## ABRIR CAPÍTULO 12

 $490.000 \text{ m.} / 102.400 \text{ m.} / \text{vent.} = 4,78 \Rightarrow 5 \text{ vent.} \text{ (eje "X")}.$  $274.800 \text{ m.} / 102.400 \text{ m.} / \text{vent.} = 2,68 \Rightarrow 3 \text{ vent.} \text{ (eje "Y")}.$ 

Una vez hecha esta división, el siguiente paso es generar (como en el caso anterior) tantas "CP1" como ventanas existan. En este caso, la "CP1" no ha consistido en una combinación lineal de tres bandas sino en la aplicación directa del software informático a la matriz. De las distintas soluciones proporcionadas por el programa se escogía aquella que significara el valor de varianza máximo; a ésta se le denominaba, de nuevo, "CP1".

La realización de sucesivas pruebas de este desarrollo nos sugirió que era necesario modificar la base de datos digital del terreno inicial. Esta modificación consistía en aplicar un operador matemático (de manera informatizada) a la matriz de datos inicial capaz de realzar los lineamientos según tuvieran una orientación u otra (modificando el valor de "z" en la matriz). Gráficamente, el operador mostraba un modelo digital del terreno "iluminado" desde una orientación determinada y modificable. Así, se decidió "iluminar" a la matriz inicial general (aún sin subdividir) desde el norte, desde el noreste, desde el este, y desde el sudeste<sup>2</sup>.

En las figuras 12.13, 12.14, 12.15, y 12.16 se muestran las variaciones que supusieron el uso de una u otra orientación. Posteriormente, cada una de estas cuatro "matrices iniciales secundarias" fue subdividida en quince subventanas. Por tanto, finalmente fueron sesenta (cuatro matrices x quince ventanas por matriz) las "CP1" analizadas mediante el software informático (véase Anexo III).

Cada de estas sesenta "CP1" una proporcionó (de un modo similar a lo comentado en el Apartado 12.1.1) un histograma direccional de orientaciones preferentes de lineamientos. Así, cada ventana ofrecía cuatro posibles valores para cada uno de los dieciocho intervalos de 10º considerables (N0°-10°E, N10°-20°E, ...., N170°-180°E). El porcentaje final para cada intervalo de cada ventana significó el promedio de los cuatro valores posibles. Así, si el intervalo N0º-10ºE de la subventana 1/15 proporcionaba valores como: 4%, 6%, 4,5%, v 6%; el valor final escogido era de 5,125%. En la figura 12.17 se muestra la distribución final de las 15 subventanas, numeración empleada para designarlas, y el "solape" necesario (debido a la exigencia de matrices de 512 x 512 puntos), entre unas y otras. Para cada una de ellas, se ha realizado un análisis estadístico de los resultados mediante el programa EXCEL (véase Anexo III), y se ha obtenido el histograma direccional correspondiente (figura 12.18). En el Anexo III también se muestran las conclusiones obtenidas para cada una de estas quince subdivisiones, de manera individual.

Mediante el programa TRAJECT (Lee y Angelier, 1994) y las tres primeras modas de cada subventana se han obtenido los mapas de trayectorias que definen las variaciones en el espacio de las directrices principales (figuras 12.19, 12.20 y 12.21). Tales orientaciones preferentes coinciden, grosso modo, con la disposición general del relieve observable a partir de cualquier síntesis topográfica a escala peninsular. En este caso, la escala de trabajo y la resolución espacial del Modelo Digital del Terreno impiden la determinación de orientaciones preferentes de aquellos lineamientos cuyas dimensiones (por ejemplo, su anchura) no excedan los 200 metros. Ante la tendencia tan homogénea

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Se trata, evidentemente, de cuatro de las múltiples orientaciones posibles. Éstas se escogieron por una cuestión simple de aleatoriedad (los resultados obtenidos iluminando desde N0°E era similar a la conseguida iluminando desde N180°E, etc.).

evidenciada en los gráficos anteriores, cabe decir, además, que la propia interpolación con la que el Instituto Geográfico Nacional obtiene su Modelo Digital del Terreno lleva implícito un "suavizado" de los posibles gradientes topográficos: el valor tomado por la cota que representa a cada unidad de 200 x 200 metros supone un valor "promedio" (obtenido a su vez de otra síntesis: topografía a escala 1:200.000 de la Península) de todos los valores posibles definibles sobre esa misma área cuadrada. En cualquier caso, cabe también decir que si los mapas de trayectorias implicaran no sólo a las tres primeras modas, sino también a las restantes, los resultados *continuarían siendo igualmente homogéneos* (al menos hasta la octava moda).

Dado que no es posible determinar las perseguidas orientaciones preferentes los lineamientos, la utilidad principal de la aplicación consiste en revelar, evidentemente, las directrices principales del relieve (figura 12.22). En este sentido, y ya que el método implica cálculos estadísticos, a partir de los distintos mapas de trayectorias mostrados queda clara la influencia del "grano hercínico" en el relieve del sector central y occidental del área de estudio (véase Apartado 11.3). Hacia el este, es la influencia de los orógenos bético e ibérico la que controlar las trayectorias (el relieve), parece distorsionadas de un modo apreciable sólo en el sector más nor-oriental (SO de la Cordillera Ibérica: Sierra de Altomira).

En resumen, la aplicación de la metodología a este ejemplo de campo potencial no creemos que deba considerarse como *inadecuada*. El hecho de que sus conclusiones revelen las directrices <u>reales</u> del relieve más abundantes (<u>que no las preferentes</u>, véase

Apartado 11.3) sirve para validar su eficacia. Sin embargo, nuestro interés inicial en la determinación (mediante la aplicación del método) de directrices preferentes de lineamientos no se ha visto satisfecho. La razón principal radica en la resolución espacial del modelo digital utilizado, así como en la existencia de directrices estructurales preferentes de plegamiento (estadísticamente prioritarias) que enmascaran aún más los lineamientos. A pesar de todo, y como se podrá comprobar en los capítulos posteriores, esta aplicación ha colaborado también en la caracterización del entorno geodinámico en el cual se ha resuelto y se resuelve la deformación neotectónica generada en el sur peninsular.

12.3. APLICACIÓN DE UN MÉTODO DE ANÁLISIS AUTOMÁTICO DE LINEAMIENTOS SOBRE UN MODELO DIGITAL DE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS TERRENO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

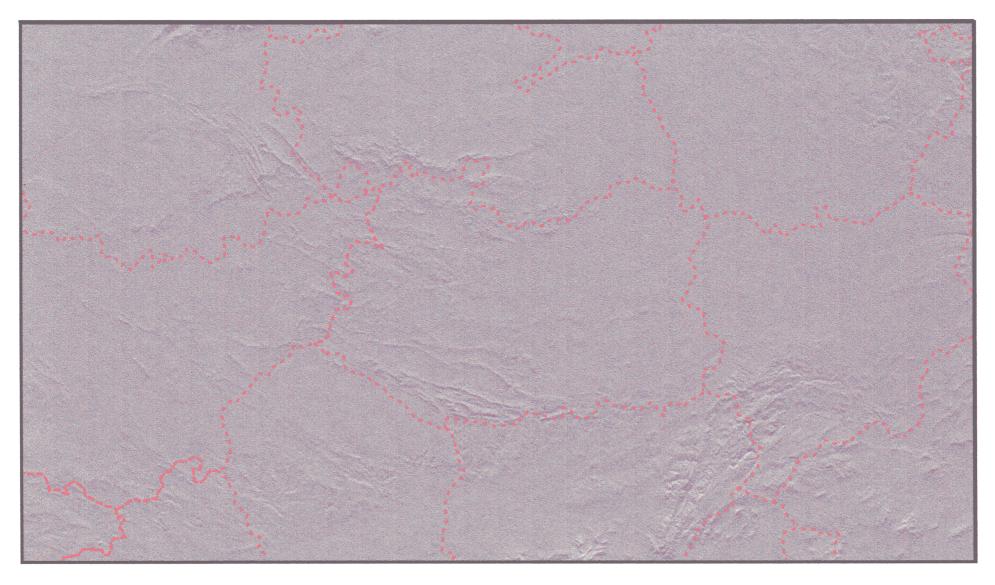
## 12.3.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO Y SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA ANALIZADA.

El campo magnético supone un campo dipolar, sin embargo la consideración de la susceptibilidad magnética permite considerar de nuevo, para el desarrollo de este apartado, la afección ya comentada del concepto de campo potencial. A pesar de lo sucinto de este desarrollo, se ha querido mostrar brevemente las conclusiones gráficas y numéricas que permite la aplicación al mismo de esta metodología en aras de previsibles intentos futuros.

Al igual que sucede con la prospección gravimétrica, la magnética pretende detectar anomalías respecto a valores "promedio" causadas por variaciones en las propiedades físicas de los

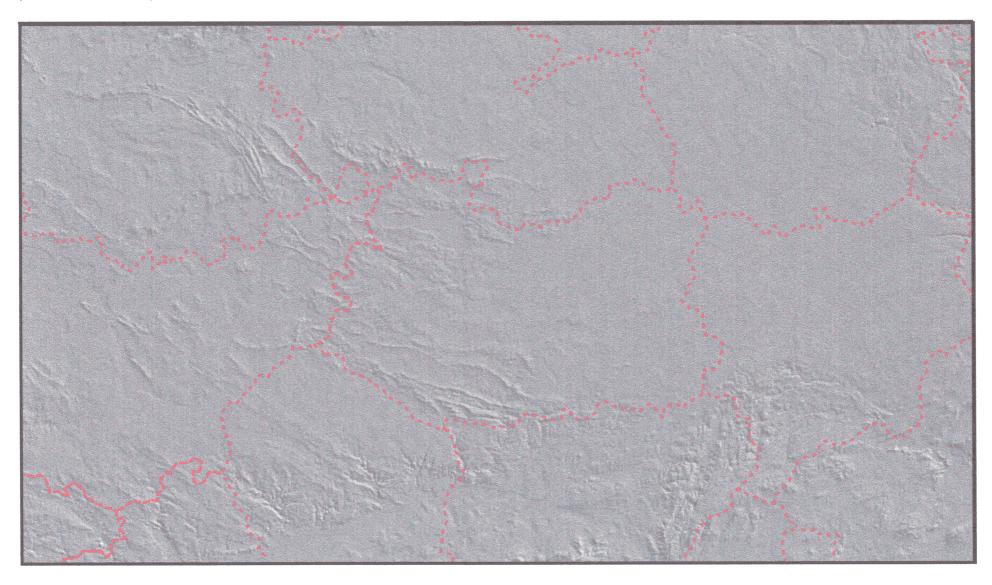
<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Realmente no se trata de un valor promedio sino de un valor "real" deducido a partir de un proceso de (véase página siguiente)

interpolación (G. Pascual, com. pers.).



(X:170000, Y:4175100) (X:660000, Y:4175100)

Figura 12.13: Modelo Digital del Terreno de la zona de estudio iluminado desde el norte geográfico (45º de inclinación)



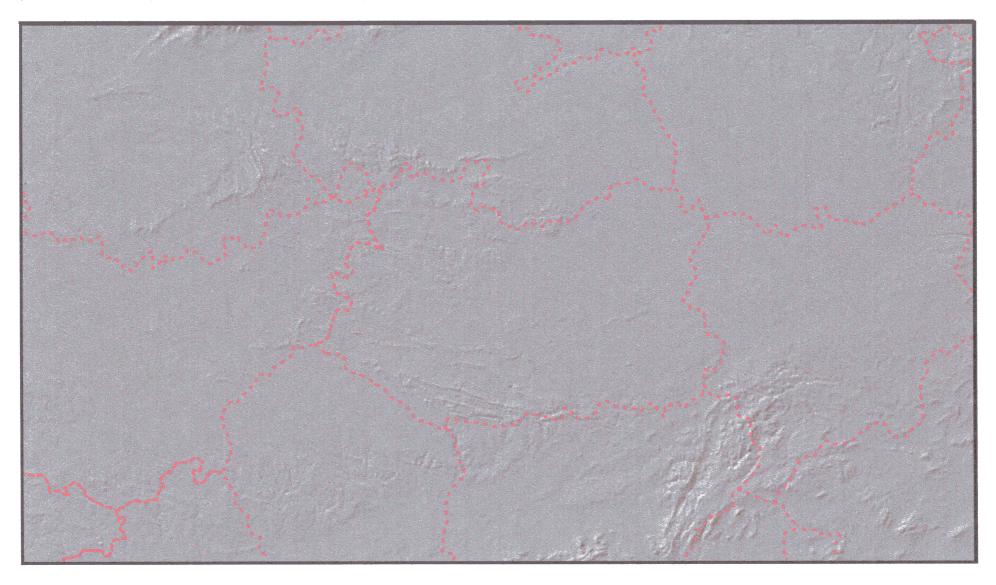
(X:170000, Y:4175100) (X:660000, Y:4175100)

Figura 12.14: Modelo Digital del Terreno de la zona de estudio iluminado desde N45°E (45° de inclinación)



(X:170000, Y:4175100) (X:660000, Y:4175100)

Figura 12.15: Modelo Digital del Terreno de la zona de estudio iluminado desde el Este geográfico (45° de inclinación)



(X:170000, Y:4175100) (X:660000, Y:4175100)

Figura 12.16: Modelo Digital del Terreno de la zona de estudio iluminado desde N135°E (45° de inclinación)

(X:170000, Y:4449900) (X:660000, Y:4449900) Cuenca 512 Pixels Toledo\_ Subventana 02/15 Subventana 03/15 Subventana 04/15 Subventana 01/15 Subventana 05/15 512 Pixels \_Cáceres Ciudad Real Albacete Subventana 06/15 Subventana 07/15 Subventana 08/15 Subventana 09/15 Subventana 10/15 Subventana 11/15 Subventana 12/15 Subventana 13/15 Subventana 14/15 Subventana 15/15 50 kilómetros Córdoba Jaén

Figura 12.17: Subdivisión de la zona de estudio en quince ventanas de 512 x 512 pixeles (en verde se muestran las zonas donde se solapan las ventanas).

(X:660000, Y:4175100)

(X:170000, Y:4175100)

(X:170000, Y:4449900)

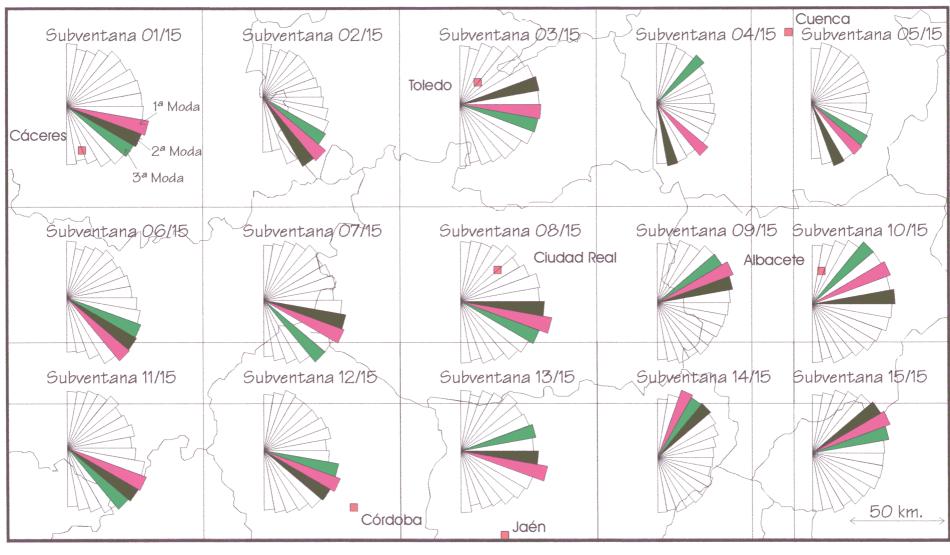
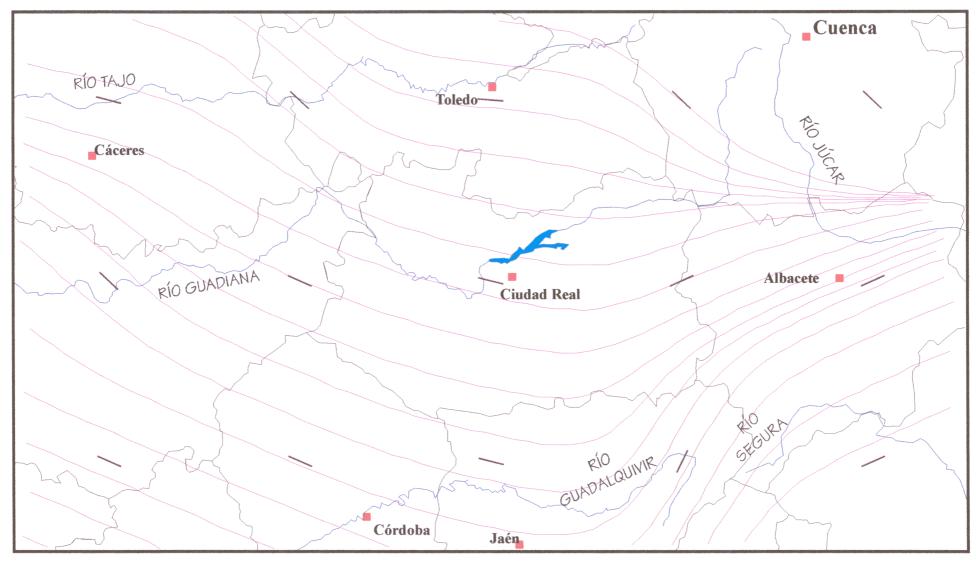


Figura 12.18: Histogramas direccionales concluidos por el método para cada una de las quince "CP1".

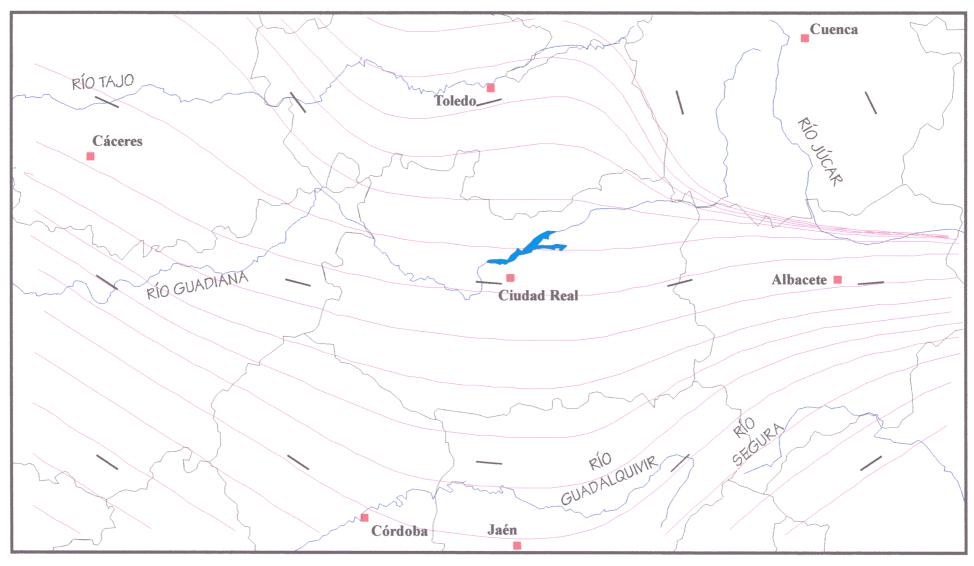
(X:170000, Y:4175100)

(X:660000, Y:4175100)



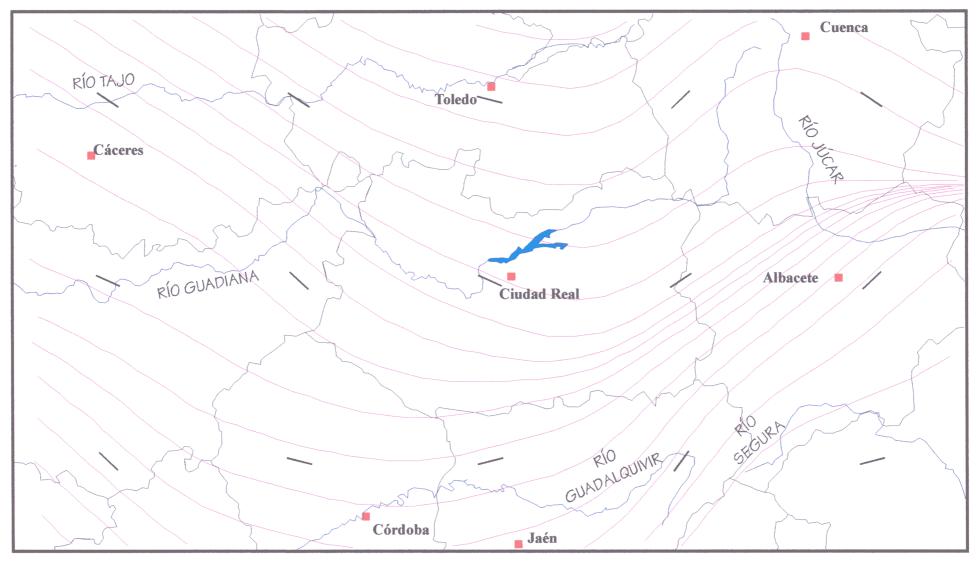
(X:170000, Y:4175100) (X:660000, Y:4175100)

Figura 12.19: Mapa de trayectorias deducido a partir de la 1ª Moda.



(X:170000, Y:4175100) (X:660000, Y:4175100)

Figura 12.20: Mapa de trayectorias deducido a partir de la 2ª Moda.



(X:170000, Y:4175100) (X:660000, Y:4175100)

Figura 12.21: Mapa de trayectorias deducido a partir de la 3ª Moda.

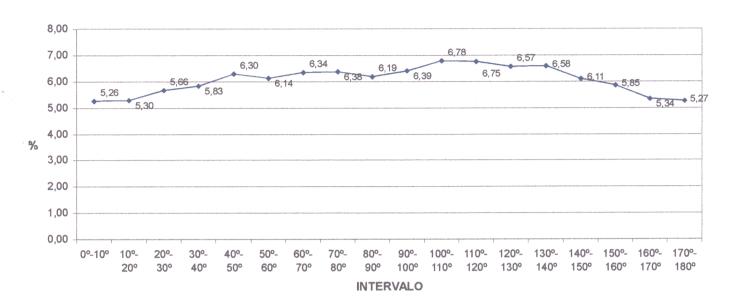


Figura 12.22: Curva representativa de los valores medios obtenidos para todas las ventanas considerando las cuatro iluminaciones posibles.

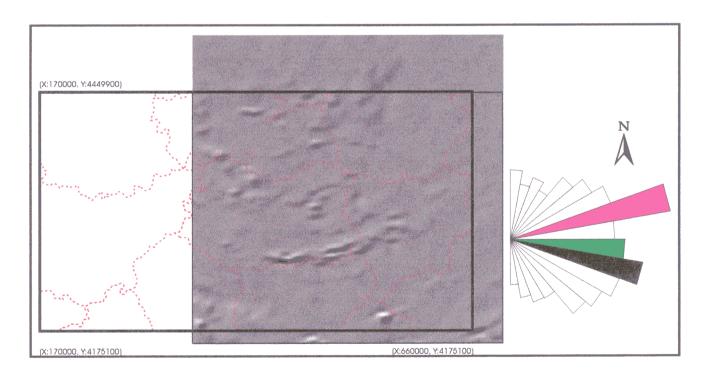


Figura 12.23: Modelo Digital de Anomalías Magnéticas e histograma direccional concluido tras la aplicación del método.

materiales del subsuelo. El campo magnético terrestre puede representarse como el campo de un dipolo situado aproximadamente en el centro del planeta. En cada punto de la superficie terrestre el campo magnético puede definirse mediante su intensidad y su dirección (infinitos "vectores campo"). Ésta última se descompone en una cuantificación de su declinación (ángulo medido en la horizontal entre el "vector campo" y el meridiano geográfico correspondiente), y la inclinación (ángulo definible entre el "vector campo" y la superficie terrestre). El campo magnético es un campo vectorial, con una magnitud y una dirección variables. Así, una aguja imantada y suspendida de tal modo que pudiera tomar cualquier orientación libremente habrá de alinearse según la dirección local existente del campo magnético. De esta manera, la Tierra se comporta como un imán enorme que provoca "vectores campo" variables no sólo espacialmente sino, además, temporalmente (variación secular). Tales variaciones pueden representarse mediante "mapas de isógonas" (líneas de igual declinación) y "mapas de isoclinas" (líneas de igual inclinación) útiles para periodos de tiempo determinados. El campo muestra sus valores máximos en las proximidades a los dos polos magnéticos, decreciendo en intensidad hacia el ecuador magnético. Este campo puede representarse mediante líneas de fuerza, las cuales indican la dirección del campo para cada posición posible. Hay dos puntos en los que estas líneas de fuerza son verticales: los polos magnéticos (norte y sur). La ubicación de dichos polos difiere unos 18º de los dos polos geográficos.

La descripción anterior del campo magnético terrestre sólo tiene sentido referida a determinados valores medios. La realidad mensurable muestra como cuando se realizan prospecciones geofisicas magnéticas se descubren anomalías locales regionales de aquel campo promedio originado en el interior del planeta. Estas anomalías son una consecuencia directa de la existencia de "elementos anisótropos" en la corteza terrestre. Dichos elementos funcionan como dipolos sensu strictus, generando campos magnéticos locales o regionales de intensidad muy inferior al campo global promedio, sobre el cual interfieren, pero perceptibles para nosotros por su proximidad. Estos "elementos anisótropos" pueden significar rocas con la imanación propia suficiente como para comportarse ellas mismas como imanes (compuestas por minerales con elementos tales como el hierro, el cobalto, el níquel, el magnesio, etc.); o rocas que actúan igual que cuerpos paramagnéticos, aumentando la intensidad inducida por el campo global. En ambos casos se generan dipolos que significan campos magnéticos locales o regionales, según sean las dimensiones del elemento. El análisis de estas desviaciones o irregularidades del campo magnético promedio tiene una de sus consecuencias más inmediatas en la obtención de las anomalias magnéticas y en su representación gráfica correspondiente.

Para ejemplificar las posibles aplicaciones del método de análisis automático de lineamientos al campo magnético, se estimó un intento a partir del "Mapa de susceptibilidad magnética" del Instituto Geográfico Nacional a escala 1:1,000.000 (I. Socías, com. pers.). La densidad de datos de esta cartografía magnética, así como la exigencia por parte del software informático empleado de una matriz cuadrada de 512 x 512 píxeles, obligó a considerar una "ventana de trabajo" de dimensiones tan considerables como las mostradas en la figura 12.23. Con estas restricciones, la elección del área real de aplicación sobre la cual habría de solaparse la ventana se realizó de tal manera que pudiera evitarse la

influencia de posibles anisotropías hercínicas del Macizo Ibérico.

## 12.3.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS GENERALES Y CONCLUSIONES.

La aplicación del método proporciona el histograma direccional correspondiente (figura 12.22), del cual han de concluirse una moda preferente principal orientada ENE-OSO, y una moda preferente secundaria dispuesta según ONO-ESE. Es probable que, de algún modo, tales directrices predominantes sean enmarcables geodinámicamente en el modelo que

se propone en apartados posteriores. Sin embargo, las dudas interpretativas inherentes al propio análisis magnético y, sobre todo, la escala de trabajo considerada desaconsejan establecer en este trabajo ningún tipo de conclusión fuera de los objetivos descritos al comienzo de este apartado. Sí parece clara la "bondad" del método para la obtención de orientaciones preferentes. Otras utilidades posibles de la aplicación (de carácter estructural, por ejemplo) dependerán, al menos, tanto de la densidad de datos por unidad de superficie considerada como de la escala de trabajo utilizada.

## ABRIR CAPÍTULO 13

