

DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA DEL CARST A MALLORCA

THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF KARST IN MALLORCA

Jaume SERVERA NICOLAU¹

Resum

A Mallorca, el predomini de litologies calcàries, intercalades amb nivells impermeables, juntament amb la seva disposició estructural, han configurat l'illa com a un indret totalment propens a l'existència de processos de modelat i de formes càrstiques. Aquestes morfologies són presents a dues terceres parts de l'illa, on la seva localització permet establir tres clares regions càrstiques individualitzades: una primera, la Serra de Tramuntana, que presenta unes destacades formacions tant exocàrstiques com endocàrstiques; i les dues restants, les Serres de Llevant i el Migjorn de Mallorca, on la seva espectacularitat de formes radica, bàsicament, en els fenòmens d'endocarst.

Abstract

The dominance of calcareous lithologies, interlayered with impermeable beds, together with its structural arrangement has shaped Mallorca as an island demonstrating a high incidence of karstic modelling processes and landforms. The development of these morphologies is apparent over two thirds of the island, and from their location three karstic regions may be identified: the first, Serra de Tramuntana, with remarkable exo- and endokarstic features; two other, Serres de Llevant and Migjorn region, have outstanding endokarstic features.

Introducció

Mallorca és la major i més central de les illes de l'arxipèlag Balear la qual, juntament amb Menorca, Eivissa, Formentera i Cabrera, es localitza gairebé a la part central de la conca mediterrània occidental, lleugerament desplaçada a l'oest (Figura 1). La seva superfície, inclosos els illots adjacents, el major dels quals és sa Dragonera, és de 3.667 km² i té un perímetre de 565 km. Amb aquesta extensió constitueix la setena illa més grossa de la Mediterrània i és, juntament amb Menorca, la més allunyada de les terres continentals.

L'illa té una forma quadrangular i la seva disposició espacial és la d'un rombe amb els vèrtexs orientats als quatre punts cardinals. Al nord tenim el Cap de Formentor que es localitza a 39° 58' N, a l'est la

Introduction

Mallorca is the largest and most central island of the Balearic archipelago. The Balearic Islands are located in the middle of the western Mediterranean basin, slightly displaced to the West (Figure 1). Including the adjacent islets —Sa Dragonera islet is the largest— our island has an area of 3,667 square km and a perimeter of 565 km. Mallorca is the seventh largest island in the Mediterranean and together with Menorca they happen to be the most remote from any continental landmass.

The island has a rhomboid shape with its vertices oriented to the four cardinal points. To the North there is Cap de Formentor, located at 39° 58' N; to the East there is Punta de Capdepera, located at 3° 29' E; to the South there is Cap de ses Salines, located at 39° 16' N; and to the West there is Sant Elm at 2° 21' E.

¹ Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Ctra de Valldemossa km 7,5. E-07071 Palma de Mallorca.

Punta de Capdepera a $3^{\circ} 29' E$, al sud el Cap de ses Salines a $39^{\circ} 16' N$, i a l'oest Sant Elm a $2^{\circ} 21' E$.

A Mallorca, el predomini de litologies calcàries, juntament amb la seva disposició estructural, han configurat l'illa, igual que la major part de la resta de les Balears, com a un indret totalment propens a l'existència de processos de modelat i de formes càrstiques. El desenvolupament d'aquestes morfologies, tant exocàrstiques com endocàrstiques, afecta dues tercers parts de l'illa, amb una distribució territorial concreta que dóna lloc a un peculiar contrast del paisatge illenc, i que tot junt serà l'objecte del nostre treball.

In Mallorca there is a dominance of calcareous lithologies. This fact as well as its structural framing have shaped the island, and also most of the remainder of Balearic Islands, as places inclined to present karstic landforms and modelling processes. The development of these morphologies, not only exokarstic but also endokarstic, can be found in two thirds of the island. The karstic features show a specific spatial distribution that causes a characteristic contrast in the island's landscape. Such a point will be the aim of the present paper.

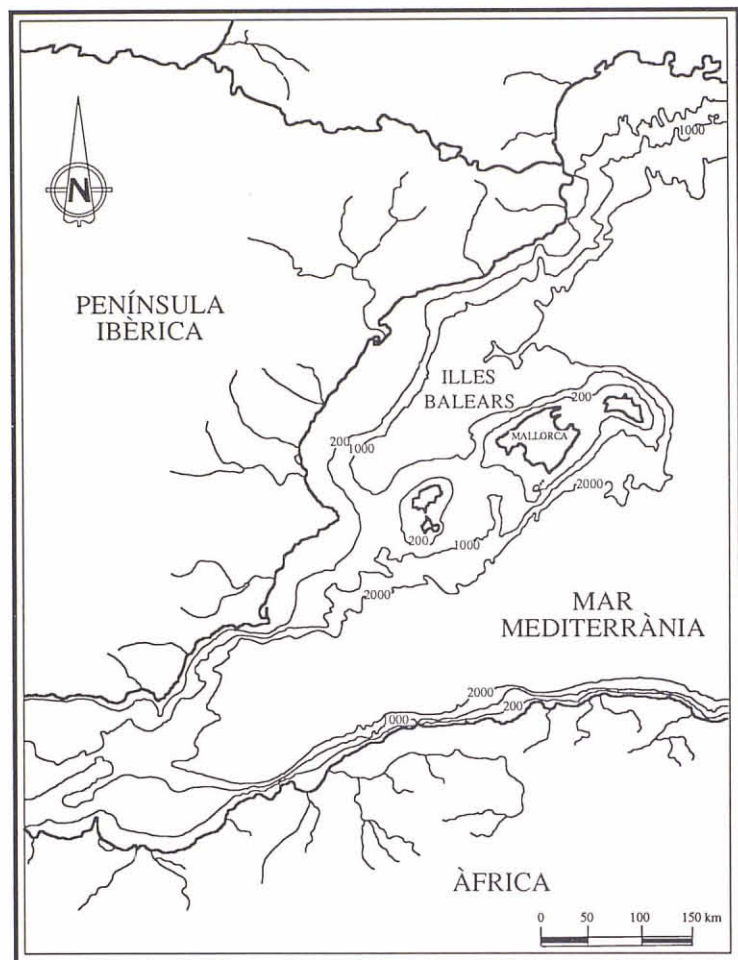


Figura 1:
Localització de les Illes Balears dins de la Mediterrània Occidental.

Figure 1:
Location of Balearic Islands in the western Mediterranean.

Principals factors en la localització del carst a Mallorca

La distribució de les morfologies càrstiques, en les distintes regions naturals de Mallorca, no s'entén fàcilment sense abans tenir una visió general de les característiques lito-estructurals i dels règims de temperatures i precipitacions que té l'illa.

TRETS ESTRUCTURALS

Mallorca, igual que la resta de les Balears, forma part de la zona emergida del Promontori Balear.

Main factors conditioning karst localization in Mallorca

In order to have a correct understanding of the distribution of karstic morphologies in the different natural regions of Mallorca, it is necessary first to have a general view of the structural and lithologic features, as well as its general conditions of temperature and rainfall. Nevertheless, because of other sections in this publication will treat these subjects specifically, this paper must be seen as a preliminary outline only.

Aquest és un relleu, majoritàriament submergit, que s'estén des del SE de la Península Ibèrica (Cap de la Nau) i amb una direcció NE arriba fins a Menorca. Així doncs, constitueix la perllongació de les serralades Bètiques, que queda totalment individualitzada de l'Ibèria i d'Àfrica per dos profunds braços de mar.

L'estructura de Mallorca es presenta molt complexa i bàsicament ve definida per un conjunt de *horsts* i *grabens* o *semigrabens* allargats en una direcció SW-NE (Figura 2). Els primers donen lloc a les principals alineacions muntanyenques (Serra de Tramuntana i Serres de Llevant) al mateix temps que constitueixen alguns dels relleus centrals de l'illa. Els segons formen les depressions centrals, les zones planes de Mallorca. La delimitació entre els dos tipus d'estructures no és fàcil; generalment aquesta es fa per fractures d'edat terciària, però en altres casos el seu límit es produeix mitjançant discordàncies angulars que són fossilitzades per dipòsits terciaris i quaternaris.

STRUCTURAL FEATURES

As the other Balearic Islands, Mallorca is part of the emerged area of the Balearic Promontory. It is a submarine relief extending from the SE of Iberian Peninsula (Cap de la Nau) to the NE (Menorca Island). In this way, Mallorca is an extension of the Bètiques mountain ranges now isolated from Africa and Iberia by two deep sea sounds.

Mallorca has a complex structure basically defined as a set of horsts and grabens or semigrabens lengthened in SW-NE direction (Figure 2). The horsts originate the main mountain ranges (Serra de Tramuntana and Serres de Llevant) and some of the central relief forms of the island. The grabens produce the central depressions, the flat areas of Mallorca. The division between both structures is not always clear; usually these boundaries are Tertiary fractures, but sometimes the boundary is an angular unconformity fossilized by Quaternary and Tertiary deposits.

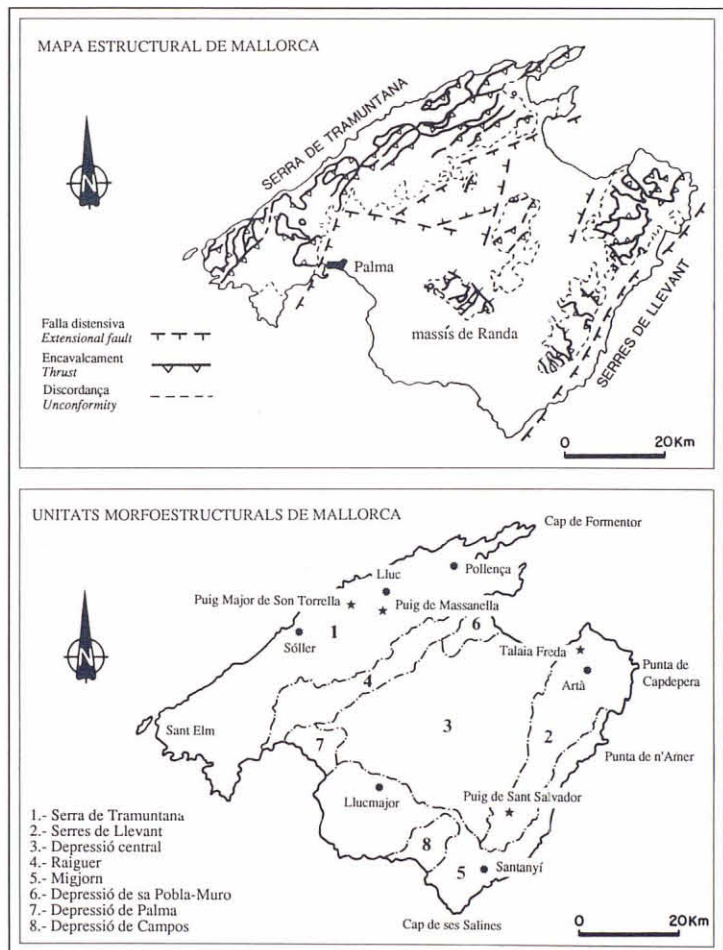


Figura 2:
Mapa estructural i distribució de les unitats morfoestructurals de Mallorca.

Figure 2:
Structural map and distribution of the morphostructural units of Mallorca.

PRINCIPALS UNITATS MORFOESTRUCTURALS

La Serra de Tramuntana constitueix una unitat morfoestructural orientada de SW a NE, que es disposa de forma paral·lela a la costa septentrional al

MAIN MORPHOSTRUCTURAL UNITS

The Serra de Tramuntana is a morphostructural unit oriented from SW to NE. It is parallel to the northern coast line, with a length of 90 km and an

llarg de 90 km i en una franja de 15 km d'amplària mitjana (Figura 2). La serra és també on l'illa assoleix les seves majors alçàries (Puig Major de Son Torrella 1.445 m, Puig de Massanella 1.348 m i fins un total de 10 elevacions que superen els 1.000 m). Aquesta unitat està formada per un conjunt de materials plegats, majoritàriament mesozoics que de forma general cabussen cap el SE, encara que les làmines superiors poden presentar deformacions amb plecs tombats vergents al NW. No obstant, entre els materials mesozoics es troben dipòsits del Terciari (de l'Eocè mitjà al Miocè mitjà) que solen trobar-se encavalcats pels anteriors (FALLOT, 1922; GELABERT *et al.*, 1992). A les calcàries massives del Lias inferior (Juràssic inferior) i als conglomerats del Burdigalià (Miocè inferior) de la Serra de Tramuntana és on el desenvolupament de morfologies càrstiques és més destacable i espectacular (GINÉS & GINÉS, 1989).

La depressió central de Mallorca és un sector poc conegut des d'un punt de vista estructural, a causa de l'emascament que produeix la cobertura de dipòsits post-orogènics i a la suavitat dels seus relleus. No obstant, els relleus del massís de Randa i els de l'estructura Sineu - Bonany, localitzats a la part sud-oriental de la depressió, constitueixen unes finestres tectòniques que permeten definir diverses unitats estructurals. Les unitats inferiors estan formades per materials mesozoics i del Miocè inferior i mitjà, mentre que les unitats superiors presenten unes làmines encavalcants de materials paleogens (ANGLADA *et al.*, 1986). És en aquestes zones elevades de la depressió central de Mallorca, on apareixen algunes morfologies càrstiques als materials de la unitat inferior.

Les Serres de Llevant, localitzades de forma paral·lela a la costa sud-oriental, constitueixen la segona àrea plegada d'importància a l'illa (Figura 2). La seva alineació (SW-NE) segueix la mateixa direcció que la Serra de Tramuntana i s'estén des de la península d'Artà fins al municipi meridional de Santanyí. Les seves majors alçàries es localitzen gairebé al seus dos extrems, a la part septentrional la Talaia Freda de Son Morell (560 m), i a la part meridional el Puig de Sant Salvador (509 m). Aquestes serres estan formades per un conjunt de làmines encavalcants que presenten materials del Juràssic, Cretàcic, Paleogen i Miocè. A grans trets, la seva estructura es caracteritza per un sistema complex d'encavalcaments amb la presència de plecs ortogonals, com a conseqüència de la interacció entre rampes frontals direccionades al NW i rampes laterals o lleugerament obliques a la direcció de les anteriors (SÀBAT, 1986).

El Migjorn de Mallorca és constituït per un conjunt tabular de materials post-orogènics del Miocè superior. Aquests, en forma d'arc, s'adossen a les Serres de Llevant, i van des de les marines de Lluçmajor fins a la Punta de n'Amer al municipi de Sant Llorenç, veient tan sols interrompuda la seva continuïtat al

average width of 15 km (Figure 2). It comprises the higher peaks of the island (Puig Major de Son Torrella 1,445 m, Puig de Massanella 1,348 m, and up to ten altitudes over 1,000 meters). This unit is composed by Mesozoic folded materials that generally dip to SE, although the upper sections do sometimes present deformations with folds orientated to NW. However, between the Mesozoic materials, Tertiary beds (from the middle Eocene to the middle Miocene) can be found overthrust by former materials (FALLOT, 1922; GELABERT *et al.*, 1992). In Serra de Tramuntana, the lower Lias (lower Jurassic) massive limestone and the Burdigalian calcareous conglomerate (lower Miocene) are the lithologies with the most outstanding development of karstic landforms (GINÉS & GINÉS, 1989).

The central depression of Mallorca is a region only partially well-known from the structural point of view, because of both masking produced by the post-orogenic beds cover as well as the smoothness of its contours. Nevertheless, the reliefs of Randa massif and Sineu - Bonany structure, located in the southeastern fringe of the depression, constitute windows that allow us to define some structural units. The lower units display Mesozoic and lower-middle Miocene materials. On the other hand, the upper units show thrust sheets of Paleogene materials (ANGLADA *et al.*, 1986). It is in these hilly zones of the Majorcan central morphostructural unit, where some karstic morphologies in the materials of the lower unit appear.

The Serres de Llevant, parallel to the southeastern coast line, are the second important folded area of the island (Figure 2). Its alignment (SW-NE) follows the same direction of Serra de Tramuntana and it covers from Artà peninsula to the southern municipality of Santanyí. Its higher elevations are located almost in both extremes, in the northern side there is Talaia Freda de Son Morell peak, 560 m in height, and in the southern side Puig de Sant Salvador, 509 m high. These mountain ranges are composed of a series of folded deposits that include Jurassic, Cretaceous, Paleogene and Miocene materials. Its structure presents a thrusting complex system, with the appearance of orthogonal folds caused by the interaction between frontal ramps, aligned to NW, and lateral ramps or some other slightly oblique to the alignment of the former (SÀBAT, 1986).

The Migjorn of Mallorca consists of a tabular platform composed of Miocene materials. These arch-disposed deposits border Serres de Llevant elevations, from the southern plains of Lluçmajor to Punta de n'Amer cape in Sant Llorenç municipality, being their continuity only broken in the sector of Campos depression (Figure 2). It is a set constituted by the progradation of the Reef unit (final Miocene) whose deposits are covered with oolites (Santanyí limestones) and Plio-Quaternary aeolianites (POMAR

sector de la depressió de Campos (Figura 2). Es tracta d'un conjunt format per la progradació de la unitat Escullosa (Miocè terminal), amb dipòsits per damunt d'oolites (Calcàries de Santanyi) i d'eolianites plioquaternàries (POMAR *et al.*, 1983). La seva morfologia tabular tan sols queda truncada pels barrancs encaixats a favor de les discontinuïtats o febleses estructurals, provocades pel mateix aixecament de les Serres de Llevant. Finalment, cal dir que aquesta unitat morfoestructural, a causa del caràcter carbonatat de la seva litologia i a la disposició tabular del relleu, afavoreix també un fort desenvolupament endocàrstic.

LA HIDROLOGIA SUPERFICIAL

La xarxa de col·lectors que drenen les precipitacions de l'illa de Mallorca es caracteritza per la manca de cursos d'aigües perennes. Aquesta es configura en funció d'uns cursos de funcionament esporàdic, que normalment tan sols duen aigua en els moments de grans precipitacions i que localment es coneixen amb el nom de torrents.

El caràcter irregular del funcionament de la xarxa torrencial mallorquina ve donat bàsicament per l'estacionalitat de les precipitacions i les petites extensions que ocupen les conques hidrogràfiques de l'illa. No obstant, aquest fet també es veu afavorit per la mateixa naturalesa litològica, que amb el predomini de materials calcaris permeables, facilita un ràpid pas de l'aigua de pluja cap a una circulació subsuperficial o subterrània.

LA DISTRIBUCIÓ DE LES PRECIPITACIONS

Un altre factor a tenir en compte a l'hora d'explicar la localització i els tipus de morfologies càrstiques que es troben a Mallorca, és el règim i distribució de les precipitacions que té l'illa.

Respecte al règim anual de precipitacions a Mallorca, aquest presenta un únic màxim a la tardor, centrat al mes d'octubre. El segueix un hivern relativament plujós i una primavera que en mostra una progressiva disminució. L'estiu es caracteritza per la remarcada aridesa; al mes de juliol l'eixut pot esser total i es pot perllongar fins a la segona meitat del mes d'agost (GUIJARRO, 1986; GRIMALT *et al.*, 1991).

A Mallorca la distribució territorial de les precipitacions mitjanes és molt heterogènia; mentre la part central de la Serra de Tramuntana comptabilitza entre els 1.400 i 1.600 mm anuals, el litoral meridional no supera els 300-350 mm. Aquesta distribució, caracteritzada per un remarcad gradient nord-sud, respon bàsicament a factors de tipus orogràfic (Figura 3).

Les precipitacions en forma de neu són actualment un fenomen excepcional a Mallorca. No obstant, anualment es pot observar una o varies vegades presència de precipitacions nivals als caps cimals de la part central de la Serra de Tramuntana. Aquestes

et al., 1983). *Its tabular morphology is only interrupted by deep coves going in the same direction of structural discontinuities produced by the uplift of Serres de Llevant. This morphostructural unit, because of its carbonated lithology and its tabular arrangement, shows a notorious endokarstic development.*

THE SUPERFICIAL HYDROLOGY

The network of surface collectors that drain Majorcan rainfalls is characterized by a lack of perennial water-courses. Such a network consists of a series of rushing streams that are functional sporadically and which only transport waters when great precipitations occur. They are known locally under the term torrent.

The irregular character of our torrential network is mainly due to the seasonal rainfalls as well as to the small extensions occupied by hydrographical basins. Nevertheless, such a fact is also favoured by the lithological nature itself which, as it comprises predominantly permeable limestones, facilitates a rapid infiltration of rainfall water towards a subsuperficial or subterranean drainage.

THE RAINFALL DISTRIBUTION

Another important factor concerning the localization and typology of Majorcan karstic morphologies is the distribution and general conditions of rainfall over the island.

*The annual arrangement of rainfall in Mallorca show its maximum in autumn, especially in October. The winter is rather rainy and the spring presents a tendency towards the diminution of rain. The summer is a very dry season in which July, and even the second half of August, can be totally unprovided of rain precipitations (GUIJARRO, 1986; GRIMALT *et al.*, 1991).*

Territorial distribution of the average rainfall is heterogeneous; on the central area of Serra de Tramuntana 1,400 - 1,600 annual mm can be recorded, while on the southern coast of the island it is difficult to record more than 300 - 350 mm. This distribution, with a high gradation from North to South, is caused basically by orographic factors (Figure 3).

Snowfalls are exceptional in Mallorca nowadays. Nevertheless, every year snow can be observed in the main peaks of Serra de Tramuntana central area. These snowfalls are the consequence of cold air masses coming from the NW of Europe. In the remainder of the island, snowfall below 500 metres is an exceptional phenomenon.

THE TEMPERATURE DISTRIBUTION

The annual cycle of temperature fluctuates from a minimum recorded in January, even in February, with an average maximum of 13/14° C, to a maximum

responen a irrupcions molt puntuals d'aire fred provinent del NW d'Europa. A la resta de l'illa, i per davall dels 500 m d'altitud, aquest tipus de precipitació constitueix un fet insòlit que tan sols es produeix de forma esporàdica.

recorded during the hottest months of July and August, with an average maximum of 29/31° C. However, occasionally it can be recorded extreme values of 40/41° C in summer and -5/-6° C in winter.

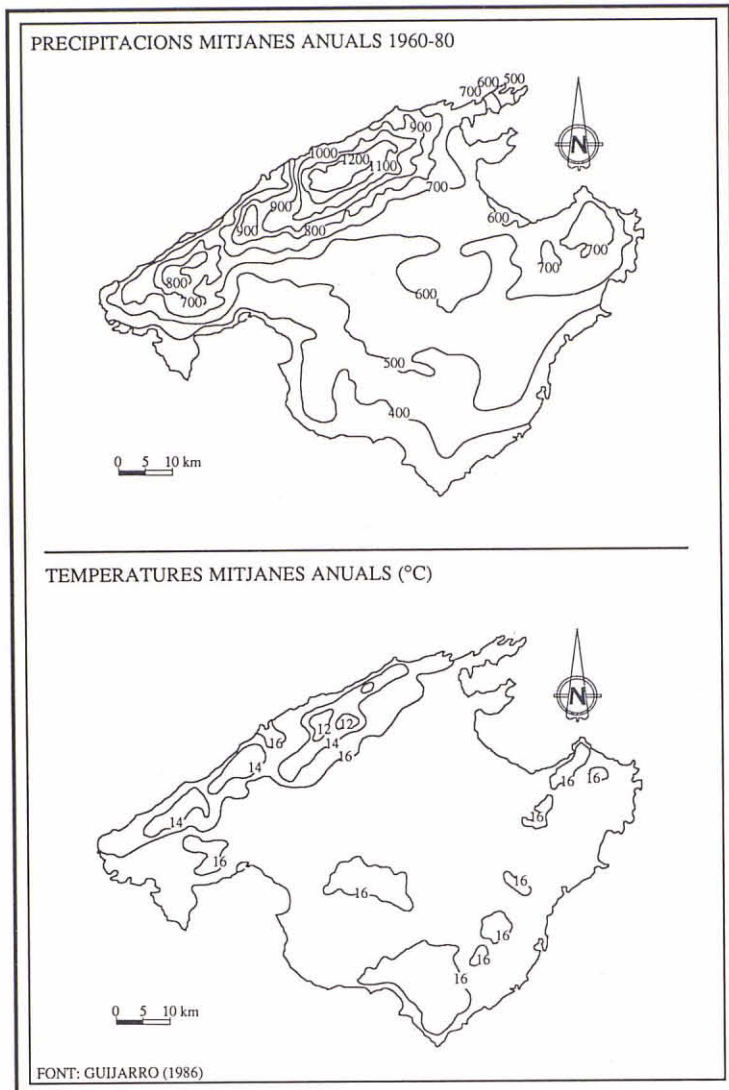


Figura 3: Distribució de precipitacions i temperatures mitjanes anuals de Mallorca.

Figure 3: Distribution of rainfall and annual average temperatures of Mallorca.

LA DISTRIBUCIÓ DE LES TEMPERATURES

La seqüència anual de les temperatures de l'illa vénen emmarcades entre un mínim registrat el mes de gener, on la màxima mitjana és d'uns 13/14° C i que es perllonga al mes de febrer, fins a un màxim registrat als mesos més càlids de juliol i agost, on la màxima mitjana és entorn dels 29/31° C. No obstant, ocasionalment es poden registrar puntes que assoleixin els 40/41° C de màxima i els -5/-6° C de mínima.

La major part de l'illa s'enquadra dins dels 16/17° C de temperatura mitjana anual (Figura 3). Nogensmenys, la distribució territorial de les temperatures mitjanes presenta, igual que les precipitacions, una clara variació relacionada amb la presència de relleus, que permet diferenciar uns sectors més freds

Most of the island shows an annual average temperature round 16/17° C (Figure 3). But the distribution of temperature, as it occurs with rainfalls, is firmly related to the existence of reliefs which demarcate some areas colder than others. Serra de Tramuntana, that as a whole reveal magnitudes lower than 16° C, presents in the central tops a few stretches where the annual average temperature is below 10° C. In the highest summits of Serres de Llevant, there are also temperatures under 15° C. Finally, the coldest dominions are some depressed flat zones (Palma, Campos, Sa Pobla), where in winter the temperature record can reach lower absolute minimums than in the remainder of the plain areas of Mallorca (GRIMALT et al., 1991).

que els altres. La Serra de Tramuntana, que en conjunt presenta valors inferiors als 16° C, té sectors, coincidint amb els majors relleus centrals, on les seves mitjanes anuals estan per davall dels 10° C. També a les Serres de Llevant els punts més elevats presenten valors inferiors als 15° C. Finalment, cal esmentar com sectors més freds les zones depressionàries de l'illa (Palma, Campos i sa Pobla) que, per la concavitat del terreny, registren a l'hivern mínimes absolutes més extremes que la resta de l'àrea plana de l'illa (GRIMALT *et al.*, 1991).

Localització i distribució del carst a Mallorca

A Mallorca els fenòmens càrstics presenten una localització territorial lligada a la distribució dels factors litològics i climàtics anteriorment comentats, la localització dels quals permet establir tres clares regions càrstiques individualitzades: Serra de Tramuntana, Serres de Llevant i el Migjorn (GINÉS & GINÉS, 1989).

LA SERRA DE TRAMUNTANA

La Serra de Tramuntana constitueix per excel·lència la regió càrstica més important de Mallorca, això és així, tant des del punt de vista de la diversitat de les morfologies presents, com des del de l'espectacularitat del seu desenvolupament. No obstant, dins de la mateixa serra podem diferenciar, tant d'una forma qualitativa com quantitativa, dues àrees. La primera, la meitat septentrional de la serra, que vendria delimitada aproximadament entre Sóller i la península del Cap de Formentor; la segona, la meitat meridional d'aquella, delimitada entre Sóller i el seu extrem sud-occidental localitzat a Sant Elm. Els principals trets diferencials entre les dues radiquen que la primera concentra les majors alçàries de la serra, les majors precipitacions mitjanes anuals i, si més no, una major presència de litologies calcàries.

Les morfologies exocàrstiques

Els camps de *lapiaz* constitueixen sens dubte l'expressió més espectacular del modelat càrstic i, en especial, de la configuració del paisatge de la part septentrional de la serra. Aquestes formes tenen una gran profusió en el sector entre el monestir de Lluc i Pollença (BÄR, 1986) i esdevenen, la majoria d'elles, de morfologies generades baix cobertura edàfica (GINÉS & GINÉS, 1989).

La disposició geogràfica de la Serra de Tramuntana, amb uns clars gradients tèrmics i pluviomètrics, ha permès (GINÉS, 1990a) establir una zonificació altitudinal de la distribució del *lapiaz*, que manté com a característica comuna la presència de fractures verticals eixamplades per dissolució.

Localization and distribution of karst in Mallorca

In Mallorca, the karstic phenomena location is linked with the distribution of climatic and lithological factors. Therefore, three karstic regions could be identified: Serra de Tramuntana, Serres de Llevant and Migjorn coastal plain (GINÉS & GINÉS, 1989).

SERRA DE TRAMUNTANA

Serra de Tramuntana is, par excellence, the main karstic region of Mallorca, due to the diversity of its morphologies as well as their extraordinary development. Nevertheless, it could be distinguished, both quantitatively and qualitatively, two different areas. The first one is the northern moiety which limits are approximately Sóller village, at the center of the mountain range, and Cap de Formentor peninsula to the NE; the second area is the southern part, that runs in SW direction from Sóller to Sant Elm. The main differences between both areas are that in the first one there are: the highest tops of the range, the greatest annual rainfall values, and a more frequent presence of calcareous lithologies.

Exokarstic morphologies

Probably the karren fields are, especially in the landscape of the northern area of Serra de Tramuntana, the most impressive features of Majorcan exokarst. These solutional morphologies are abundant between monastery of Lluc and Pollença (BÄR, 1986); most of them have been firstly generated under soil coverage and, afterwards, evolved through exhumation and subaerial dissolution processes (GINÉS & GINÉS, 1989).

The geographical disposition of the main mountain range of Mallorca, with obvious rainfall and temperature gradients, allows us to establish in this area (GINÉS, 1990a) a clear altitudinal zoning for the karren distribution that shows, however, a common characteristic represented by the abundance of solutionally enlarged fissures.

*Karstic depressions are just present on the northern moiety of Serra de Tramuntana, where a rather relevant number of dolines have been reported (GINÉS *et al.*, 1989; GINÉS, 1990b). Such landforms, usually not larger than 200 m in diameter, exhibit the typical morphogenesis of dissolution dolines, with a flat floor covered with decalcification clays and spotted by shafts working as swallow-holes. These depressions are often surrounded with spectacular karren features.*

In this region there are several larger karstic depressions, but generally their principal axis does not exceed one and half kilometer and usually they have close relations with the structural trends of the range. An important example of this kind of

Pel que fa a les depressions de caràcter càrstic, únicament són presents a la meitat septentrional de la serra, on es localitzen un relativament important nombre de *dolines* (GINÉS *et al.*, 1989; GINÉS, 1990b). Aquestes morfologies, que normalment no superen els 200 m de diàmetre, presenten la típica morfogènesi de les dolines de dissolució, amb un fons pla cobert per argiles de decalcificació i amb avencs que actuen d'engolidors. Exteriorment es presenten envoltades per formes de lapiaz.

Respecte a depressions de major tamany, aquestes també hi són presents a la serra, encara que en general no solen sobrepassar el quilòmetre i mig de llargària del seu major eix, i quasi sempre presenten una clara relació amb les directrius estructurals de la zona. Un bon exemple d'aquest tipus de depressions el constitueix la Coma de Son Torrella, a Escorca, que presenta clares analogies amb els *poljes*. No obstant, cal esmentar la presència de determinades valls tancades, però capturades per la xarxa torrencial, que podrien ésser relacionades genèticament amb antigues depressions tipus *polje* (GINÉS & GINÉS, 1989).

Finalment, tant a un vessant com l'altre de la Serra de Tramuntana, trobam una sèrie de canyons càrstics, formats on els torrents tallen els paquets de calcàries i s'encaixen a favor de fractures d'origen tectònic. El més espectacular d'aquests canyons càrstics el constitueix el Torrent de Pareis (Foto 1) d'uns 3 km de recorregut, format per la conjunció del Torrent de Lluç i el Torrent des Gorg Blau. És en aquest darrer ramal, on el tram denominat sa Fosca adquireix la major espectacularitat, a causa que les seves parets superen els 200 m d'alçada, impeding la penetració de la llum natural fins el seu llit. Entre altres, també cal destacar els torrents de na Mora, Fondo de Mortitx, des Gorg des Diners, de Coanegra, etc.

Les morfologies endocàrstiques

Al darrer inventari de cavitats subterrànies realitzat a Mallorca es donava constància de l'existència d'aproximadament un milenar d'aquestes morfologies (TRIAS *et al.*, 1979), de les quals un 85% es trobaven a la Serra de Tramuntana. A més, la localització de la majoria d'elles, un 64 % del total de l'illa, es concentra a la meitat septentrional de la serra.

És evident, donat el nombre d'aquestes morfologies, la importància que té l'endocarst a aquesta regió càrstica. Així i tot, cal dir que no són cavitats d'un gran desenvolupament o dimensions, ja que per regla general no superen el quilòmetre de recorregut i sols una, la Cova de sa Campana (Escorca) amb -304 m, supera la cota de 300 m de desnivell (GINÉS & GINÉS, 1987).

Finalment, cal dir que a la Serra de Tramuntana trobam bàsicament cavitats verticals, és a dir avencs. Per altra part, i entre d'altres tipologies de menor presència a la serra com són les coves de tendència

depressions is Coma de Son Torrella, in Escorca, that shows clear analogies with classical poljes. Moreover, it should be mentioned the presence of some almost closed valleys, nowadays captured by the torrential network, that could be genetically related to ancient polje-like depressions (GINÉS & GINÉS, 1989).

Finally, in both sides of the Serra de Tramuntana range, a set of karstic canyons can be found modelled where the water-courses cut thick limestones making use of important tectonic fractures. The most impressive karstic canyon is Torrent de Pareis (Photo 1) approximately 3 kilometers long, formed by the



Foto 1: Fotografia del Torrent de Pareis (Escorca) amb els espectaculars camps de lapiaz que l'envolten.

Photo 1: Photograph of karstic canyon known as Torrent de Pareis (Escorca), together with the spectacular karren fields that surround it.

confluence of Torrent de Lluç and Torrent des Gorg Blau. In the last mentioned stream, the stretch called Sa Fosca is really magnificent, considering that its walls surpass 200 meters in height and so prevent the day-light from reaching its bottom. Among other canyons, there should be also pointed out Torrent de na Mora, Torrent Fondo de Mortitx, Torrent des Gorg des Diners, Torrent de Coanegra, etc.

Endokarstic morphologies

*The last inventory of Majorcan subterranean cavities allude to the existence of approximately over one thousand of such morphologies (TRIAS *et al.*, 1979); 85 % were located in Serra de Tramuntana, and up to 65 % of the cavities existent in the whole island are situated in the northern moiety of this range.*

As for the large amount of these features, it results that endokarstic phenomena are certainly very important in this natural region. However, it must be said that these are subterranean cavities lacking a high development or great dimensions; most of them do not surpass one kilometer long and only one cavern, Cova de sa Campana (Escorca), with -304

horitzontal, cal destacar per la seva exclusivitat l'existència de petits avencs de gènesi nival.

LES SERRES DE LLEVANT

Dins aquesta àrea el desenvolupament de formes exocàrstiques no presenta una notable rellevància. Nogensmenys, hi són presents a àrees molt localitzades on es donen formes de modelat superficial, degudes a l'exhumació del criptolapiaz originat a la interfase sòl-roca. Així i tot, aquestes morfologies de lapiaz presenten un incipient micromodelat que està dominat per formes de lapiaz amb estries i petites acanaladures (*rillenkarren*). Respecte a les depressions càrstiques cal esmentar la presència d'unes poques dolines.

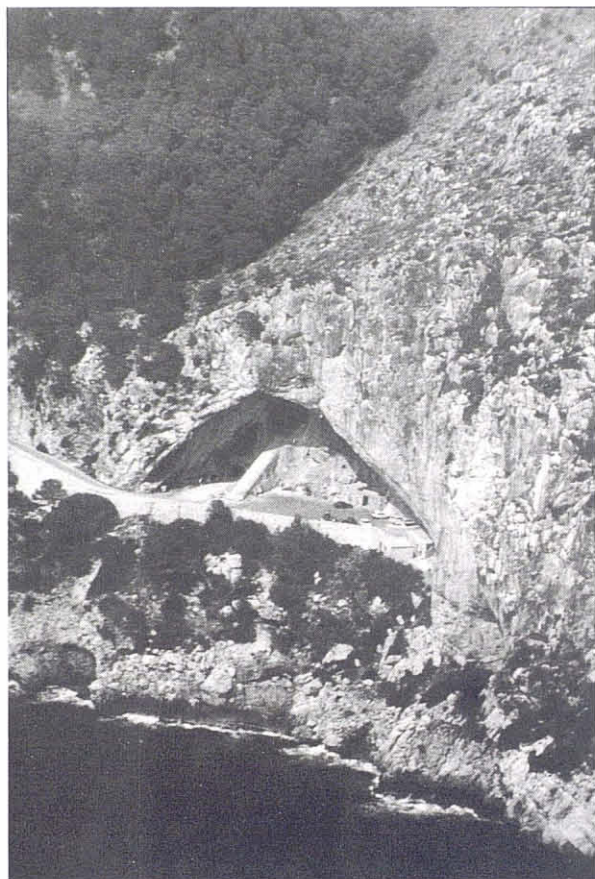


Foto 2: Entrada de les Coves d'Artà (Capdepera), interessant cavitat càrstica litoral de les Serres de Llevant.

Photo 2: The conspicuous entry to Coves d'Artà (Capdepera), interesting littoral karst-cave located in Serres de Llevant region.

Les Serres de Llevant representen la regió càrstica que posseeix menys cavitats, un 5% del total de l'illa, encara que reuneix una bona diversitat tipològica. Així doncs, hi són presents avencs fusiformes amb un desenvolupament vertical dels seus pous que pot superar els 100 m de desnivell, com és el cas de l'Avenc des Travessets (Artà) on el seu únic pou arri-

meters, exceed the figure of 300 meters in depth (GINÉS & GINÉS, 1987).

Finally, it must be pointed out that cavities in Serra de Tramuntana are predominantly vertical shafts, which are locally known under the term *avenc*. Among other subterranean typologies whose presence in the range is less frequent, as occur in the case of horizontal development caves, it is necessary to report —because of its exclusiveness— some small shafts located high in the mountains and genetically related to snow precipitations.

SERRES DE LLEVANT

In this area the development of exokarstic landforms is not outstanding. Nevertheless, in some specific areas there are karren forms produced by the exhumation of subsoil karren features. However, these karren features exhibit an incipient superficial minor sculpture dominated by small sharpened grooves and rills (*rillenkarren*). Referring to the karstic depressions, it should be mentioned the existence of a few dolines.

Serres de Llevant is the karstic region containing the shortest number of subterranean cavities, only 5 % of the whole island, although it comprises an important typological diversity. There are vadose dissolution shafts, with vertical pits which can occasionally surpass 100 meters of depth; it is the case of *Avenc des Travessets (Artà)*, a shaft with only one great pit 145 meters in depth. The horizontal caves, with very different sizes, have impressive speleothems decoration, as it is the case of the famous show-cave named *Coves d'Artà (Photo 2)* in *Cap Vermell (Capdepera)*, or contain great chambers with relevant collapse processes as in *Cova Nova de Son Lluís (Porreres)*.

MIGJORN

Migjorn natural area, in southern Mallorca, is a karstic region built on a postorogenic tabular platform formed by a Tortonian-Messinian calcarenites sequence, including a reef complex. At superficial level, it is morphologically a plain area rather deprived of any remarkable exokarstic landforms, and where the solutional sculpture is present only as subsoil karren developed under the thin soil that covers it (GINÉS & GINÉS, 1989). Nevertheless, there are some karstic depressions of large size, as that of *Comes de Son Granada (Llucmajor)* or *Camp d'en Torrella (Santanyí)*, together with other small sized dolines.

The endokarstic features in Migjorn region show an important development of horizontal caverns; the most representative of them, due to its magnificence and touristic use, being *Coves del Drac (Photo 3)* in *Manacor*. The subterranean cavities in Migjorn area are characterized by their richness in speleothems accumulations, and by their general morphology

ba als 145 m. Per altra part, les cavitats horitzontals, de dimensions variades, presenten espectaculars decoracions estalactítics i estalagmítics, com en el cas de les famoses Coves d'Artà (Foto 2) al Cap Vermell (Capdepera), o grans sales presidides per processos clàstics com la Cova Nova de Son Lluís (Porreres).

EL MIGJORN

El Migjorn de Mallorca constitueix una regió càrstica que, tal i com s'ha apuntat amb anterioritat, correspon a una plataforma tabular post-orogènica formada per una seqüència de calcarenites del Tortonià-Messinià que inclou un complex escullós. Morfològicament, en superfície, aquest sector conforma una plana on gairebé hi són absents les formes exocàrstiques, i on el micromodelat de dissolució es limita a un criptolapiaz format davall la minsa capa edàfica que la cobreix (GINÉS & GINÉS, 1989). No obstant, cal esmentar la presència d'algunes depressions càrstiques de considerable tamany, tals com les Comes de Son Granada, a Lluçmajor, o el Camp d'en Torrella, a Santanyí, a més d'altres dolines de menors dimensions.

Respecte a les formacions endocàrstiques, la regió del Migjorn de Mallorca presenta un important desenvolupament de cavitats horitzontals, una de les quals —les Coves del Drac (Foto 3) a Manacor— és emblemàtica per la seva espectacularitat i explotació turística. Aquestes cavitats del Migjorn es caracteritzen, a part de per la seva riquesa en acumulacions d'espeleotemes, per la presència de galeries i sales on els processos clàstics són predominants. A la majoria d'aquestes coves és freqüent que les seves cotes inferiors presentin llacs d'aigües salobreses, relacionats amb el nivell actual de la mar i amb els fenòmens de carstificació litoral característics d'aquesta zona.

Bibliografia / References

- ANGLADA, E.; SÀBAT, F. & SANTANACH, P. (1986): Les charriages de la zone centrale de Majorque (Baléares, Espagne): la structure de la région de Randa. *C. R. Acad. Sc. Paris*. 303, II (7) : 585-589.
- BÄR, W. F. (1989): Atlas Internacional del Karst. Hoja 5: Lluç/ Sierra Norte (Mallorca). *Endins*. 14-15 : 27-42. Palma de Mallorca.
- FALLOT, P. (1922): *Étude Géologique de la Sierra de Majorque*. Bé-ranger. 480 pàgs. París.
- GELABERT, B.; SÀBAT, F. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1992): A structural outline of the Serra de Tramuntana (Balearic islands). *Tectonophysics*. 203 : 167-183. Amsterdam.
- GINÉS, A. (1990a): Utilización de las morfologías de lapiaz como geoindicadores ecológicos en la Serra de Tramuntana (Mallorca). *Endins*. 16 : 27-39. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*. 13 : 3-19. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A.; FIOL, L. A.; POL, A. & ROSSELLÓ, J. A. (1989): Morfología i vegetació d'un grup de dolines de la serra de Tramuntana. *Endins*. 14-15 : 43-52. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): El karst en las islas Baleares. In: DURÁN, J. J. & LÓPEZ, J. (Ed.): *El Karst en España*. Sociedad Española de Geomorfología. Monografía 4: 163-174. Madrid.

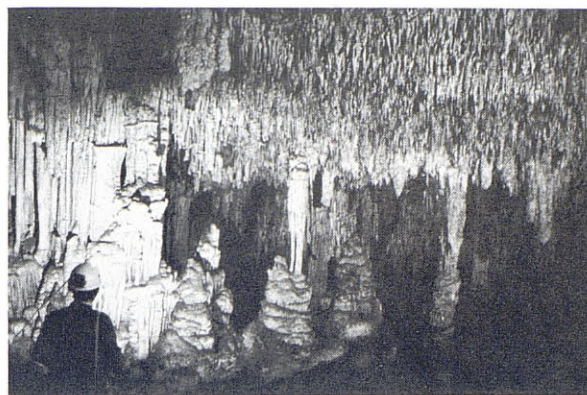


Foto 3: Aspecte de les Coves del Drac (Manacor). Es tracta d'un dels exponents més destacables de l'endocarst característic de la regió natural del Migjorn.

Photo 3: General view of Coves del Drac (Manacor). This cavern is the most outstanding example concerning the characteristic endocarst of Migjorn natural region, in southern Mallorca.

consisting in successions of large chambers and passages shaped by means of important collapse processes. Most of these caves present, at the lowest points of its chambers, outstanding brackish pools linked with both the current sea level and the coastal karstification phenomena occurring in the area.

- GINÉS, J. (1990b): El modelat càrstic de sa Mitjania (Escorca, Mallorca). *Endins*. 16 : 17-20. Palma de Mallorca.
- GRIMALT, M.; RODRÍGUEZ-PEREA, A.; SERVERA, J. & RODRÍGUEZ, R. (1991): *Libro-Guía de las Excursiones de las VII Jornadas de Campo de Geografía Física*. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 253 pàgs. Palma de Mallorca.
- GUIJARRO, J. A. (1986): *Contribución a la Bioclimatología de Baleares*. (Tesi Doctoral). Universitat de les Illes Balears. 2 vols. Inèdit.
- POMAR, L.; OBRADOR, A.; FORNÓS, J. J. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1983): *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las Excursiones del X Cong. Nac. Sedimentología*. Inst. Est. Balearics - Universidad de Palma de Mallorca, 256 pàgs. Palma de Mallorca.
- SÀBAT, F. (1986): *Estructura geològica de les Serres de Llevant de Mallorca (Balears)*. (Tesi Doctoral). Universitat de Barcelona. 2 vols. Inèdit.
- TRIAS, M.; PAYERAS, C. & GINÉS, J. (1979): Inventari Espeleològic de les Balears. *Endins*. 5-6 : 89-108. Palma de Mallorca.