

## **(8) - LA LITOSFERA: MACROESTRUCTURAS Y MORFOLOGÍA.**

La utilización de la información proporcionada por los satélites en aplicaciones sobre la litosfera, el componente sólido e inerte del planeta, sufrió un espectacular avance a partir del lanzamiento del primer satélite de la serie LANDSAT en 1972, aunque ya las imágenes de la Tierra obtenidas desde las primeras plataformas espaciales habían proporcionado, sobre todo gracias a su peculiar punto de vista exterior, sugerentes datos sobre las características físico-naturales de la corteza terrestre. La constante renovación tecnológica de los sensores y, sobre todo, su creciente resolución espacial respecto a los embarcados en las primeras plataformas, unido a las ventajas de la periodicidad y multiespectralidad disponible con ellos, no ha hecho sino aumentar considerablemente el número de aplicaciones y los objetivos de las mismas, de tal forma que, en la actualidad, es un instrumento de frecuente utilización, que aporta datos muy significativos en un buen número de trabajos sobre la geología, geomorfología y la hidrología continental de numerosas zonas de la corteza terrestre.

Ya hemos apuntado que la teledetección espacial ha venido, en estos medios, a cubrir, de forma complementaria, algunos "huecos" o "vacíos" que la abundante información sobre este medio --el habitat natural del hombre--, obtenida con las técnicas convencionales, difícilmente podía abordar. Para ello se han aprovechado las ventajas comparativas que ofrece esta nueva técnica y así, la posibilidad de escrutar de forma sinóptica extensas superficies de la corteza terrestre ha favorecido la identificación de complejas estructuras geológicas, lineamientos, fallas y la delimitación de unidades macroestructurales a pequeña escala, cuyas dimensiones dificultaban el análisis con técnicas convencionales. La utilización de la energía reflejada y emitida por la superficie terrestre en diversas bandas del espectro ha facilitado la identificación litológica y, en determinadas ocasiones, ha proporcionado resultados muy satisfactorios en prospecciones mineras. La periodicidad y el formato digital de los datos y su flexibilidad cartográfica ha sustentado un significativo número de aplicaciones sobre determinados procesos (inundaciones, por ejemplo) o espacios (zonas costeras) donde los ritmos de actualización de las fuentes de información existentes resultaban inadecuados a su dinámica o a su carácter azaroso.

Algunas de estas aplicaciones pueden deducirse de la simple interpretación visual de las imágenes del territorio andaluz, recogidas en el segundo capítulo de este libro, donde aparecen con nitidez, a escala regional, los principales elementos morfoestructurales y unidades físico-naturales de la región. Además, hemos considerado de interés introducir aquí un conjunto de aplicaciones derivadas, en su mayor parte, de un tratamiento digital más complejo de los datos originales, con lo que se obtiene una valiosa información para el análisis de algunos fenómenos continentales, y la plasmación de los resultados en una cartografía temática de enorme interés científico y aplicado.

Estas se centran, exclusivamente, en algunos espacios de nuestra región caracterizados por la presencia de procesos que alteran o identifican recursos naturales de enorme valor (suelo, mineralizaciones...), o sobre otros que están afectados por un marcado dinamismo que compromete el adecuado equilibrio en algunos sectores del territorio regional de significativo valor económico y ambiental.

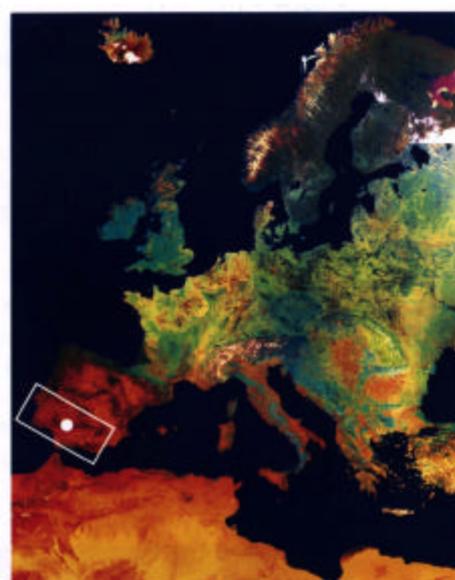
## **(8) - CONTEXTO MACROESTRUCTURAL DEL BATOLITO DE LOS PEDROCHES (CÓRDOBA).**

La imagen Landsat-MSS de febrero de 1984 (Figura 8.1) sintetiza un amplio sector del límite suroriental del Macizo Hespérico, al sur de los Montes de Toledo, en contacto con el sedimentario del Campo de Calatrava por el este y del territorio extremeño por el oeste. Agrupa, pues, unidades geográficas que infrecuentemente tenemos ocasión de valorar en conjunto, a pesar de su proximidad y conexión, tales como: Sierra Morena Oriental con su límite fracturado en los alrededores de Bailén; la meseta extremeña aglutinada en las comarcas de la Serena y Tierra de Barros, extensa penillanura recorrida por el Guadiana y su principal afluente en este sector, el Zujar; y el Campo de Calatrava como área diferenciada de la gran depresión manchega de ubicación más oriental.

Desde un punto de vista geológico y morfoestructural se enfrentan dos complejos, uno de zócalo, fracturado, plegado y arrasado, representando en las dos primeras unidades, y otro sedimentario o de plataforma cuyo carácter más sobresaliente es la tabularidad. La naturaleza geológica del substrato abarca formaciones precámbricas y paleozoicas, en el centro de las imágenes, y terciarias en sus márgenes con especial significación en el entorno de Ciudad Real. Son áreas de tradición agraria extensiva, explotación de adeshados, y centros vitivinícolas de renombre internacional, manteniendo regadíos no muy extensos agrupados a partir de los ejes fluviales de la cuenca del Guadiana, (Figura 8.2).



*Figura 8.1: Imagen de satélite Landsat-MSS de fecha 7 de mayo de 1987.  
Falso color infrarrojo (4,5,7).*



*Situación de las zonas analizadas  
Imagen NOAA. © Remote Sensing Division Rae  
Farnborough 1985.*

La componente dominante es la organización hercínica del substrato con rumbo noroeste-sureste, más o menor pronunciado, realizado por los afloramientos cuarcíticos armoricanos de la zona Lusoriental-Alcudiana que vigorizan el relieve. Desde las Villuercas en el extremo noroccidental, representadas por las estructuras de Ibor y Guadarranque, hasta las fracturas noreste-suroeste -adviertase la transversalidad en relación con el rumbo anteriormente aludido-, del contacto con la depresión bética en la punta suroriental, se suceden un conjunto de anticlinales y sinclinales que configuran, sin lugar a dudas, la unidad geomorfológica de mayor extensión y más notoria manifestación del modelado apalachiense hispano. Sus elementos principales corresponden a una sucesión estratigráfica de paquetes de cuarcitas resistentes y pizarras deleznable, estructurada durante el plegamiento hircínico y arrasada con posterioridad; la dinámica erosiva ha desventrado los núcleos de los anticlinales -con el notable ejemplo del valle de Alcudia- dejando en resalte los flancos cuarcíticos de los pliegues sinclinales.

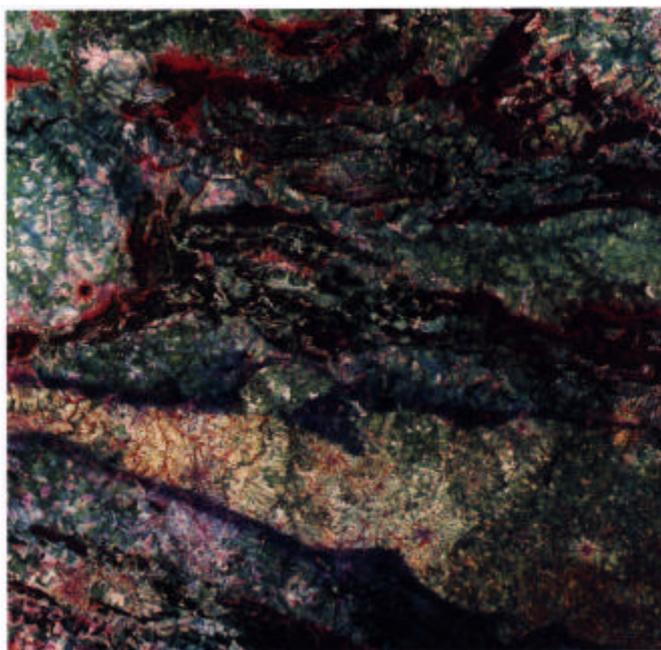


Figura 8.2.: Imagen de satélite Landsat-7M de fecha 13 de agosto de 1988.  
Falso color infrarrojo (3,4,5).

La red hidrográfica se organiza hacia el Guadiana y Guadalquivir. En los cursos de ambas cuencas fluviales existen segmentos concordantes y discordantes con el rumbo regional de las estructuras geológicas, siendo ésta un área de fuerte implantación de embalses por sus cualidades morfoestructurales y climáticas. Los tramos más ilustrativos de adaptación se encuentran en la primera parte del recorrido paleozoico del Guadiana hasta el sinclinal de Guadarranque; y del Jándula a través del valle de Alcudia. En el caso contrario están las prolongaciones de ambos cursos, y desde luego el rumbo sureste-noroeste del Zújar hasta el anticlinal alcudiano.

Junto a estos caracteres se diferencia en el sector meridional un afloramiento granítico de notable extensión y geometría alargada, el batolito de Los Pedroches, que por su singular importancia y rasgos particulares trataremos más adelante de forma pormenorizada. El emplazamiento corresponde a un diapirismo granítico encajado en la banda carbonífera de Castuera a Bailén, con variadas facies petrográficas aunque con fuerte presencia de granodioritas.

El extremo occidental de la cuenca manchega es el marco sedimentario de los relieves tabulares del Campo de Calatrava, caracterizados por una estratigrafía miocena continental de conglomerados, arcillas, margas más o menos yesíferas, y calizas. El terciario de Tierra de Barros, con rasgos distintivos, presenta la misma similitud continental. Y sobre estas series, y, asimismo, al pie de las sierras cuarcíticas, son abundantes las acumulaciones tipo raña, si bien la débil película que configura su desarrollo las más de las veces no deja impronta resaltable en las imágenes de satélite, a no ser que se realicen tratamientos específicos para resaltar estas formaciones superficiales.

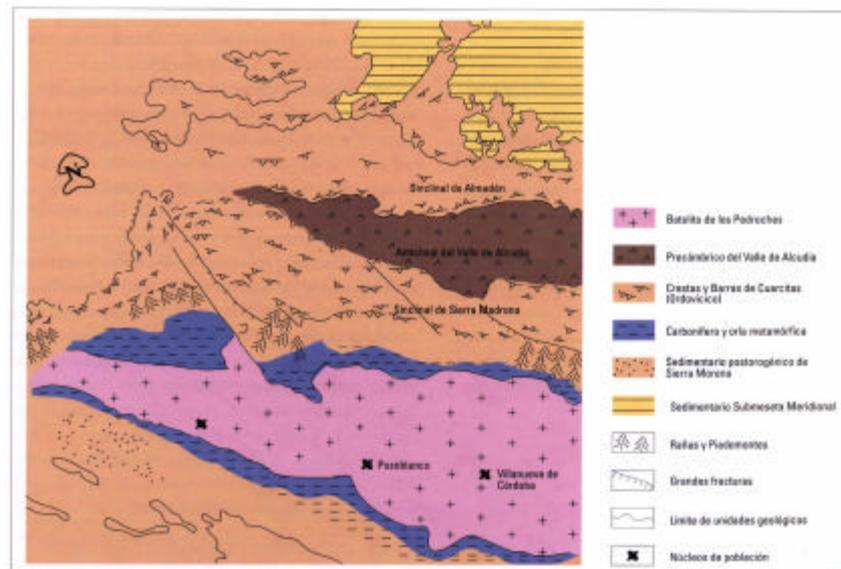


Figura 8.3.: Croquis de interpretación geomorfológica del Batolito de Pedroches según la imagen Landsat-TM de fecha 13 de agosto de 1988.

Excepción hecha de Los Pedroches, en Sierra Morena no encontraremos otra comarca de similares dimensiones definida tan contundentemente a la vez por sus rasgos geológicos, geomorfológicos, agrícolas y culturales. Su personalidad se encuentra de esta manera asentada en la múltiple confluencia de elementos peculiares resaltados abiertamente por los investigadores que, en diferentes ocasiones, se han ocupado de sus caracteres geográficos.

La denominación clásica corresponde a la de Valle de Los Pedroches. La toponimia denota y subraya una determinada topografía que, allanada y más baja que el resto de los relieves circundantes, se diferencia en razón de la ausencia de lo agreste. La red hidrográfica no juega, como

cabría esperar por la toponimia, papel definidor. El factor determinante corresponde a su contexto geoestructural particularmente ostensible en la imagen seleccionada en esta ocasión (Figura 8.3): un cuerpo intrusivo granítico alargado en el sentido noreste-suroeste de las estructuras adyacentes, en continuidad desde la depresión del Guadiana, entre Don Benito y Castuera, hasta la del Guadalquivir entre Andújar y La Carolina, con más de doscientos kilómetros de recorrido longitudinal.

El batolito granítico forma parte del cortejo variscico de la zona central del macizo Hespérico peninsular; encajado en series carboníferas de facies "culm", ha conformado una aureola metamórfica identificable con precisión en la imagen de satélite Landsat-TM (Figura 8.4) con caracteres regionales y de contacto que proporcionan transiciones de pizarras a esquistos con paragénesis y cortejos filonianos de pequeña envergadura. Hacia Ciudad Real el marco geológico se completa con la transición paleogeográfica de los componentes carboníferos y ordovícicos de la unidad de Ossa-Morena a los afloramientos precámbricos de la zona Lusooriental Alcludiana, respectivamente representados en el contraste morfológico de las potentes barras cuarcíticas de Sierra Madrona y las desmanteladas pizarras y grauwas del Valle de Alcludia.

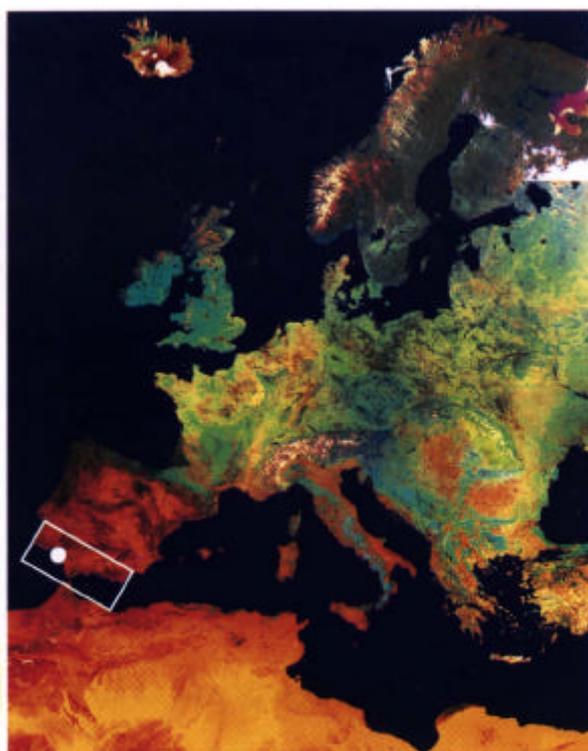
Aunque constituido principalmente por granodioritas y granitos biotíticos de granos medios y finos el batolito de Los Pedroches participa de una naturaleza petrográfica híbrida ya resaltada y estudiada minuciosamente en las transversales de Esparragosa de la Serena al norte y de Villanueva de Córdoba en el tramo central. En este sector donde resalta el inselberg de Mogabar (705 m) en base al afloramiento de granito moscovítico de grano fino de mayor resistencia que el entorno biotítico generalizado, así como los resaltes del emplazamiento de Villanueva conformados a partir de la red de haces filonianos de composición porfídica. La alteración, bien desarrollada a lo largo del plutón, actúa preferentemente sobre los granitoides biotíticos de granos gruesos y medios generando hacia el centro del mismo y en posiciones morfológicas aplanadas perfiles con texturas arenosas con secciones potentes frecuentemente por encima de los cinco metros de espesor. De esta arenización emergen muy discontinuamente bolos graníticos y otras formas de la misma consideración escalar que no son resaltables en este esquema interpretativo del batolito de Los Pedroches y áreas adyacentes.

Siguiendo el límite septentrional del batolito es muy frecuente la presencia de depósitos de facies raña enraizados al pie de las barras cuarcíticas de Sierra Madrona. En la Figura 8.3. una mejor combinación de bandas y una escala de mayor detalle permiten ahora resaltar, por un mayor desarrollo, el sector de Santa Eufemia, al norte de El Viso, y de Fuencaliente y norte de Conquista, en la transversal de Villanueva de Córdoba. Son típicas formaciones detríticas, cuarcíticas, en matriz limo-arenosa, muy gruesa en las raíces y de menor calibre conforme se expande por la aureola

metamórfica del batolito. Desde la alineación de Sierra Madrona hacia la intrusión pedrocheña, se advierte un perfil morfológico en pedillanura que desde las cuarcitas bisela en un plano muy suavemente inclinado, el carbonífero, la banda metamórfica y finalmente los granitos. Es esta superficie la que se encuentra incidida potentemente por la red fluvial del Jándula y Yegüas hacia el Guadalquivir, en el sector más suroriental; y por el Guadamatilla y Zújar entre el Viso y Castuera, ya en la provincia de Badajoz, drenando hacia el Guadiana. A modo de detalle, la imagen recoge el sinuoso trazado del Tren de Alta Velocidad, en el sector más oriental del Batolito.

## EL CONTROL DE CAMBIOS GEOMORFOLÓGICOS RECIENTES EN LAS ZONAS COSTERAS.

El marcado dinamismo que caracteriza a los espacios costeros como medios de transición, encuentra quizás su máxima expresión en las playas. Estas formaciones bajas y arenosas, que ponen en relación la zona continental con el medio marino, modifican constantemente su morfología adaptándola a las condiciones hidrodinámicas y de energía con que se ven afectadas. Este dinamismo puede plasmarse en una veloz modificación de la línea de costa y de las formaciones arenosas intramareales, con cambios que, en situaciones favorables para ello --derivas potentes con direcciones claramente dominantes, aportes sedimentarios adecuados.--, pueden representar magnitudes de orden hectométrico o kilométrico en pocos años. Por ello, la información territorial encuentra, a veces, importantes dificultades para recoger adecuadamente esta acelerada evolución, ya que, en la mayoría de las ocasiones, se trata de documentos incluidos en proyectos más generales, con períodos de actualización dilatada (mapas topográficos, por ejemplo), o bien de documentos ligados a demandas muy aplicadas que condicionan el tipo de parámetros recogidos (cartas náuticas).



*Situación de las zonas analizadas  
Imagen NOAA. © Remote Sensing Division Rae  
Farnborough 1985.*

En estas situaciones, la información generada por los satélites de recursos naturales de la llamada tercera generación (HRV-SPOT y TM-LANDSAT) constituye un eficaz instrumento para el control y la actualización de las rápidas modificaciones en la línea de costa, actuando como fuente complementaria de la información convencional, y a la vez, ofreciendo datos de significativo interés para la adecuada gestión de algunos recursos directamente afectados por aquellas (playas, acuicultura...). La posibilidad de extraer de forma precisa la línea de costa instantánea, aprovechando la casi completa absorción de la radiación infrarroja por el agua, su inmediata cartografía automática y el control periódico de su evolución, así como la fácil caracterización morfológica de los bajos intramareales que esta tecnología ofrece, se ha concretado, en Andalucía, en algunas experiencias sobre determinadas zonas de la costa atlántica, un sector litoral que, por presentar uno de los más elevados índices de dinamismo en nuestro país, es especialmente sensible a estas problemáticas. En ellas se intenta recoger la magnitud de estos cambios sobre la línea de costa, cambios que, en unas ocasiones están ligados, casi exclusivamente, al efecto de la potente dinámica natural (flecha del Rompido) y en otros, a la interacción de aquella con las importantes obras de infraestructura costera realizadas por el hombre (desembocadura del Guadiana y Bahía de Cádiz).