

*Los yacimientos del
Pleistoceno marino
mallorquín como puntos
de control del litoral
(estado en que se
encuentran y factores que
provocan su destrucción*

Bernat Morey Colomar

bernatmoreycolomar@yahoo.es

Miguel Cabanellas Reboredo

Laboratorio de Biología Marina

Departamento de Biología

Universitat de les Illes Balears

miguel_caba3@hotmail.com

LOS YACIMIENTOS DEL PLEISTOCENO MARINO MALLORQUÍN COMO PUNTOS DE CONTROL DEL LITORAL

(Estado en que se encuentran y factores que
provocan su destrucción)

Bernat Morey Colomar
Miguel Cabanellas Reboredo

RESUMEN: La urbanización litoral y los procesos erosivos naturales han provocado la destrucción total o parcial de buena parte del centenar de yacimientos del Pleistoceno superior marino mallorquín conocidos. Estos son especialmente vulnerables al encontrarse en su mayoría en costas de acumulación urbanizadas. El estado en que se encuentran refleja el estado del litoral cercano y los procesos antrópicos y naturales que en él se desarrollan. Su distribución, naturaleza y situación respecto a otros yacimientos coetáneos informa sobre cambios isoeustáticos litorales recientes.

PALABRAS CLAVE: yacimientos, Pleistoceno superior marino mallorquín, impactos, estado del litoral, isoeustasia.

ABSTRACT: Coastline urbanisation and natural erosion processes have caused partial or total destruction of many registered Mallorca Pleistocene upper marine deposits. These deposits are especially vulnerable because of their location on built-up areas where sedimentation processes predominate. These deposits state is similar to that of the adjacent coastline and result of the same anthropic and natural processes. The deposits distribution, nature and situation in relation to other contemporary ones gives important information about recent coast isoeustatic changes.

KEY WORDS: Deposits, Mallorca upper marine, Pleistocene, Impacts, Coastal state, Isoeustatic process.

1. Estado de la cuestión

Los yacimientos del Pleistoceno superior marino mallorquín conocidos superan el centenar. Muchos de ellos se encuentran desaparecidos o en mal estado debido a los procesos de urbanización que ha sufrido el

litoral balear en estos últimos años. Estos experimentaron un salto cualitativo a partir de los años 50 del siglo pasado, debido y ligado principalmente al desarrollo turístico. En esta fechas Bauzá (1946), Cuerda y Muntaner (1950) iniciaron sus estudios sobre el Cuaternario marino mallorquín que

les llevó a descubrir e interpretar solos o junto con otros investigadores unos 70 yacimientos a mediados de los setenta (Cuerda, 1975 Pomar y Cuerda, 1979) y cerca de 90 a finales de siglo pasado (Vicens y Gracia, 1998). A estos se han añadido los localizados en estos últimos años (Morey *et al.*, 2006) (Tabla 1). Cuerda, ya a finales de los setenta (Cuerda, 1979) denuncia la desaparición de yacimientos importantes como los de Cala Gamba o Cala Estancia en la construcción de sendos puertos deportivos. Gracia y Vicens (1998) indican los principales impactos antrópicos que afectan a estos yacimientos litorales como son: la urbanización, la extracción de eolianitas, el acondicionamiento de las playas para el baño y la extracción de ellas de *Posidonia oceanica* con maquinaria pesada.

En 1988 se aprueba la ley de costas que prohíbe la construcción sobre los primeros metros de la franja costera y protege teóricamente al 90% de los afloramientos en estudio. La falta de control y la dificultad en su aplicación (Martín Prieto *et al.*, 2007) unido al aumento de población y del turismo residencial en estos últimos años ha incrementado aún más la presión antrópica sobre el litoral, acelerando su destrucción.

2. Objetivos y métodos

Se pretende indicar de forma esquemática el estado en que se encuentran los yacimientos del Pleistoceno superior mallorquín, identificar los principales factores causantes de su destrucción y su relación con el tipo de costa donde se encuentran. Se analiza también la distribución y características de los yacimientos a lo largo del litoral isleño y la posibilidad que estos reflejen cambios isoeustáticos acaecidos en estos últimos 150.000 años.

Para ello se ha realizado un seguimiento a partir del 2002 de más de cien yacimientos

del Pleistoceno superior marino mallorquín conocidos hasta ahora, localizando impactos lesivos en ellos y en su entorno inmediato (Fig. 1 y Tablas 1 y 2). Se han utilizado los mapas, esquemas, cortes y fotografías realizadas principalmente por Butzer y Cuerda (1959, 1961, 1962); Cuerda (1975, 1979, 1989); Cuerda y Sacarés (1992) y Muntaner (1954, 1955) para localizar los yacimientos y comparar su estado actual con el señalado en los estudios citados.

Se han agrupado los impactos localizados en grupos similares (Tabla 2) utilizando el listado de concesiones y permisos de obras concedidos por el MOPU en el litoral mallorquín hasta 1975. Estas actuaciones coinciden en parte con los impactos antrópicos observados «in situ» sumándose a ellos el uso de maquinaria pesada y el vertido de escombros. La situación de cada yacimiento, los impactos localizados y el tipo de costa según Servera (2004) se indican en la figura 1 y Tabla 1.

Se analiza también la distribución y características de los yacimientos a lo largo del litoral isleño y la posibilidad que estos reflejen cambios isoeustáticos acaecidos en estos últimos 150.000 años. Para ello se ha dividido el litoral mallorquín en sectores geomorfológicos similares (bahías - graben, Sierras - horts y plataformas arrecifales miocenas según Servera, 2004) y se han estudiado los yacimientos en ellos situados. Se analiza y compara la altura del yacimiento respecto al nivel del mar, su edad y la extensión y potencia de sus estratos fosilíferos. Se han aprovechado los datos de los diferentes estudios ya realizados en ellos (apartado referencias de las Tablas 3) completándose con otros medidos «in situ» (Morey en prep.) tanto de los yacimientos ya conocidos (extensión principalmente) como de los yacimientos en estudio. Sólo se han medido los yacimientos localizados actualmente y que sobrepasan el metro cuadrado.

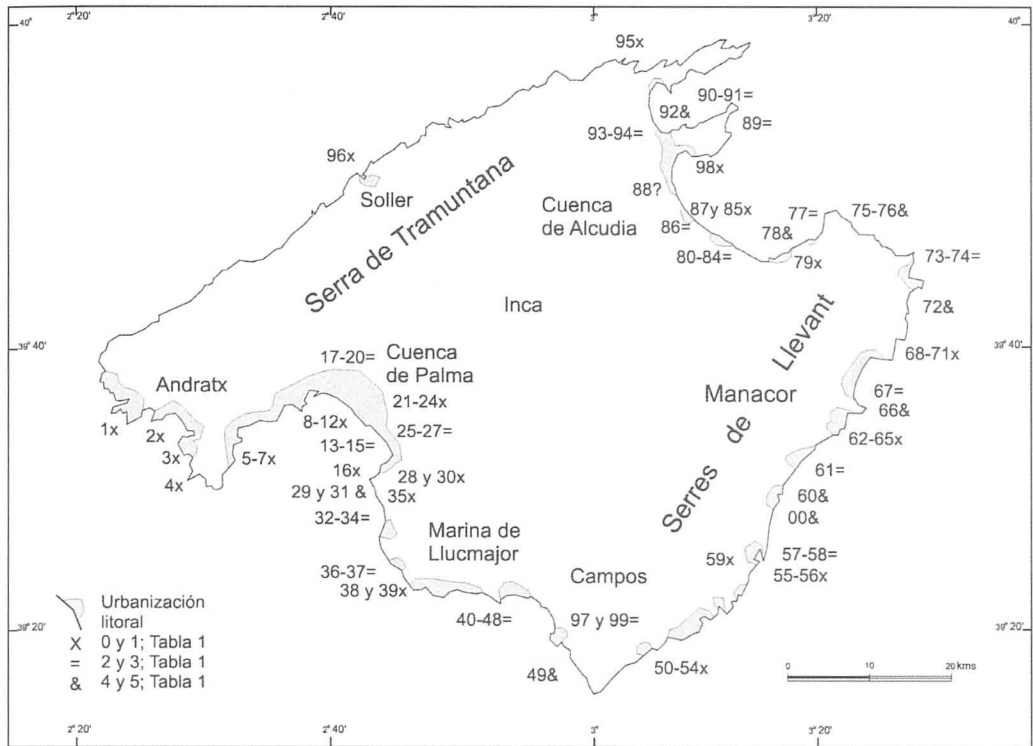


Figura 1. Mapa de Mallorca. Tipo de costas y situación de los principales yacimientos estudiados e impactos en ellos localizados según la Tabla 1 (Nº de impactos).

Estos datos se reúnen en las Tablas 3. En ellas la altura (H) se indica en metros, la extensión en metros cuadrados y la potencia (P) en centímetros. Se indica la edad (Ed) de los yacimientos estudiados según la terminología empleada por Cuerda (1975) y Ginés *et al.* (2001) para los distintos subestadios del Pleistoceno superior (5e-Eutirreniense y 5a-Neotirreniense).

En el apartado tipología (Tablas 3) se distingue entre playas o restos de playas pleistocenas, lagunas, plataformas y trampas sedimentarias - grietas o cuevas según Cuerda (1975) y Vicens *et al.* (2001). Se especifica si estos son restos de playas más o menos estructurados o solo retazos de estas, si se encuentran en plataformas miocenas o

sobre restos de paleodunas adosadas a ellas y si son yacimientos lagunares de fondo de cala.

En el apartado referencias (Tablas 3) se indica la fuente de procedencia de alguno o de todos los datos que no siempre han sido tomados de los primeros estudios efectuados en los yacimientos. A partir de los mapas de Rodríguez Perea y Gelabert (1998); Del Olmo y Alvaro (1984); Servera (2004) y Silva *et al.* (2005) se ha elaborado un mapa estructural de la isla (Fig. 2) donde se señala la distribución de los principales yacimientos a lo largo del litoral, la altura a la que se encuentran actualmente y su tipología.

Tabla 1. Principales yacimientos estudiados, estado en que se encuentran (E) e impactos localizados (I). (0) Completamente destruido e ilocalizable sin la ayuda de los estudios en el realizados. (1) Se intuye el afloramiento y algún fragmento fósil. (2) Yacimiento definido pero en mal estado. (3). Yacimiento en parte impactado, en parte en buen estado. (4) Yacimiento solo afectado por procesos naturales o por extracción para investigación. (5) Yacimiento en muy buen estado. No investigado y no demasiado afectado por procesos naturales. (e) Edificaciones y actividades asociadas. (p) Puertos y embarcaderos. (c) Caminos. Paseos. Accesos. (m) Maquinaria pesada. Tractores. (x) Extracciones, Investigación. (a) Escombros, acumulación de materiales. (n) Erosión natural. Caída bloques. Aluviones. Subida del nivel del agua. (*36) Jacs. Marina. Na llarga, Na Rossegada, Na Segura, Ped. blanca, Pas de Sa Senyora, P. Llobera. C. Carril.

N	Yacimiento	EI	N	Yacimiento	EI	N	Yacimiento	EI	N	Yacimiento	EI	N	Yacimiento	EI
1	Camp de Mar	1ec	21	Son Banyà	0pc	41	S'Estalella	2xn	61	Front. Molar	2xn	81	Sa Canova	4n
2	Peguera	1ec	22	Son Oms	1ec	42	Cala Paiàs	2xn	62	P. Cristo	1pm	82	C. Son Serra	3xn
3	Sta Ponça	0c	23	Can Canals	1cm	43	Racó Estal	2xn	63	S'Illot-Bufad	1pm	83	S. S. Marina	3npc
4	Banc. Eivissa	1nx	24	T. S'Arenal	0cp	44	Estanyol	3cp	64	Cala Moreia	0em	84	Son Real	3np
5	Portals Vells	1cx	25	Es Fornàs	2ex	45	Rapita. Port	3xp	65	C. S. Coma	1xn	85	A. Casat	1n
6	Magaluf	1ca	26	S'Anegat	2cx	46	P. Morters	3cm	66	P. N. Amer	4n	86	Cem. fenici	3nc
7	Palma Nova	0ex	27	Cap Orenol	2cx	47	Se Covetes	3ec	67	Cala Nau	3cn	87	C. Picafort	0?
8	Palma Gesa	0ex	28	Cala Blava	1xn	48	Es Trenc	3xn	68	Rots.Sa Cova	0ce	88	Albufera	-
9	Molinar	1cnp	29	Ses Lleonardes	2ec	49	S Jordi-Carbó	4np	69	Cala Bona	0pe	89	Coll Baix	2n
10	Las Rocas	1em	30	T. Son Granada	1xc	50	Plana-P.Bauç	1xn	70	Port Roig	1ec	90	P. Tacàritx	2n
11	Torre d'en Pau	1ec	31	Punta Negra	4n	51	S'Almonia	1xc	71	Canyamel ab.	1nc	91	P. S. Joan	2c
12	Cala Gamba	0pm	32	Cala Vella	3x	52	Llombar-Maes	0ep	72	Carregador	4n	92	Manresa	4c
13	Camp de Tir	3xc	33	Sa Fossa	3cx	53	C. Santanyí	0xc	73	C. Rajada	0em	93	Mor. Vermell	1pce
14	Carnatge	3xc	34	Na Casetes	2xn	54	C. Llonga	0xc	74	Cala Agulla	3am	94	Barcarés	3cn
15	La Pineda	2cx	35	Pas des Verro	1xc	55	Bassa Nova	1pc	75	Font Celada	4xn	95	S. Vicens	1xn
16	Cala Estància	0pm	36	Jacs. Marina*	2xn	56	P. Colom 1	1cp	76	A. Albarca	4n	96	P. Sóller.	1xn
17	Fontanelles	2eca	37	Bancals	3xn	57	P. Colom 2	2xn	77	Caloscans	3xn	97	Es Carbó	2ne
18	Es Serralt	2cm	38	Cala Beltran	0xn	58	P. Colom 3	2m	78	A. Colom	4n	98	Mal Pas. Bon	0p
19	Ca'n Menut	2cm	39	Cala Pi	1ecx	59	C. Murada	0c	79	Calestret	1xn	99	Es Peregons	2n
20	Ca'n Siriquet	2xa	40	Vallgornera.ab	2x	60	C. Varques	5	80	C. S. Pere.Est	3n	00	Cova Ases	4n

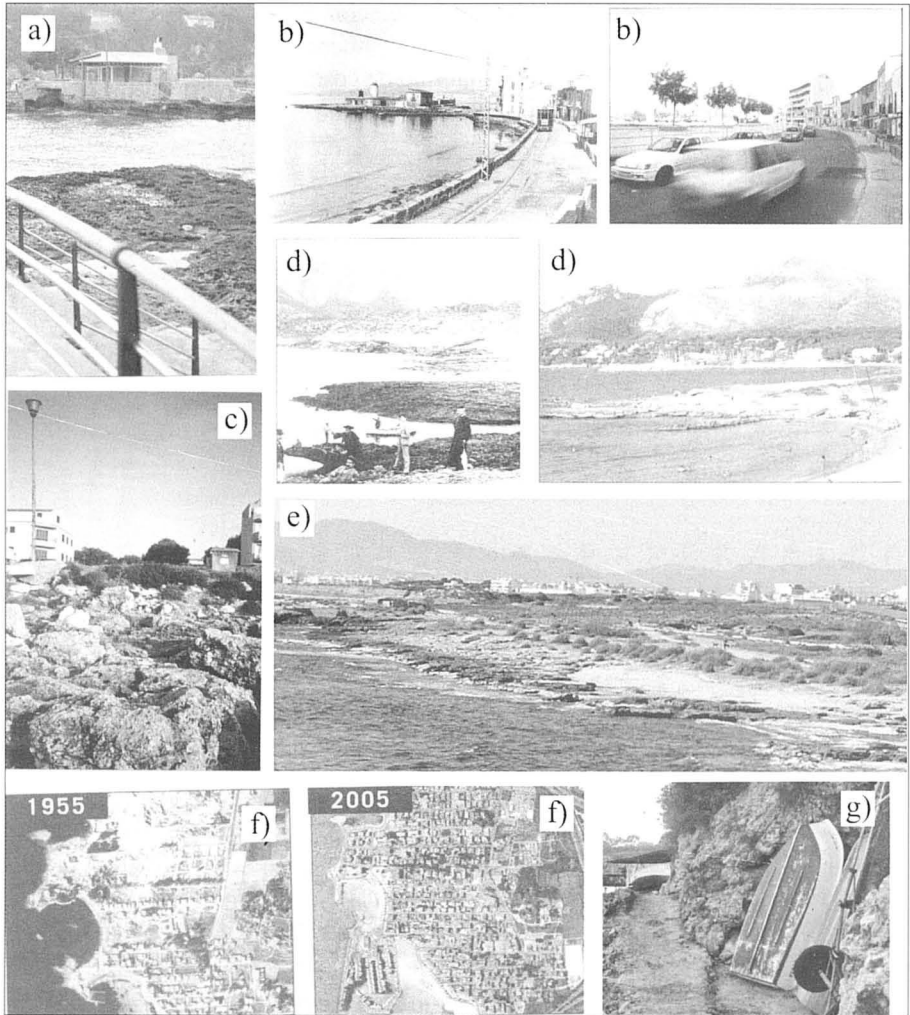


Fig. 3 (I). Impactos en diversos yacimientos: a) Camp de mar: Quiosco y paseo; b) Molinar (1955-1995) y Paseo marítimo; c) Restos del yacimiento de s'Illot-Bufador (2004) situado en un posible futuro paseo; d) Mal Pas (P. S Joan) y Pº de Bonaire al fondo. 1915-1995; e) Vista del yacimiento des Carnatge desde la Pineda donde se observa el paseo superior; f) Cala Estància 1955-2005 y g) Cala Pi (Hormig).

3. Discusión y conclusiones

Los impactos detectados se han dividido en 7 grupos según su naturaleza (Tabla 2):

1. Construcciones y hormigonados (e). Comprenden todo tipo de edificaciones desde quioscos (Camp de Mar, fig. 3a), hoteles (Palmanova. Cuerda 1975), restaurantes (Port Roig) y hormigonados (Peguera, Fig. 3g).

2. Caminos, paseos y accesos (c). Más de la mitad de yacimientos se encuentran deteriorados al encontrarse en zonas de paso. Los paseos marítimos han destruido yacimientos como los del Molinar (Fig. 3b) y Torre de'n Pau, y pueden acabar con los de S'Illot (Fig. 3c) y Sa Ràpita. Los importantes yacimientos de Camp de Tir y Es Carnatge se encuentran también amenazados por el paseo construido en su límite superior (Fig. 3e).

3. Puertos deportivos, casetas (escars) y embarcaderos (p). La mayoría de yacimientos afectados por estos impactos se encuentran destruidos en su totalidad. Cala Gamba, Cala Estància (Fig. 3f), Cala Bona o Bonaire (Fig. 3d) entre otros han sido arrasados por los puertos deportivos construidos sobre ellos. Otros como Cala Pi (Fig. 3f), sa Bassa Nova y es Morer Vermell han sido casi destruidos por embarcaderos individuales y casetas (escars).

4. Extracción de materiales (x). Es Fornàs i Sa Fossa han sido canteras de extracción de bloques de duna para la construcción (Cuerda y Sacarés, 1992). Otros yacimientos se estudiaron en su casi totalidad (Frontó de Molar, Vicens *et al*, 2001). Los más accesibles y conocidos muestran señales de actividades extractivas selectivas en cuanto resulta imposible localizar la mayoría de fauna citada en ellos (Cuerda, 1975, 1979). La recuperación y estudio de material de forma adecuada y guardado en centros de interpretación minimaliza este impacto si lo recolectado está bien etiquetado y disponible para futuras investigaciones. De otra manera este material se hubiera perdido irremediablemente. Así de Palma Nova, Cala Gamba o Cala Estancia sólo queda lo recuperado en distintas investigaciones.

5. Trabajos con maquinaria pesada (m). Los yacimientos interiores se ven afectados por la labores agrícolas (Ca'n

Menut (Fig 3j), Ca'n Canals, Portocolom III) y los situados en las playas turísticas, regeneradas artificialmente o no, por los trabajos llevados a cabo en la playa con maquinaria pesada (S'Illot (Fig 3h), es Morters o cala Agulla).

6. Erosión natural (n). La acción del oleaje desmantela los bloques de duna superiores, pone al descubierto los yacimientos y los destruye posteriormente (Arenal de'n Casat (Fig. 3i)), es Perengons (Fig. 3i). La zapa y caída del acantilado donde se encuentran afecta a otros como Caloscans o Calestret. Las zonas de acumulación pleistocenas que más notan actualmente la erosión (con yacimientos más desestructurados por erosión natural) son la costa norte y la bahía de Alcudía y los acantilados del sur de la isla.

7. Escombros y arena (a). La regeneración de playas con arena autóctona entierra algunos yacimientos (Cala Agulla). El afloramiento queda protegido de la erosión pero resulta dañado por los trabajos de regeneración. Otros afloramientos están enterrados bajo escombros de manera que se dificulta su localización como Magaluf, Ca'n Siriquet o S'Illot (Fig. 3c).

Concluimos en que sólo un 30% de yacimientos estudiados se encuentra en buen estado mientras otro tercio se puede considerar desaparecido (Tabla 2). En las costas de erosión hay el doble de yacimientos en buen estado que en las de acumulación. La causa de ello parece ser claramente antrópica. Así un 70% de los impactos localizados son de origen antrópico y se han producido en costas de acumulación (50% yacimientos destruidos). Aunque estas son minoritarias en la isla (Fig. 1), en ellas se encuentran los afloramientos más importantes y también las principales urbanizaciones. Los yacimientos situados en la costa muy urbanizada se encuentran en muy mal estado (85% destruidos) debido a

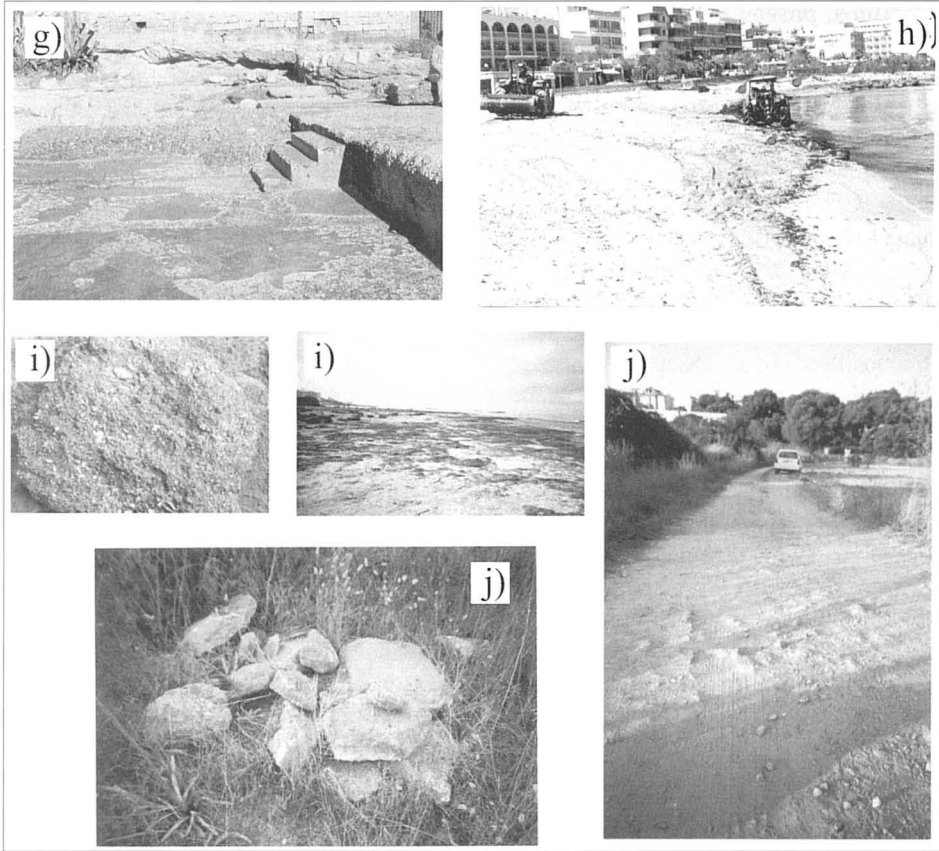


Figura 3 (II). Impactos en diversos yacimientos: g) Paguera completamente hormigonado; h) «Regeneración» de la playa de s'Illot sobre el yacimiento. 2003; i) Erosión natural. Plataforma de erosión de es Perengons y una de las dos losas fosilíferas localizadas en s'Arenal de'n Casat; j) Ca'n Menut. Camino. Finca labrada y losas sacadas por el tractor.

la edificación en primera línea, a los paseos marítimos y a los puertos deportivos. Los pequeños embarcaderos y hormigonados destruyen parcial y progresivamente gran parte de los afloramientos restantes. Por el contrario las costas de erosión (Fig. 4), si bien mayoritarias, contienen menos afloramientos y sólo el 27 % de ellos se encuentran desaparecidos. En ellas los principales impactos detectados son la erosión natural y las actividades extractivas.

La existencia o no de afloramientos en un sector determinado y la altura a la que se encuentran puede deberse aparte de fenómenos naturales de erosión y sedimentación, a fenómenos de subsidencia o elevación locales o a cambios del nivel del mar (Cuerda 1975). Observando la distribución de los principales afloramientos hasta ahora localizados (Fig. 1 y 2) y comparado su situación respecto de otros coetáneos (Tablas 3) se puede interpretar que:

a. La ausencia de afloramientos importantes en la Sierra de Tramuntana puede ser debida a que durante el Cuaternario (y posiblemente desde el Mioceno superior) la zona ya presenta mayoritariamente costa de erosión. La altura a la que se encuentran los pocos yacimientos localizados podría significar fenómenos de

elevación recientes (Cuerda, 1975). Estos habrían impedido, junto a la importante erosión natural y a la disposición del relieve, la consolidación de sedimentos cuaternarios mas allá de alguna plataforma elevada (Cala San Vicens, Sóller) y de pequeñas acumulaciones dunares sin macrofauna marina (Tabla 3g).

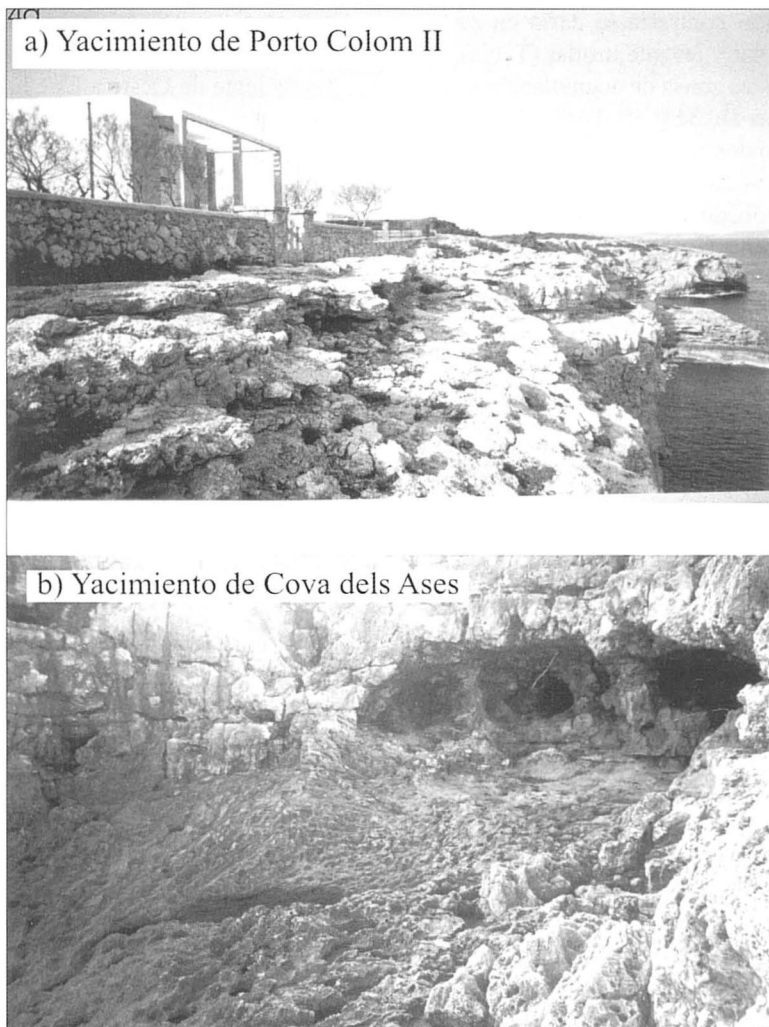


Figura 4. En las costas de erosión encontramos mayoritariamente trampas sedimentarias (a y b) plataformas elevadas (a y b) o afloramientos sobre sistemas dunares fósiles adosados a la base del acantilado (b). Los impactos antrópicos (4a) no les afectan del mismo modo que a los situados en costas bajas.

Tabla 3a. Yacimientos del Sector Sudoeste de la isla. Explicación en el texto (Metodología y conclusiones).

3a. Sector Calas Sudoeste	H	Ed	E	P	Tipología	Referencia
Camp de Mar. Illetas	2	5e	+50	20	Playa	Cuerda. 1975
Peguera	2,5	5e	+50	100	Playa	Cuerda. 1975
Sta. Ponça. Cala	0,5	5a	-	10	Restos playa	Cuerda. 1975
Sta. Ponça	2	-	-	-	Plataforma	Muntaner. 1954
Banc d'Eivissa	4	5e	-	10	Plataforma-trampa	Cuerda. 1975

b. Situación contraria se daría en parte del sector sur y levante insular (Tablas 3c y 3d) y en las zonas de acumulación de la isla (Tablas 3b, 3c y 3f) donde el peso de los sedimentos procedentes de las sierras habría provocado (entre otros factores) la basculación de la plataforma coralina mio-pliocena (Cuerda, 1975; Rosselló, 1998) y fenómenos de subsidencia. Todo ello junto con fenómenos cársticos de hundimiento locales (Robledo, 2005; Ginés *et al.*, 2007) podrían haber hecho desaparecer las playas Eutirrenienses que allí se hubieran formado. Los afloramientos que encontramos en estas zonas son generalmente pequeños o muy pequeños y poco potentes (Tablas 3b y 3c) situándose muchas veces sobre dunas adosadas a los acantilados o en trampas y plataformas sedimentarias (Fig 4). Solo aparecen vestigios de playas pleistocenas en el fondo de algunas pequeñas calas (Cala Varques).

c. La localización de los mayores yacimientos y de la mayor cantidad de sedimentos en las tres principales bahías de la isla (Tablas 3b, 3c y 3f) responde seguramente a que estas eran ya las principales zonas de acumulación en el Pleistoceno superior (Cuerda, 1975). La diferente altura a la que aparecen en ellas los afloramientos coetáneos junto con otras evidencias geomorfológicas (Gelabert *et al.*, 2002) sugiere también fenómenos recientes de subsidencia por los mismos motivos que en los sectores meridional y oriental. Así, los yaci-

mientos localizados en la bahía de Campos se encuentran a una altura decreciente de Oeste a Este hacia la zona más subsidente de es Trenc-Perengons, donde los afloramientos aparecen bajo la playa actual y a nivel del mar actual si no por debajo (Tabla 3c). De igual modo, en la Bahía de Alcudia la altura a la que aparecen los sedimentos pleistocenos decrece a partir del anticlinal de Son Real (Gelabert *et al.*, 2002) tanto hacia el Este (Sa Canova a nivel del mar) como hacia el Oeste (Albufera; 4 metros (Tabla 3f)).

d. En las penínsulas de Andratx y Artà los afloramientos aparecen en las pequeñas calas existentes a más altura (3-4m) que los coetáneos situados en las bahías colindantes (Tablas 3a y 3e). Algunos presentan varios niveles fosilíferos a distinta altura (Cala Rajada, Cala Agulla, Font Celada, Albarca). Todo ello puede evidenciar también fenómenos de subsidencia o elevación.

e. La mayoría de yacimientos de la bahía de Palma, incluso los adosados en la plataforma coralina contigua de Lluçmajor (Fig. 2; Tabla 3b), y muchos de los situados en las penínsulas de Andratx y Artà (Tablas 3a y 3e) muestran la playas Eutirrenienses entre 1'5 y 2,5 m de altura. Esta altura es la que se supone alcanzaban las aguas en ese periodo según Ginés (2001) y Silva *et al.* (2006). Ello podría significar más estabilidad tectónica en estas zonas que en otros sectores de la isla.

Tabla 3b. Yacimientos de la Bahía de Palma. Explicación en el texto (Metodología y conclusiones).

3b. Bahía de Palma													
Sector Occidental							Sector Oriental						
Yacimientos	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia	Yacimientos	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Portals Vells Cala	1,5	5e	-	40	Playa- Restos	Cuerda et al. 1983	S'Arenal	7,5	5e	-	20	Trampa	Cuerda.1975
Magaluf. C. Vinyes Magaluf.	2	5e	-	150	Playa	Cuerda.1975	Es Fornàs	1,6	5e	150	50	Playa	Cuerda.1975
Es Salobrar	2	5a	+50	-	Lagunar	Cuerda.1975	Cova de S'Anegat	5,5	5e	216	40	Plataforma.	Cuerda.1975
Palmanova. Torre Nova	2,5	5e	-	50	Playa	Cuerda.1975	Cap Orenal	12	5e	-	10	Trampa	Cuerda.1975
Palmanova. P. Nadala	4	5	-	-	Lagunar	Cuerda. 1975	Cala Blava Ses	1,5	5a	5	40	Playa- Restos	Cuerda. Sacarés. 1992
Sector Central							Lleonardes	1,2	?	30	50	Playa-	Morey Est. Cuerda. Sacarés.
Yacimientos	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia	T. Son Granada	2	5a	2	20	Plataforma	1992
Palma-Gesa	-2	5	-	50	Déposito	Cuerda. 1975	Punta Negra. a	2	5e	4	50	Playa- Restos	Cuerda. Sacarés. 1992
Es Molinar	1,8	5e	+50	20	Playa	Cuerda. 1975	Punta Negra. b	2	5e	6	60	Playa- Restos	Cuerda. Sacarés. 1992
Ses Roques	1,8	5e	+50	50	Playa	Cuerda. 1975	Cala Vella	4	5e	50	200	Playa	Cuerda. Sacarés. 1992
Torre d'en Pau	3,5	5e	-	10	Plataforma	Cuerda. 1975	Sa Fossa	1,5	5	50	50	Playa	Cuerda.1975
Cala Gamba	0,8	5a	-	60	Playa	Cuerda. 1975	Davalladors	1	5	+50	50	Playa	Cuerda.1975
Camp de Tir. a	3	5a	5	-	Playa	Cuerda. 1975	Na Casetes	2	5e	-	20	Restos	Cuerda. Sacarés. 1992
Camp de Tir. b	2	5e	215	100	Playa	Cuerda. 1975	Pas des Verro	3	5	30	25	Playa- duna	Cuerda. Sacarés. 1992
Es Carnatge	1,8	5	360	60	Playa	Cuerda. 1975	Na Llarga	2,5	5	-	50	Playa- duna	Cuerda. Sacarés. 1992
Son Mosson	1,8	5	40	50	Playa	Cuerda. 1975	Na Rosegada	4	5e	-	-	Plataforma duna	Cuerda. Sacarés. 1992
La Pineda La	1	5a	1	20	Playa	Cuerda. 1979	Na Segura	4	5e	-	-	Plataforma duna	Cuerda. Sacarés. 1992
Pineda. Superior	3	5a	1	20	Plataforma	Cuerda. 1979	Pedr. Blanca	7,5	5e	-	-	Plataforma	Cuerda. Sacarés. 1992
Cala Estància	2	5a	1	20	Plataforma	Cuerda. 1979	Pas de sa Senyora	4	5	5	30	Plataforma duna	Cuerda. Sacarés. 1992
Ses Fontanelles	2	5e	+50	-	Lagunar- Playa	Cuerda. 1975	Punta Llobera	7	-	-	-	Plataforma	Cuerda. Sacarés. 1992
Es Serralt	2,5	5e	6000	-	Lagunar Playa	Cuerda. 1975							
Can Menut	2,5	5e	+50	-	Lagunar Playa	Cuerda. 1975							
Can Siriquet	2,5	5e	100	-	Lagunar Playa	Cuerda. 1975							
Son Oms	2,5	?	-	-	Playa	Cuerda. 1975							
Son Banyà	2,5	5e	-	-	Lagunar	Cuerda. 1975							
Can Canals	2,5	5e	+50	-	Lagunar Playa	Cuerda. 1975							

Como ya sugirió Cuerda (1975) la distribución de los yacimientos cuaternarios parece estar en consonancia con la estructuración neógena de la isla. Estos además pueden testimoniar cambios tectónicos e isoeustáticos litorales recientes. Los yaci-

mientos del Pleistoceno superior marino mallorquín, por el hecho mismo de situarse en primera línea de costa, son claros exponentes del estado en que ésta se encuentra y de los procesos antrópicos y geológico-naturales que en ella se producen.

Tabla 3c. Yacimientos situados en la plataforma del Migjorn - Bahía de Campos. Explicación en el texto (Metodología y conclusiones).

3c. Sector plataforma Sur	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Els Bancals. a	12	5e	9	-	Plataforma-Playa	Cuerda. Sacarés.1992
Els Bancals. b	3	5	6	15	Plataforma-Playa	Cuerda. Sacarés.1992
Cala Beltran	13	5e	-	10	Plataforma	Cuerda. Sacarés.1992
Cala Pi. a	3	5a	-	30	Plataforma-Playa	Cuerda. Sacarés.1992
Cala Pi. b	2	5a	-	-	Grieta. Trampa	Cuerda. Sacarés.1992
Vallgornera	12	5e	-	-	Plataforma	Cuerda. 1975
Vallgornera. Torrent Gros	5	?	-	-	Plataforma	Morey. Prep
S'Estalella. a	11	5e	10	10	Plataforma	Cuerda. 1975
S'Estalella. b	7	5e	-	-	Plataforma-Playa	Cuerda. 1975
S'Estalella. c	3	5a	15	60	Playa?	Cuerda. 1975
Cala en Timó. Cala en Paiàs	1	5a	-	30	Playa	Cuerda et al. 1983
Racó de s'Estalella	0,3	-	9	10	Playa. Restos	Morey. Prep
S'Estanyol	2	5a	60	30	Playa	Cuerda. Sacarés. 1992
Sa Ràpita. S' Amarador	1-2	5a	90	10	Plataforma.	Morey et al. 2006

Bahía de Campos	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Es Morters	1,6	5e	70	40	Playa. Restos	Morey et al. 2006
Ses Covetes. a	1,2	5e	12	40	Playa	Morey et al. 2006
Ses Covetes. b	1,2	5e	70	50	Playa	Morey et al. 2006
Es Trenc	0,7	5e	7?	30	Playa	Morey et al. 2006
Es Peregons	0,5	-	40	10	Playa. Restos	Morey. Prep

Sector sur. Subsidente	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Col. Sant Jordi. Es Dofí	1,2	-	20	30	Plataforma-Playa.	Morey. Prep
Es Carbó. Platja	0,5	-	2	30	Playa	Morey. Prep

Tabla 3d. Yacimientos de la marina de Levante. Explicación en el texto (Metodología y conclusiones).

3d. Sector plataforma levante						
Sector sudeste	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Zona Sa Plana	4,5	5e	-	30	Cueva-Trampa	Butzer. Cuerda. 1962
Cala Màrmols	4,5	-	-	10	Restos -duna	Butzer. Cuerda. 1959
Zona. Punta es Bauç	-	-	-	20	Restos duna	Butzer. Cuerda. 1959
S'Almunia. Cala	2	5e	-	20	Restos Plataforma	Butzer. Cuerda. 1962
Cala Llombards	1,5	-	-	-	Restos	Cuerda. 1975
Cala Santanyí	1,4	-	-	30	Restos	Butzer. Cuerda. 1959
Cala Llonga	0,3	-	-	20	Limos fondo cala	Butzer. Cuerda. 1959
Sector Central-Porto Colom	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Sa Bassa Nova	0,5	-	3	20	Playa	Muntaner. 1955
Portocolom I	0,5	5a	2	-	Playa	Cuerda et al. 1989
Portocolom II	3	5a	2	20	Trampa-cueva	Cuerda et al. 1989
Portocolom III	1-2	?	700	-	Lagunar-Playa.	Morey. Prep
Cova dels Ases	9	1	1	10	Trampa-cueva	Morey. Prep
Cala Murada	2	-	-	-	Limos fondo cala	Muntaner. 1955
Cala Varques	0,8	-	10	40	Restos playa	Morey. Prep
Frontó des Molar	2,5	5a	-	20	Grieta	Vicens et al. 1998
Portocristo	0,5	-	-	-	Limos fondo cala	Cuerda. 1975
Cala Morlanda	4,5	-	-	-	Restos plataforma	Butzer y Cuerda. 1961
S'Illot. Bufador	7,5	5e	0,2	40	Plataforma-grieta	Cuerda. 1975
Sector Calas	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
S'Illot	2	5e	-	40	Playa	Cuerda. 1975
Cala Moreia. Platja	1'3	5a	-	10	Limos fondo cala	Cuerda. 1975
Punta de n'Amer	3	?	6	20	Plataforma	Morey. Prep
Cala Nau	2	5	30	50	Playa	Cuerda. 1975
Rotes de sa Cova	1,6	5e	-	60	Playa. Restos	Cuerda. 1975
Cala Bona	1,5	5e	-	40	Playa. Restos	Cuerda. 1975
Port Roig-	2,6	5e	-	40	Playa	Cuerda. 1975
Port Roig	1,8	5a	-	10	Playa	Cuerda. 1975

Tabla 3e. Yacimientos situados en las sierras de Levante. Explicación en el texto (Metodología y conclusiones).

3e. Sector. Sierras Levante	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Carregador	1,5	5a	45	20	Playa	Cuerda. 1987
Canyamel. Na Gratelosa	2	?	-	20	Restos playa	Cuerda. 1987
Canyamel. Coves	4	5e	75	50	Plataforma-Playa	Cuerda. 1975
Cala Rajada	2,8	5	65	75	Plataforma	Muntaner. 1955
Cala Rajada	3,5	5?	20	20	Plataforma	Morey. Prep.
Cala Agulla	1	5a	70	50	Playa	Cuerda. 1975
Cala Agulla	0,20	5?	10?	20	Playa	Cuerda. 1975
Cala Font Celada. a	4	5e	-	10	Trampa	Vicens. Gracia. 1998
Cala Font Celada. b	1,6	5a	40?	50	Playa	Vicens Gracia. 1998
Arenalet d'Albarca	2	?	110	50	Playa	Morey. Prep
Arenalet d'Albarca	4	?	60	30	Playa	Morey. Prep.

Tabla 3f. Yacimientos de la Bahía de Alcudia. Explicación en el texto (Metodología y conclusiones).

3f. Bahía de Alcúdia	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Caloscamps. a	2	5a	-	10	Restos	Cuerda. Galiana. 1976
Caloscamps. b	0,7	5e	11	60	Playa	Cuerda. Galiana. 1986
Arenalet de Son Colom	1,5	?	16	50	Playa	Morey. Prep.
Cala s'Estret. a	0,3	?	30	20	Playa	Muntaner. 1955
Cala s'Estret. b	0,3	?	2	20	Restos playa	Morey. Prep.
Col. Sant Pere. S'Esquerda. a	1,7	?	10	20	Plataforma	Morey. Prep.
Col. Sant Pere. S'Esquerda. b	1	?	10	20	Plataforma	Morey. Prep.
Sa Canova. Platja	0,2	?	+50		Playa	Morey. Prep.
Son Serra. Ses Pedreres	0,7	5e	140	60	Playa. Aluviones	Butzer. Cuerda. 1962
Son Serra de Marina	2	5	400	20	Playa	Morey. Prep.
Son Real	1	5e	600	30	Playa	Vicens et al. 1998
Son Real. Arenal d'en Casat	2	5	0,02	10	Playa	Morey. Prep.
Son Real. Cement. fenici	1,3	5	30	30	Playa	Morey. Prep.
Son Real. Na Patana	0,7	5	+30	20	Playa	Morey. Prep.
Can Picafort	?	5e	-	-	Playa	Cuerda. 1975
Albufera	-4	5	+50	-	Albufera	Cuerda. 1975
Coll Baix	1,5.	5	-	-	Plataforma	Morey. Prep.
Punta de Tacàritx	1	5	-	-	Restos	Cuerda. 1975
Bonaire. Port	2	5	-	70	Restos playa	Butzer. Cuerda. 1962
Platja de Sant Joan a	2	5a	45	40	Playa	Cuerda et al. 1983
Platja de Sant Joan. b	1	5e	20	20	Playa	Cuerda et al. 1983
Manresa. Marina. d	2	5	20	30	Playa	Morey. Prep.
Morer Vermell	1,9	5a	-	-	Playa	Cuerda. 1975
Es Barcarès	0,6	?	-	20	Playa	Morey. Prep.

Tabla 3g. Yacimientos en la sierra de Tramuntana. Explicación en el texto (Metodología y conclusiones).

3g. Sierra de Tramuntana	H	Ed	Ex	P	Tipología	Referencia
Cala Sant Vicenç	5	5a	-	10	Plataforma	Cuerda. 1975
Sa Calobra	5	-	2	10	Duna	Cuerda. 1975
Port de Sóller. S'Argentera	7	5e	-	40	Plataforma	Cuerda. 1975
Port des Canonge	3	-	-	-	Duna	Morey. Prep.

4. Agradecimientos

Agradecemos muy especialmente al Dr. Guillem X. Pons y al Dr. Antonio Rodríguez Perea del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de las Islas Baleares por sus sugerencias para la mejora

del trabajo. Agradecemos el apoyo de Noemí en las visitas a los yacimientos durante el periodo de estudio y también a Mayte, por la paciencia y comprensión ofrecida durante la realización del estudio. A todos ellos muchas gracias.

5. Bibliografía

BAUZÀ, J. (1946): Contribución a la paleontología de Mallorca (Notas sobre el Cuaternario). *Estudios Geológicos*. nº 4. págs. 199-204. Madrid.

BUTZER, K. W. y CUERDA, J. (1959): Nota preliminar sobre la estratigrafía y paleontología del Cuaternario marino del Sur y S.E de la isla de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, nº 6. Palma.

BUTZER, K. W. y CUERDA, J. (1961): Formaciones cuaternarias del litoral Este de Mallorca (Canyamel-Porto Cristo). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, nº 7. Palma.

BUTZER, K. W. y CUERDA, J. (1962): Nuevos yacimientos marinos cuaternarios de las Baleares. *Notas y comunicaciones del Inst. Geo. Min.*, nº 67. págs. 25-70. Madrid.

CUERDA, J. (1975): *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Inst. Estud. Balearics. Palma de Mallorca. 304 págs.

CUERDA, J. (1979): *Las formaciones Cuaternarias de la Bahía de Palma*. VI Coloquio de Geografía de la AGE. Excursión nº 4. Palma de Mallorca. 20 págs.

CUERDA, J. (1989): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Direcció General de Cultura. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. Palma de Mallorca. 310 págs.

CUERDA, J. y GALIANA, J. (1976): Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior marino en la costa norte de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, nº 21. Palma.

CUERDA, J., GRACIA, F. y VICENS, D. (1989a-90): Dos nuevos yacimientos del Pleistoceno superior marino en Porto Colom (Felanitx, Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, nº 33.

CUERDA, J. y MUNTANER, A. (1950): Nota sobre un nuevo yacimiento hallado en Palma de Mallorca como perteneciente al Plioceno. *Bol. Real. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, nº 48 (1), págs. 541-543. Madrid.

CUERDA, J. y SACARÉS, J. (1992): *El Cuaternario en el Mijorn de Mallorca*. Palma de Mallorca.

CUERDA, J., SOLER, A. y ANTICH, S. (1983): Nuevos yacimientos del Pleistoceno marino de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, nº 27. Palma

DEL OLMO, P. y ALVARO, M. (1984): *Control estructural de la sedimentación neógena y cuaternaria de Mallorca*. I Congreso español de Geología, págs. 219-238.

GELABERT, B., SERVERA, J. y RODRÍGUEZ PEREA A. (2002): Características geomorfológicas del sistema dunar de la Bahía de Alcúdia (Isla de Mallorca). *Geogaceta*, nº 32, págs. 215-218.

GINÉS, J., FORNÓS, J. J., GRÀCIA, F., DELITALA, C., TADEUCCI, A., TUCCIMEI, P. y VESSICA, P. G. (2001): Els espeleotemes freàtics de les coves litorals de Mallorca. Canvis del nivell de la Mediterrània i paleoclima en el Pleistocè superior. En: *El Canvi climàtic. passat, present i futur*. Pons i Guijarro (Ed.). Monografies de la Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca.

GINÉS, J., FORNÓS, J. J., GINÉS, A. y TUCCIMEI, P. (2007): Endocarst costero, niveles marinos y tectónica: el ejemplo de la costa oriental de Mallorca. *Geomorfología litoral. Monog. Soc. Hist. Nat. Bal.*, nº 15.

GRACIA, F. y VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In Fornós. *Aspectes Geològics de les Balears*. U.I.B., págs. 307-328. Palma de Mallorca.

MARTÍN PRIETO, J. A., ROIG-MUNAR, F.X., RODRÍGUEZ PEREA, A., PONS, G. X. y BALAGUER, P. (2007): La gestión litoral en las Islas Baleares. *Monog. Soc. Hist. Nat. Baleares*, nº 15.

MOREY, B., VICENS, D. y PONS, G. X. (2006). El Pleistocè superior marí de la badia de Campos (Sa Ràpita- Es Trenc, Mallorca, Mediterrània occidental). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, nº 49.

MOREY, B. (En prep.): *El patrimoni paleontològic del Pleistocè superior de Mallorca: catalogació, caracterització, valoració i estratègies de protecció*. Memòria d'investigació.

MUNTANER, A. (1954): Playas tirrenienses y dunas fósiles del litoral de Paguera a Camp de Mar (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, nº 1.

MUNTANER, A. (1955): Nota preliminar sobre las localidades del Cuaternario en la isla de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, nº 1.

POMAR, L. y CUERDA, J. (1979): Los depósitos marinos pleistocénicos en Mallorca. *Acta. Geología. Hispánica*, nº 14, págs. 505-513. Homenaje a Luí Solé i Sabarís.

ROBLEDO ARDILA, P. J. (2005): *Los Paleocolapsos kársticos en las plataformas carbonatadas del mioceno superior de Mallorca: análisis geográfico, genético, geológico y evolutivo*. Tesis doctoral. Palma de Mallorca.

RODRÍGUEZ PEREA, A. y GELABERT, B. (1998): Geología de Mallorca. En: Fornós, J. J., *Aspectes geològics de les Balears*, págs. 10- 38. U.I.B. Palma de Mallorca.

ROSSELLÓ, V. M. (1998): Torrents i cales de Mallorca: aspectes geomofològics . En: Fornós, J. J., *Aspectes geològics de les Balears*. Palma de Mallorca.

SERVERA, J. (2004): *Geomorfologia litoral de les illes Balears*. Quaderns de natura de les Balears. 88 págs. Palma de Mallorca.

SILVA, P. G., GOY, J. L., ZAZO, C., JIMÉNEZ, J., FORNÓS, J. J., CABERO, A., BARDAJÍ, T., MATEOS, R., GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, F., M. HILLARIE MARCEL, CL. y BASSAM, G. (2005): *Mallorca Island: geomorphological evolution and neotectonics*. Sixth International Conference on Geomorphology. Field trip guide A7. 37 págs.

VICENS, D. y GRÀCIA, F. (1998): Aspectes paleontològics i estratigràfics del Pleistocè superior de Mallorca. En: Fornós, J. *Aspectes Geològics de les Balears*, págs. 191-220 .U.I.B. Palma.

VICENS, D., PONS, G., X. BOVER, P. y GRÀCIA, F. (2001): Els taxons amb valor biogeogràfic i cronoestratigràfic: bioindicadors climàtics del quaternari de les Illes Balears. En: *El canvi climàtic: passat, present i futur*, Pons, G.X. i Guijarro, J.A (Edit). *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, nº 9. Palma de Mallorca.