clorita, mica blanca y albíta. En algunos casos aparece biotita, aunque relacionada con un metamorfismo tardío de baja presión.

Hacia la parte superior de la formación de filitas, se observa un enrique-

cimiento en términos carbonatados y mediante una transición muchas veces gradual con calcoesquistos ( $T_{A2cm}$ ), se pasa a una formación potente, de varios centenares de metros, de dolomías recristalizadas calizas y eventualmente mármoles, que suponemos, por consideraciones regionales, del Trías Medio-Superior ( $T_{A2-3\Delta}$ ); dentro de la Formación Carbonatada de dolomías y calizas, y hacia su base, son abundantes las intercalaciones de calcoesquistos.

También por consideraciones de índole regional, se admite comúnmente que las filitas del Manto de Alcázar son de edad Permo-Werfeniense; dentro de la Hoja de Dúrcal no superan los 300 m. de espesor.

## 1.2.2 LOS MANTOS ALPUJARRIDES AL N DEL PARALELO DE PINOS DEL VALLE

Este apartado se ha redactado a partir de los datos proporcionados por uno de nosotros (J. A. G.), por lo cual la descripción no se adapta exactamente a la realizada para las unidades situadas en la mitad S de la Hoja de Dúrcal. Las conclusiones que se extraen de este epígrafe no son en consecuencia aplicables a todo el conjunto de los Alpujárrides de la Hoja de Dúrcal y únicamente presentan validez para su mitad N.

Estudiaremos a continuación los Mantos Alpujárrides situados entre Dúrcal y Jayena y los situados al E de Dúrcal, en la falda occidental de Sierra Nevada; justamente en este último sector aflora el Manto de Cástaras, que algo más al E se encuentra apoyado directamente sobre el Complejo de Sierra Nevada.

### 1.2.2.1 El Manto de Los Guájares al N de Pinos del Valle

En la mitad N de la Hoja se encuentra representado por un buen número de klíppes que aparecen delimitados en cartografía entre Dúrcal y Jayena. En el sector al E de Dúrcal y al N del río Izbor, únicamente existe un afloramiento que aparece fosilizado por materiales del Mioceno.

En este manto, y siempre según los datos de J. A. GALLEGOS, se encuentran los materiales Alpujárrides más bajos de la mitad N de la Hoja de Dúrcal, representados por micasquistos muy grafitosos que son los que constituyen la mayor parte de los klíppes del manto.

Sólo en contados casos se encuentran coronados por formaciones carbonatadas y en ninguno de ellos aparece la formación metapelítica completamente representada. Unas veces faltan los niveles de micasquistos más bajos, que son los de metamorfismo más elevado, y otras, el despegue de la formación carbonatada ha implicado la desaparición de los tramos metapelíticos más elevados; alguna vez las rocas carbonatadas llegan a reposar directamente sobre micasquistos con almandino y estaurólita, como por

ejemplo en el klippe del Cortijo de Fuente Piedra, en la carretera de Granada a Almuñécar. Los micasquistos con almandino y estauroлита ( $\xi_{vg}$ ) contienen niveles de cuarcitas intercaladas; las cuarcitas se distribuyen de forma irregular en la serie y son claramente minoritarias. La potencia de estos niveles cuarcíticos es muy variable, pero oscila generalmente entre 10-50 cm., como puede verse en cualquiera de los cortes de estos materiales en el sector entre Dúrcal y Jayena (concretamente en los klipps de la carretera de Almuñécar: el próximo al vértice Herrero, el del Cortijo de la Malla, etc.).

La potencia del conjunto de la formación de micasquistos no se puede establecer con certeza ya que, por las razones indicadas más arriba, no se conserva casi nunca su verdadero techo o su muro, que corresponden actualmente a superficies de carácter tectónico. El valor máximo de espesor observable se puede considerar del orden de 100 m., medidos según la perpendicular a la esquistosidad más aparente.

La textura de los micasquistos con estauroлита es esquistosa microplegada; el microplegado es muy intenso y a escala microscópica de tipo similar. Con frecuencia se encuentran filones de cuarzo, muchas veces «boudinados».

Desde el punto de vista de su composición, el rasgo más interesante de los micasquistos con estauroлита es la constante presencia y abundancia de grafito y hierro. El primero de ellos hace a veces imposible el estudio en lámina delgada, mientras que el alto contenido en hierro ha permitido la formación de óxidos, actualmente hidratados, que les confieren unas tonalidades rojizas y marrones oscuras muy características. Entre los minerales que los componen se cuentan el cuarzo, micas incoloras, biotita, granate, grafito y estauroлита.

Por encima de los esquistos con estauroлита suelen situarse otros, sólo presentes en algunos casos, con menor metamorfismo, ya que no se ha encontrado representada la estauroлита ( $\xi_b$ ). Sus características de viso son idénticas a las de los esquistos con estauroлита, de los que únicamente se diferencian por la ausencia de este mineral, índice de un metamorfismo más alto.

En algunos isleos, como el situado al S del vértice Herrero, al E de la carretera de Almuñécar a Granada, existen además, y por encima de los esquistos anteriormente mencionados, algunos afloramientos de filitas en las cuales no se ha encontrado ni siquiera biotita. En cartografía estos afloramientos aparecen englobados como  $\xi_b$ , si bien separados por contactos de despegue de los micasquistos con biotita propiamente dichos; tales filitas del Manto de Los Guájares existen también en el klippe del Cortijo de Praicos, situado en el límite N de la Hoja, 3 k. al E de la carretera de Granada a Almuñécar. La existencia de estas filitas en el Manto de Los Guájares, en las que es de resaltar, insistimos, la ausencia de biotita, no se



repite en las unidades equivalentes que afloran más al S, en las áreas estudiadas por J. AVIDAD y V. GARCIA-DUEÑAS; tampoco más al W.

De la formación carbonatada ( $\Delta_b^4$ ) se puede decir muy poco, dada la escasa representación que tiene. En casi todos los casos se trata de mármoles muy recrystalizados y con potencia de una decena de metros como máximo.

#### 1.2.2.2 El Manto de La Herradura al N de Pinos del Valle

El Manto de La Herradura está muy extensamente representado en la mitad N de la Hoja. Entre Dúrcal y Jayena aflora la prolongación de la Unidad de Pinos del Valle, ya descrita, y al E de Dúrcal se sitúan varios isleos entre Tablate y el río Torrente; a partir de este río se inicia el afloramiento de una unidad que tendrá gran continuidad hacia el N, fuera de los límites de la Hoja, y que provisionalmente se ha denominado Unidad del río Torrente.

Las rocas metapelíticas del Manto de La Herradura, entre Jayena y Sierra Nevada, son muy características, ya que la facies leucocrata que presentan se encuentra muy extendida, tanto vertical como horizontalmente; como esta facies es debida a la mineralogía (abundancia de epidota y clorita y ausencia de grafito) tenemos con ello un criterio seguro para rastrear la continuidad del manto, aun cuando se salte de unos isleos a otros. Generalmente los esquistos del Manto de La Herradura aparecen en el paisaje con tonalidades verde claro, si bien la progresiva abundancia de hierro hacia los niveles superiores de la sucesión y, sobre todo, el menor grado de metamorfismo de las unidades más septentrionales (Unidad del río Torrente) hace que el conjunto se vaya haciendo más rojizo.

La sucesión es bastante cuarcítica y con una ligera tendencia a la disminución del número de bancos cuarcíticos y de la potencia de los mismos, hacia la parte superior.

La textura de los micasquistos es esquistosa aunque aparece más tranquila que en los micasquistos con estauroлита descritos en el epígrafe anterior; los pliegues se presentan menos apretados y frecuentes y el micropliegado similar intenso sólo se ve en algunos casos.

Como rasgos microscópicos destacables hay que resaltar el que en estas series esquistosas la proporción de cristales maclados de plagioclasa es mucho más alta que en las metapelitas de los restantes mantos, a la vez que es muy llamativa la abundancia de titanita e ilmenita.

Los términos más bajos correspondientes a los klippen del Manto de La Herradura, en el sector que nos ocupa, corresponden a micasquistos verdes representados por el símbolo ( $g_{be}^4$ ); la carencia de grafito es total y los minerales principales son: epidota, plagioclasa, cuarzo, micas blancas, biotita, estauroлита y cianita. Los afloramientos principales de estos materiales se encuentran todos entre Tablate y el río Torrente.

Por encima de estos términos y en un pequeño afloramiento próximo a Acequias, se han encontrado micasquistos con biotita y clorita, en los cuales el tamaño de grano es menor que en los anteriores y no han aparecido estaurollita ni cianita.

Al W de Dúrcal son sólo dos los afloramientos de rocas esquistosas que se sitúan por debajo de los mármoles de la Unidad de Pinos del Valle. En ambos casos se trata de rocas filíticas de color verde por su alto contenido en epidota y clorita; son también muy cuarcíticas y en algún caso se encuentran niveles de cuarcitas verdes. Se han representado en el símbolo ( $\xi_{xp}$ ). Los minerales identificables a simple vista son pocos, por el tamaño de grano sumamente pequeño. De cualquier forma contienen cuarzo, micas incoloras, clorita y epidota, como minerales constituyentes y más abundantes. Conviene resaltar que estos términos filíticos, que podrían considerarse como micasquistos de grano fino, están ausentes en la misma Unidad de Pinos del Valle, al S del paralelo que pasa por ese pueblo.

Por último, de entre la serie metapelítica, únicamente nos queda mencionar la formación de filitas que constituyen la base de la Unidad del río Torrente. Se trata de filitas de colores grises azulados con algunas tonalidades verdosas; su composición difiere de las anteriormente mencionadas en que contienen menos proporción de epidota y calcita. En general, desde los isleos situados al E de Acequias hacia el N, parece observarse un progresivo cambio en las rocas filíticas en el sentido de que progresivamente se van haciendo algo menos metamórficas, disminuye su tamaño de grano y van adquiriendo el carácter de filitas comparables a las de los mantos de Alcázar o Cástaras (1).

En cuanto a la formación carbonatada ( $\Delta^4$ ), se pueden subrayar algunos caracteres importantes, que si no exclusivos de este manto, son dignos de mención.

Los mármoles calizos y dolomíticos no presentan una estratificación clara, y únicamente hacia la base y en algunas intercalaciones calizas se encuentran estratos bien definidos. En algunos casos se han detectado laminaciones importantes, como la que se aprecia en la Unidad del río Torrente, que algo más al N del límite de la Hoja muestra cómo unas calizas relativamente bajas de la formación carbonatada se pierden completamente y las dolomías trituradas descansan directamente sobre las filitas.

---

(1) En opinión de V. GARCIA-DUEÑAS, es problemática la atribución de la Unidad del río Torrente al Manto de La Herradura. Esta Unidad podría representar al Manto de Alcázar y de aquí las similitudes que en los términos basales filíticos se observan al compararlos con los del Manto de Alcázar o Cástaras. En cualquier caso resulta extraño el que en los materiales inferiores a los mármoles del Manto de La Herradura, en la mitad N de la Hoja de Dúrcal, aparezcan términos muy poco metamórficos, que están ausentes más al S. Queremos llamar la atención sobre este hecho.

En las proximidades del Cortijo de Pozo Herrero se han encontrado algunos niveles de mármoles en los que se ha reconocido un «slumping», con pliegues de escala métrica y decimétrica.

Por lo demás, ningún otro rasgo merece añadirse a los ya descritos al hablar de la formación del Crucero de Pinos.

### 1.2.2.3 El Manto de Alcázar al E de Dúrcal

En este sector, el Manto de Alcázar es también continuación formal del definido por F. ALDAYA (1969).

Su formación basal, primitivamente pelítica, está representada ahora por filitas con algunos niveles de cuarcitas, con un metamorfismo no superior al de la zona de la clorita.

Las filitas ( $P-T_{Alf}$ ), son de colores abigarrados, desde el verde al violeta, y muchas veces de tonalidades grises, azules o rojizas; la potencia oscila entre 3 y 50 m., valor este último con el que aparecen en la vertiente occidental del río Tablate. Las variaciones de potencia, muchas veces bruscas, se deben a las laminaciones ocurridas durante los corrimientos y a la acción de pliegues y fallas más tardíos.

Las dolomías y calizas ( $T_{A_2-3\Delta}$ ) de este manto presentan poca continuidad y escaso desarrollo en este sector. Unas veces están erosionadas y los materiales neógenos se apoyan directamente sobre las filitas y otras se han laminado tectónicamente, llegándose al contacto directo entre los esquistos del Manto de La Herradura y las filitas y cuarcitas del Manto de Alcázar. Nunca llegan a potencias superiores a los 50 m. y aun este valor de su espesor se alcanza sólo localmente.

El mejor corte de las formaciones del Manto de Alcázar, en la vertiente occidental de Sierra Nevada, es el del río Tablate ya citado. En este corte la transición de la formación de filitas y cuarcitas a la carbonatada superior se verifica a través de niveles poco potentes de calcoesquistos, pero comúnmente la transición es rápida y parece que deba imputarse no sólo a un cambio en las condiciones de sedimentación originales, sino al despegue entre ambas formaciones.

### 1.2.2.4 El Manto de Cástaras al E de Dúrcal

Este manto aflora con muy poca extensión en la Hoja de Dúrcal y de sus afloramientos no pueden extraerse conclusiones generales. El Manto de Cástaras fue también definido más al E por F. ALDAYA, y sus características, definidas sobre afloramientos más extensos, pueden consultarse en las publicaciones de este autor y en la Memoria de la Hoja 20-43 (Lanjarón).

La formación inferior ( $P-T_{Alfy}$ ), también de carácter filitoso y con cuarcitas, es poco metamórfica. Como carácter general se puede decir que su

tamaño de grano es algo menor que el de la formación equivalente del Manto de Alcázar y quizá su contenido en carbonatos es algo más alta, en este sector.

Respecto a la formación carbonatada ( $T_{A2-3C}$ ), preferentemente constituida por caliza recristalizada y dolomías, se debe puntualizar que a veces presenta intercalaciones delgadas (menos del metro) entre los bancos calizos. Llama la atención, asimismo, la presencia de mineralización, alguna de las cuales se observan en itinerarios sobre el terreno. Sin embargo, dentro de este sector no hay ninguna mina o explotación abandonada.

Muy cerca del límite de la Hoja, pero fuera de ella, se conoce explotaciones de hierro, hoy con poco interés económico, y en otros puntos más distantes parece sospecharse la existencia de sulfuros.

Por razones de índole regional se han consignado las edades de Trías Inferior y Pérmico para la formación de filitas, y de Trías Medio y Superior para la de calizas recristalizadas y dolomías.

### 1.3 MATERIALES NEOGENOS Y CUATERNARIOS

Los materiales neógenos y cuaternarios se encuentran bien representados, principalmente en dos sectores relativamente extensos. El más occidental es el de Jayena y el más oriental el de Albuñuelas; el primero se extiende hacia el W y forma parte del extremo meridional de la Depresión de Granada. El segundo, el de Albuñuelas, llega a unirse, por el N, también con la Depresión de Granada, a través de materiales pliocenos y cuaternarios; hacia el E se prolonga hasta los alrededores de Lanjarón, fuera ya de la Hoja de Dúrcal. Estos sectores han sido estudiados por J. M. GONZALEZ-DONOSO y sus conclusiones se recogen a continuación.

Existen todavía algunos otros afloramientos dispersos de materiales miocénicos, en los cuales la sucesión de los distintos materiales que componen la columna de los términos discordantes de la Hoja de Dúrcal, no se muestra completa. Tales son los afloramientos de las Llanadas y los Guájares y los situados en el borde N de la Hoja, en los alrededores de la Venta del Fraile.

La descripción de Neógeno y Cuaternario se hará tomando como referencia los materiales de los dos sectores en que dichos sedimentos afloran con mayor amplitud. Aun así, la comparación entre los diversos cortes estratigráficos efectuados, pone de manifiesto la constante heterogeneidad de los depósitos miocénicos que, mediante frecuentísimos cambios de facies, van evolucionando de un extremo a otro de la cuenca. La propia cartografía deja ver cómo entre Albuñuelas y Jayena hay diferencias en las columnas de Neógeno y Cuaternario; del mismo modo, en los alrededores del río Izbor, el Mioceno ofrece algunos cambios litológicos, que será preciso mostrar en la descripción que efectuaremos.

Insistimos en el carácter discordante del Mioceno de la Hoja de Dúrcal. Ni siquiera sus términos más antiguos, de edad Burdigaliense, se muestran pinzados en ninguno de los corrimientos Alpujárrides. Son por tanto y de manera muy clara, materiales post-manto.

### 1.3.1 TRAMOS MIOCENOS DE MURCHAS ( $T_{12-12}^{Ba-Bb^1}$ )

Se incluyen aquí los materiales más antiguos del Neógeno de la Hoja de Dúrcal. La sucesión se ha establecido en un barranco afluente del río Dúrcal, 1,25 k. al W del pueblo de Murchas.

En este corte, de abajo a arriba, se aprecia un conglomerado basal de unos 20 cm. de espesor, seguido por limos y arenas finas de colores variados, grises, verdes, rojos y blancos (95 cm.), entre las cuales se destacan esporádicamente algunos cantos de diámetro semejantes al de los conglomerados; este conjunto descansa directamente sobre materiales alpujárrides y, por su poco espesor, no puede diferenciarse aisladamente en cartografía. Muestras recogidas en los niveles limosos han permitido establecer la edad por las asociaciones de foraminíferos planctónicos (*Globigerinoides altiaperturus* BOLLI, *G. subquadratus*, BRONNIMANN, *Globorotaloides suteri*, BOLLI, *Globorotalia acrostoma* WEZEL, *Globogerinita*, gr. *dissimilis* (CUSHMAN y BERMUDEZ, etc.), que resultan corresponder al Burdigaliense Inferior.

Sobre los limos y arenas finas coloreadas, reposa una serie de unos 200 m. de espesor, constituida por calizas bioclásticas, arenas, conglomerados, areniscas, y otros niveles constituidos casi exclusivamente por ostréas y corales; estos materiales, con un buzamiento de unos 45°, parecen concordantes con los del tramo anterior, aunque en detalle la naturaleza del contacto es difícil de interpretar. Estos materiales muestran un cierto carácter molásico y ninguna de las numerosas muestras levigadas de su fracción más fina ha dado microfauna que permita una datación precisa. Por su posición estratigráfica, la edad de este conjunto relativamente potente, puede cifrarse como Burdigaliense Medio-Serravalliense Inferior.

Los dos tramos descritos, que caracterizan la serie del Mioceno Inferior de Murchas, afloran en muy pequeña extensión.

Hacia el SE y a varios kilómetros de distancia, en el Valle del río Izbor, se observan algunos otros términos que pueden guardar relación con los que acabamos de describir. Los llamaremos «Limos y arenas del río Izbor» y se pueden reconocer en cuatro afloramientos de dimensiones reducidas, cuya sigla es idéntica a la utilizada para designar a los tramos miocenos de Murchas ( $T_{12-12}^{Ba-Bb^1}$ ); estos cuatro afloramientos se extienden desde inmediatamente al E de la formación travertínica de Pinos del Valle, hasta el borde oriental de la Hoja, inmediatamente al S del vértice Lara (527 m.). Estos materiales se cortan en la carretera nacional 323, aproximadamente

a la altura del kilómetro 475, en la margen izquierda del río Izbor, a la altura de su confluencia con el río Tablate. En este afloramiento se reconocen arcillas, limos y arenas de colores abigarrados y con una facies un tanto similar a la del tramo inferior de Murchas.

La potencia de los limos y arenas de Izbor puede llegar a ser de más de 10 m., y contienen una microfauna generalmente mal conservada.

En principio estos materiales fueron considerados como equivalentes a los tramos de Murchas (GONZALEZ-DONOSO, 1967, 1968, 1970), pero con posterioridad se han encontrado algunos horizontes cuya microfauna es determinable y que permite asignarles una edad Serravaliense, con *Orbulina suturalia* BRONNIMANN, *Globorotalia siakensis*, LE ROY, *G. mayeri* CUSHMAN y ELLISOR, *G. gr. cultrata* (D'Orb.) (incluyendo, bajo esta denominación, formas próximas a *G. praemenardii* CUSHMAN y STAINFORTH), *Globigerinoides subquadratus* BRONNIMANN, etc. A pesar de la ausencia en estos términos de materiales del Mioceno Inferior, los hemos englobado en cartografía bajo el mismo símbolo que los Tramos Miocenos de Murchas.

### 1.3.2 CONGLOMERADOS DE TABLATE Y LIMOS ARENAS

#### Y CONGLOMERADOS DE ALBUÑUELAS (T<sub>12-11</sub><sup>Bb<sup>2</sup>-bc<sup>1</sup></sup>)

Sobre los limos y arenas de Izbor, y todavía en los alrededores de ese río, reposa un paquete de conglomerados con cantos redondeados y poco heterométricos, de un diámetro medio de alrededor de 3 cm.; son poligénicos y pueden apoyarse directamente sobre los materiales alpujárrides, en algunos casos.

Se intercalan niveles areniscosos y algunos lentejones arcillosos. No han proporcionado microfauna que precise su datación y su edad se establecerá en función de su posición estratigráfica; se piensa que deben contener términos serravalienses y otros, eventualmente, del Tortoniense Inferior.

Pueden haberse depositado en una zona costera, ya que algunas láminas delgadas talladas en el cemento de los niveles conglomeráticos, dejan ver, de cuando en cuando, Briozoarios y Algas coralináceas (GONZALEZ DONOSO, 1967).

Más al W, en el sector de Albuñuelas, existe un tramo de materiales también miocénicos que puede ser equivalente a los Conglomerados de Tablate. Se trata de los «Limos y arenas y conglomerados de Albuñuelas», que afloran con cierta amplitud al N y al S del río de las Albuñuelas. Generalmente se apoyan sobre los materiales alpujárrides, aunque en las cercanías de Murchas recubren directamente a los Tramos miocenos de Murchas; su límite superior suele ser erosivo, por lo que es difícil asignarles una potencia con validez general para todo el sector. En la zona del barranco de Luna y sus afluentes, pueden llegar hasta unos 40 m. de espesor, si bien

en las proximidades del río Albuñuelas la potencia parece ser superior a 150 m. Esta última cifra debe ser tomada con reservas por la abundancia de derrubios y cultivos en los márgenes de dicho río; es posible que esa potencia resulte exagerada en la realidad.

Se han lavado numerosas muestras de las recogidas en estos términos con resultados hasta ahora negativos; unas de ellas son azoicas y otras presentan una microfauna escasa y mal conservada. Por su parte el estudio sedimentológico indica un ambiente de sedimentación fluvial en sentido amplio, o bien marino con fuertes influencias fluviales. Por estas razones la edad es imprecisa y se admite como probable que estos términos sean equivalentes a los Conglomerados de Tablate, con lo que su edad sería también Serravaliense-Tortonense Inferior y se representan por  $T_{12-11}^{Bb^2-Bc^1}$ .

Los limos, arenas y conglomerados de Albuñuelas son discordantes y, al N del río Albuñuelas, comienzan por un paquete de materiales rojizos y grises, que por su posición hemos considerado como parte de los mismos; no alcanzan ahí más de 20 m.; también la microfauna está ausente o mal conservada y el medio sedimentario es fluvial, en sentido amplio.

### 1.3.3 CALCARENITAS BIOCLASTICAS, ARENAS Y ARENISCAS ( $T_{11-11}^{Bc^2-Bc^3}$ )

A diferencia de los tramos neógenos descritos anteriormente, estos materiales afloran con idéntica apariencia en todos los sectores ocupados por sedimentos miocénicos en la Hoja de Dúrcal. Realmente se trata de un nivel guía para toda la depresión de Granada. Su potencia es variable y por término medio, en la Hoja de Dúrcal, no superan los 20 m.

Su composición litológica es variada en detalle. Esencialmente están constituidos por calizas bioclásticas, en paso a calizas organógenas (a veces coralígenas) cuando decrece el porcentaje de clastos, o a arenas y areniscas no muy bien cementadas, cuando disminuye la proporción de bioclastos. Pese a todo constituyen en conjunto un término bastante homogéneo, en el cual los niveles limosos y arcillosos son minoritarios.

En el sector de Tablate, reposan sobre el conglomerado de Tablate, estableciéndose entre ambos un tránsito insensible. En el sector de Albuñuelas y hacia el W de Murchas, su sustrato puede ser los limos, arenas y conglomerados de Albuñuelas, o los propios materiales alpujárrides. En el resto de la Hoja se superponen directamente a los Alpujárrides.

Tanto la microfauna como la microflora son abundantes en lámina delgada, pero poco significativas para establecer una edad exacta. Se encuentran Algas coralináceas, Briozoarios, fragmentos de Lamelibranquios, de Equinodermos, foraminíferos bentónicos, escasos foraminíferos planctónicos, etc. Los niveles aptos para ser levigados, que no son muy abundantes, suministran microorganismos parecidos a los indicados y también, en algunos casos

con una baja proporción de planctónicos. La existencia de *Globigerina bulloides* D'ORB., nos indica una edad Tortoniense o quizá algo más reciente; si a esto añadimos la existencia de formas primitivas de *Turborotalia quinqueloba* (NATLAND) y tenemos en cuenta la edad del tramo que se le superpone, concluiremos que su edad más probable es Tortoniense Medio y Superior.

#### 1.3.4 LIMOS Y ARENAS AZULES Y AMARILLOS ( $T_{11-12}^{Bc-3-Bc}$ )

Su presencia es general en toda la Hoja y reposan concordantemente sobre los términos molásicos que se acaban de describir; sólo con carácter excepcional parecen apoyarse sobre términos más antiguos.

Están constituidos fundamentalmente por arenas y limos grises y amarillentos, entre los cuales son raras las intercalaciones arcillosas y conglomeráticas; otras, calizas o margo-calizas, sólo aparecen en la parte superior, ya francamente continental.

En términos generales la parte inferior de este paquete es marina y la parte superior continental, aunque esto necesita ser matizado, según los sectores que se describen.

En el borde occidental de Sierra Nevada y en el sector de Pinos del Valle-Albuñuelas, la afirmación anterior se cumple. Pero al N de Albuñuelas (por ej., de Tejares de Albuñuelas), sobre los materiales molásicos reposan directamente otros de transición marino continental. En la parte NW de la Hoja de Dúrcal (sector de Jayena y Cortijo del Marqués de Santa Casilda), estos materiales afloran extensamente, sin que se hayan detectado términos marinos, aunque no puede descartarse definitivamente su presencia. En el área correspondiente al borde S de las elevaciones que se extienden entre Padul y Agrón (Hoja de Padul), los afloramientos de los limos y arenas amarillos que nos ocupan son escasos y generalmente se presentan cubiertos de derrubios; todo parece indicar que la situación es semejante a la indicada para los Tejares de Albuñuelas.

Diremos, en fin, que al S del río Albuñuelas se encuentra un tramo constituido por limos, arenas y conglomerados de colores rojizos que se superponen directamente a los limos y arenas azules y amarillos. El contacto es difícil de establecer en cartografía y por eso se ha introducido un nuevo término, el ( $T_{11-21}^{Bc-3-B1}$ ), que engloba, para algunos afloramientos, a los limos y arenas azules y amarillos y a los limos, arenas y conglomerados rojizos del S del río Albuñuelas, términos estos últimos que pueden pertenecer al Plioceno.

La potencia estimada de los limos y arenas azules y amarillas es variable, aunque parece superar los 200 m. en algunos puntos; su cálculo es



difícil de establecer, ya que estos términos suelen estar fallados y las fallas son difíciles de detectar en estos afloramientos de materiales bastante deslizable. En cuanto a la edad, diremos que los términos marinos presentan una microfauna escasa de foraminíferos planctónicos, mientras que los bentónicos son más abundantes pero no significativos. Se han reconocido entre otras: *Globigerina bulloides* D'ORB. *Globorotalia* gr. *scitula* (BRADY) G. cf. *scitula gigantea* BLOW, *G. globorotaloidea* (COLOM), *G. cg. acostaensis* BLOW, *Turborotalita quinqueloba* (NATLAND), etc. Con estos restos fósiles y la segura correlación de estos materiales con otros mejor datados en la Depresión de Granada por sus foraminíferos planctónicos abundantes (al N de la Hoja de Dúrcal), concluiremos que la edad de los materiales marinos es Tortoniense Superior-Messiniense.

En cuanto a los materiales continentales, su comparación con términos equivalentes de otros cortes de la Depresión de Granada, indica que deben corresponder al Messiniense. Ya hemos advertido que los materiales rojos que afloran sobre los limos y arenas azules y amarillos, al S del río Albuñuelas, pueden comprender incluso términos del Plioceno.

### 1.3.5 CONGLOMERADOS HETEROMETRICOS CON ARENAS (FORMACION DE PINOS GENIL) (T<sub>2</sub><sup>B</sup>)

Son comparables a los de la Formación de Pinos Genil, denominada así al E de Granada, en la vertiente de Sierra Nevada. Allí, naturalmente fuera de la Hoja de Dúrcal, equivalen a la que se llamó «Blockformation» (VON DRASCHE, 1879).

Aparecen bien desarrollados hacia el NE de la Hoja, en la zona próxima al borde W de Sierra Nevada. Allí se presentan como arenas y conglomerados grises muy heterométricos, con bloques que a veces pueden superar el metro cúbico de volumen. Hacia arriba, el paquete termina por un episodio de parecida litología, puede que algo más arenoso, pero de color rojo. La interpretación de este último episodio es problemática, puesto que en algunos puntos parece responder simplemente a una alteración de la propia Formación de Pinos Genil, mientras que en otros parece tratarse de una formación independiente.

El conjunto de todos estos materiales tiene una potencia que rebasa los 100 m.

Las muestras levigadas son siempre azoicas o dejan ver una microfauna indiscutiblemente rodada. La edad, por tanto, es incierta y aunque las atribuímos al Plioceno, pudiera ser que parte de sus términos fuesen messinienses.

### 1.3.6 CONGLOMERADOS DE FORNES Y CONGLOMERADOS DEL VALLE DEL RIO ALBUÑUELAS (T<sub>21</sub><sup>B</sup>-Q)

En el sector de Jayena aflora ampliamente una formación de conglomerados, con niveles de arenas que se apoyan discordantemente sobre los materiales alpujárrides o sobre términos miocénicos más antiguos. Forman parte de la formación de Fornes, presente en el borde S de la Depresión de Granada con mucha más extensión que la que ocupan en la Hoja de Dúrcal (GONZALEZ-DONOSO, 1967, etc.). En el corte del vértice La Mesilla de Jayena (1.087 m.), la serie consta de un paquete inferior de arenas y areniscas rojizas, con cantos de mármoles y dolomías triásicas alpujárrides, y de algunos episodios limosos; le sucede hacia arriba un paquete, en el que alternan arenas y conglomerados, con cantos de diámetro entre 3-5 cm. y algunos de ellos de hasta 30 cm., también de materiales carbonatados y más raramente de micasquistos.

La potencia total de los conglomerados de Fornes es próxima a los 200 m.

Más al E, en el sector de Albuñuelas, aparece otra formación, que presumimos equivalente, aunque con menor desarrollo. Es la Formación de conglomerados del valle del río Albuñuelas, integrada sobre todo por niveles de conglomerados con cantos de materiales carbonatados alpujárrides; los conglomerados poseen algunos niveles de arenas e incluso horizontes calizos, de calizas poco compactas, con estructuras de Cianofíceas.

En el borde occidental de Sierra Nevada existen también algunos afloramientos dispersos de materiales comparables a los expresados y más específicamente a los del sector de Albuñuelas (véase cartografía del Cerro del Tomillar, al NE de Mondújar).

Aparte las estructuras de Cianofíceas, no se han detectado ningunos otros restos orgánicos que sirvan para hacer la datación de esta formación, tan bien representada. Es su posición la que nos induce a estimar su edad como Plioceno y/o Cuaternario.

### 1.3.7 FORMACIONES CUATERNARIAS

Están constituidas por un conjunto de materiales de diferente naturaleza litológica y cuyas edades precisas no se conocen con exactitud. Todas las que señalaremos son discordantes entre sí y a su vez discordantes sobre los materiales infrayacentes, sean cuales sean.

Referiremos en primer lugar las formaciones aluviales, agrupadas en cartografía bajo el símbolo Q<sub>A1</sub>. Están ampliamente desarrolladas en el Valle de Lecrín, en donde pueden distinguirse incluso aluviales de diferente edad relativa, que no se hallan diferenciado en cartografía. En todos los

casos se trata de materiales sueltos o mal cementados, no muy bien rodados y heterométricos.

Con el símbolo  $Q_{Lr}$  se designan formaciones de calizas tobáceas y travertinos que existen, localmente con buena potencia, en los alrededores de Pinos del Valle, Cónchar, etc.

Se han diferenciado también formaciones de conos de deyección ( $Q_{cd}$ ), de los cuales los más característicos son los situados al E de Dúrcal y cuyas acumulaciones más antiguas son afectadas por la falla normal de Dúrcal (COMAS, 1964, 1970). Siempre están constituidos por materiales sueltos de tamaño grava, y la composición de los cantos varía según el área de alimentación.

En fin, se han señalado convenientemente ( $Q_L$ ) algunas formaciones de derrubios y brechas de pie de ladera mal cementadas.

## 2 TECTONICA

Lo más llamativo, como carácter tectónico, de la Hoja de Dúrcal es el empilamiento de los diferentes Mantos Alpujárrides. Como en otras regiones de las Cordilleras Béticas, en donde afloran extensamente los Alpujárrides, se reconocen muchas grandes unidades superpuestas, con traslaciones relativas de unas con respecto a otras de varias decenas de kilómetros. En ningún caso a partir de las observaciones de la extensión comprendida en una sola Hoja del mapa 1:50.000, se pueden evaluar la cuantía de esas traslaciones y muchas veces incluso resulta problemático establecer el orden de superposición de unidades.

Por otra parte, las series metamórficas que componen cada uno de los mantos superpuestos suelen tener una cierta estructura interna que muchas veces es difícil de establecer; como cosa general se debe señalar que prácticamente todos los materiales alpujárrides presentan huellas de dos esquistosidades, superficies generalmente bien desarrolladas en la masa de cada uno de los mantos y que son un excelente auxiliar para reconstruir las deformaciones internas de cada uno de los mantos. En ciertos tramos de esquistos se han encontrado tres o más (AVIDAD, 1976; GALLEGOS, 1975).

En particular los Alpujárrides de la Hoja de Dúrcal no parecen presentar una estructura interna complicada y el grado de deformación posterior a la tectónica de mantos ha debido ser poco intenso en este área, si se exceptúa la acción de fallas normales, algunas con componente de salto en dirección, de edad bastante reciente.

Para la reseña ordenada de las distintas unidades y mantos diferenciados en los Alpujárrides de la Hoja de Dúrcal nos remitimos a la leyenda del mapa adjunto y al epígrafe 1.1 de esta Memoria. Los criterios utilizados

para la diferenciación de los grandes mantos han sido, por una parte, la superposición de materiales más antiguos a otros más modernos y, por otra, la superposición de materiales más metamórficos a otros que lo son menos. En realidad los mantos diferenciados eran conocidos en regiones vecinas por el E y por el S, con la única excepción del Manto de Los Guájaros, cuya denominación y diferenciación de unidades se han tomado directamente de los afloramientos y localidades de la Hoja de Dúrcal.

## 2.1 LAS ETAPAS TECTONICAS

Señalaremos a continuación las principales etapas en que puede dividirse la historia tectónica de los Alpujárrides.

El primer problema que se presenta es el de establecer si efectivamente existe en ellos alguna deformación prealpina. Muchos autores (EGELER y SIMON, 1969; BOULIN, 1970; ALDAYA, 1969, 1970) han precisado la existencia probable de una discordancia intrapaleozoica en las series alpujárrides; la sucesión por encima de la discordancia podría ser atribuida al Devónico y Carbonífero, mientras que por debajo se situaría un Paleozoico más antiguo. Se han reunido múltiples razones para justificar la existencia de esta discordancia, y entre ellas cabe destacar la variación en la naturaleza de muchas series, que resultaría más cuarcíticas por encima de la superficie de discordancia y más esquistas por debajo, la existencia de un salto en el metamorfismo y además, un cambio en la estructura o al menos en el desarrollo de alguna de las esquistosidades visibles. Estos argumentos han sido discutidos por TORRES-ROLDAN (1974), quien, sin embargo, sigue admitiendo la existencia de un zócalo alpujárride presumiblemente metamorfozado antes del ciclo alpino.

A priori, resulta razonable la posibilidad de que alguna orogenia antalpina haya afectado a una parte de los materiales paleozoicos alpujárrides. La cuestión puede ser largamente discutida y de hecho cada uno de los coautores de este trabajo sostenemos puntos de vista dispares y hasta contradictorios.

Para J. A. GALLEGOS (1975), existen micas y grafito en algunas rocas del zócalo que han cristalizado antes de las «paragénesis minerales» alpinas. Tales micas están orientadas diseñando una esquistosidad prealpina, conservada en «paquetes elipsoidales» limitados por la más antigua de las esquistosidades alpinas.

J. AVIDAD (1976) llega a conclusiones diferentes después de observar la estructura interna del Manto de Salobreña y expresamente puntualiza que se pueden extender esos resultados a las unidades del Manto de Los Guájaros. En su opinión existe una esquistosidad antigua conservada, a la que se asocian ocasionalmente pliegues cuyas charnelas se han conservado. Esa esquistosidad es de flujo y tanto cuarzo como micas le aparecen como

minerales sincinemáticos de ella; en relación con dicha neocrystalización prealpina encuentra granates, sin poder asegurar si son sincinemáticos o postcinemáticos de su deformación prealpina, pero en todo caso más viejos que la más vieja esquistosidad ciertamente alpina.

Con estos resultados, J. AVIDAD establece que: a) la primera deformación ( $D_1$ ) únicamente está representada en los niveles basales de los Mantos de Salobreña y de Los Guájares y «cuyo techo estructural no ha podido ser determinado con precisión»; b) el metamorfismo sin- $D_2$  (primera deformación alpina) «parece ser que fue de menor grado que el relacionado con  $D_1$  (fig. 1 y 2); c) «los minerales y estructuras ligados a  $D_1$  son de edad prealpina, sin que se pueda precisar, por el momento, hacia qué nivel se situaría la posible discordancia intrapaleozoica». Más adelante añade que los pliegues asociados a  $D_1$  son isoclinales únicamente conservados en bancos de naturaleza cuarcítica.

La opinión de V. GARCIA-DUEÑAS coincide parcialmente con la de J. AVIDAD. Admite la existencia de las mismas fases de deformación pero considera que todas las representadas son alpinas; es precisamente la evolución vertical de  $S_3$ , que en los niveles más altos es poco penetrativa o está ausente, la responsable de esa apariencia de un mayor número de etapas de deformación en los niveles basales de los mantos. Lo que se encuentra en el paleozoico alpujarride es el frente de esquistosidad de crenulación  $S_3$  (en algunas unidades) y no el frente de  $S_1$ , que se sitúa en la Formación Carbonatada o por encima. La interpretación de V. GARCIA-DUEÑAS ha sido más detalladamente expresada en J. J. ELORZA y V. GARCIA-DUEÑAS (1976).

No obstante la falta de acuerdo, reservaremos a  $D_1$  para la eventual y posible deformación prealpina y  $S_1$  para la esquistosidad de plano axial asociada a los pliegues  $P_1$  de dicha fase de deformación.

Entre las deformaciones alpinas no discutidas citaremos como más antigua la que se refiere a algunos pliegues anisópacos de tendencia isoclinal, junto a los que se desarrolla una esquistosidad generalizada  $S_2$ . Salvo en las charnelas de los pliegues  $P_2$ ,  $S_2$  es subparalela a  $S_0$  (estratificación) y  $S_1$  y es la esquistosidad más patente sobre la mayor parte de los afloramientos. En los niveles más micáceos  $S_2$  oblitera completamente a todas las estructuras anteriores y ni siquiera son visibles los pliegues  $P_2$ .

En relación con  $D_2$  se ha desarrollado un metamorfismo dinamo-térmico de grado variable según los términos de la columna afectados, con crecimiento sincinemático y postcinemático de minerales. La dirección de los pliegues  $P_2$  es difícil de obtener, pues son pocos los ejemplares conservados y los que se encuentran están muy deformados; la esquistosidad  $S_2$  se reconoce en niveles considerados triásicos y, en el campo, coincide con el trazado general de los bancos; en relación con  $S_2$  se registra un importante efecto de aplastamiento.

Los pliegues  $P_2$  están a su vez plegados por pliegues más laxos ( $P_3$ ), a

	pre D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> -D <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>3</sub> -D <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	post D <sub>4</sub>
CUARZO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BIOTITA		-----	-----	-----	-----	-----	-----
MOSCOVITA		-----	-----	-----	-----	-----	-----
GRANATE			-----	-----	-----	-----	-----
ESTAUROLITA			-----	-----	-----	-----	-----
CIANITA			-----	-----	-----	-----	-----
ANDALUCITA					-----	-----	-----
PLAGIOCLASA		-----	-----	-----	-----	-----	-----

Figura 1.—Cristalización de minerales correspondientes a la zona de estaurolita-cianita del Manto de Los Guájaros (basado en AVIDAD, 1976).

	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> -D <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>3</sub> -D <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	post D <sub>4</sub>
CUARZO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
BIOTITA	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MOSCOVITA	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
GRANATE	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ESTAUROLITA				-----	-----	-----	-----	-----
CIANITA				-----	-----	-----	-----	-----
ANDALUCITA					-----	-----	-----	-----
SILLIMANITA						-----	-----	-----
PLAGIOCLASA				-----	-----	-----	-----	-----

Figura 2.—Cristalización de minerales correspondientes a la zona de sillimanita-moscovita del Manto de Los Guájaros (basado en AVIDAD, 1976).

los que se asocia una esquistosidad  $S_3$  con variable penetratividad según la competencia del material deformado. Los micro y mesopliegues (más raros)  $P_3$  son asimétricos; en relación con  $S_3$  hay crecimiento orientado de minerales, cristalización que se prosigue en un estado postcinemático.

Todavía se desarrollan otros pliegues  $P_4$ , frecuentemente angulares. Junto a ellos raramente aparece una esquistosidad de fractura.

Sobreviene más tarde una etapa de grandes pliegues vergentes, que son posteriormente recortados durante la traslación de los mantos. Ninguno de ellos ha sido detectado en la Hoja de Dúrcal, pero sí existen en áreas inmediatas (AVIDAD y GARCIA-DUEÑAS, 1975). Por su causa, en opinión de uno de nosotros (V. G.-D.) podrían conservarse cizallados restos de flancos invertidos, encontrándose así explicación a ciertas disposiciones complejas (véanse apartados 1.2.1.1.4 y 5, klippen del Aljibe y de Guájar La Vieja).

La sexta fase de deformación ( $D_6$ ) es la que da lugar a las grandes cizallas relacionadas con los mantos. En esta fase el movimiento se concentra en ciertos planos muy tendidos que al extenderse de S a N, durante la progresión de los mantos, pueden variar de nivel estratigráfico. Insistimos en el carácter cizallante de las superficies de corrimiento, que cortan sin discriminación a las estructuras precedentes, si bien su disposición viene en ocasiones influida por ella. En algunos casos se han observado trazas de una esquistosidad subparalela a la superficie de corrimiento y situada por encima y por debajo de la misma; puede tratarse de una deformación de las esquistosidades más antiguas, adaptándose al trazado de la superficie de cizalla, pero es muy probable que se trate de una esquistosidad directamente relacionada con la translación y consecuencia de la misma.

Con posterioridad a las traslaciones de los mantos han ocurrido algunas deformaciones, perceptibles porque a escala regional las superficies de corrimiento aparecen arqueadas, con una disposición tridimensional que no puede relacionarse siempre con el trazado genético de la superficie. Agruparemos en una sola fase todas estas deformaciones postmanto, ya que no disponemos de datos suficientes para poderlas diferenciar bien en el área de la Hoja de Dúrcal.

De esta relación de las sucesivas deformaciones sufridas por los Alpujárrides, omitimos, por el momento, las estructuras correspondientes a etapas de distensión, en sentido amplio, que trataremos más adelante.

Como la disposición de los distintos mantos Alpujárrides en la Hoja de Dúrcal es bastante tabular, no puede hablarse con propiedad de rasgos estructurales específicos de cada manto. Quizá el rasgo más típico de los Alpujárrides en esta región radica en la frecuencia con que la superficie de traslación varía de nivel dentro del mismo manto. Este hecho determina el que en grandes extensiones se superpongan los mármoles de varios de los mantos implicados en las traslaciones.

## **2.2 SENTIDO DE MOVIMIENTO DE LOS MANTOS ALPUJARRIDES Y EDAD DE LAS TRASLACIONES**

Del estudio de la Hoja de Dúrcal no se deduce ningún argumento definitivo para establecer la vergencia de los Alpujárrides. Por razones de índole regional nos inclinamos a admitir que dicha traslación se ha efectuado de S a N. En esto coincidimos con muchos otros autores, que sería prolijo enumerar. Sin embargo, en 1963, ha sido sostenida por M. DURAND-DELGA la hipótesis de traslaciones hacia el S de los diferentes complejos que constituyen la zona Bética; este autor piensa que los elementos actualmente más altos del edificio bético están situados originariamente al N de los geoméricamente más bajos. Esta hipótesis no parece explicar los hechos de observación recogidos al estudiar los mantos Alpujárrides situados al S y SW de Sierra Nevada.

La edad de las traslaciones no puede establecerse de una manera definitiva, aunque ya las hemos situado en relación con otras etapas de deformación observadas. Aunque más adelante insistiremos sobre este asunto, diremos ahora que las traslaciones deben haberse efectuado entre los tiempos finales del Mesozoico y el Mioceno Inferior. No queremos indicar que se hayan efectuado a lo largo de todo este dilatado período de tiempo, sino que, en principio, no hay datos para desechar ninguna posibilidad dentro de los límites cronológicos expresados.

Los materiales más antiguos que fosilizan a los Alpujárrides en el área de Dúrcal pertenecen al Burdigaliense Inferior y los materiales Alpujárrides más modernos afectados por las traslaciones, parecen ser de edad triásica. Estos son los dos únicos datos ciertos y entre esos límites pueden incluirse hipótesis más o menos verosímiles.

## **2.3 ETAPAS DE DEFORMACION POSTERIORES A LOS MANTOS. FALLAS**

Ya hemos hablado de cómo las superficies de corrimiento han sido abombadas con posterioridad a la colocación de las unidades alóctonas y hemos advertido cómo los efectos de estas etapas no son muy perceptibles en la Hoja de Dúrcal. No nos ocuparemos más de estas deformaciones, posiblemente relacionadas algunas de ellas con una surrección regional.

A continuación se desarrollan los efectos de dislocaciones ligadas a fractura, con fallas cuyo salto tiene frecuentemente una importante componente en dirección.

Los sistemas de fallas más frecuentes son W, NW-E, SE, NNE-SSW y otras N-S y E-W.

La observación atenta de la cartografía ilustra mejor que cualquier descripción sobre la distribución y orientación de las fallas. Aquí únicamente



llamaremos la atención sobre los dos sistemas mencionados en primer lugar, que son los que parecen influir más decisivamente en la disposición actual de los materiales.

La observación de la cartografía deja ver por el W de la Hoja, cómo los materiales neógenos y cuaternarios del sector de Jayena penetran de W a E, disponiéndose en un afloramiento general que se alarga hacia el ESE, en la dirección de trazado de las grandes fallas situadas entre la Sierra de Las Guájaras y Guájar Alto. Algunas de estas fallas, o de las asociadas, parecen tener salto en dirección y su juego sería responsable de ciertos rasgos cartográficos muy generales, tales como el señalado al referirnos a los materiales discordantes del sector de Jayena.

En general, el contorno de los materiales neógenos y cuaternarios en el sector de Albuñuelas-Dúrcal puede explicarse bien con el concurso de los dos sistemas de fallas principales ya mencionados.

Es notable el espacio de tiempo durante el cual han jugado todos estos accidentes. Posiblemente algunas de estas fallas han contribuido a delimitar las depresiones que habrían de ser invadidas por el mar mioceno; pero es indudable que han funcionado hasta tiempos muy recientes. Es habitual en esta región ver cómo materiales cuaternarios están afectados por algunas fallas. Un caso muy ilustrativo sobre este particular es el relacionado con la gran falla situada al E de Dúrcal, que pone en contacto los mármoles de la unidad del río Torrente con términos cuaternarios. El estudio de los conos de dirección situados junto a la falla deja ver cómo una formación de conos antiguos aparece fallada, mientras que parte de la superficie de falla se ve fosilizada por la acumulación de conos más recientes, prácticamente actuales (COMAS, 1964).

### 3 HISTORIA GEOLOGICA

Son muy pocos los datos que suponen jalones cronológicos bien establecidos en la historia de esta región. Únicamente sabemos que un Trías Medio y Superior carbonatado corona la sucesión de la mayoría de las unidades alpujarrides y que todas las estructuras, excepto las de falla, son fosilizadas por términos entre el Cuaternario y el Mioceno Inferior.

No hemos encontrado restos seguros de la orogénia hercínica (1) y otro tanto puede afirmarse con respecto a la posibilidad de un ciclo pre-hercínico, a pesar de que parte de los materiales esquistosos puedan ser más antiguos que el Silúrico.

Sin embargo, ya hemos admitido que la región pudo sufrir los efectos

---

(1) Sostenida por J. A. GALLEGOS (1975).

de algún ciclo orogénico paleozoico, cuyos efectos se reconocen mal ahora, ya sea porque no se han conservado o bien porque en los afloramientos visitados no hayamos sabido reconocer rastros más convincentes de tal orogenia.

De la historia ante-triásica hay poco o nada que decir, si se admite que el más importante metamorfismo observado es alpino.

Durante el Triásico, sucede un episodio de sedimentación de materiales carbonatados, a las pelitas y areniscas más antiguas.

La sedimentación triásica se verifica en una cuenta con cierta inestabilidad, de la cual dan testimonio los «slumping» que se han podido observar en algunos afloramientos de las formaciones carbonatadas alpujárrides.

No conocemos con certeza el momento hasta el que se prosigue la sedimentación carbonatada, aunque no parece claro que se haya proseguido después del Triásico Superior.

Como no han aparecido materiales post-triásicos, implicados en la orogénesis alpina, se puede situar con gran libertad el momento en que sobreviene el metamorfismo y las traslaciones que determinan el actual empilamiento de mantos. La falta de sedimentación post-triásica puede inducir a creer que a partir del Trías el Dominio Alpujárride estuvo emergido; así lo han admitido muchos autores y a nosotros nos parece una explicación razonable, aunque no concluyente y definitivamente establecida. Conviene recordar, y con esto se presenta una posición diametralmente opuesta, que también ha sido emitida la hipótesis de que el empilamiento de los Alpujárrides es intra-mesozoico, razón por la cual sus series carecen de términos postríásicos (VAN BEMMELEN, 1927; WESTERVELD, 1929; entre otros).

Entre el Jurásico Inferior y el Mioceno (Burdigaliense) se ha producido el metamorfismo plurifacial que hemos reconocido y varias fases de deformación; después, pero dentro del mismo intervalo, la colocación de los mantos y las deformaciones que han modificado la disposición original de las superficies de corrimiento.

Todos estos acontecimientos pueden datarse unos respecto de otros, pero en ningún caso disponemos de una cronología absoluta precisa.

C. G. EGELER y O. J. SIMON (1969) mencionan un primer empilamiento («pile de nappes initial») con el que relacionan una fase de metamorfismo antiguo. Nosotros, al hablar de «colocación» de los mantos, hacemos referencia a la importante etapa de traslaciones que traza las líneas maestras de la actual disposición de los materiales e individualiza las diferentes unidades alóctonas.

Estas traslaciones son posteriores a las dos fases de metamorfismo más intensas detectadas, ya que las superficies de corrimiento cortan a las isogradas y superponen materiales más metamorfizados a otros con menor grado de metamorfismo. Esto ocurre de forma tan reiterada que es uno de los criterios habituales para diferenciar unos mantos de otros.

No hemos encontrado ningún metamorfismo que de manera clara haya afectado a la «pila» actual de mantos, con posterioridad al empilamiento.

Al N de Sierra Nevada, los mantos Alpujárrides llegan a superponerse a materiales oligocenos y a otros algo más recientes, pero esto no quiere decir que ésa sea la edad de todas las traslaciones. Este jalón cronológico señala, a nuestro parecer, el momento de la última traslación.

Lo más posible es que las traslaciones hayan ocurrido en un momento entre finales del Cretáceo y el Mioceno Inferior. Con posterioridad, ya se ha dicho, la superficie de traslación se ha plegado y fallado; el plegamiento es suave y da lugar regionalmente a amplias convexidades de la superficie.

Con posterioridad a estos acontecimientos sobreviene la invasión del mar mioceno, con la acumulación de materiales detríticos transgresivos. La sedimentación marina se interrumpe durante algunos períodos de tiempo y el mar no se retira definitivamente hasta después de iniciado el Messiniense.

A partir de este momento sucede un régimen continental, con el consiguiente aporte de materiales que tienden a colmar progresivamente las depresiones en las que se asientan los materiales neógenos.

Desde el Mioceno hasta los tiempos actuales han funcionado importantes fallas, algunas de ellas con componente de salto en dirección marcada.

#### **4 MINERIA Y CANTERAS**

Aunque entre las formaciones carbonatadas de los Alpujárrides es frecuente la existencia de algunos yacimientos de cierto interés, no se conocen vestigios de mineralizaciones en el área que abarca la Hoja.

Algo más al S, en la vecina Hoja de Motril, y muy cerca de la de Dúrcal, se han citado mineralizaciones que arman en los mármoles de los Mantos de Salobreña y de La Herradura. Se trata de mineralizaciones de plomo, inmediatamente al S de los Guájares, y de cobre unos 2 km. al N de la Bernardilla. Otras, próximas al sector de Molvizar, parecen contener menas de cobre, plata y cobalto.

En fin, al S del vértice Navachica y también fuera de los límites de la Hoja se sabe de la existencia de algunas mineralizaciones de hierro, cinc, plomo y cobre.

En cuanto a las canteras, no son especialmente importantes las que hay en explotación. En algunas localidades, en las que los mármoles están muy triturados, se aprovecha para la extracción de gravas y en relación con los afloramientos de los niveles con más contenido en arcillas del Mioceno, se localizan algunos tejares.

## 5 HIDROGEOLOGIA

Son de interés hidrogeológico las formaciones aluviales y otras detríticas groseras del Plioceno y Cuaternario. En particular los mantos aluviales ofrecen interés por cuanto sus acuíferos son nutridos con las aguas subálveas de algunos ríos con amplias cuencas de recepción.

Otro importante acuífero viene limitado por el contacto entre las formaciones de mármoles y las calizas y dolomías triásicas con los micasquistos y filitas subyacentes, de manera que en las áreas con estructura favorable hay manantiales de alguna importancia.

Otras fuentes naturales se localizan en el contacto entre los materiales miocenos y los Alpujárrides sobre los que se apoyan. También, dentro del mismo Mioceno, existen algunos niveles de granulometría más fina, que resultan impermeables respecto de los frecuentes niveles conglomeráticos que pertenecen al Neógeno.

La pluviosidad regional es, sin embargo, baja y no creemos que esta región sea rica en recursos hidrogeológicos.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ALDAYA, F. (1968).—«Sobre la posición de la Sierra de Lújar (provincia de Granada). *Acta Geol. Hisp.*, v. 3, pp. 87-92.
- (1969 a).—«Los Mantos Alpujárrides al sur de Sierra Nevada». *Acta Geol. Hisp.*, v. 4, pp. 126-130.
- (1969 b).—«Los mantos Alpujárrides al sur de Sierra Nevada». Tesis Doctoral, Granada (inérito).
- (1970 a).—«Sobre la geometría de las Superficies de Corrimiento de los Mantos Alpujárrides al sur de Sierra Nevada». *Cuad. Geol.*, v. 1, pp. 35-37.
- (1970 b).—«La sucesión de etapas tectónicas en el dominio Alpujárride». *Cuad. Geol.*, v. 1, pp. 159-181.
- (1970 c).—«Pliegues triásicos en la Sierra de Lújar, zona Bética, provincia de Granada». (Nota preliminar.) *Bol. Geol. y Min.*, t. LXXXI-VI, pp. 35-42.
- (1975).—«Hoja de Albuñol (20-44). Mapa Geológico de España 1:50.000». IGME (en curso de publicación).
- ALDAYA, F., y GARCIA-DUEÑAS, V. (1976).—«Les séquences lithologiques des nappes alpujarrides au Sud et Sud-Ouest de la Sierra Nevada (Cordillères bétiques, Andalousie)». *Bull. Soc. Géol. France*, t. 18, pp. 635-639.
- ALDAYA, F.; DIAZ DE FEDERICO, A.; GARCIA-DUEÑAS, V.; MARTINEZ-GARCIA, E.; NAVARRO-VILA, F., y PUGA, E. (1976).—«Hoja de Lanjarón (20-43)». Mapa Geológico de España 1:50.000. IGME (en curso de publicación).

- AVIDAD, J. (1976).—«Los Mantos Alpujárrides al SW de Sierra Nevada». Tesis, Univ. de Bilbao (inédito).
- AVIDAD, J., y GARCIA-DUEÑAS, V. (1975).—«Hoja de Motril (19-44)». Mapa Geológico de España 1:50.000. IGME (en curso de publicación).
- BARROIS, Ch., y OFFRET, A. (1889).—«Memoire sur la constitution géologique du sud de l'Andalousie, de la Sierra Tejeda à la Sierra Nevada». *Mem. Ac. Sc. Inst. Nat. France*, t. XXX, pp. 79-167 (Mission d'Andalousie).
- BEMMELEN, R. W. van (1927).—«Bijdrage tot de geologie der Betische Ketens in de provincie Granada». Tesis Delft, 176 p.
- BLUMENTHAL, M. (1935 a).—«Reliefüberschiebungen in den Westlichen Betsischen Cordilleren». *Geol. Médit. Occiden.*, v. IV, núm. 8, pp. 3-28.
- (1935 b).—«Zur Mechanik der Reliefüberschiebungen». *Eclogae Geol. Helv.*, v. XXVIII, núm. 2, pp. 548-550.
- BOULIN, J. (1962).—«Données nouvelles sur la structure des Alpujárrides occidentales (prov. Grenade, Espagne)». *C. R. Somm. S. G. F.*, núm. 10, pp. 309-311.
- (1964 a).—«Problemes structuraux dans le domaine alpujarride au Sud-Ouest de la Sierra Nevada». *Geol. en Mijnb.*, núm. 43, pp. 277-281.
- (1964 b).—«L'unité d'Almuñécar, dans le domaine Alpujarride au Sud-Ouest de la Sierra Nevada (Espagne)». *C. R. Somm. S. G. F.*, fasc. 1, p. 26.
- (1966 a).—«Troncatures et cisaillements dans les Cordillères bétiques internes au Sud-Ouest de la Sierra Nevada (Espagne)». *C. R. Ac. Sc.*, t. 263, pp. 1932-1935.
- (1966 b).—«Série inverse et style pennique dans les Cordillères bétiques internes au Sud-Ouest de la Sierra Nevada (Espagne)». *C. R. Ac. Sc.*, t. 263, pp. 708-711.
- (1970).—«Les zones internes des Cordillères bétiques de Malaga a Motril (Espagne Meridionale)». These Doctoral. *Trav. Geol. Fac. Sc. Univ. Paris*, 237 p., t. 10.
- BOULIN, J.; LEDENT, D., y PASTEELS, P. (1969).—«Repères geochronologiques dans les zones internes de Cordillères bétiques, au Sud-Ouest de la Sierra Nevada (Espagne)». *An. Soc. Geol. Belgique*, t. 92, pp. 377-381.
- COMAS, M. C. (1964).—«Estudio geológico del borde occidental de Sierra Nevada (sector de Niguelas)». Tesis de Licenciatura. Univ. de Granada (inédito).
- (1970).—«Observaciones geológicas en los alrededores de Niguelas (Granada, Zona Bética)». *Cuad. Geol.*, v. 1, pp. 39-43.
- COPPONEX, J. P. (1959).—«Observations géologiques sur les Alpujarrides occidentales». *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, t. LXX, pp. 79-208.
- EGELER, C. G., y SIMON, O. J. (1969).—«Sur la tectonique de la zone bétique (Cordilleres bétiques, Espagne)». *Verh. der Kon. Ned. Akad. van Wetenschappen*, v. 25, núm. 3, pp. 1-90.

- ELORZA, J. J., y GARCIA-DUEÑAS, V. (1976).—«Hoja de Vélez-Málaga (18-44)». Mapa Geológico de España, 1:50.000. IGME (en curso de publicación).
- GALLEGOS, J. A. (1971).—«Los alpujárrides al NO de Sierra Nevada (Cordilleras béticas)». *Cuad. Geol. Univ. de Granada*, núm. 2, pp. 3-14.
- (1972).—«Etapas de plegamiento en los alpujárrides al NW de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)». *Bol. Geol. Min.*, t. LXXXIII, pp. 595-610.
- (1974).—«Sobre la posición tectónica del Manto de Cástaras (Sierra Nevada, Cordilleras Béticas)». *Bol. Geol. Min.*, t. LXXXV, pp. 149-152.
- (1975).—«Los Alpujárrides al W de Sierra Nevada». Tesis Univ. de Granada, pp. 1-494.
- GARCIA-DUEÑAS, V., y COMAS, M. C. (1971).—«Estructuras de colapso en la vertiente occidental de Sierra Nevada (Sector de Nigüelas, Granada)». *Bol. Geol. Min.*, t. LXXXII, pp. 507-511.
- GARCIA-DUEÑAS, V., y NAVARRO-VILA, F. (1976).—«Alpujarrides, Malaguides et autres unités allochtones au Nord de la Sierra Nevada (Cordillères bétiques, Andalousie)». *Bull. Soc. Géol. France*, 18, pp. 641-648.
- GARCIA-DUEÑAS, V., y NAVARRO-VILA, F. (1976).—«Hoja de la Peza (20-41)». Mapa Geológico de España, 1:50.000. IGME (en curso de publicación).
- GONZALEZ-DONOSO, J. M. (1967).—«Estudio geológico de la Depresión de Granada». Tesis de Doctorado. Univ. de Granada (inédito).
- (1968).—«Conclusiones estratigráficas y paleogeográficas sobre los terrenos miocénicos de la Depresión de Granada». *Acta Geol. Hisp.*, t. 3, número 3.
- (1970).—«Estudio geológico de la Depresión de Granada». *Cuad. Geol. Univ. de Granada*, núm. 1, pp. 5-8.
- NAVARRO-VILA, F. (1976).—«Los Mantos Alpujárrides y Malaguides al N de Sierra Nevada». Tesis Univ. de Bilbao (pendiente de aparecer en Mem. del IGME).
- TORRES-ROLDAN, R. (1974).—«El metamorfismo progresivo y la evolución de la serie de facies en las metapelitas alpujárrides al SE de Sierra Almirajara (Sector Central de las Cordilleras Béticas, S de España)». *Cuad. Geol.*, 5, pp. 21-77.
- WESTERVELD, J. (1929).—«De bouw der Alpujarras en het tektonisch verband der oostelijke bestiche ketens». Tesis Delft., p. 120.

INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA