



MEMORIA FINAL

**CARTA PALEONTOLÓGICA 1 LOS NUBLOS  
HORNACHUELOS. CÓRDOBA**

16 de diciembre de 2014



Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico  
**CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE**



## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	1
3. LOCALIZACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE FÓSILES.....	2
3.1. FÓSILES DE VERTEBRADOS.....	3
3.2. FÓSILES DE INVERTEBRADOS.....	4
4. ESTUDIO GEOLÓGICO.....	22
4.1. Análisis De Microfacies.....	26
4.2. Aspectos Sedimentológicos Y Paleoecológicos.....	26
5. VALORACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN .....	37
6. REFERENCIAS.....	38
7. LÁMINAS.....	39
EQUIPO TÉCNICO.....	53

## 1. INTRODUCCIÓN

La propuesta de valoración patrimonial y científica del yacimiento paleontológico de Los Nublos (Hornachuelos, Córdoba) por parte del Ayuntamiento de Hornachuelos, requirió del Laboratorio de Paleontología y Paleobiología del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico la elaboración de una primera Carta Paleontológica, cuyas posibilidades fueron evaluadas en una primera visita por la jefa de dicho Laboratorio, la Dra. Eloísa Bernáldez Sánchez. Vista la excepcionalidad del yacimiento se acordó en iniciar su elaboración por parte de un especialista al objeto de identificar y catalogar el contenido paleontológico del mismo y valorar su interés patrimonial.

La presente Memoria recoge por tanto, los resultados que se han obtenido a lo largo del desarrollo del Proyecto que lleva por título: "Carta Paleontológica I. Los Nublos (Hornachuelos, Córdoba).

Los objetivos del estudio se han estructurado en tres fases de actuación:

Fase I: Reconocimiento en superficie de los diferentes tipos de fósiles y su localización georeferenciada dentro del yacimiento.

Fase II: Estudio geológico preliminar del yacimiento para establecer la serie estratigráfica y su datación relativa.

Fase III. Valoración de riesgos de destrucción del afloramiento y entrega de la Carta Paleontológica.

## 2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio se localiza en el paraje del Cortijo de Los Nublos, situado a unos 3,5 km al Este de la población de Hornachuelos (Córdoba) (Fig. 1 A).



Figura 1 A. Localización geográfica del yacimiento de Los Nublos.

El yacimiento se ubica en la Cañada Real soriana, que atraviesa dicho término municipal y actualmente se encuentra protegido y vallado, ocupando un área aproximada de 9,8 ha (Fig. 1 B).



Figura 1 B. Delimitación del yacimiento de Los Nublos.

### 3. LOCALIZACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE FÓSILES

Para llevar a cabo esta fase se ha procedido a dividir el área de estudio en cuatro cuadrículas de 50 m de lado, numeradas de 1 a 4 en sentido de Oeste a Este (Fig. 2A).

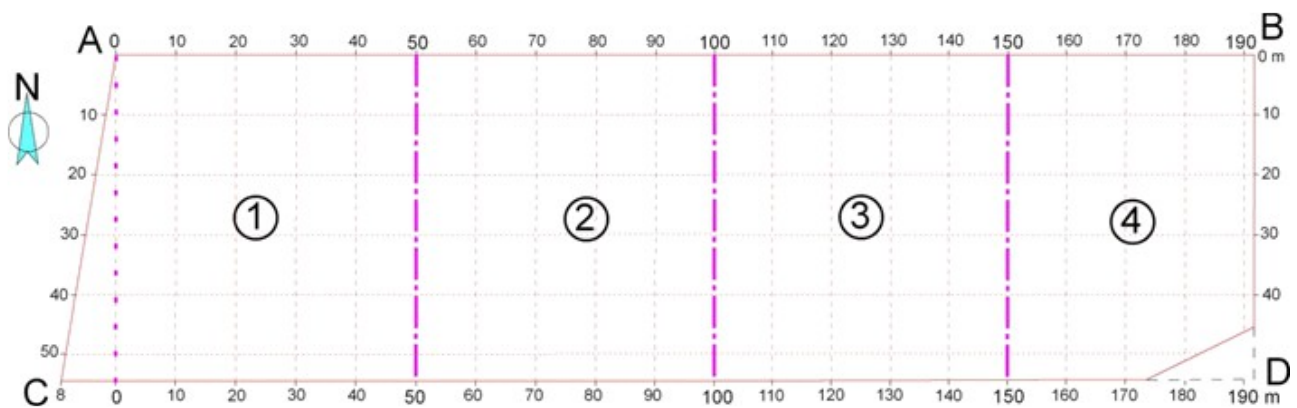


Figura 2A División en cuadrículas para la localización de los fósiles.

Los vértices A-D del área vallada han sido georreferenciados (Tabla I) y los fósiles se han localizado dentro de cada cuadrícula según coordenadas X-Y, refiriéndose las medidas en metros respecto al Norte-Sur y Oeste-Este según que el punto se localice más próximo a una u otra línea de referencia dentro de cada cuadrícula (Fig. 2B).

Vértices	Coordenadas
A	X: 37° 49' 25.36" N Y: 5° 12' 18.45" O
B	X: 37° 49' 25.27" N Y: 5° 12' 10.95" O
C	X: 37° 49' 23.60" N Y: 5° 12' 18.87" O
D	X: 37° 49' 24.0" N Y: 5° 12' 10.94" O

Tabla I. Coordenadas de los vértices que delimitan el área de estudio.

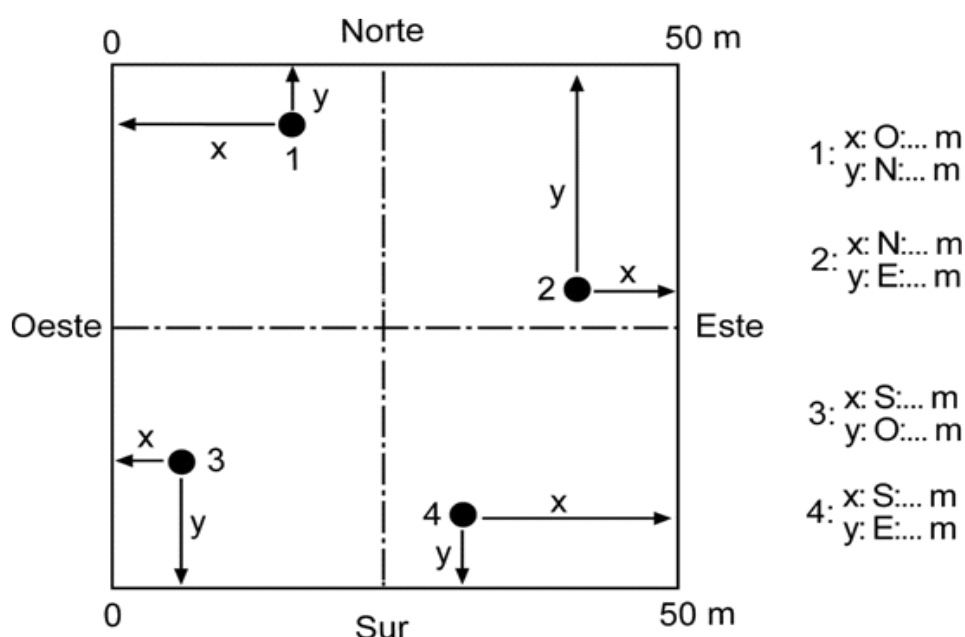


Figura 2B. Esquema de localización de los puntos de interés dentro de cada cuadrícula según un sistema de coordenadas X-Y.

La situación de los diferentes puntos de interés se ha llevado a cabo realizando un reconocimiento visual pormenorizado de todos los fósiles que aparecen en la superficie del yacimiento a través de transectos paralelos, en bandas, según una dirección Norte-Sur. El resultado de estas localizaciones se expone en las Tablas II y III y en las figuras 3-4.

### 3.1. FÓSILES DE VERTEBRADOS

Los principales restos fósiles de vertebrados se pueden apreciar con más detalle en las figuras 5 (cuadrículas 1 y 2) y 6 (cuadrículas 3 y 4). Se localizan mayoritariamente en la parte alta y baja del afloramiento (Figs. 5 y 6) y se corresponden con diferentes piezas esqueléticas de cetáceos, diseminados a lo largo de dos niveles estratigráficos sucesivos.

Los fósiles más relevantes se encuentran en la cuadrícula 4, donde se han reconocido dos cráneos incompletos de un Delphinidae (Puntos 47 y 49), probablemente correspondiente a una *Pseudorca crassidens* u Orca Bastarda. Éstos se encuentran en posición invertida (Lám. I.

Figs. 1-2 y 10), con parte del rostro fragmentado, en un caso (punto 47) junto a dos huesos largos correspondientes a las hemimandíbulas (Lám. I. Figs. 1, 3 a 5). En las inmediaciones (Punto 48) se localizan varias vértebras en conexión junto a un diente fragmentado (Lám. I. Figs. 6-9) y también varios fragmentos de hueso, probablemente otra hemimandíbula (Punto 50) y lo que parecen algunas apófisis de vértebras.

Las restantes evidencias (Lám. II. Figs. 1-10; Puntos 9, 10, 12 y 46 en el horizonte superior y puntos 5-6, y 16 en el nivel inferior) se limitan a algunas pequeñas vértebras aisladas y a fragmentos de huesos largos (costillas) algunas en conexión con vértebras, salvo los puntos 9 y 10 que corresponden a fragmentos de hemimandíbulas (Lám. II. Fig. 2B).

### 3.2. FÓSILES DE INVERTEBRADOS

#### Equinodermos equinoideos

Están representados por caparazones de erizos pertenecientes al orden Clypeasteroidea, en concreto al género *Clypeaster*. Son los invertebrados más abundantes y unos de los fósiles más característicos del yacimiento apareciendo tanto en los niveles de la parte alta como en los de la baja. (Figs. 7-8). Son muy típicos de la formación estratigráfica en la que se encuentran, ya que su presencia siempre está ligada a rocas de edad miocena.

En general, los caparazones están casi siempre completos (a excepción de algunos fragmentos) y se encuentran en posición natural de vida (con el plano oral en posición inferior), si bien suelen presentar los pétalos de la zona ambulacral total o parcialmente erosionados, con señales de bioerosión producidas por sipuncúlidos (*Trypanites* isp.) o por bivalvos litófagos (*Gastrochaenolites* isp.) y raramente aparecen en posición invertida (Lám. III. Figs. 6-7).

Aunque su determinación específica es difícil por su grado de erosión, que casi siempre ha eliminado la zona ambulacral (uno de los criterios claves para su clasificación), se ha podido identificar en algunos casos la presencia de *Clypeaster marginatus* (Puntos 15, 21, 25, 43. Lám. III. Figs. 1-2, 4-5, 8).

Este taxón abarca desde el Mioceno inferior hasta el superior, aunque suele ser muy frecuente durante el Mioceno superior (Tortonense superior) (Silva Pereira, 2008).

#### 3.2.1. Moluscos: Bivalvos y Gasterópodos

Aparecen mayoritariamente en la parte baja del afloramiento (Figs. 9-10), siendo los Bivalvos mucho más abundantes que los Gasterópodos, cuya presencia se reduce a algunas secciones axiales indeterminables (Punto 7. Lám. IV. Fig. 8).

Entre los Bivalvos destacan secciones de valvas desarticuladas de ostreidos (*Ostrea* sp, *Crassostrea* sp.), normalmente con evidencias de bioerosión producidas por bivalvos litófagos (*Gastrochaenolites* isp.) y esponjas marinas (*Entobia* isp.) (Puntos 32, 39. Lám. IV. Figs. 1-2). También son frecuentes las valvas de pectínidos, igualmente desarticuladas, y con evidentes señales de disolución, lo que dificulta su asignación específica, si bien se han podido reconocer algunos *Macrochlamys* sp. (Punto 3) y *Pecten* sp. (Punto 4. Lám. IV. Figs. 3-4).

#### 3.2.2. Organismos Lofoforados: Braquiópodos y Briozoos

Son fósiles minoritarios, que se caracterizan por poseer un órgano llamado lofóforo que les sirve para realizar funciones respiratorias y de captura del alimento. Sus fósiles corporales más o menos completos se localizan preferentemente en la parte baja del yacimiento (Figs. 11-12), y su interés radica en que algunos de ellos son buenos marcadores bioestratigráficos, especialmente los Braquiópodos. Entre éstos se ha podido identificar el taxón *Terebratula maugeri*, que ya fue citado por García-Ramos (2006) para el Tortonense de la Sierra del Brillante (Córdoba), así como en materiales de litología similar a éstos en el Tortonense superior de Huelva (Toscano-Grande et al., 2010). Los ejemplares que aparecen en el

afloramiento se conservan como secciones incompletas de las valvas ventrales, bien mostrando el interior de la zona cardinal y el foramen (Punto 1), o bien con la típica costilla central de dicha valva (Punto 38. Lám. IV Figs. 6-7). También son frecuentes los fragmentos de sus valvas en la matriz bioclástica de las rocas (Lám. VII. Figs. 1, 3-4).

Los Briozoos son de *visu* y en superficie, más escasos, si bien sus restos muy fragmentados, son un elemento muy abundante dentro de los bioclastos que constituyen las rocas cuando se observan éstas al microscopio (Lám. VII. Fig. 2; Lám. VIII. Figs. 1, 4). Dentro de los macrorestos se ha podido identificar la presencia de briozoos ramosos de la familia Tubuliporidae, muy probablemente correspondientes al género *Idmidronea* (Punto 28. Lám. IV. Fig. 7).

### 3.2.3. Icnofósiles

Cuando los seres vivos habitan dentro o sobre un sedimento blando, no consolidado, modifican su estructura y consistencia originales, y en consecuencia, se produce un fenómeno de mezcla del sustrato. Este proceso se conoce como Bioturbación, y responde normalmente, a comportamientos de morada, reposo, desplazamiento, alimentación o a una combinación de los anteriores.

A lo largo del yacimiento y en su parte más baja (Figs. 13-14. Puntos 19, 31, 33, 36-37, 41-42, 69), se han encontrado evidencias de madrigueras producidas por la actividad excavadora de erizos exocíclicos de la familia Spatangoidae, que se atribuye al icnotaxón *Bichordites* isp. (Lám. V. Figs. 1-8), no pudiendo realizar una asignación icnoespecífica precisa debido al estado de conservación.

Otra de las estructuras de bioturbación más llamativas y que se encuentran repartidas por toda la superficie, aunque son mayoritarias en la parte baja del afloramiento (Figs. 15 y 16), son las huellas dejadas por la actividad de búsqueda de alimento y/o reposo de rayas marinas, tal y como hacen actualmente algunas representantes de las familias Dasyatidae y Myliobatidae. Estas estructuras se conocen como *Piscichnus*, aunque el primer autor que las definió (Fiebel, 1987) las atribuyó a huellas de descanso producidas por peces de las familias Cichlidae o Salmonidae, no a rayas. Su gran interés radica en que son muy escasas en el registro fósil. Tan solo se conocen en el Cretácico superior de Utah (Howard et al., 1977), Antártida (Scasso et al., 1991) y España (Martinell et al., 2001). En el Terciario sus citas se limitan al Mioceno de Nueva Zelanda (Gregory, 1991), y al Pleistoceno de Florida, Georgia y Carolina del Norte (Howard et al., 1977).

No obstante, algunos peces actuales como los pleuronectiformes, es decir, los llamados peces planos o platijas (Cook, 1973), pueden producir depresiones someras que podrían asignarse a *Piscichnus* siempre y cuando llegaran a conservarse como pistas fósiles.

Los ejemplares de *Piscichnus* que aparecen aquí se caracterizan por constituir depresiones someras, aisladas o en grupos, a veces superponiéndose unas a otras, de perímetro circular u ovalado, con un contorno en ocasiones festoneado, a modo de lóbulos (Lám. VI. Figs. 2-7) y que suelen presentar una parte discontinua donde se reconoce un ligero surco, relativamente ancho (Lám. VI. Figs. 2-4, 7) que correspondería a la marca dejada por la zona caudal donde se ubica la espina. El fondo de la depresión es ligeramente cóncavo y su perfil es claramente asimétrico debido a que el sedimento excavado por el organismo se acumula en un extremo, lo que ocasiona que una de las paredes internas de la depresión tenga más pendiente que la correspondiente en el lado opuesto (Lám. VI. Figs. 5-6).

La importancia de este hallazgo radica en que hasta la fecha, no hay descritas huellas semejantes en ningún yacimiento del Mioceno que no sea el de Nueva Zelanda, lo que incrementa enormemente el de por sí, gran valor patrimonial de este afloramiento.

CUADRÍCULA 1		CUADRÍCULA 2	
Punto	Coordenadas (m)	Punto	Coordenadas (m)
1	O: 13,80 N: 3,80	11	E: 14,80 N: 9,50
2	O: 22,20 N: 16,90	12	O: 15,50 N: 14,30
3	O: 24,80 S: 14,60	13	E: 0,30 N: 1,50
4	E: 6,30 S: 9,35	14	E: 0,20 N: 4,0
5	E: 3,70 S: 19,60	15	E: 17,80 N: 16,0
6	E: 3,80 S: 18,80	16	E: 5,0 S: 17,0
7	E: ,60 S: 17,40	17	E: 10,60 S: 9,40
8	E: ,70 S: 17,20	18	E: 16,80 S: 14,80
9	E: 4,0 N: 10,50	19	E: 0,30 S: 8,20
10	E: 5,60 N: 4,60	20	O: 0,40 S: 10,70
52	O: 9,70 S: 19,90	61	O: 6,60 S: 18,0
53	O: 10,30 S: 16,70	62	O: 10,20 S: 16,20
54	O: 18,40 S: 16,0	63	O: 9,0 S: 14,0
55	O: 29,30 S: 13,70	70	E: 3,0 S: 18,0
56	O: 29,0 S: 21,20	71	E: 14,0 N: 5,20
57	E: 22,0 S: 11,70	72	E: 6,20 N: 6,40
58	E: 15,80	73	E: 18,9 N: 8,6
59	E: 20,80 S: 22,80		
60	E: 9,10 N: 13,30		

Tabla II. Localización de los fósiles según coordenadas X-Y, expresadas en metros respecto a los ejes de referencia N-S y E-O para las cuadrículas 1 y 2.

**CUADRÍCULA 3**

Punto	Coordenadas (m)	Punto	Coordenadas (m)
21	O: 2,0 S: 18,10	37	O: 25,0 S: 3,60
22	O: 5,70 N: 11,80	38	O: 17,25 S: 6,30
23	O: 5,60 N: 9,70	39	O: 22,90 S: 4,20
24	O: 4,70 N: 1,30	40	E: 14,30 S: 14,90
25	O: 12,60 N: 7,0	41	E: 1,80 S: 14,10
26	O: 14,50 N: 6,90	42	E: 0,60 S: 17,10
27	O: 13,30 S: 22,40	43	E: 0,40 S: 19,0
28	O: 14,60 S: 22,30	44	E: 2,90 S: 19,0
29	O: 18,20 S: 22,40	45	E: 1,20 N: 4,20
30	O: 19,40 S: 22,30	64	O: 0,0 S: 15,60
31	O: 3,90 S: 10,10	65	O: 14,50 S: 18,20
32	O: 20,20 S: 14,0	66	O: 15,80 S: 21,10
33	O: 12,10 S: 10,0	67	O: 20,8 S: 18,80
34	O: 14,30 S: 7,40	68	O: 23,90 S: 8,70
35	O: 20,10 S: 7,40	69	O: 13,50 S: 15,20
36	O: 20,70 S: 5,0		

**CUADRÍCULA 4**

Punto	Coordenadas (m)	Punto	Coordenadas (m)
46	E: 1,20 N: 18,0	49	E: 13,20 N: 26,90
47	E: 10,70 N: 26,80	50	E: 15,50 N: 24,7
48	E: 16,80 N: 24,6	51	O: 6,20 S: 16,10

Tabla III. Localización de los fósiles según coordenadas X-Y, expresadas en metros respecto a los ejes de referencia N-S y E-O para las cuadrículas 3 y 4

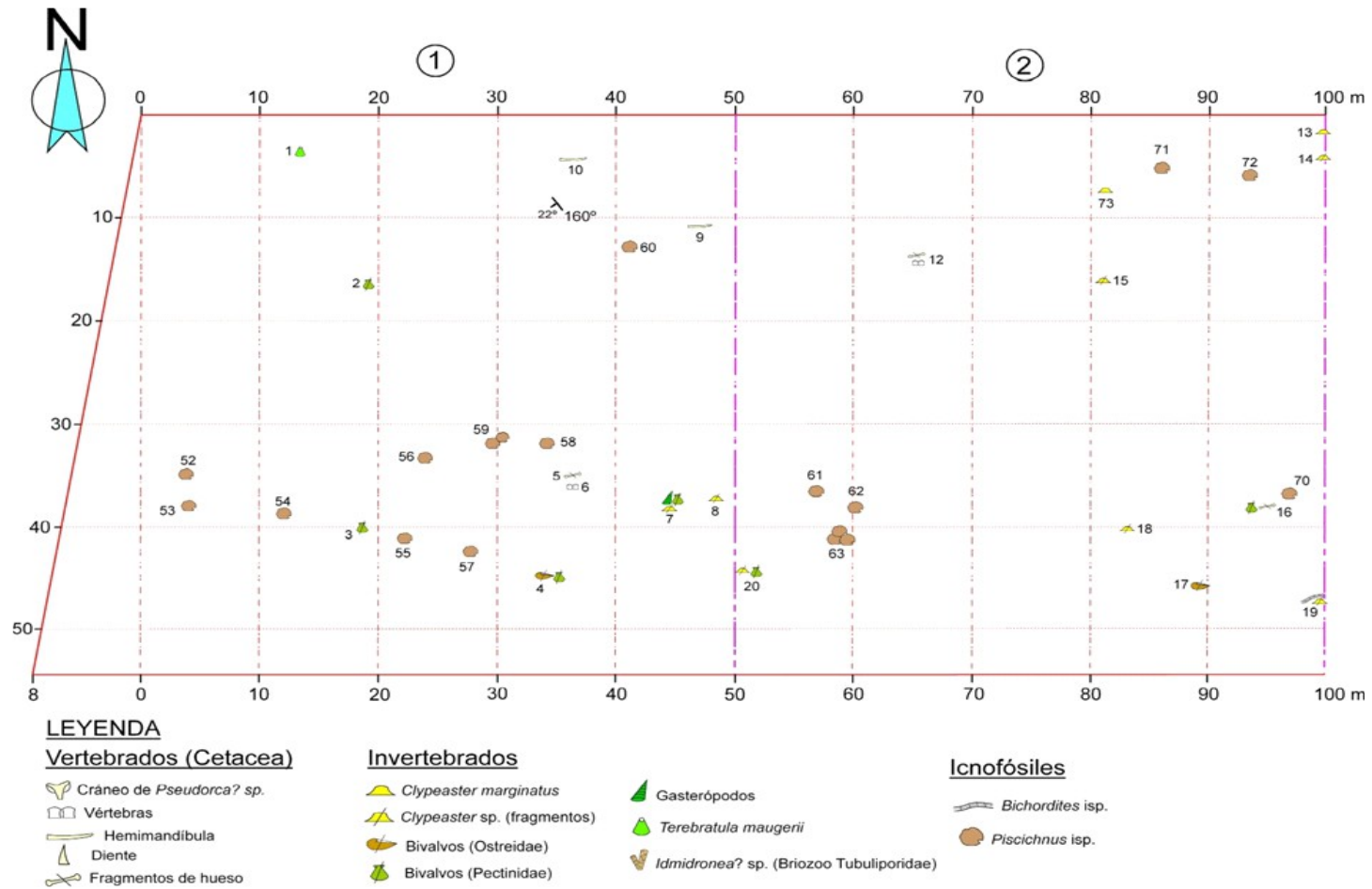


Figura 3. Ubicación de los diferentes tipos de fósiles e iconofósiles que afloran en la superficie de las cuadrículas 1 y 2.

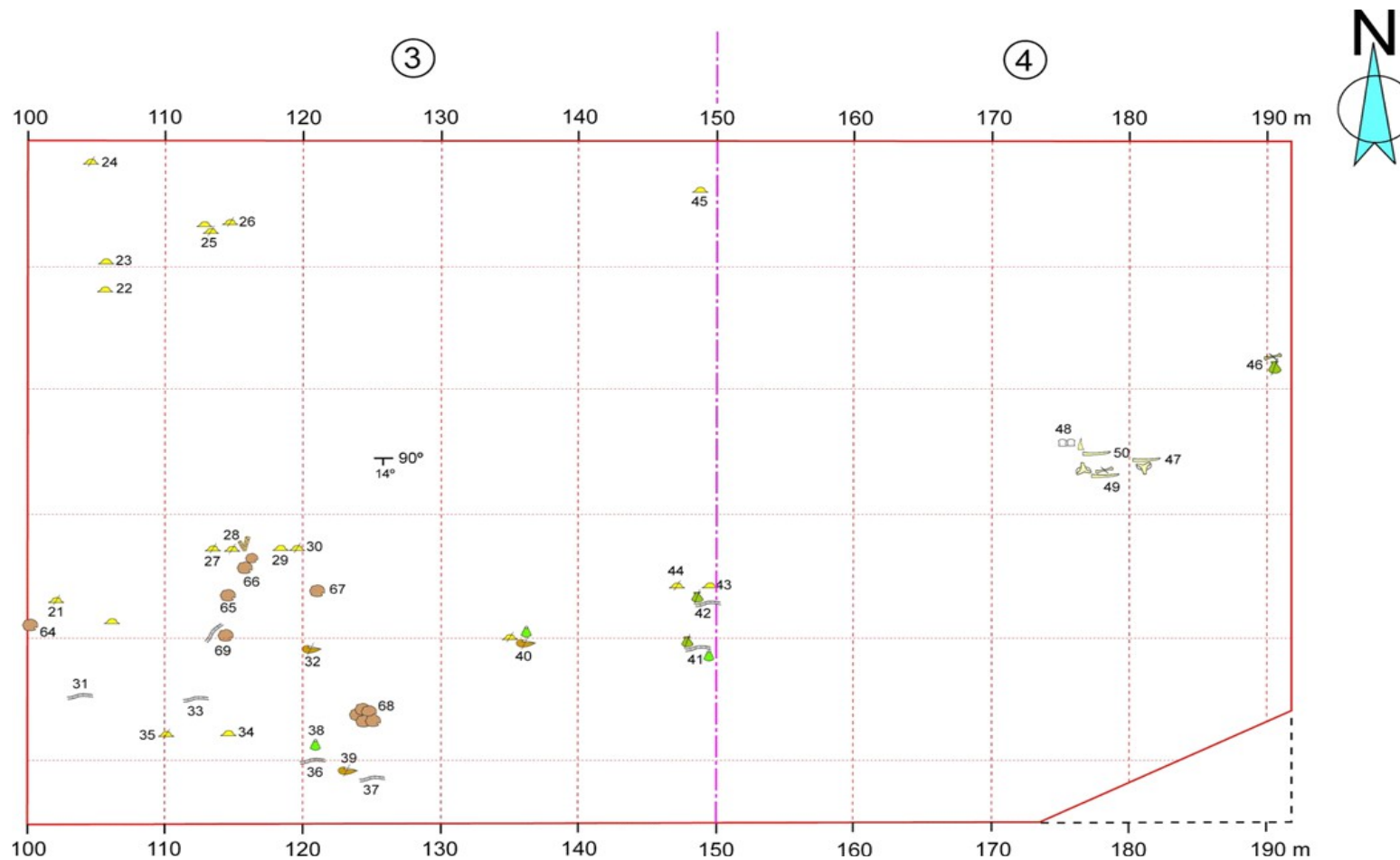


Figura 4. Ubicación de los diferentes tipos de fósiles e icnofósiles que afloran en la superficie de las cuadrículas 3 y 4

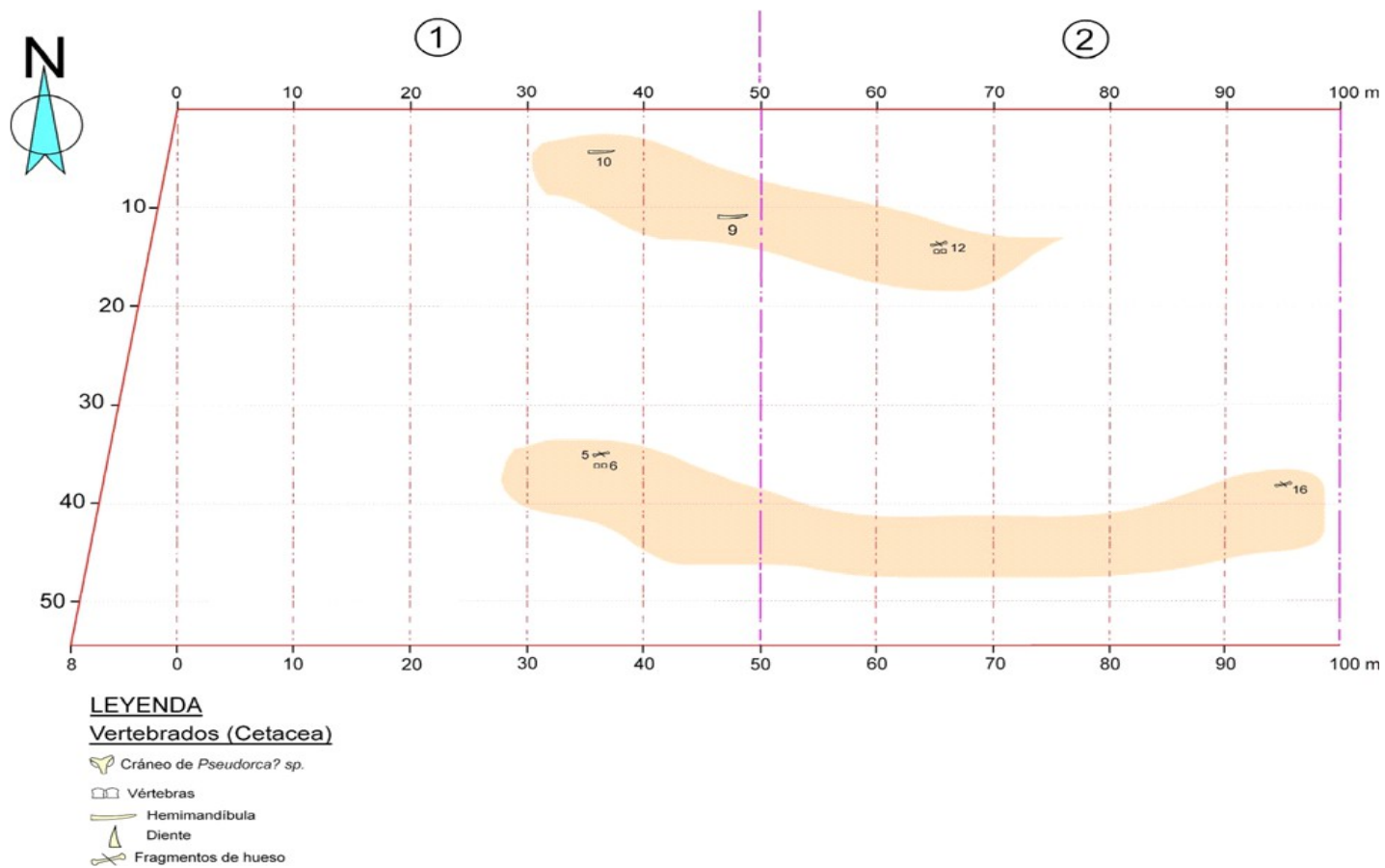


Figura 5. Ubicación de los restos de vertebrados que afloran en la superficie de las cuadrículas 1 y 2.

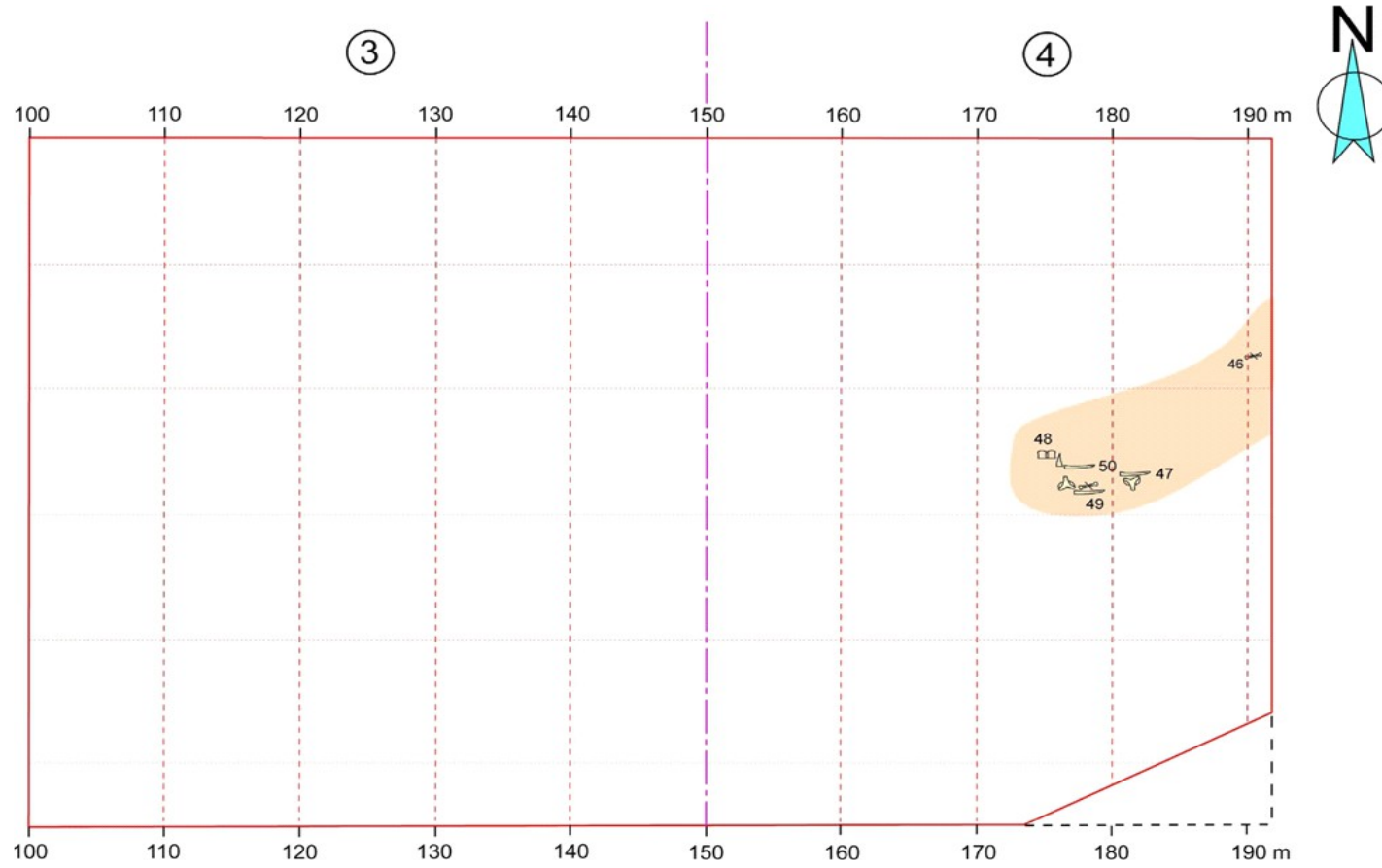


Figura 6. Ubicación de los restos de vertebrados que afloran en la superficie de las cuadrículas 3 y 4.

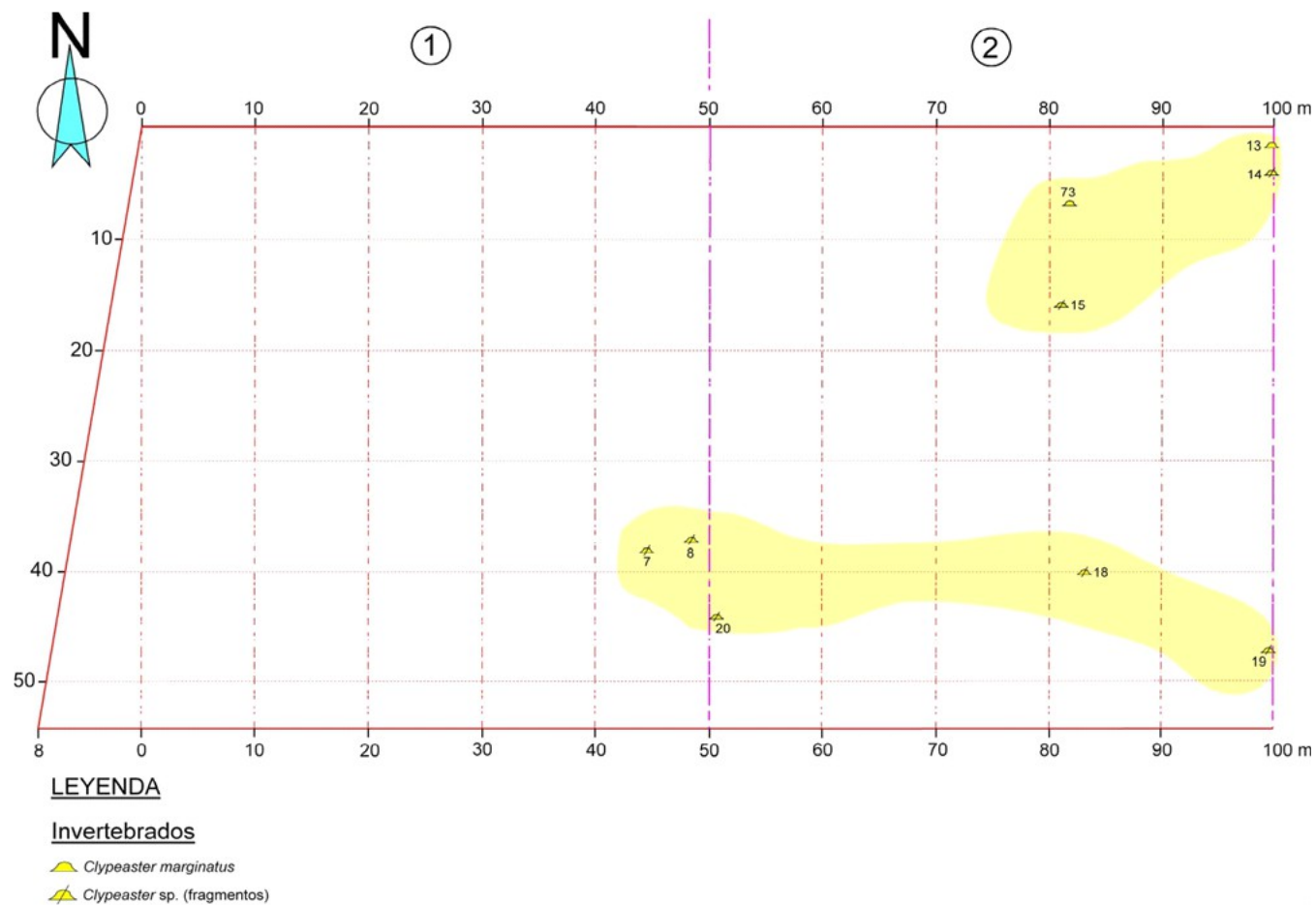


Figura 7. Ubicación de los restos de Equinodermos equinoideos (*Clypeaster*) que afloran en la superficie de las cuadrículas 1 y 2.

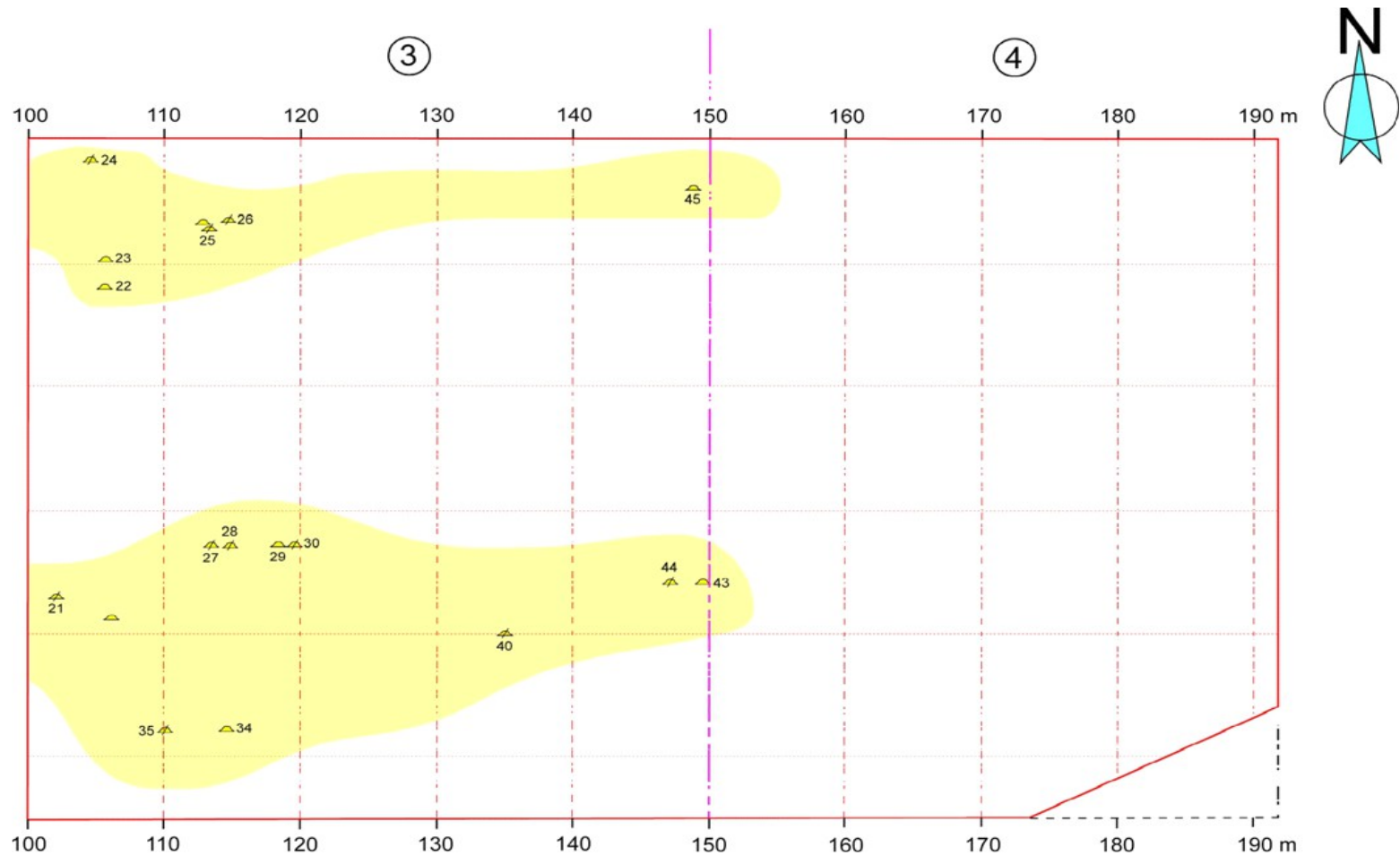


Figura 8. Ubicación de los restos de Equinodermos equinoideos (Clypeaster) que afloran en la superficie de las cuadrículas 3 y 4

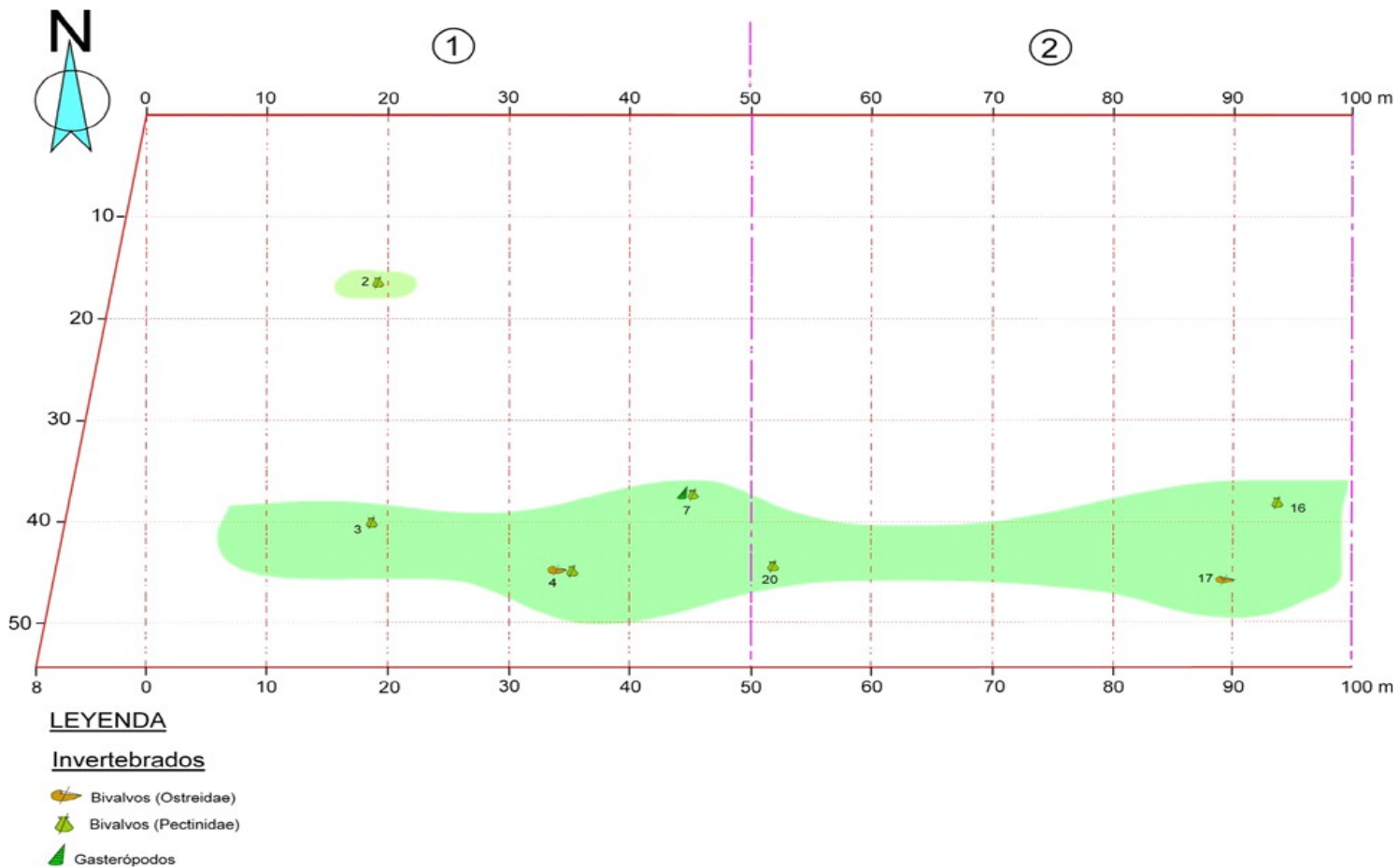


Figura 9. Ubicación de los restos de Moluscos (Bivalvos y Gasterópodos) que afloran en la superficie de las cuadrículas 1 y 2.

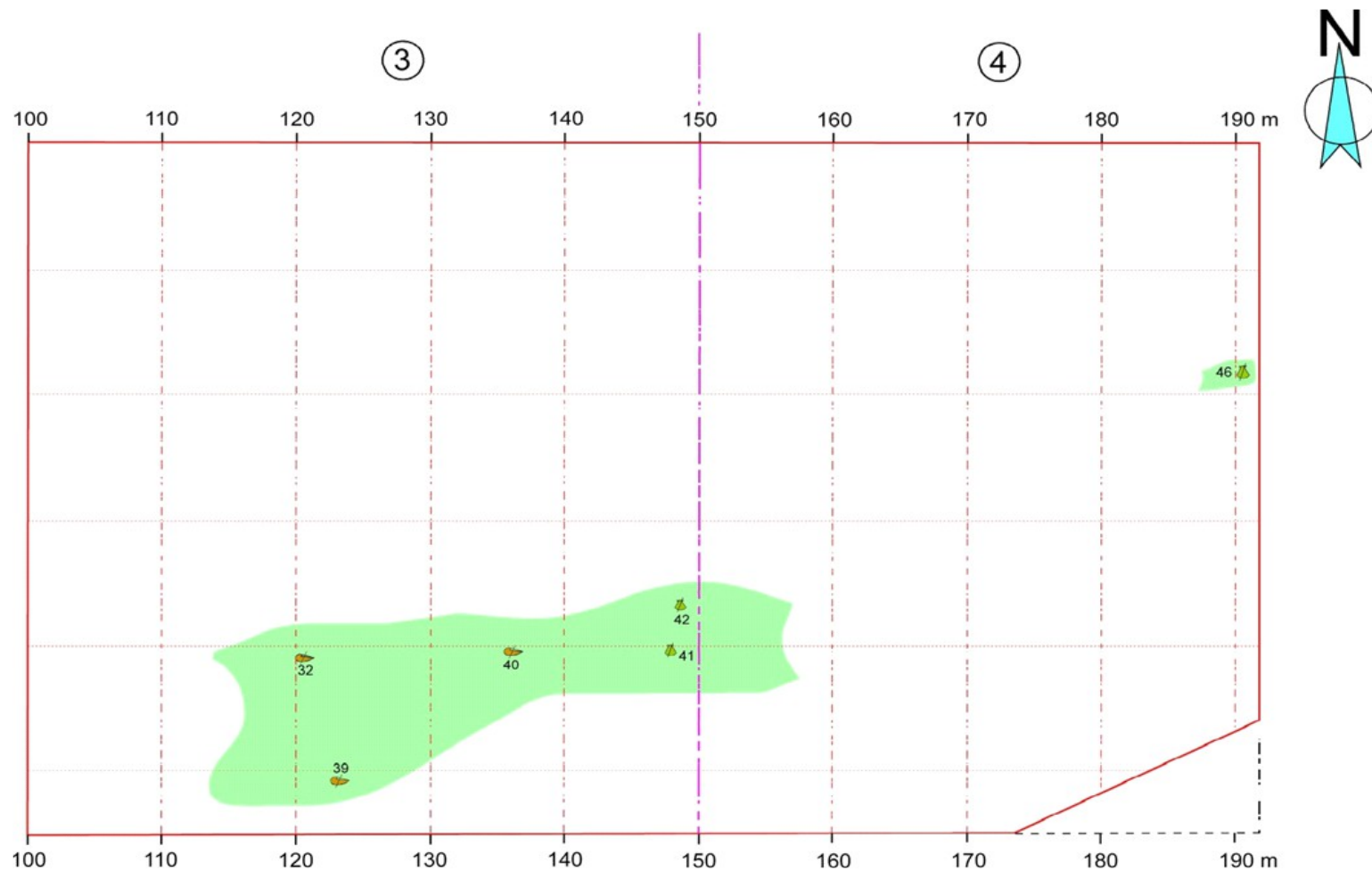


Figura 10. Ubicación de los restos de Moluscos (Bivalvos y Gasterópodos) que afloran en la superficie de las cuadrículas 3 y 4.

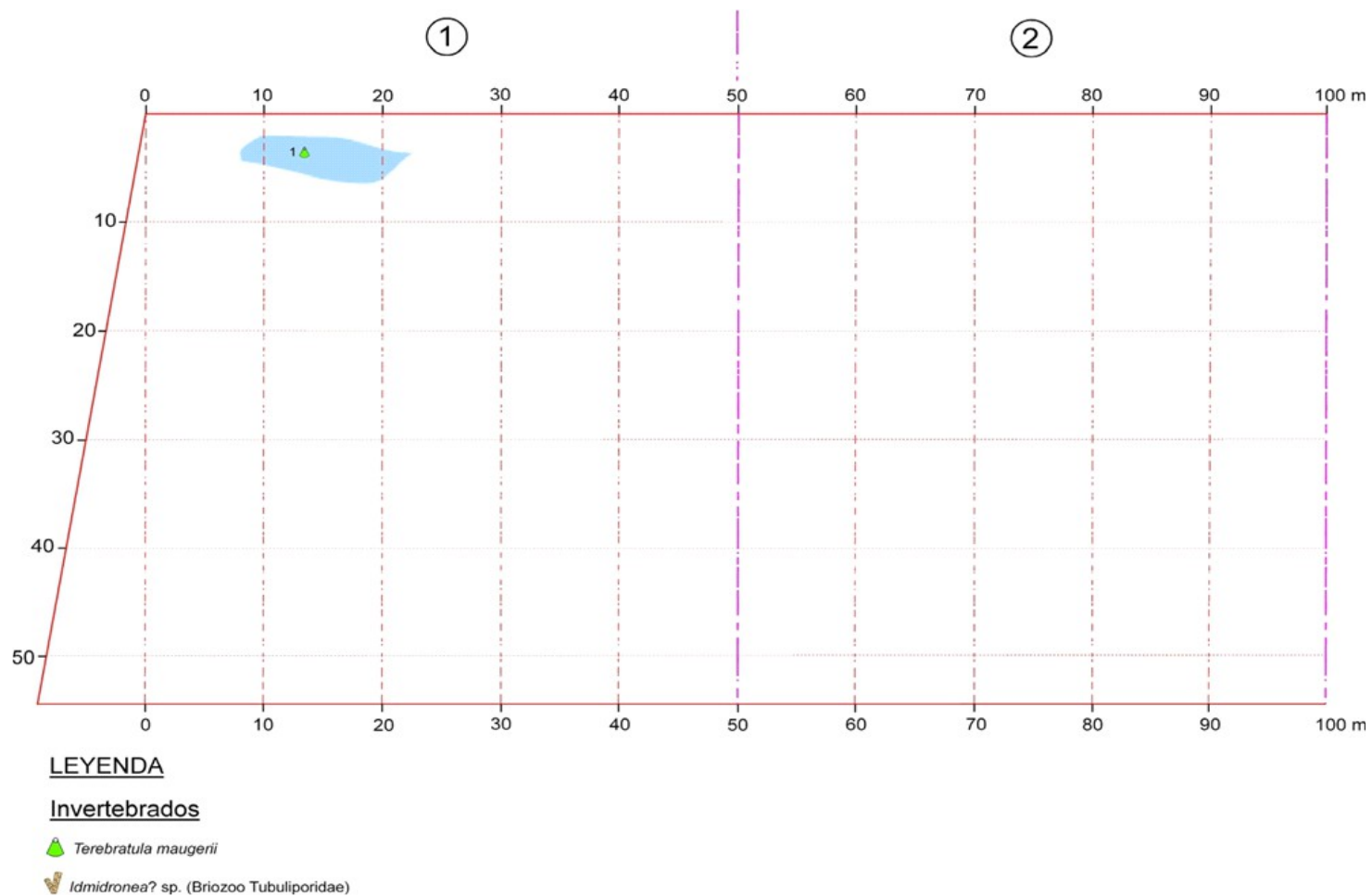


Figura 11. Ubicación de los restos de organismos Lofoforados (Braquiópodos) que afloran en la superficie de las cuadrículas 1 y 2.

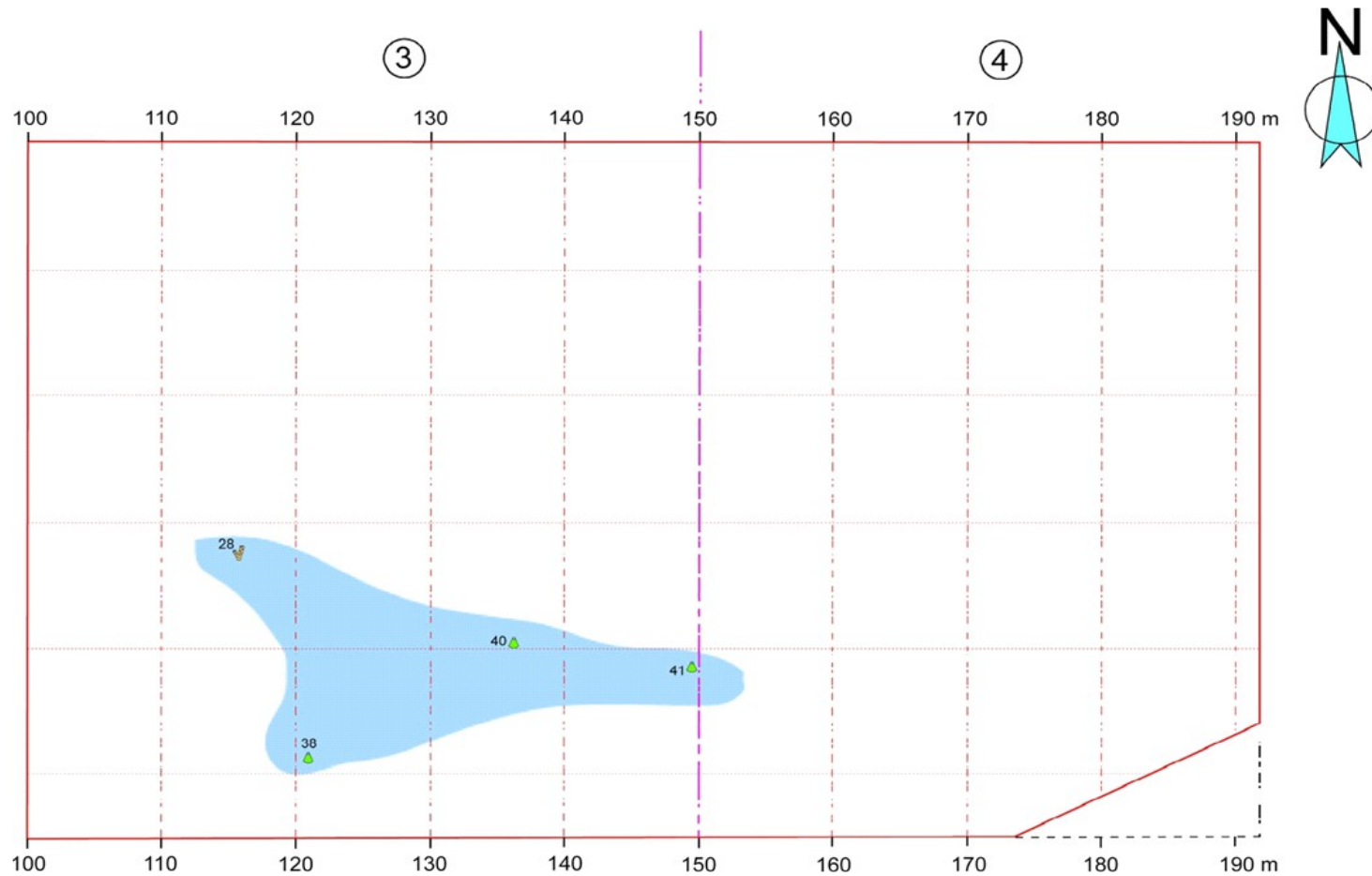


Figura 12. Ubicación de los restos de organismos Loforados (Braquiópodos y Briozoos) que afloran en la superficie de las cuadrículas 3 y 4.

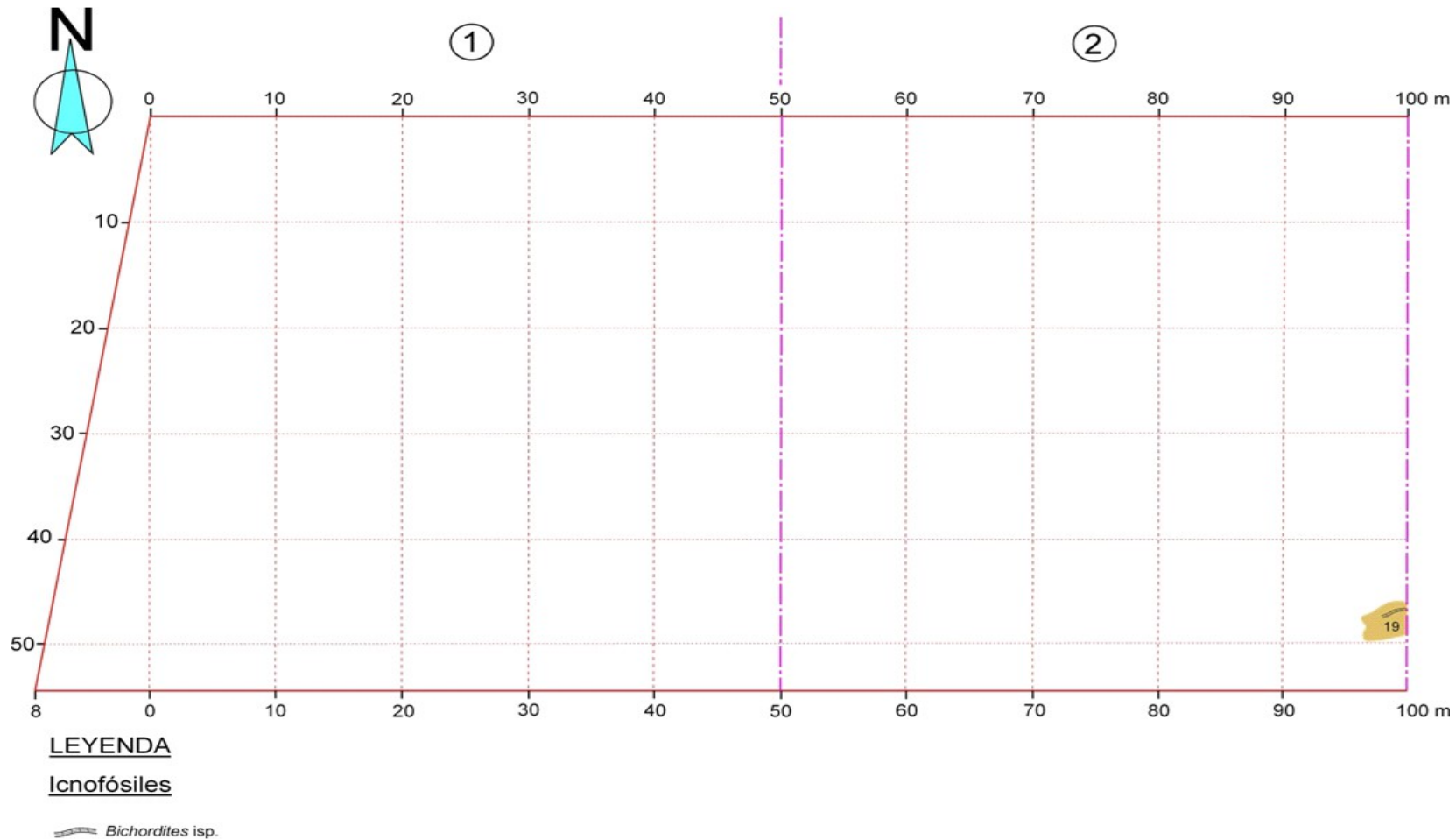


Figura 13. Iconofósiles. Ubicación de *Bichordites isp.* en la superficie de las cuadrículas 1 y 2.

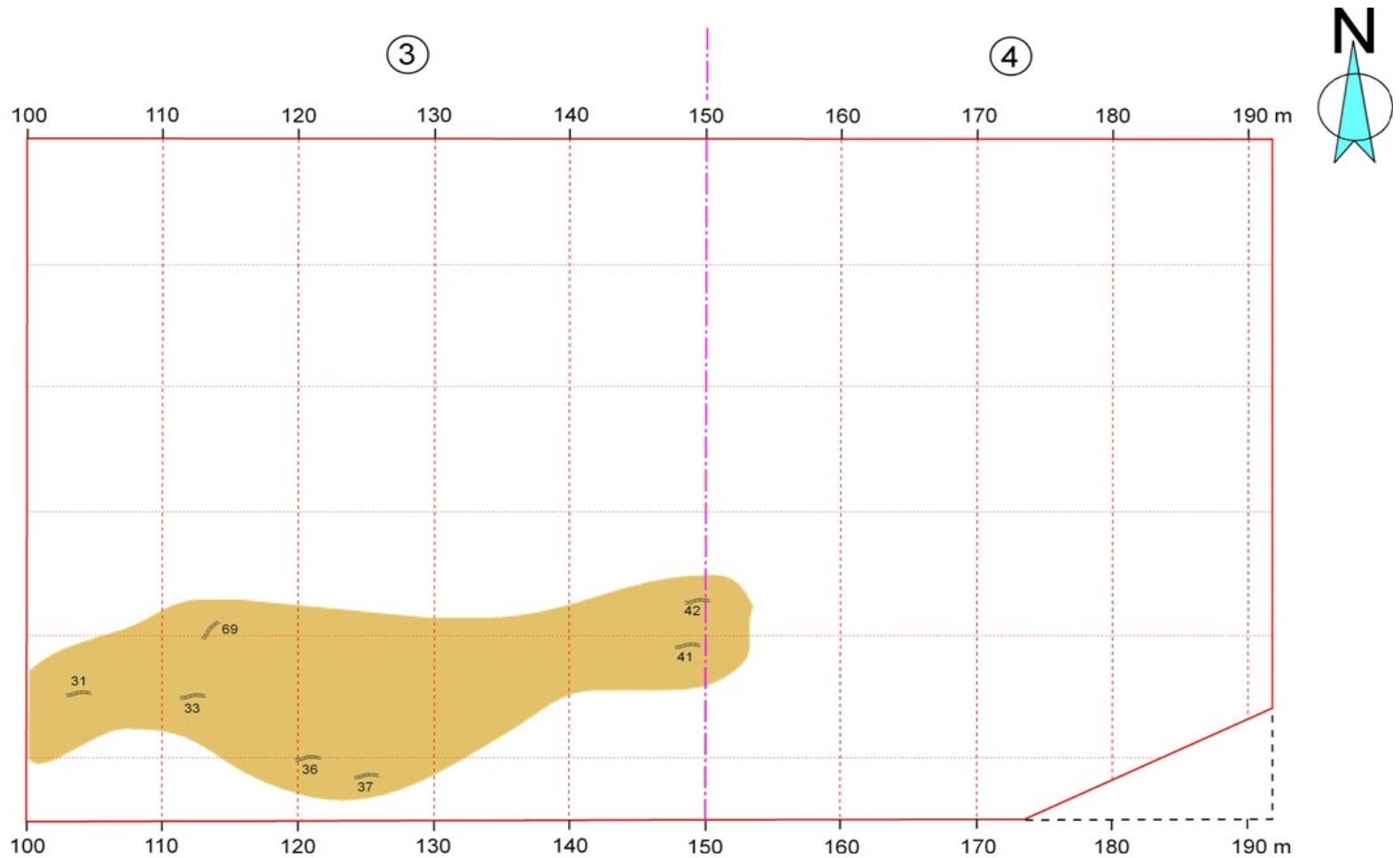


Figura 14. Icnofósiles. Ubicación de Bichordites isp. en la superficie de las cuadrículas 3 y 4.

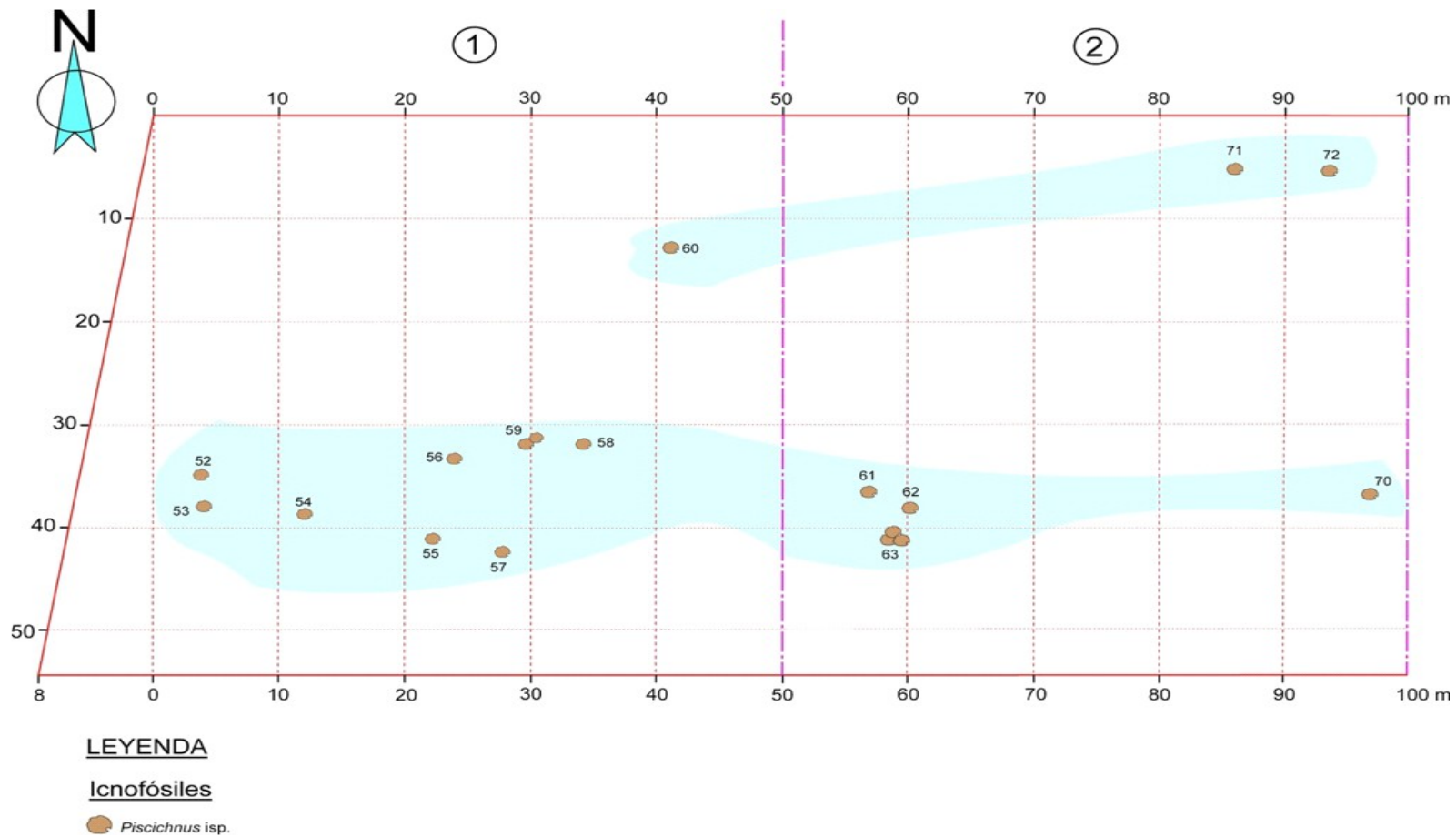


Figura 15. Iconofósiles. Ubicación de *Piscichnus* isp. en la superficie de las cuadrículas 1 y 2.

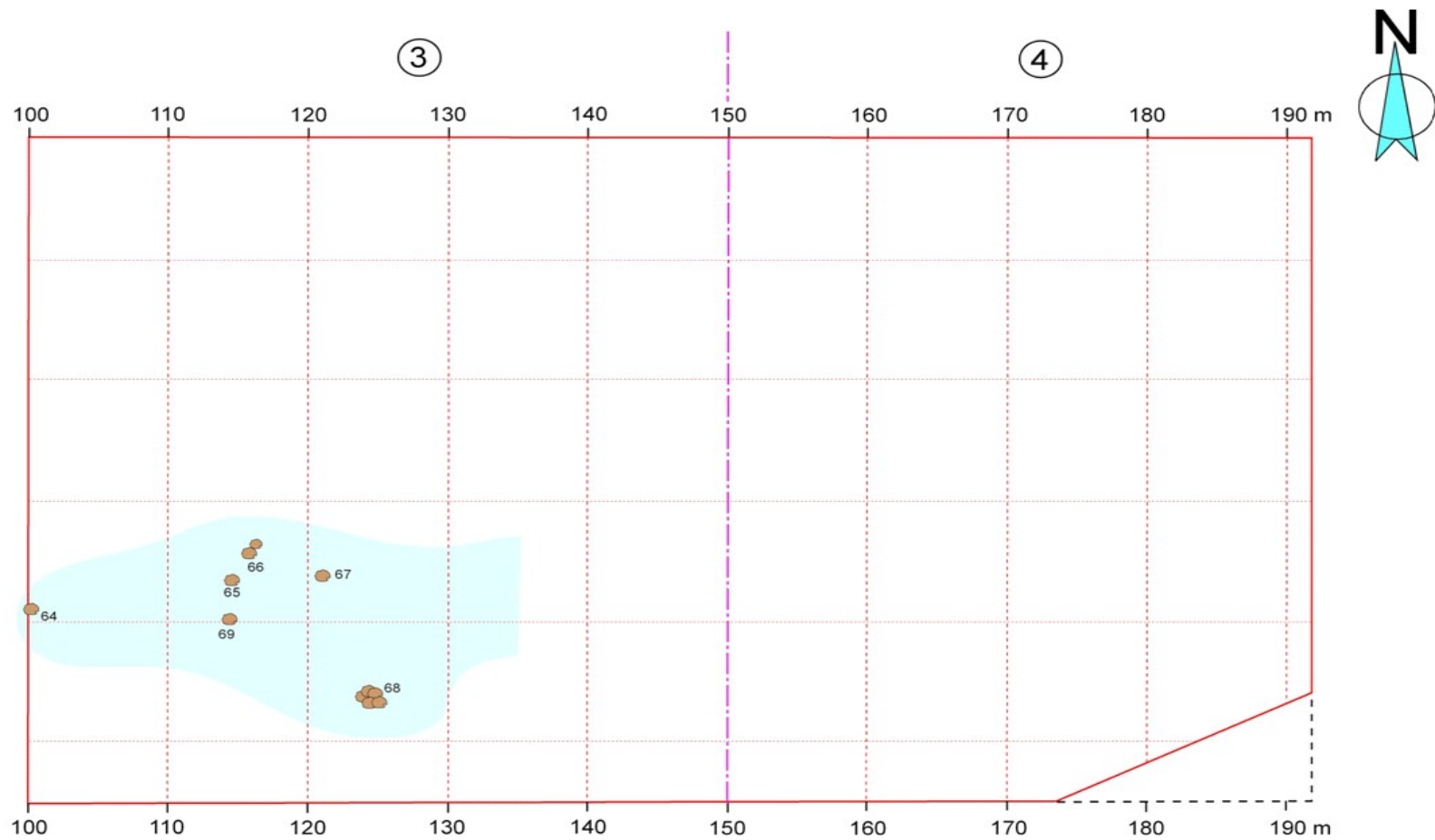


Figura 16. Icnofósiles. Ubicación de *Piscichnus* isp. en la superficie de las cuadrículas 3 y 4.

#### 4. ESTUDIO GEOLÓGICO

El yacimiento se encuentra ubicado en el borde Noroccidental de la Cuenca del Guadalquivir en su zona de contacto con el Macizo Ibérico, formado por rocas paleozoicas, que presenta una dirección SO-NE.

Los sedimentos que se originaron en esta zona se conocen como materiales Autóctonos, que son aquéllos que se depositaron *in situ*, formados en la propia cuenca de sedimentación y que corresponden en su mayoría al desmantelamiento de los relieves paleozoicos del Macizo Ibérico.

Concretamente, el yacimiento forma parte de una estrecha banda, que desde la provincia de Jaén se extiende a lo largo de Córdoba y Sevilla hasta las inmediaciones de Huelva. Esta banda la constituyen Formaciones detrítico carbonatadas, de edad Mioceno superior (Tortonense), que suelen comenzar con niveles conglomeráticos discontinuos, de escaso espesor (no más de 2 m), con numerosos clastos de rocas paleozoicas procedentes del zócalo próximo y que se disponen de forma erosiva y discordante sobre éste. Hacia techo dentro de estas formaciones (que reciben nombres locales diversos, Fm. Niebla, Calizas conglomeráticas y Arenas, Fm. Bembezar, etc. Mayoral, 1989), aparecen niveles de potencias también reducidas (no más de 10 m) de arenas fosilíferas (fundamentalmente Bivalvos), con señales de bioturbación y presencia de horizontes glauconíticos que pasan gradualmente a limos y margas arcillosas. Las variaciones laterales de facies son muy frecuentes dentro de estas formaciones.

En el caso del afloramiento de Los Nublos esta Formación detrítico-carbonatada se dispone de forma discordante y erosiva sobre las calizas y dolomías del Cámbrico inferior que forman al Norte la sierra de Las Atalayas (Fig. 17).

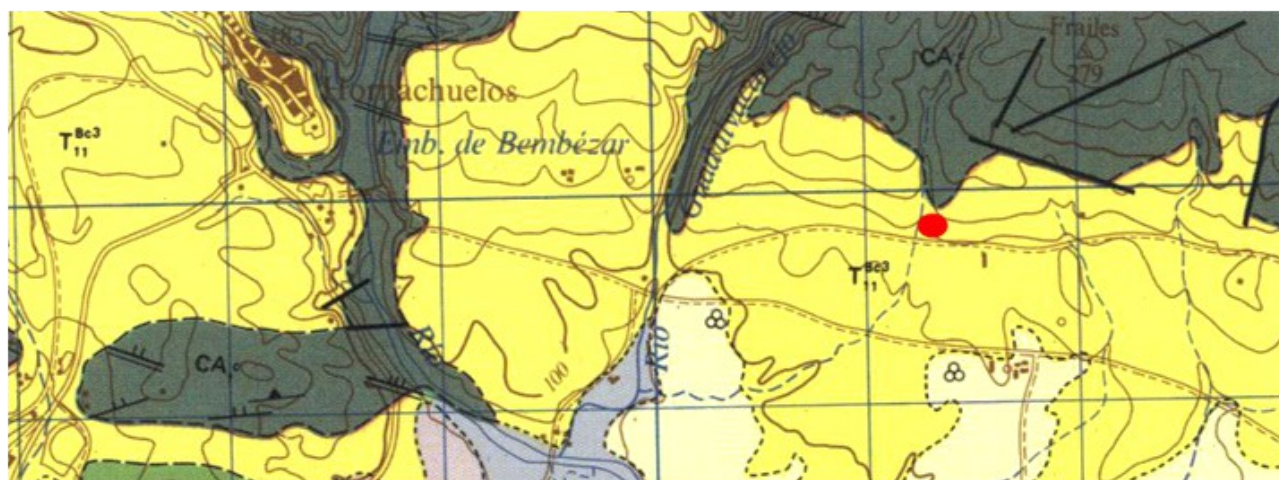


Figura 17. Mapa geológico del entorno del yacimiento (punto rojo). Tomado del IGME (1975).

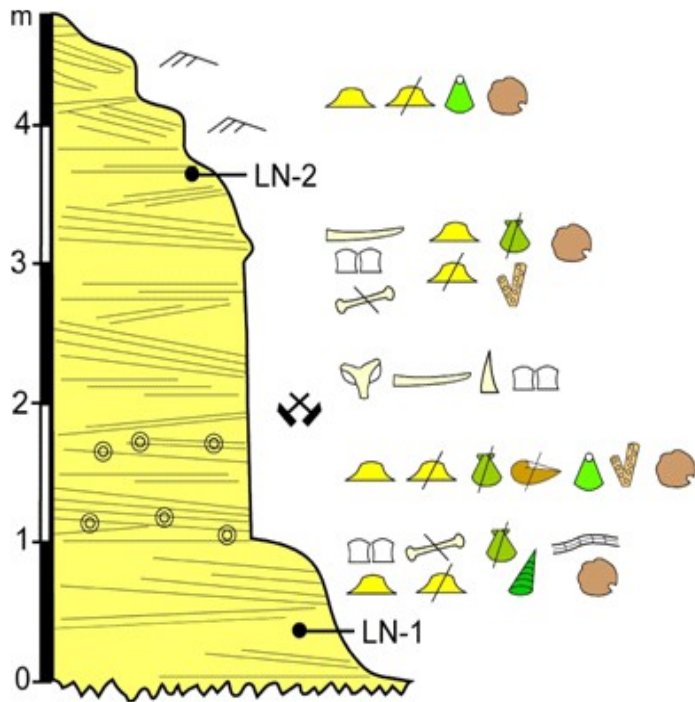
Según datos de la Hoja 942 E: 1: 50.000 Palma del Río, editada por el IGME (1975), los materiales que afloran aquí corresponderían al tramo inferior calcáreo de edad Tortonense superior. En el sector de Hornachuelos la serie está constituida por 18 m de calizas y calizas arenosas, que presentan en el muro un conglomerado, de 1 a 2 m de potencia, de matriz calcárea con cantos heterométricos procedentes del Cámbrico subyacente.

Texturalmente han sido clasificadas como intrabiomicritas con fauna de *Lithotammium* y *Textuláridos*.

En el desarrollo de esta Carta y durante las labores de muestreo se puso al descubierto la presencia de una antigua cantera, posiblemente romana (Fig. 18) que ha permitido levantar una pequeña columna estratigráfica detallada (Fig. 19) y que ha servido de complemento a las observaciones realizadas en superficie.



Figura 18. Vista general de la pequeña cantera puesta al descubierto en el desarrollo de esta investigación. Escala de la barra: 2 m.



**Leyenda**

-  Calizas arenosas con laminación paralela
-  Calizas arenosas con laminación inclinada
-  Megaripples
-  Rodolitos
-  Cantera abandonada

Figura 19. Columna estratigráfica correspondiente al afloramiento de Los Nublos y localización de las muestras obtenidas. La leyenda de los fósiles e icnofósiles es la misma que la empleada en la Figura 3.

De muro hacia techo, el análisis de *visu* ha permitido identificar los siguientes tramos:

- 1 m de calizas arenosas bioclásticas de grano grueso, con intraclastos carbonatados y areniscosos, ferruginosos y subangulosos. En el muro presenta un aspecto masivo con laminaciones inclinadas muy suaves que hacia techo se vuelven más patentes con muchos fragmentos de bivalvos y presencia de caparazones parcialmente erosionados de *Clypeaster* y algunos gasterópodos, junto con rodolitos (Figura 20) de escala inferior a 1 cm.



Figura 20. Secciones transversales de construcciones laminares, más o menos concéntricas, correspondientes a rodolitos.

Puntualmente aparecen restos de vértebras de cetáceos y/o fragmentos de huesos largos (costillas). En el techo de este tramo se concentran varias pistas fósiles relacionadas con la actividad excavadora de equinoideos espatangoides (*Bichordites* isp) y numerosas huellas de descanso/alimentación producidas por rayas (*Piscichnus* isp.).

- 2 m de calizas arenosas bioclásticas que afloran perfectamente en el frente de la antigua cantera. Presentan laminaciones cruzadas en ambos sentidos y con un bajo grado de inclinación, tanto a muro como hacia techo del paquete, siendo de aspecto masivo en el resto. Los intraclastos ferruginosos son muy abundantes en el techo, siendo subangulosos a angulosos. En el tramo inferior (y también en el superior) son frecuentes los restos de *Clypeaster*, así como de bivalvos. Esporádicamente se han hallado braquiópodos pertenecientes a *Terebrátula maugeri* y briozoos tubulipóridos posiblemente relacionados con el género *Idmidronea*. Hacia la mitad superior de este paquete se encuentran numerosos restos de vertebrados pertenecientes a cetáceos delphinidos, entre los que destacan dos cráneos, varias hemimandíbulas, vértebras en conexión, y un diente. También en este tramo se localizan varias huellas de *Piscichnus* isp.

- 1,90 m de calizas arenosas intrabioclásticas, de gramo más grueso que en los tramos infrayacentes, con fuertes ondulaciones de la superficie debido al desarrollo de formas de fondo relacionadas con la existencia de megaripples de mediana a gran escala. Son frecuentes los restos de *Clypeaster*, así como de algunos braquiópodos (*T. maugeri*) y evidencias de alimentación de rayas (*Piscichnus* isp.).

#### 4.1. ANÁLISIS DE MICROFACIES

Para completar las observaciones realizadas directamente en el campo se tomaron dos muestras a muro (LN-1) y techo (LN-2) de las capas que aforan al objeto de establecer sus características microfaciales concernientes a la textura y contenido micropaleontológico de las mismas. Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Muestra LN-1: Recogida a 0,40 m del muro.

Texturalmente corresponde a un packstone donde los esqueletos grano-soportados se encuentran en una matriz micrítica, que en ocasiones tiende a ser también microesparítica. Los intraclastos, subangulosos a subredondeados, son abundantes, formados por areniscas cuarzo-feldespáticas, calizas micríticas recristalizadas, dolomías cristalinas, pizarras muy alteradas y micasquistos, provenientes de la cercana área fuente formada por materiales del Cámbrico.

Entre los fósiles son frecuentes los foraminíferos planctónicos globigerínidos y secciones de moluscos (bivalvos y algún gasterópodo), braquiópodos, briozoos, placas y radiolas de erizos y en menor proporción fragmentos de algas melobesinas (*Lithothamnium*) y ostrácodos. (Lám. VII. Figs. 1-4).

Muestra LN-2: Recogida a 3,60 m del muro.

Corresponde a un packstone donde la proporción del barro micrítico es mucho menor, llegando en ocasiones a presentar características intermedias con un grainstone. En relación a los intraclastos, los componentes son prácticamente los mismos, si bien su tamaño general es algo mayor (Lám. VIII. Fig.3)

En cuanto al contenido micropaleontológico, las diferencias más notables radican en un mayor porcentaje de los foraminíferos bentónicos, tanto de los textulariáceos como de los rotaliáceos (*Amphistegina*, *Heterostegina*) (Lám. VIII. Fig. 1-3), una disminución importante en la aparición de los planctónicos, una mayor presencia de briozoos y de algas melobesinas, entre las que destaca la presencia de *Lithothamnium* (Lám. VIII. Figs. 1-2, 4).

El resto de los constituyentes, fragmentos de equinoideos y secciones de bivalvos y gasterópodos se mantienen prácticamente iguales.

#### 4.2. ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS Y PALEOECOLÓGICOS

La interpretación de las estructuras sedimentarias como son las laminaciones paralelas, horizontales o inclinadas de bajo ángulo en sentidos opuestos y la presencia de megaripples constituyendo formas onduladas de fondo, de mediana a gran escala, (el grado de erosión de la superficie que aflora es relativamente elevado, lo que ha eliminado la presencia de ripples de pequeña escala) abogan por la existencia de un medio litoral, de alta energía, cuya parte más profunda correspondería a una zona sublitoral somera (< 5 m) representada en la parte baja de la columna estratigráfica (parte baja del afloramiento) siendo los niveles estratigráfica y topográficamente más altos, los más someros, correspondiendo a una zona de playa bajo un régimen intermareal.

Por otra parte, los materiales presentes están poco elaborados, ya que presentan un bajo grado de redondeamiento a pesar de estar confinados en un medio de alta energía. Esto implica poco transporte, y apoya la hipótesis de la existencia de una facies costera que se encontraría muy próxima al área fuente.

Además, este contexto ambiental es congruente con los diferentes tipos de fósiles encontrados. Así, *Clypeaster* es un erizo que vive semienterrado en zonas litorales, de aguas someras, y cálidas (tropicales) en fondos arenosos de poca profundidad (Fig. 21), que se alimenta de la materia orgánica presente en los sedimentos.

El alto grado bioclástico de estas rocas y su elevada cantidad en fragmentos de conchas (especialmente de bivalvos y equinoideos) pudo hacer posible la existencia, aunque

minoritaria, de organismos capaces de vivir de forma sedentaria, ya sea descansando sobre el fondo, como es el caso de los pectínidos *Macrochlamys* o *Pecten* (Fig. 22), o fijos a éste sobre desechos y conchas, ya sea cementándose como el bivalvo *Crassostrea* (Fig. 23), o a través de un pedúnculo como en el braquiópodo *Terebratula* (Fig. 24).

En el caso de los briozoos identificados, *Idmidronea* podría incluso haberse fijado sobre hidroides y algas (Fig. 25). No obstante, algunos de ellos, como *Crassostrea* podrían haberse adaptado a vivir en fondos arenosos y lodosos.

Otro aspecto relevante es la presencia del braquiópodo *T. maugeri*. Éste es un terebratulidino peculiar debido al patrón de plegamiento de su valva ventral, que está fuertemente marcado, lo que según Lee (2008) podría facilitar la separación de corrientes inhalantes y exhalantes. Por otra parte, su concha posee un foramen grande, robusto y marginado que se puede relacionar con un pedúnculo ancho, fuerte y corto, que sería apropiado para la fijación firme a sustratos duros (o restos de conchas). Esto se puede interpretar como una adaptación a ambientes energéticos y/o turbulentos (Simon, 1998), aunque el tamaño del foramen no tiene por qué equivaler a la fuerza de fijación del pedúnculo (Richardson, 1981).

En los niveles que corresponden al medio submareal se encuentran también evidencias de la actividad excavadora de erizos que viven enterrados, excavando en el fondo, como son los espatangoideos (Fig. 26). Estos organismos son los responsables de la producción de las madrigueras identificadas como Bichordites y no aparecen en las zonas más someras (partes altas del afloramiento), ya que requieren de una cierta y constante lámina de agua por encima de ellos. El hecho de que estos niveles presenten también una ratio de foraminíferos planctónicos/bentónicos mayor que la que caracteriza los niveles más altos aboga también por que ésta sea una zona algo más profunda que la anterior.

En este contexto han aparecido dos cráneos incompletos de cetáceos delfínidos, probablemente relacionados con una orca bastarda, junto con varias hemimandíbulas e incluso un diente, y que están más o menos en relación con otros restos como vértebras y costillas que en ocasiones guardan cierta conexión anatómica entre ellos. Estos restos aparecen tanto en los niveles de la zona submareal como en los de la zona intermareal, lo que se puede interpretar como un acercamiento de estos cetáceos a la zona de playa donde quedaron varados, de forma análoga a como ocurre hoy en día (Fig. 27).



Figura 21. *Clypeaster* actual, semienterrado en un fondo detrítico grosero. (Foto: <http://www.starfish.ch/collection/seeigel.html>)



Figura 22. Ejemplar vivo de *Pecten* descansando sobre un fondo de gravas conchíferas. (Foto: <http://mareano.no/en/news/>)



Figura 23. Ejemplares vivos de *Crassostrea gigas*. Pacífico. (Foto: <http://www.nobanis.org/MarineIdkey/Bivalvia/CrassostreaGigas.htm>).



Figura 24. Braquiópodos terebratúlidos (*Terebratella sanguine*) fijados al fondo por su pedúnculo. (Foto: <http://www.otago.ac.nz/geology/staff/academic/daphne-lee.html>)



Figura 25. Briozoo *Idmidronea atlantica* (Foto. <http://www.davidluquet.com>).



Figura 26. Erizo *Lovenia elongata* iniciando su excavación. Koh Phangan, Tailandia. (Foto: <http://www.chaloklum-diving.com/marine-life-koh-phangan/sea-cucumbers-urchins-stars-echinodermata/sea-urchins-mice-sand-dollars-echinoidea/sea-mouse-spatangoida/>)



Figura 27. Orcas varadas en la playa de la bahía Golden, Nueva Zelanda. (Foto: <http://www.energiverde.com/noticias/se-salvaron-las-ballenas-varadas-en-nueva-zelanda>).

Las observaciones tafonómicas llevadas a cabo en un primer reconocimiento abogan por un desmembramiento gradual y progresivo que fue desarticulando los restos esqueléticos según la dinámica de las corrientes, que pudo tener una componente predominante de dirección SSE-NNO.

En cuanto al resto de la historia de estos depósitos se puede establecer con seguridad un régimen marino de alta energía, ya que el porcentaje de restos fragmentados es muy elevado y los fósiles que presentan originalmente partes articuladas (como las valvas de los bivalvos y los braquiópodos) están todos ellos desarticulados. Por otra parte, más del 80% de los caparazones de los grandes erizos (*Clypeaster*) se encuentran en su posición natural de vida con la zona ambulacral totalmente erosionada, sin presentar señales de bioerosión, lo que implica que fueron rápidamente enterrados dejando al descubierto dicha zona que es la parte más prominente del caparazón y la más fácilmente erosionable.

Las únicas señales de bioerosión, producidas por la acción perforante de bivalvos, esponjas y sipuncúlidos, se encuentran en algunas valvas (también desarticuladas) de ostreidos y en fragmentos de caparazones de los grandes erizos. Esto indica que estuvieron expuestos en el fondo durante períodos más o menos prolongados y que pudieron sucederse de forma continuada en el tiempo, muy probablemente como resultado de varios episodios de resedimentación y reelaboración.

La presencia de algas coralinas rojas (Melobesinas) que se yuxtaponen formando capas de formas ramificadas o laminares y que dan lugar a los llamados rodolitos, también sería una prueba más de la existencia de un medio somero, de alta energía y de aguas cálidas con abundante carbonato en disolución y rico en nutrientes.

Otra característica notable es la presencia de *Piscichnus* en prácticamente todos los niveles de la columna estratigráfica. Como se dijo en su apartado correspondiente, esta pista se produce como consecuencia de la búsqueda de alimento por parte de peces condriictios del orden

Rajiformes, es decir, por rayas marinas. Estos organismos han dejado su impronta en todos los niveles del afloramiento, que han sido interpretados como una zona intermareal-submareal somera. Una de las razones para que se encuentre un número tan elevado de estas pistas es que estos animales nacen cerca del litoral, y solo a medida que crecen, se van adentrando en aguas más profundas. Además, estas zonas poco profundas son muy ricas en las presas que más gustan como son los crustáceos y los moluscos. Se alimentan avanzando en grupos más o menos numerosos (Fig. 28) casi siempre aprovechando la subida de la marea, y procediendo a descansar en el suelo (a veces enterradas en la arena (Fig. 29), permaneciendo inmóviles a la espera del paso de una posible presa o bien agitando dicho fondo con sus aletas pectorales para desenterrarlas.

Esta acción combinada de descanso y agitación del sustrato (Figs. 30-31) ocasiona una depresión característica que refleja en parte su morfología y el modo en que se instalaron sobre el fondo (Figs. 32-33).

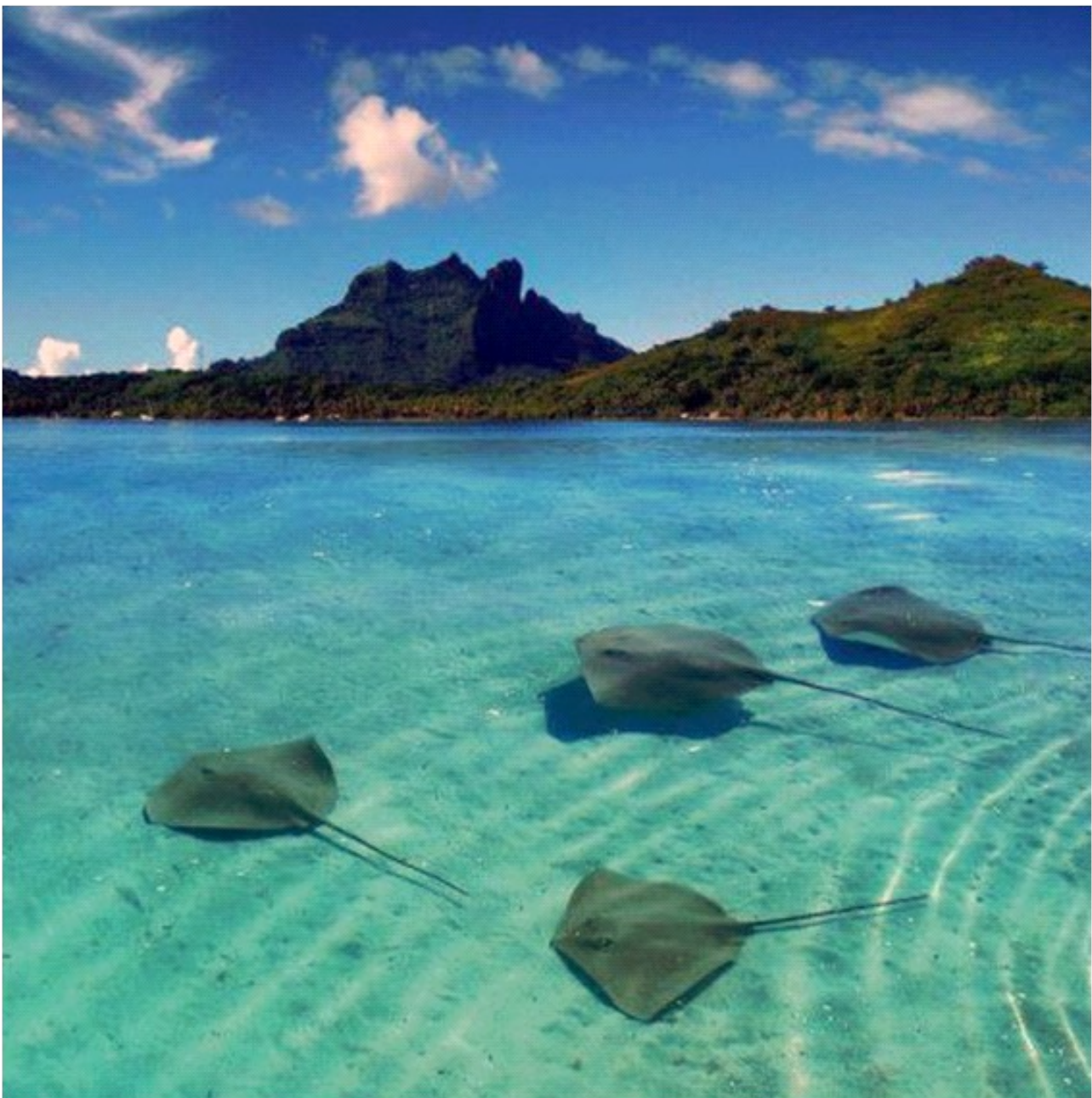


Figura 28. Grupo de rayas adentrándose en la zona intermareal en busca de alimento. (Foto. <http://elapuron.com/multimedia/fotos/11370>).



Figura 29. Raya semienterrada en la arena. Isla de Cozumel (México).



Figura 30. Raya excavando en busca de alimento. Utila, Honduras. (Foto: <https://diveinutila.wordpress.com/category/marine-life-facts/>).

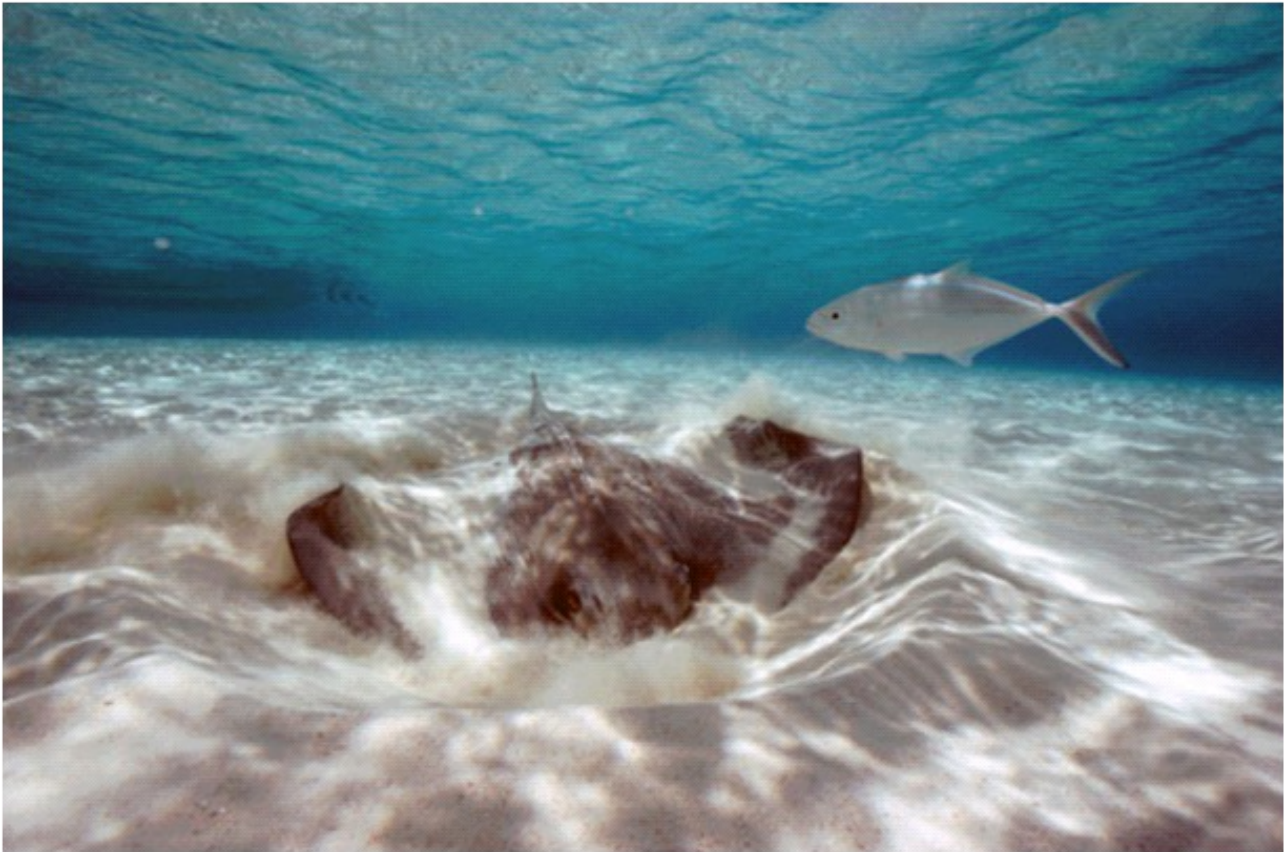


Figura 31. Raya excavando en busca de alimento. Isla de Gran Caimán. (Foto: <http://www.gettyimages.es/detail/foto/grand-cayman-island-a-southern-sting-ray-burrowing-fotograf%C3%ADa-de-stock/57504262>).



Figura. 32. Depresión producida por la excavación de rayas sobre megaripples arenosos producidos en la zona intermareal de Sapelo Islands National Estuarine Research Reserve, Georgia USA. (Foto: <http://www.georgialifetraces.com/tag/taphonomy/>)

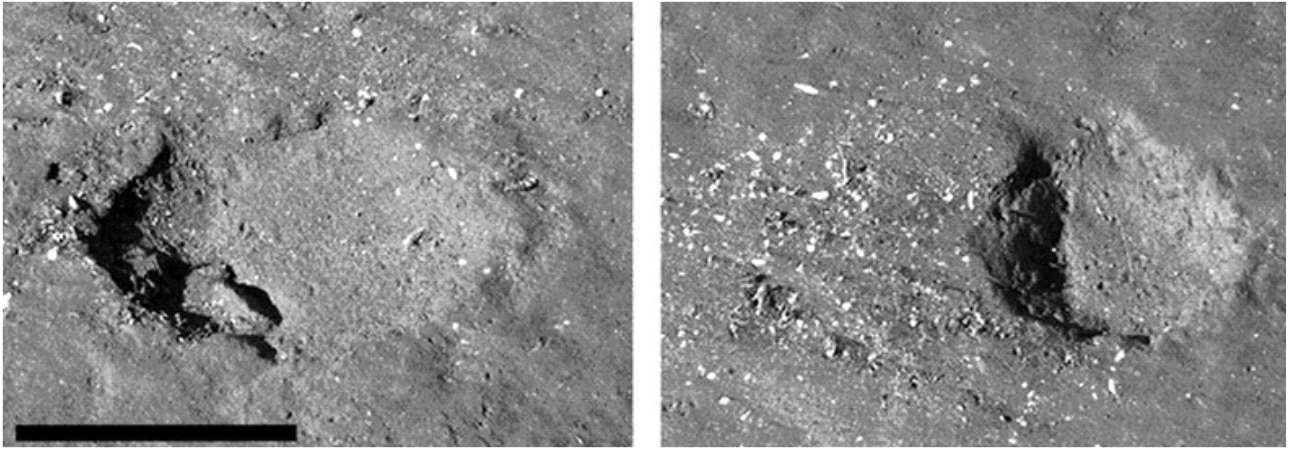


Figura. 33. Depresiones producidas por rayas en la zona intermareal de Estero Morúa México. (Fotos publicadas en Martinell et al. 2001)

## 5. VALORACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Los riesgos de destrucción del afloramiento responde a dos tipos de agentes:

1. Agentes abióticos. Las condiciones ambientales del yacimiento perjudica a muy largo plazo a los fósiles de este afloramiento. Las lluvias, las escorrentías, los cambios drásticos de temperaturas contribuyen a la formación de clastos por disolución de la piedra, pero la evidencia es que este material geológico es muy resistente. Sólo aquellos fósiles más expuestos como las hemimandíbulas de los cetáceos requieren una consolidación para que no haya una fragmentación más acelerada. En la actualidad, los conservadores están aplicando nuevas técnicas de consolidación que se podrían aplicar.

2. Agentes bióticos. La vegetación es el factor más perjudicial en este caso por dos razones, la acción química del enraizamiento de árboles, arbustos y herbáceas que disuelven la piedra, y la cobertura que crea que impide la visión de los fósiles.

El otro agente biótico importante es el humano. El expolio o el abandono de este afloramiento acabaría con el mismo. En cuanto al expolio, la dureza del material pétreo impide el expolio rápido de los fósiles, pero si no hay una vigilancia diaria, que bien podría hacerla la guardería de la Consejería de Medio Ambiente (Parque de Hornachuelos), y que parece la viene ya realizando, es posible que con la maquinaria adecuada se expoliase el lugar.

Las medidas de protección por tanto, deben de ser en primer lugar, físicas y en segundo lugar, de vigilancia. En relación a la primera medida, el afloramiento se encuentra actualmente vallado, si bien éste no impide su acceso, ya que la valla se puede abrir sin problemas; sería necesario un cercado más eficaz con un sistema de cierre seguro mediante una llave o candado que estuviera en poder del órgano administrativo correspondiente.

Las acciones a desarrollar en el interior del perímetro serían por un lado, el de la limpieza y consolidación de todos aquellos restos que así lo precisen, básicamente los restos óseos, que son los más delicados frente a la meteorización.

El otro aspecto relacionado con la limpieza sería el de la eliminación de todas las herbáceas que no estén protegidas, así como la retirada de todos cantos y bloques de piedra que se encuentra diseminados por el afloramiento y que en ocasiones pueden alterar o enmascarar la presencia de determinados tipos de fósiles y sobre todo, de los icnofósiles como son las depresiones de *Piscichnus*.

## 6. REFERENCIAS

- Cook, D. O., 1973. Depressions in shallow marine sediment made by fish. *Journal of Sedimentary Petrology*, 41, 577–602.
- Fiebel, C. S., 1987. Fossil fish nests from the Koobi Fora Formation (Plio-Pleistocene) of northern Kenya. *Journal of Paleontology*, 61, 130–134.
- García Ramos, D. A. 2006. Nota sobre Terebratulinae del Terciario de Europa y su relación con los representantes neógenos del sureste español. *Boletín de la Asociación Cultural Paleontológica Murciana*, 5, 23-83.
- Gregory, M. R., 1991. New trace fossils from the Miocene of Northland, New Zealand, *Roschachichnus amoeba* and *Piscichnus waitemata*. *Ichnos*, 1, 195–206.
- Howard, J. D., Mayou, T. V., and Heard, R. W., 1977. Biogenic sedimentary structures formed by rays. *Journal of Sedimentary Petrology*, 47, 339–346.
- Lee, D. E. 2008. The terebratulides: the supreme brachiopod survivors. *Fossils and Strata*, 54, 241-249.
- Martinell, J., De Gibert, J. M., Domènech, R., Ekdale, A. A. and Steen, P. P. 2011. Cretaceous Ray Traces?: An alternative interpretation for the alleged dinosaur tracks of La Posa, Isona, NE Spain. *Palaios*, 16, 409–416.
- Mayoral, E. 1989. Geología de la depresión inferior del Guadalquivir. In: *El Cuaternario en Andalucía*. F. D. del Olmo y J. R. Vidal (Eds.), AEQUA, 7-20.
- Richardson, J.R., 1981. Brachiopod and pedicles. *Paleobiology*, 7(1), 87-95.
- Scasso, R. A., Olivero, E. B., and Buatois, L. A., 1991. Lithofacies, biofacies and ichnoassemblage evolution of a shallow submarine volcanoclastic fan-shelf depositional system (Upper Cretaceous, James Ross Island, Antarctica). *Journal of South American Earth Sciences*, 4, 239–260.
- Silva Pereira, P. J. *Echinoids from the Neogene of Portugal mainland: Systematics, Palaeoecology, Palaeogeography*. Tese Doutoral. Universidade de Lisboa, 200 pp, Pt 1-50. (Inédita).
- Simon, E., 1998. Maastrichtian brachiopods from Ciply: palaeoecological and stratigraphical significance. *Bulletin d'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 68, 181-232.
- Toscano-Grande, A., García-Ramos, D., Ruiz-Muñoz, F., González-Regalado, M. L., Abad, M., Civis-Llovera, J., González-Delgado, J. A., Rico-García, A., Martínez-Chacón, M. L., Xiomara García, E. y Pendón-Martín, J. G. 2010. Braquiópodos neógenos del suroeste de la depresión del Guadalquivir (sur de España). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 27, 2, 254-263.

### 7. LÁMINAS

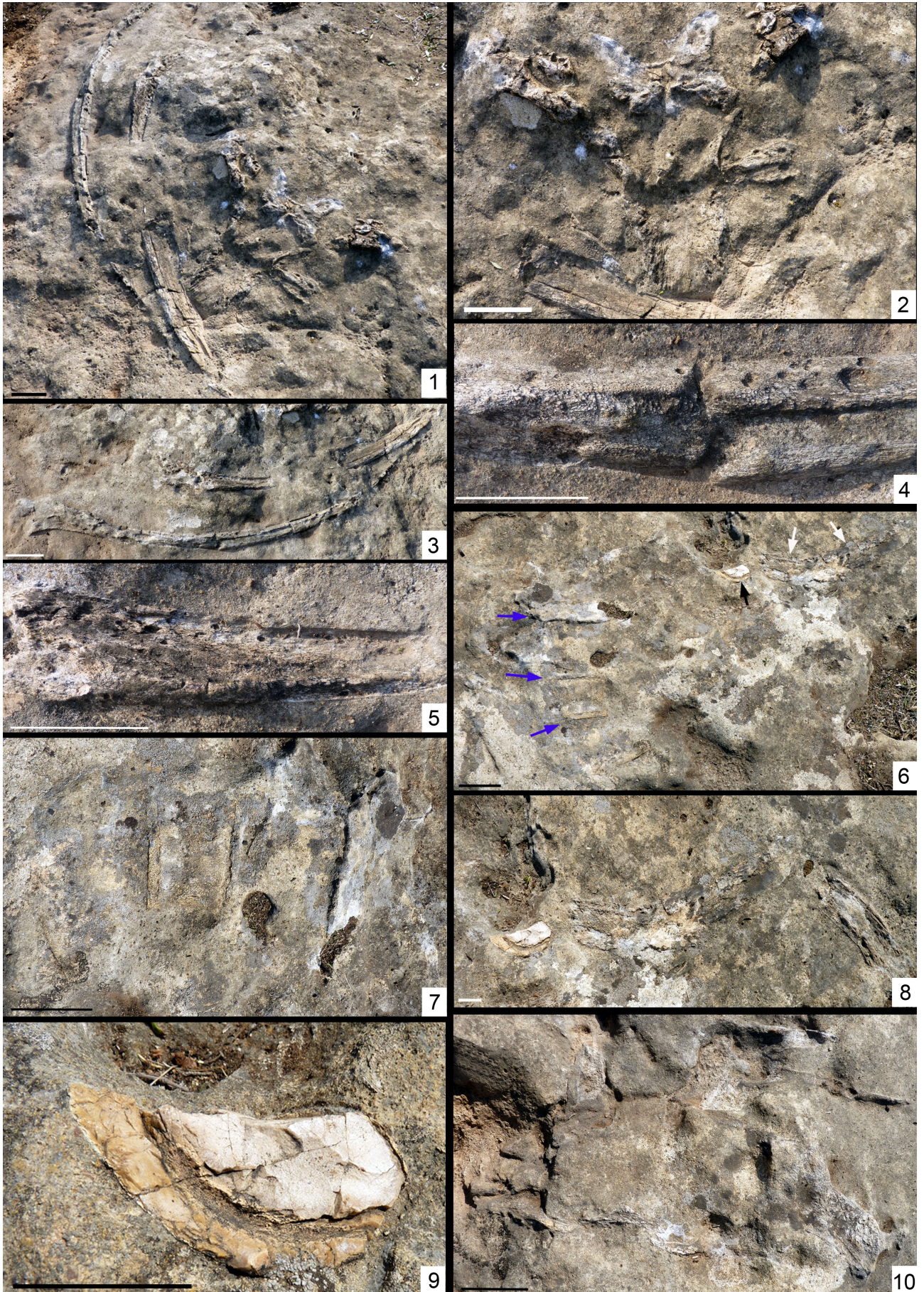


Lámina 1

Lámina I

Figura 1. Vista general del cráneo y de dos hemimadíbulas de *Pseudorca crassidens* ?. Punto 47. Escala de la barra: 8 cm.

Figura 2. Vista detallada del cráneo en posición invertida, con la parte anterior del rostro fragmentada. Escala de la barra: 8 cm.

Figura 3. Vista general de las dos hemimandíbulas. Escala de la barra: 10 cm.

Figuras 4 y 5. Detalle de los alveolos dentarios en ambas hemimandíbulas. Escala de las barras: 5 cm.

Figura 6. Vista general de un grupo de vértebras (flechas azules) y de una hemimandíbula fragmentada (flechas blancas) con un diente (flecha negra). Punto 48. Escala de la barra: 5 cm.

Figura 7. Detalle del grupo de vértebras anterior en conexión anatómica. Escala de la barra: 5 cm.

Figura 8. Detalle del diente y de la hemimandíbula fragmentada. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 9. Detalle del diente fragmentado dejando visible la capa de dentina y el surco de la cavidad pulpar. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 10. Vista ventral de otro cráneo de Delphinidae, probablemente también de *Pseudorca*. Escala de la barra: 5 cm.



Lámina II

Lámina II

Figura 1. Fragmento de hueso largo (costilla). Punto 5. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 2. Grupo de dos vértebras en conexión anatómica. Punto 6. Escala de la barra: 4 cm.

Figura 3. Fragmento de hemimandíbula con presencia de algunos alveolos dentarios. Punto 10. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 4. Fragmentos de dos costillas (flechas blancas) en conexión con una vértebra casi totalmente meteorizada (flecha negra). Punto 12. Escala de la barra: 8 cm.

Figura 5. Vista general de un grupo formado por una costilla (flecha blanca) y una vértebra (flecha negra). Punto 12. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 6. Detalle de la costilla anterior. Nótese la disposición de los intraclastos agrupados en forma de media luna en la cara convexa de la costilla y de forma desordenada en la cara cóncava, todo ello como consecuencia del empuje de la corriente (flecha blanca). Punto 12. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 7. Costilla (c) en conexión (flechas negras) con una vértebra (v). Punto 12. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 8. Fragmento de costilla. Punto 16. Escala de la barra: 2 cm.

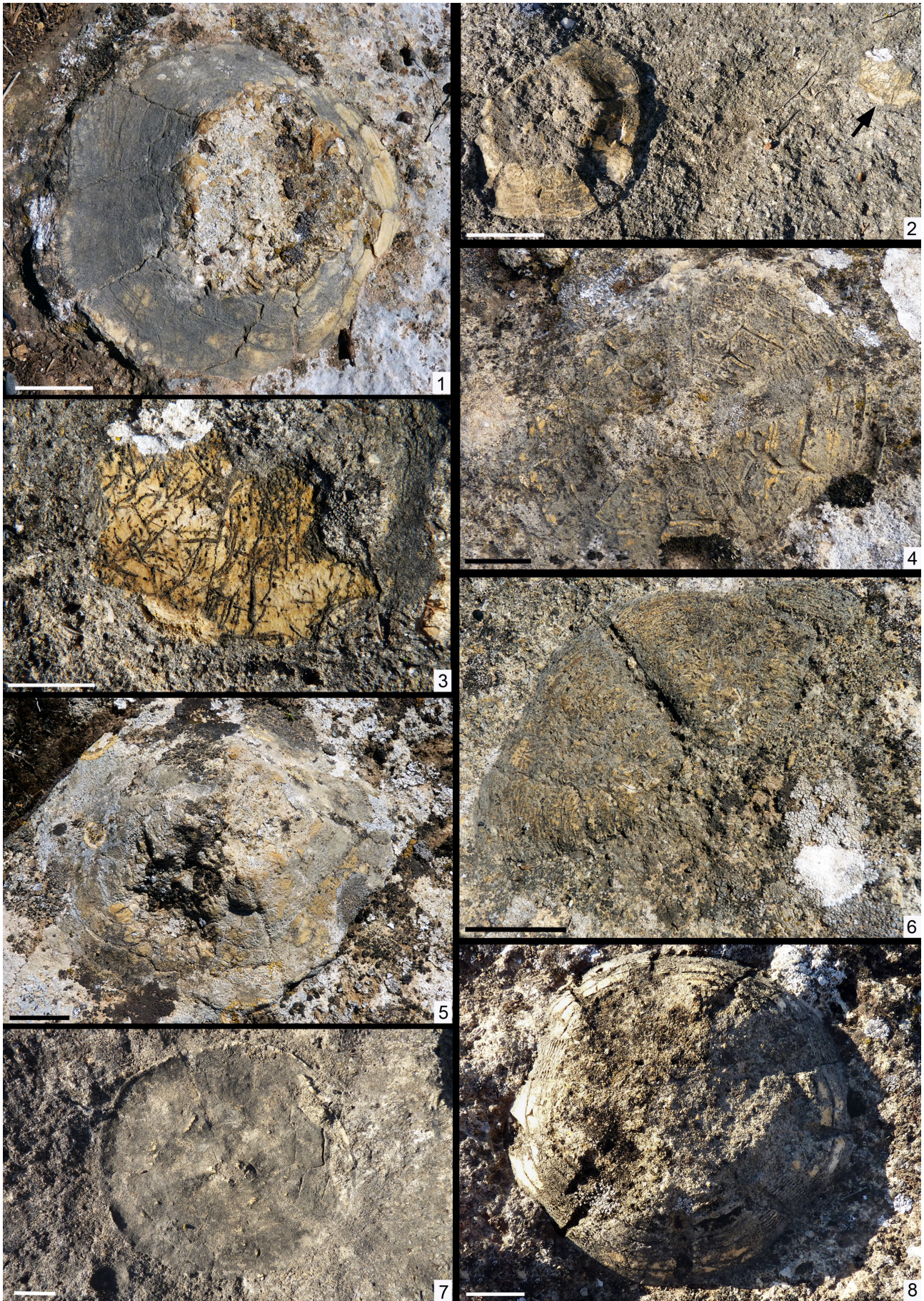


Lámina III

## Lámina III

Figura 1. Caparazón de *Clypeaster marginatus* con la zona ambulacral erosionada. Punto 15. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 2. Vista general de un caparazón de *C. marginatus* con la zona ambulacral erosionada y un fragmento de la zona basal (flecha negra) con señales de bioerosión. Punto 15. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 3. Detalle del fragmento anterior con bioerosión (*Trypanites* isp.). Punto 15. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 4. Vista desde el plano apical de un caparazón de *C. marginatus* parcialmente enterrado y con señales de aplastamiento por compresión litostática. Punto 43. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 5. Caparazón completo de *C. marginatus* con la zona ambulacral y el disco apical casi totalmente erosionados. Punto 13. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 6. Caparazón en posición invertida, con el plano oral parcialmente expuesto dejando visible uno de los surcos alimenticios. Punto 14. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 7. Vista de la cara oral de un caparazón completo de *C. marginatus*. Los surcos alimenticios han sido casi totalmente borrados por la erosión. Punto 22. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 8. Ejemplar completo en posición natural de vida con la zona ambulacral erosionada. Punto 25. Escala de la barra: 2 cm.



Lámina IV

## Lámina IV

Figura 1. *Crassostrea* sp. con señales de bioerosión producidas por bivalvos perforantes (*Gastrochaenolites* isp., flecha blanca) y esponjas marinas clionaideas (*Entobia* isp., flechas negras). Punto 32.

Figura 2. Valva izquierda de *Crassostrea* sp. con señales de bioerosión en la zona de la charnela producidas por esponjas marinas clionaideas (*Entobia* isp., flecha blanca). Punto 39.

Figura 3. *Macrochlamys* sp. con el borde ventral fragmentado y afectado por un elevado grado de disolución. Punto 3.

Figura 4. *Pecten* sp. Valva izquierda con señales de rotura y disolución en las zonas marginales y región umbonal. Punto 4.

Figura 5. Vista general del Punto 38 con varios ejemplares de *Terebratula maugeri*. (Flechas blancas).

Figura 6. Detalle del exterior de la valva ventral de *Terebratula maugeri* mostrando la típica costilla prominente en la región central, también parcialmente disuelta. Punto 38.

Figura 7. Fragmentos de briozoos tubulíporidos pertenecientes probablemente al género *Idmidronea*. Punto 28.

Figura 8. Sección transversal de un gasterópodo inidentificable. Punto 7.

Todas las escalas de las figuras: 2 cm.

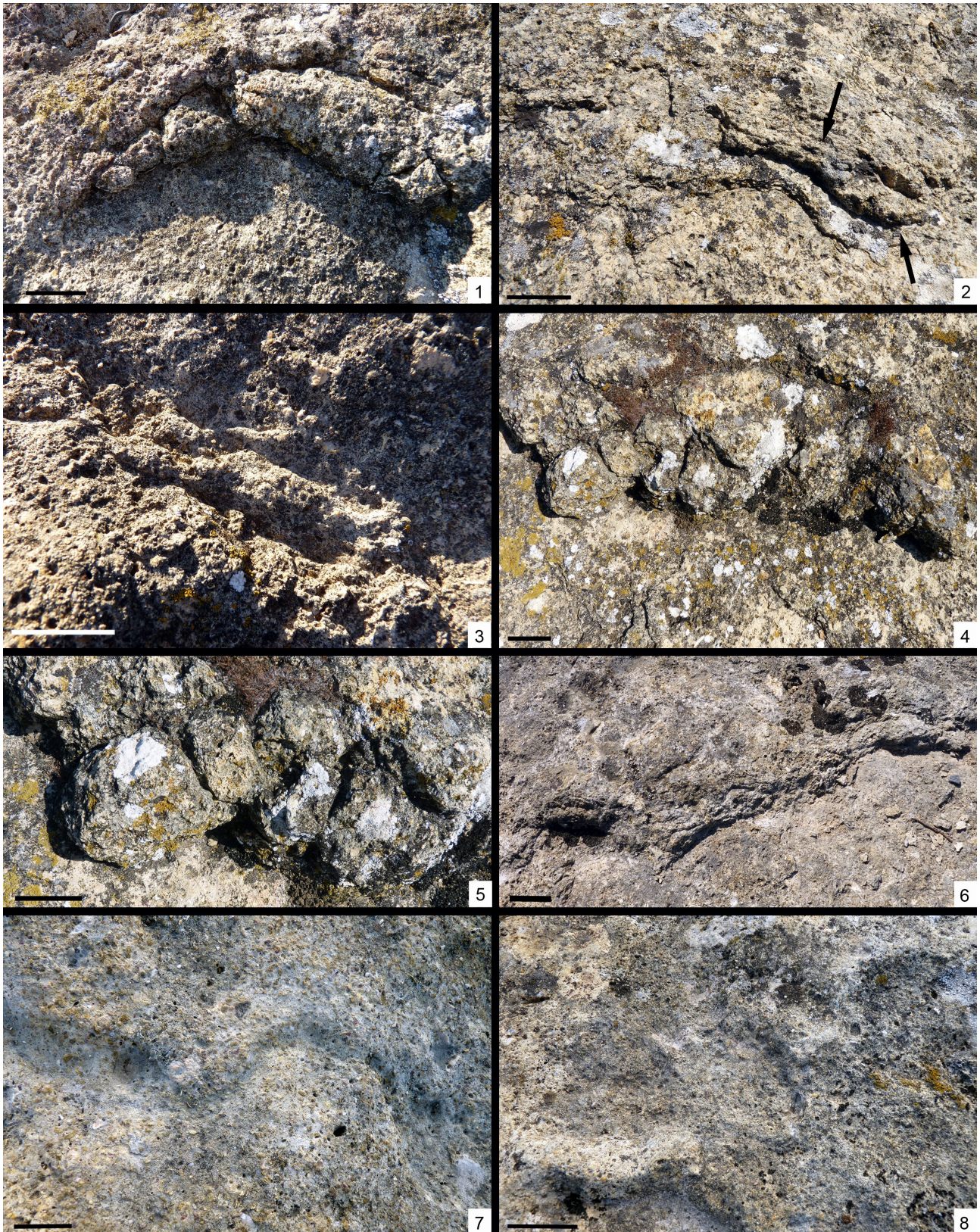


Lámina V

## Lámina V

Figura 1. Estructura de bioturbación (*Bichordites* isp.) producida por erizos espatangoideos excavadores conservada como relieve completo donde se aprecia el típico relleno meniscado. Punto 19. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 2. *Bichordites* isp. parcialmente erosionado mostrando el núcleo o cordón central (flechas) y los flancos laterales. Punto 31. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 3. *Bichordites* isp. con un alto grado de erosión conservando solo el relleno correspondiente al cordón central. Punto 33. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 4. Vista general de una madriguera de *Bichordites* isp. mostrando el relleno meniscado. Punto 36. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 5. Detalle del anterior relleno. Punto 36. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 6. Trayectoria ligeramente sinuosa de *Bichordites* isp. donde se aprecia ligeramente la típica morfología bilobada del cordón central. Punto 37. Escala de la barra: 5 cm.

Figura 7. Ejemplar de *Bichordites* isp. con una trayectoria netamente sinuosa. Punto 41. Escala de la barra: 2 cm.

Figura 8. Ejemplar sinuoso de *Bichordites* isp. muy erosionado que conserva aún la presencia de una débil carena central a lo largo de la madriguera. Punto 42. Escala de la barra: 2 cm.

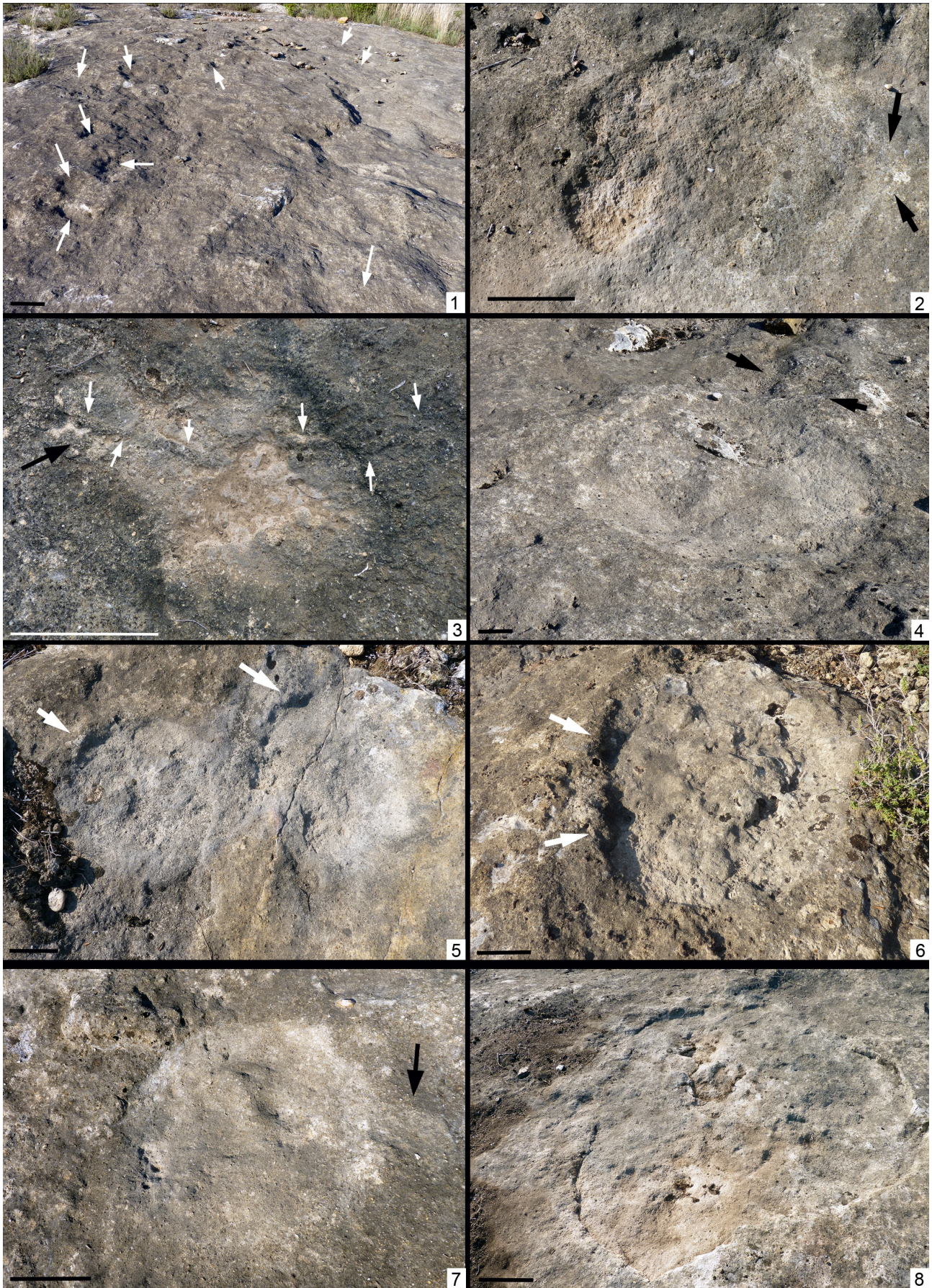


Lámina VI

## Lámina VI

Figura 1. Vista general del afloramiento con múltiples depresiones (flechas blancas) correspondientes a *Piscichnus* isp. Escala de la barra: 20 cm.

Figura 2. Superposición de dos ejemplares de *Piscichnus* isp. Las flechas señalan la presencia del surco correspondiente a la impresión de la zona caudal del ejemplar más grande. Punto 52. Escala de la barra: 10 cm.

Figura 3. *Piscichnus* isp. La flecha negra señala la posición del surco caudal. Las flechas blancas indican la presencia de *Bichordites* isp. que cruza posteriormente la impresión anterior. Punto 59. Escala de la barra: 20 cm.

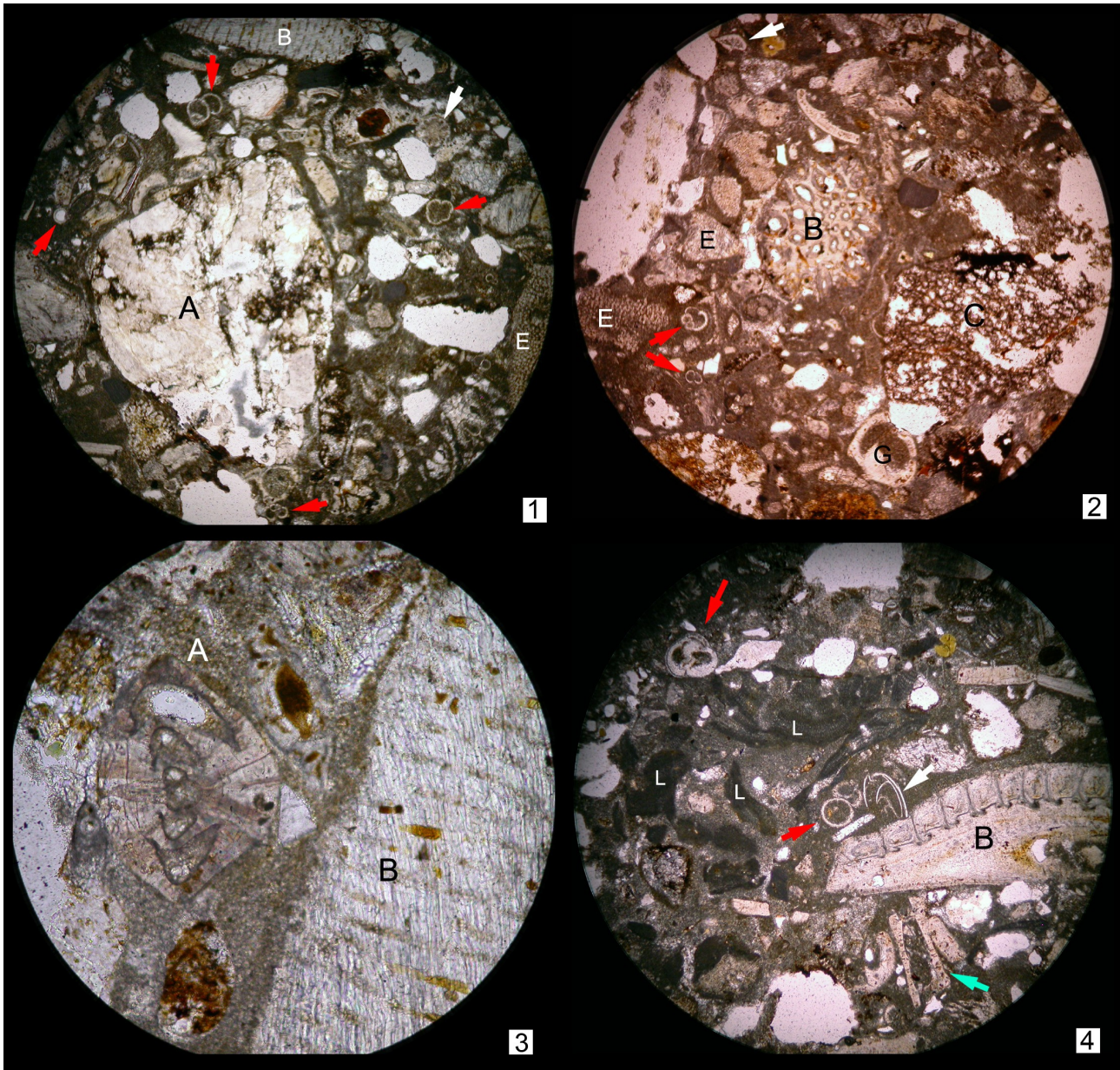
Figura 4. Gran ejemplar de *Piscichnus* isp. las flechas indican la posición del surco caudal. Punto 57. Escala de la barra: 10 cm.

Figura 5. Dos ejemplares de *Piscichnus* isp. las flechas indican el frente más abrupto de la depresión. Punto 59. Escala de la barra: 10 cm.

Figura 6. Ejemplar de gran tamaño de *Piscichnus* isp. Las flechas indican también el borde más abrupto de la depresión. Punto 60. Escala de la barra: 10 cm.

Figura 7. *Piscichnus* isp. La flecha negra señala la posición del surco caudal. Punto 61. Escala de la barra: 10 cm.

Figura 8. Superposición de tres grandes ejemplares de *Piscichnus* isp. Punto 63. Escala de la barra: 10 cm.



## Lámina VII

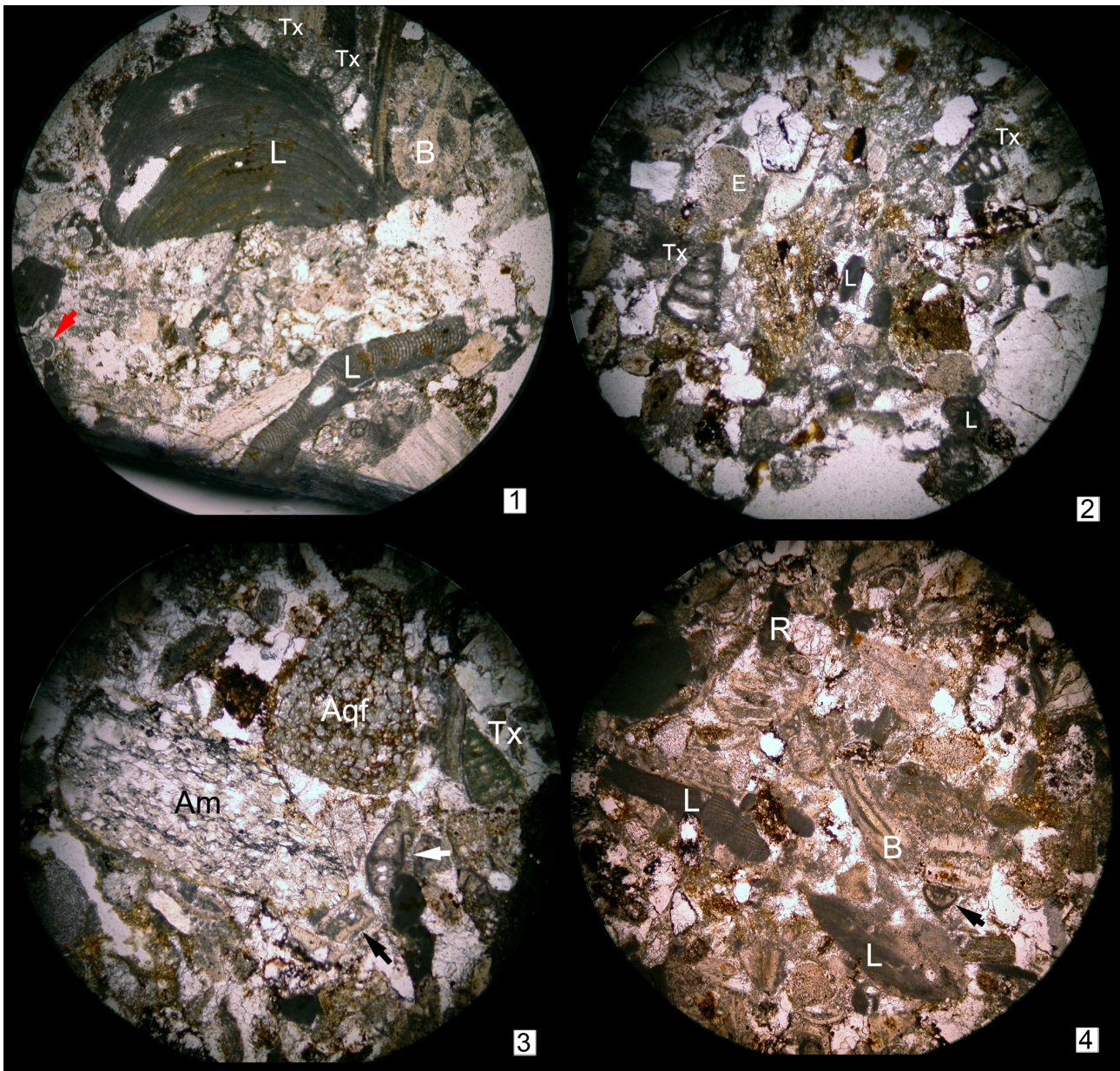
Figuras 1-4. Microfotografías de lámina delgada de la muestra LN-1, correspondiente a un Packstone con matriz micrítica.

1. Vista de un clasto de arenisca (A) subredondeado y secciones de Braquiópodos (B) y de Equinodermos equinoideos, ya sean placas del caparazón (E) o radiolas (flecha blanca), así como de foraminíferos planctónicos globigerínidos (flechas rojas). X 50.

2. Vista de un clasto subredondeado de cuarcita (C) y secciones de briozoos (B), equinoideos (E) y gasterópodos (G), junto con foraminíferos planctónicos globigerínidos (flechas rojas) y bentónicos rotaliáceos (flecha blanca). X 50.

3. Vista detallada en corte axial de un foraminífero bentónico, *Amphistegina* (A) y sección de la concha de un braquiópodo (B). X 200.

4. Vista general de varias secciones de Braquiópodos (B), algas melobesinas, *Lithothamnium* (L), foraminíferos planctónicos globigerínidos (flechas rojas), y bentónicos, *Heterostegina* (flecha azul) y ostrácodos (flecha blanca). X 50.



## Lámina VIII

Figuras 1-4. Microfotografías de lámina delgada de la muestra LN-2, correspondiente a un Packstone con matriz microesparítica.

1. Secciones de algas melobesinas, Lithothamnium (L), Briozoos (B), foraminíferos planctónicos globigerínidos (flecha roja), y bentónicos arenáceos textuláridos (Tx). X 50.

2. Secciones axiales de foraminíferos bentónicos arenáceos textuláridos (Tx), equinoideos (E) y algas melobesinas, Lithothamnium (L). X 50.

3. Secciones de varios intraclastos subredondeados de areniscas micáceas (Am) y cuarzo-feldespáticas (Aqf), junto con cortes axiales de foraminíferos bentónicos arenáceos textuláridos (Tx), rotaliáceos, Amphistegina (flecha blanca) y Heterostegina (flecha negra). X 50.

4. Bioclastos subredondeados de algas melobesinas, Lithothamnium (L), Briozoos (B), radiolas de equinoideos (R) y foraminíferos rotaliáceos (flecha negra). X 50.

### EQUIPO TÉCNICO

---

Coordinación general:

**Lorenzo Pérez del Campo.** Facultativo del Cuerpo Superior de Conservadores del Patrimonio Histórico. Jefe de Centro en funciones de Inmuebles, Obras e Infraestructuras.



Análisis:

**Elóisa Bernáldez Sánchez.** Jefa de Proyecto del Laboratorio de Paleontología y Paleobiología. Centro de Inmuebles, obras e infraestructuras. IAPH.

**Eduardo Mayoral Alfaro.** Catedrático. Departamento de Geodinámica y Paleontología. Universidad de Huelva.

---

Sevilla, 15 de diciembre de 2014