

Introducción

La red de drenaje del Migjorn de Menorca está configurada por más de 30 cuencas con dimensiones y disposiciones muy diferentes (Fig. 1). La particular configuración del Migjorn de Menorca como una plataforma carbonática combada con un eje N-S y con un ligero gradiente desde Tramuntana a Migjorn establece unas condiciones de partida para la formación de una red de drenaje muy especial. En efecto, las calizas arrecifales, muy permeables, la fracturación asociada a la formación de un anticlinal y los cambios del nivel del mar constituyen los elementos clave para explicar el drenaje de la parte meridional de la isla.

La evolución morfoestructural del Migjorn ha dado lugar a un complejo enrejado de fallas con dirección E-W en los sectores oriental y occidental y N-S en la parte central de la isla, que además van cambiando paulatinamente en sentido de las agujas del reloj (Gelabert *et al.*, en revisión). En consonancia con esta disposición de las fracturas, los barrancos siguen una dirección E-W en el sector occidental y oriental y una disposición N-S en el sector central.

Por otra parte, el drenaje de la isla es muy desigual: el sector central presenta una red de barrancos muy encajada y bien definida; en la parte occidental, la presencia de barrancos es escasa y mal articulada y en el sector oriental el predominio de pequeñas depresiones endorreicas supera en mucho a los barrancos. En el presente capítulo se abordará la caracterización de cada uno de estos tipos de drenaje y su evolución.

Red de drenaje del sector occidental

Este sector abarca desde Punta Nati hasta la Talaia d'Artrutx. Se trata de una zona con una topografía que desciende desde los 100 m hasta el nivel del mar, con pendientes suaves (2'38°). La cabecera de la red de drenaje se instala en el escalón que va desde la Talaia d'Artrutx hasta Cap Bajolí, aunque en la parte más meridional existe otra línea de crestas de menor entidad.

La red de drenaje de este sector presenta las siguientes características:

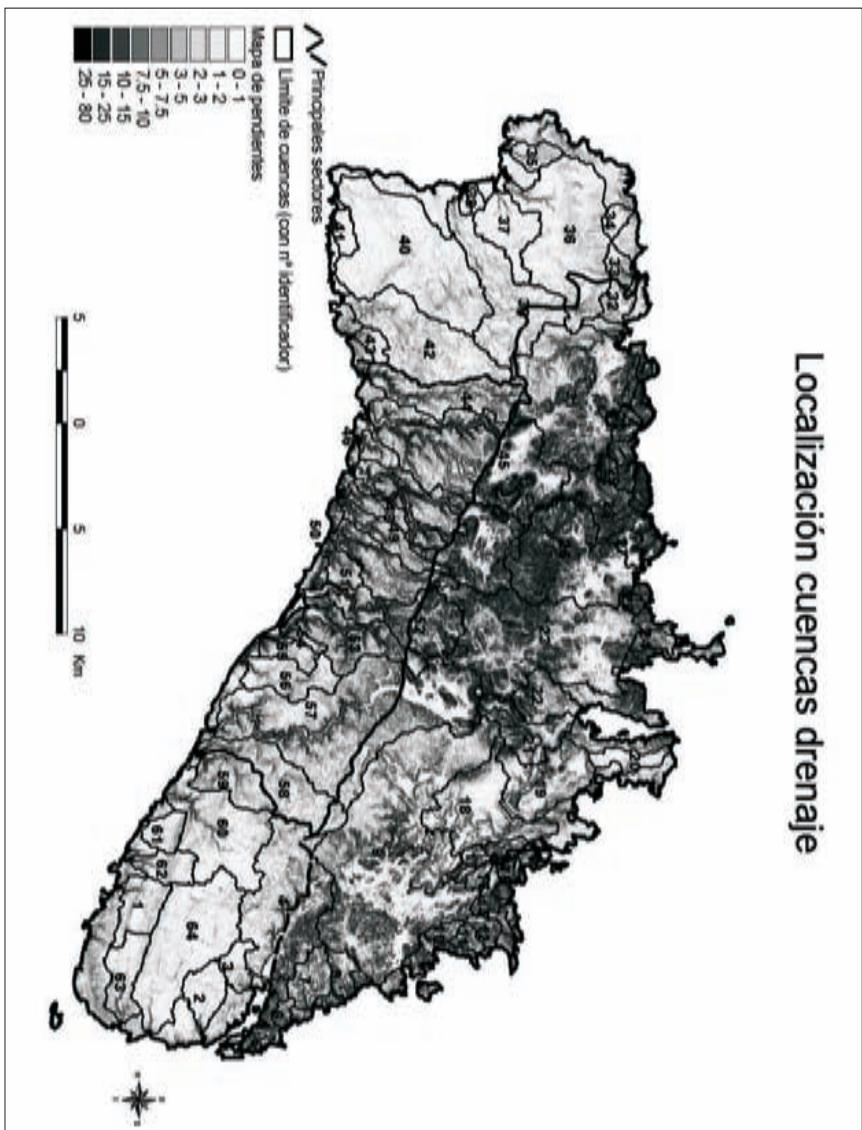


Figura 1
Mapa de pendientes de la isla de Menorca, con las cuencas de drenaje numeradas. La línea más gruesa separa la plataforma del Migjorn de la Tramuntana

Discontinuidad

Se trata de una red bastante difusa, que pierde su encajamiento a unos 2 km del mar. A partir de esta distancia el drenaje se difumina y abundan las dolinas y los poljes, indicando un fuerte predominio de los procesos kársticos. En algunos casos Canal de Cala en Blanes (35), Barranc des Horts (Ciutadella) (36)- (Fig. 1) los barrancos presentan una cabecera encajada en el escalón antes mencionado, para desaparecer aguas abajo en una depresión con bordes difusos y encajarse de nuevo en las proximidades de la costa. En otros casos las cabeceras de los barrancos capturan poljes o dolinas, formas kársticas que también se repiten a lo largo del curso encajado. Un caso espectacular lo constituye la cuenca 40 (Barranc de la Cala d'En Bosc) con una paleored que conecta dolinas como la de Sant Joan de Missa, -adosada a una de las alineaciones del Migjorn- y la de Son Treufoc -en una segunda alineación- antes de encajarse y desembocar en el Dormidor de ses Barques (Fig. 2). Llama la atención un doble meandro completamente desconectado de la red actual y bastante desdibujado situado en Lloc de Monges Nou.

Otra red bastante desconcertante es la cabecera del Barranc de Santandria (c. 39), (Fig. 1) con un doble meandro encajado en las calizas jurásicas de Tramuntana, en las inmediaciones de la Naveta dels Tudons y totalmente desconectado de la red actual. El único barranco que supone una excepción es el barranco del Racó des Pi (42) que presenta una red bien definida, aunque captura poljes y dolinas (Fig.1).

Perfiles longitudinales cóncavos

Aunque la red de drenaje real tiene una extensión escasa, la red dibujada automáticamente a partir del modelo digital de elevaciones, presenta perfiles cóncavos, con un trazado próximo al de equilibrio. Este hecho, totalmente contradictorio nos indica que, aunque las pendientes son las adecuadas para el desarrollo de una red casi "perfecta", hay una ausencia manifiesta de la misma que hay que explicar en términos diferentes a la dinámica fluvial (Fig. 3).

Perfiles transversales con ratio anchura-profundidad muy elevada

En la figura 4 se presenta una tipología de las secciones transversales de los barrancos del Migjorn. En el sector que nos ocupa predominan los perfiles amplios, sin cauces bien definidos, representados por los tipos **g**, **h**, **i**.

Cuencas desarrolladas fundamentalmente en Migjorn

Aunque algunas cabeceras como las de las cuencas 39, 40 y 42 llegan a

las calizas jurásicas de Tramuntana, la mayor parte de las mismas se desarrollan sobre el Migjorn. La alineación que discurre entre Cap Bajolí y Talaia d'Artrux sólo ejerce de divisoria para las pequeñas cuencas que drenan hacia Tramuntana (cuencas 32, 33 y 34) (Fig. 1).

Direcciones cambiantes

El trazado de la red de drenaje va cambiando de una directriz N-S en Cala en Blanes, a E-W en el Barranc dels Horts y Cala Santandria y nuevamente de N-S en el barranco del Racó des Pi (42).

Red de drenaje del sector central

Este sector abarca desde la Talaia d'Artrux hasta Cales Coves. La red de drenaje está formada por los barrancos de Santa Anna (44), Algendar (45), de Cala Mitjana (46), de Trebalúger (47), de Cala Fustam (48), de Cala Escorxada (49), de Binigaus (50), de Son Boter (52), d'Es Bec (53), de Llucalari, (55), de Torre Vella (56), de Cala En Porter (57), de Son Domingo (58), de Biniadritx i Lloc Nou des Fasser (59) (Fig. 1). La red de drenaje

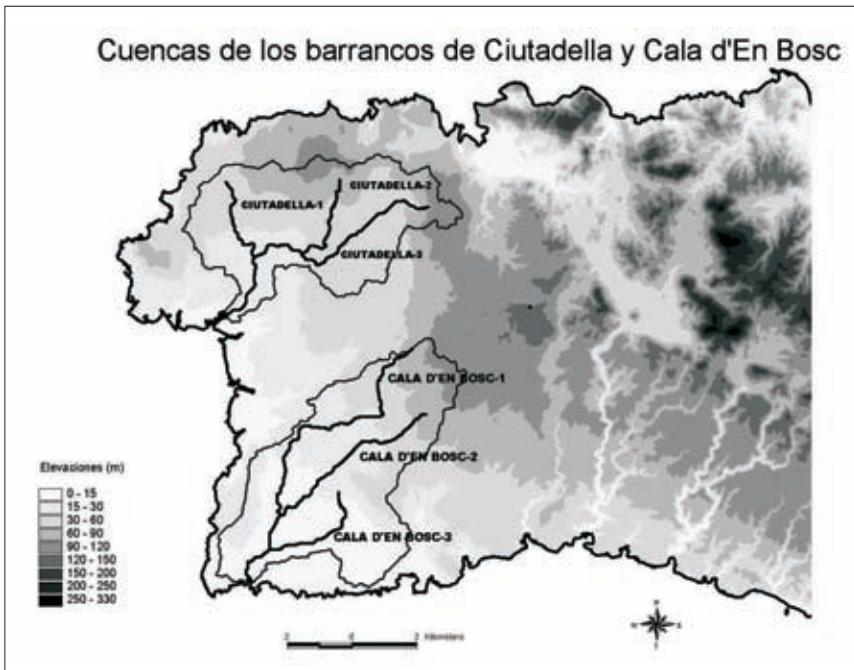
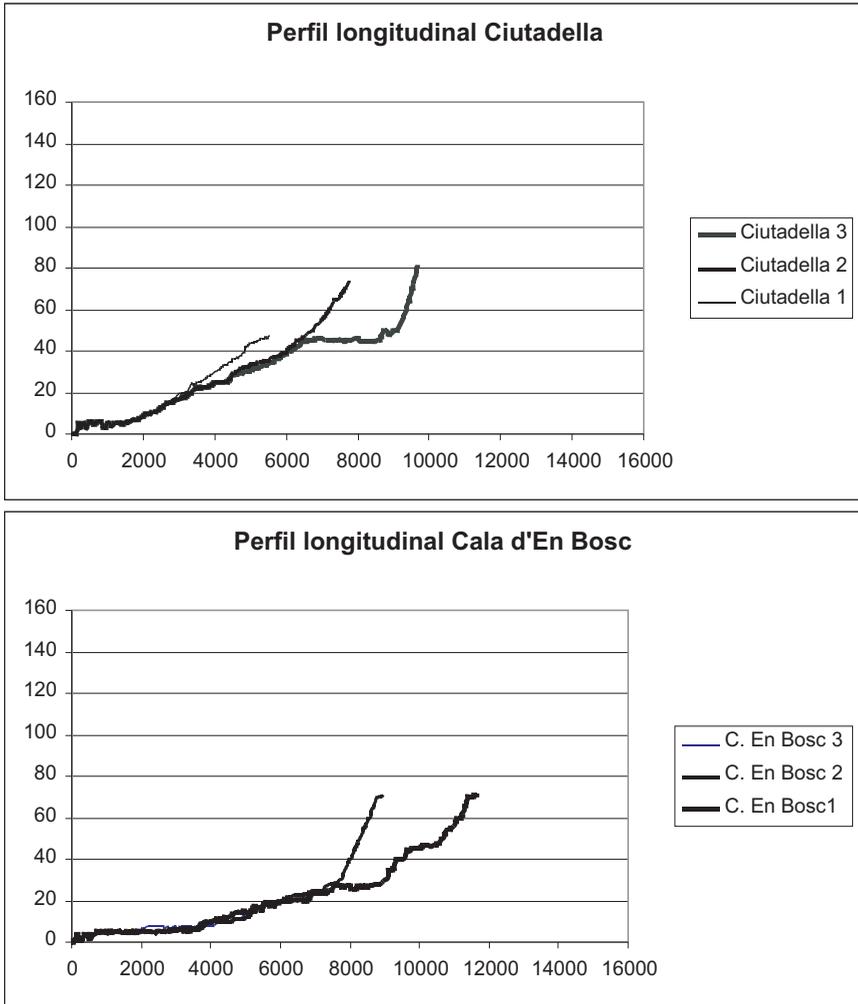


Figura 2

Localización de los perfiles longitudinales de los barrancos de Ciutadella (Barranc dels Horts) y del de la Cala d'En Bosc, en el sector occidental

**Figura 3**

Perfiles longitudinales de los barrancos de Ciutadella y del de la Cala d'En Bosc (valores dados en metros)

presenta una elevada densidad y un aspecto bien diferente al de los otros dos sectores. El elemento más significativo es que existen diversos tipos de barrancos, incluso dentro de una misma cuenca de drenaje. Así, existen las cuencas mayores de Santa Anna (44), Algendar (45), Trebalúger (47), Son Boter (52), d'Es Bec (53), de Cala en Porter (57) y Son Domingo (58), que llegan a Tramuntana, mientras que el resto se desarrollan en su totalidad en Migjorn (Fig.1). Pero incluso dentro de las que reciben alimentación

desde la Tramuntana, existen diferencias entre el cauce principal y los afluentes, tanto por la morfología, como por el encajamiento y el perfil del cauce.

Atendiendo a estas y otras consideraciones las características más significativas de la red de este sector son las siguientes:

Extensión de la cuenca de drenaje

Existen dos tipos de cuencas: las que se desarrollan totalmente en el Migjorn y las que poseen parte de su cuenca en Tramuntana. En el primer grupo están las de Cala Mitjana (46), Cala Fustam (48), Sant Tomàs (51), Son Bou (54), Llucalari (55), Torre Vella (56), mientras que en el segundo grupo están el resto: Santa Anna (44), Algendar (45), Trebalúger (47), Cala Escorxada (49), Binigaus (50), Son Boter (52), Es Bec (53), Cala En Porter (57) y Son Domingo (58) (Fig. 1).

Pendiente

Tal y como se puede observar en la figura 5, hay una clara relación entre pendiente y superficie drenada en Migjorn: los barrancos que desarrollan su cuenca en el Migjorn poseen pendientes inferiores a los que llegan a Tramuntana. En este gráfico se observa también un doble comportamiento que quizás indica dos grupos de población: las cuencas 56, 57, 58, 45, 52 y 47 se separan claramente del resto, sugiriendo una dinámica evolutiva diferente.

Perfiles transversales

En este sector existen dos tipos de barrancos: los que están fuertemente encajados, presentando una ratio anchura-profundidad baja, y los que presentan una incisión escasa. Entre la cuenca 45 y la 57 predominan los tipos **a**, **b** y **c**, en los cauces principales, indicando perfiles con una ratio anchura-profundidad baja. Sin embargo, los afluentes que no llegan a Tramuntana presentan cauces de fondo plano, con secciones que oscilan entre la **c** y la **f**. Por otra parte, las pequeñas cuencas (48, 49, 51, 54, 55, 56) (Fig. 1) muestran un encajamiento fuerte en sus tramos bajos (tipos **a** y **b**, Fig. 4). También hay que destacar que los cauces que llegan a Tramuntana presentan perfiles transversales muy planos en la cabecera (tipos **g**, **h**, **i**, Fig. 4); de hecho, instalan sus cabeceras en depresiones con drenaje dificultoso, por lo que algunos sectores están totalmente artificializados.

Perfiles longitudinales

En este sector los perfiles presentan diferentes disposiciones. Por un lado, existen unas cuencas con un perfil claramente convexo (55, 56,

58, 48), (Figs. 6 y 7, Son Domingo) indicando que la red de drenaje ha sido incapaz de incidir para regularizar su perfil. En todos los casos se trata de barrancos muy cortos, con una cuenca de drenaje pequeña, que no sobrepasa el Migjorn. Por otra parte, los barrancos mayores presentan un comportamiento dual: en la mayoría de los casos los cursos principales presentan un perfil cóncavo hacia arriba, aunque los diversos afluentes están claramente colgados (47, 50, 53) (figs. 6 y 7, Binigaus); sin embargo existe otro grupo con un perfil cóncavo (Fig. 8), aunque con segmentos convexos en el curso principal o en los afluentes (44, 45, 52) (Fig. 9, Barranc d'Algendar). El Barranc de Cala en Porter (57) supone una anomalía en el comportamiento del sector, porque presenta un perfil claramente convexo, aunque está encajado y presenta alimentación de Tramuntana, indicando una inmadurez del cauce (Figs. 6 y 7).

Direcciones

El análisis de las pendientes superiores a 45° muestra que en las cuencas domina una dirección general dominante N-S, aunque existen ligeras variantes. Así, los barrancos de Algendar (45), Trebalúger (47) y Es Bec (53) tienen una dirección de 15°; el de Llucalari (55), con 350°; otro grupo presenta unas pendientes variables entre 0 y 90° sin una dirección dominante : Algendar (2), Binigaus (50), Cala en Porter (57) y Cales Coves (58), mientras que Son Boter y Sa Torre Vella tienen dos direcciones (15° y 90°).

El relleno de los cauces

Las grandes cuencas de los barrancos que llegan a Tramuntana no presentan terrazas, como suele suceder en las redes fluviales. Por el contrario, los perfiles geoelectrónicos y los sondeos indican que las partes bajas de los cauces prolongan su fuerte encajamiento por debajo incluso

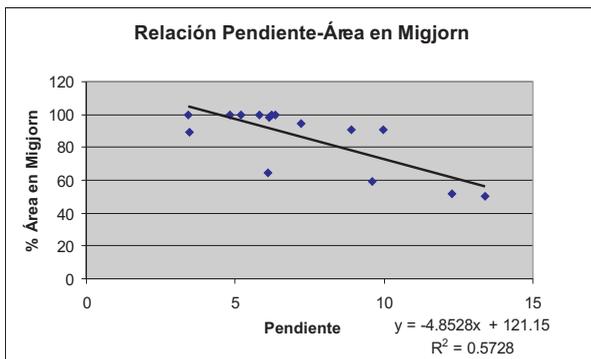


Figura 5
Relación entre el porcentaje de área drenada en Migjorn y pendientes de las cuencas

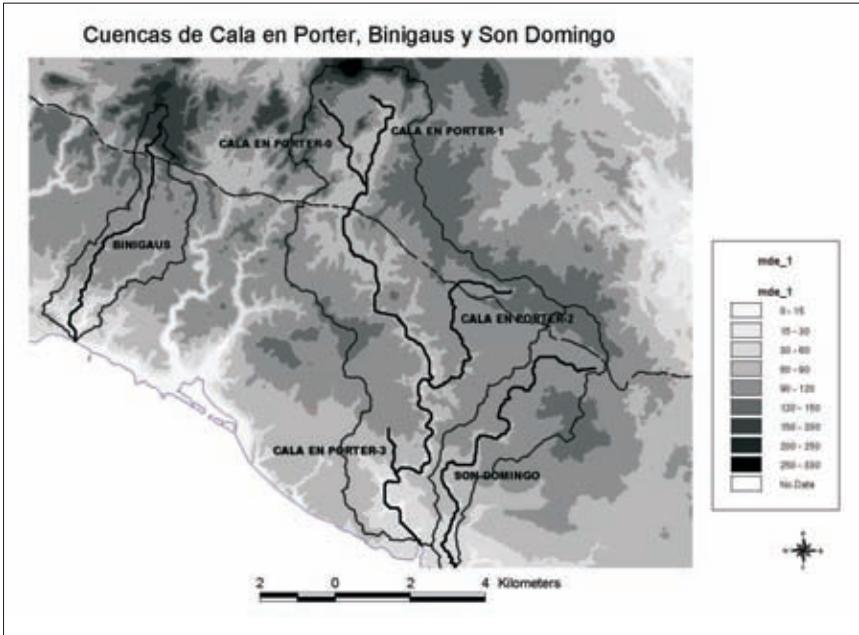


Figura 6

Localización de los perfiles transversales de los barrancos de Cala En Porter, Binigaus y Son Domingo, en el sector central.

del nivel del mar (Fornós *et al.*, 1998). La invasión de estas partes bajas por el mar durante la transgresión flandriense ha provocado el relleno de los fondos de valle con diferentes potencias sedimentarias. Por el contrario, los barrancos de Migjorn (48, 55, 54, 56, 58) situados en los interfluvios de las cuencas mayores, no tienen relleno de fondo de valle, lo que sugiere una evolución diferente de la tipología anterior.

Las depresiones cerradas

A lo largo de todos los cauces del sector central se observan diversas formas cerradas, que se hacen más patentes en los afluentes colgados, aunque en los valles encajados también se observan tramos con drenaje dificultoso, cosa que resalta la importancia del carst en la génesis de la red de drenaje.

Los barrancos del sector oriental

Las cuencas 58, 59 y 69 suponen la transición hacia un espacio con una red de drenaje muy escasa. En este sector la presencia de varias crestas paralelas a la costa condiciona claramente el patrón de drenaje: en el sector

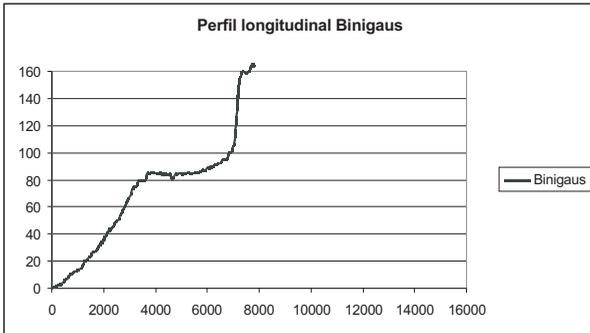
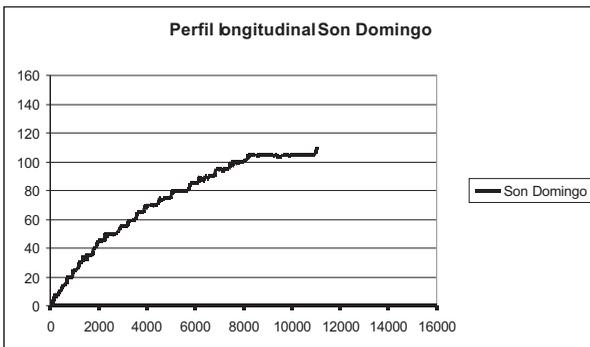
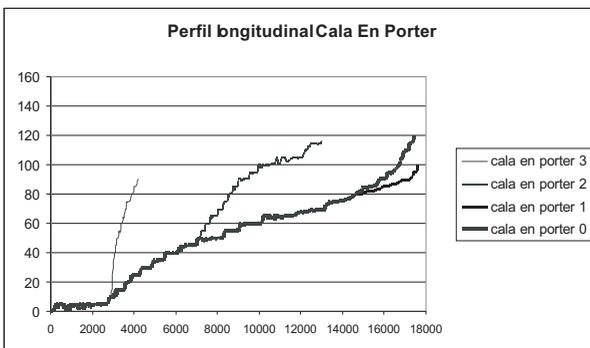


Figura 7
Perfiles longitudinales de los barrancos de Binigaus, Cala En Porter y Son Domingo



meridional las cabeceras apenas sobrepasan la segunda alineación; en la parte más oriental, en cambio, las crestas constituyen los límites de las cuencas, que se disponen paralelas a la costa. Las características más importantes del drenaje son:

Discontinuidad

Se trata de una red ligeramente encajada cerca de la desembocadura, pero que poco a poco pierde su morfología de cauce. Más bien se trata en la

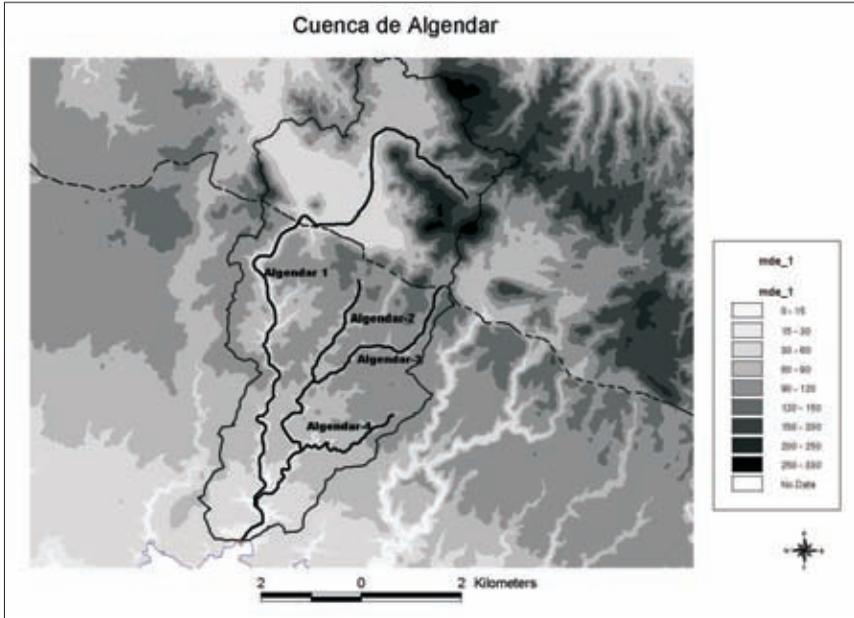


Figura 8
Localización de los perfiles del Barranc d'Algendar, en el sector central

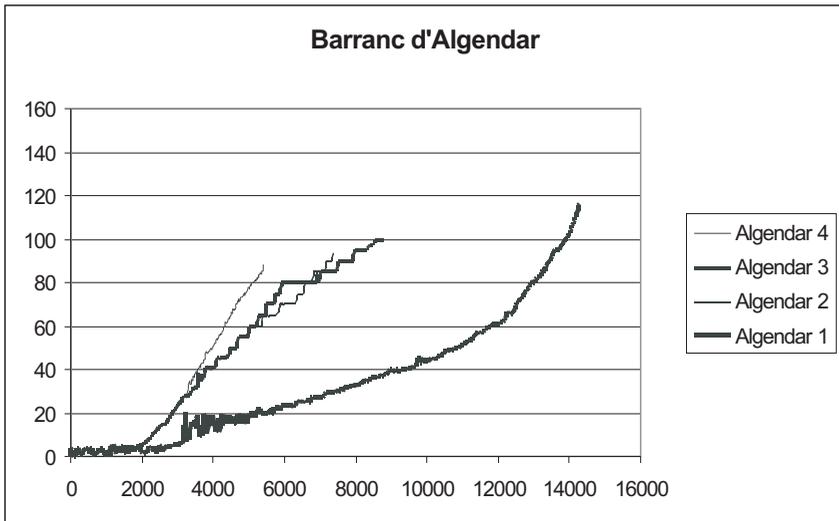


Figura 9
Perfil longitudinal del Barranc d'Algendar

mayoría de los sectores de barrancos de fondo plano, con lechos amplios y desdibujados. En muchos casos, los cauces capturan dolinas, depresiones más o menos cerradas y poljes, donde se desdibujan para volverse a encajar de nuevo un poco más lejos. Este modelo está muy bien representado en las cuencas 63 y 64, donde la red sólo aparece bien configurada en los primeros km.

Perfiles transversales

Los cauces oscilan entre los tipos **g**, **h**, **i**, lo que indica valles amplios, con un talveg poco definido (Fig. 4), sobre todo cuando se convierten en dolinas o poljes.

Perfiles longitudinales

En este sector presentan un trazado convexo (59, 60, 62) -característica común a la cuenca de Cala En Porter, perteneciente al sector anterior- o con escasa pendiente (63, 64), indicando que la plataforma (Fig. 10) está ligeramente más elevada que en el sector occidental, y que los barrancos no la han incidido demasiado (Fig. 11).

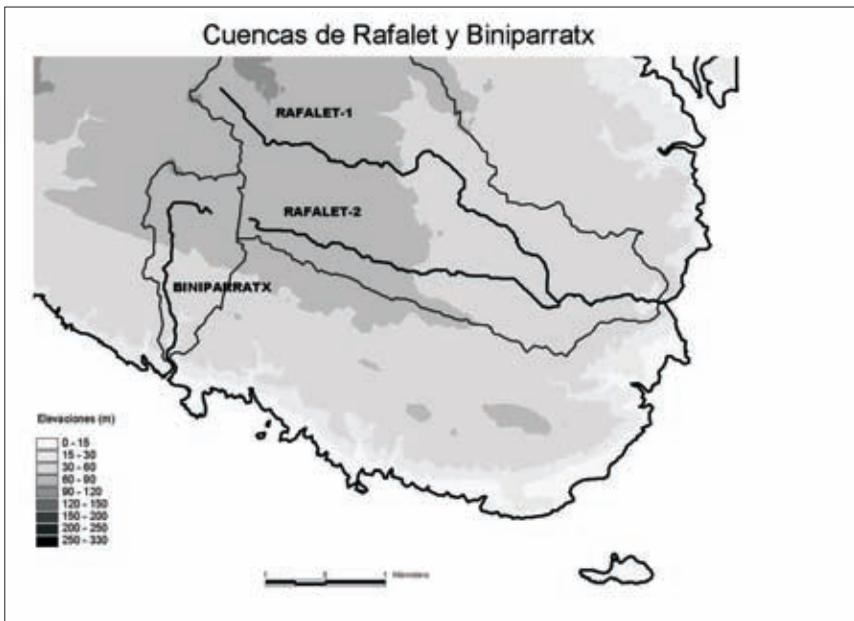


Figura 10

Localización de los perfiles longitudinales de los barrancos de Biniparratx y de Rafalet, en el sector occidental

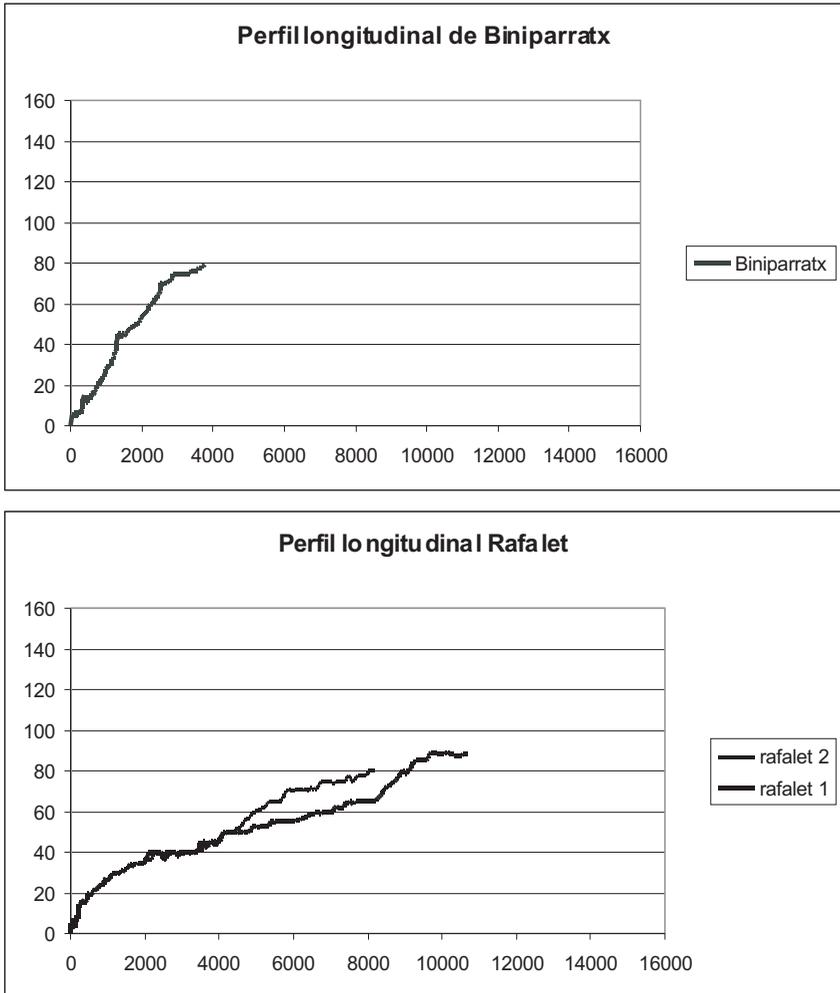


Figura 11
Perfiles longitudinales de los barrancos de Biniparratx y de Rafalet

Direcciones

La dirección de la red cambia siguiendo el perfil de la línea de costa, de manera que en la parte meridional la dirección general es N-S (o alguna ligera variante), mientras que en la costa oriental giran hasta adoptar una directriz E-W. Esta es también la dirección que adoptan las fracturas medidas por Gelabert *et al.* (en revisión), lo que obviamente indica que estas líneas de debilidad son aprovechadas por el agua para abrir sus cauces.

Relleno de los cauces

En este sector es inexistente, ya que la mayoría de las desembocaduras son estrechas y con fuerte pendiente a diferencia del sector central, donde el mar penetra hacia el interior aprovechando el escaso gradiente.

La red de drenaje y la evolución morfotectónica

De las características anteriormente analizadas se deduce que en el Migjorn existen al menos 5 tipos de cauces:

- a) Los barrancos evanescentes -e inexistentes en algunos casos- del sector occidental.
- b) Los colectores principales del sector central, con un fuerte encajamiento que llega a Tramuntana.
- c) Los afluentes colgados del sector central, con una sección de fondo plano, que están siendo capturados por los cauces principales.
- d) Los barrancos incididos y parcialmente colgados que drenan el conjunto de la plataforma del Migjorn, que desembocan directamente al mar.
- e) Los barrancos del sector oriental, discontinuos y con un elevado componente kárstico.

La formación de estas redes de drenaje está ligada a la evolución morfotectónica de la plataforma. Según la hipótesis apuntada por Gelabert *et al.* (en revisión) las calizas arrecifales del Migjorn se han plegado formando un anticlinal muy laxo, cuya máxima curvatura se localiza en el sector central, facilitando la formación de fracturas que han determinado las direcciones del drenaje de la zona central. Además, existen indicios claros de fracturación en el sector central de la isla: la misma albufera de Son Bou se ha formado por el hundimiento de un bloque paralelo a la costa (Segura *et al.*, 1999). Probablemente el área fallada es bastante más amplia y abarca una amplia zona comprendida entre la Talaia d'Artrutx y Son Bou, donde la línea de costa retrocede y forma importantes acantilados.

Así, la génesis y evolución de la red de drenaje posiblemente se inició a partir de una primitiva red de canales poco definidos, con claro predominio de los procesos kársticos. El arqueamiento de la plataforma y la fracturación de la misma habrían provocado un cambio de nivel de base importante, facilitando la erosión remontante en el sector central. A estos movimientos tectónicos se habría sumado un descenso acusado del nivel del mar, lo que explicaría la incisión de los tramos finales de algunos barrancos que en algunos casos llegan a varias decenas de metros por debajo del nivel del mar actual (Fornós *et al.*, 1998).

La erosión remontante de los grandes barrancos del sector central capturó la Tramuntana a través de los ejes principales de los mismos -que habrían aprovechado las líneas de debilidad que suponen las fracturas-mientras que el resto de la red primitiva se habría quedado colgada y está siendo capturada en estos momentos por los barrancos principales. El potente vaciado de la red de drenaje propiciado por los cambios anteriormente mencionados, se interrumpió con la transgresión flandriense. El ascenso del nivel del mar produjo una sedimentación generalizada de los cauces en sus sectores bajos y la colmatación de las calas. El perfil de los cauces principales es cóncavo, indicando un perfil evolucionado; en cambio los afluentes poseen perfiles convexos, como muestra clara de que el perfil es inmaduro.

La red del sector occidental muestra claros indicios de desorganización, con un basculamiento de las cuencas hacia el mar. Con el arqueamiento de la plataforma, la red se habría desorganizado, manteniéndose el perfil cóncavo de las cuencas, pero con una clara desconexión de las mismas. La hipótesis en este caso implicaría la existencia de un anticlinal disimétrico, con un flanco occidental más hundido que el oriental. Otra hipótesis para explicar la desorganización de la red podría ser la invasión de la plataforma por un ascenso del nivel del mar, lo que habría provocado una erosión y un desmantelamiento de la red primitiva, aunque esta segunda hipótesis requeriría niveles del mar muy altos.

En el sector oriental, una plataforma elevada paralelamente a la disposición primitiva, ha dado una topografía sin demasiado gradiente. En consecuencia, la red de drenaje apenas está presente: abundan más las formas semicerradas de origen kárstico, lo que indica un predominio de los procesos de percolación frente a la escorrentía superficial. Los perfiles longitudinales de los barrancos son rectilíneos.

Por último existe una red que se está encajando en la actualidad, respondiendo al nivel de base actual, que corresponde a las pequeñas cuencas que drenan los interfluvios entre las cuencas mayores del sector central y que están presentes en el resto de los sectores en forma de barrancos encajados cerca de la desembocadura. Las calas que forman estos barrancos no presentan la morfología de cala típica, con una albufera, invasión de la cuenca baja y relleno del fondo del cauce. Los perfiles con notablemente convexos a causa de una clara falta de madurez.

El karst y la red de drenaje

La importancia del karst en la morfogénesis del Migjorn de Menorca se

hace patente en la abundancia de formas cerradas o capturadas por la red de barrancos. La hipótesis más probable de evolución de estas formas arrancarían de una plataforma de escaso gradiente que favorecería los procesos kársticos presentes en toda la isla. Los movimientos tectónicos habrían potenciado la formación de una red de drenaje superficial, cuya evolución ha sido compleja. Por comparación con los procesos actuales de evolución observados en algunos barrancos (Fornós *et al.*, 2002), el colapso de dolinas puede justificar la incisión de la red de drenaje. Los numerosos meandros encajados presentan en muchas ocasiones claros indicios del hundimiento de las dolinas, que dejan incluso depresiones en los mismos cauces actuales (p.e. Son Mercer), con un drenaje claramente dificultoso.

Por otra parte, la propia línea de costa es una zona de especial disolución de las calizas, donde la mezcla de agua dulce y agua salada favorece la formación de cuevas, cuyo colapso puede provocar la formación de calas (p.e. Cala Galdana) (Rosselló *et al.*, 2002). Este mismo proceso puede haberse producido en el interior de la isla, donde el colapso de redes kársticas subterráneas han potenciado el crecimiento de la red de drenaje. De hecho, la gran abundancia de meandros se justificaría por el hundimiento de las formas kársticas pero también por la existencia de una red de diaclasas o de fracturas perpendiculares entre sí que han sido aprovechadas por el agua para labrar una red de drenaje muy peculiar.

Agradecimientos:

El presente trabajo es una contribución al proyecto BTE2002-04552-C03-01 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.