

Geo-Temas



Sociedad
Geológica
de
España

Volumen 20

XI Congreso Geológico de España



ÁVILA

2-6 DE JULIO 2024

XI Congreso Geológico
de España



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



IGME
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

175 AÑOS
1849-2024

Geo-Temas

Revista no periódica editada por la Sociedad Geológica de España

<http://www.sociedadgeologica.org>
Depósito legal: S.398-2012

ISSN: 1576-5172 (versión impresa)
2792-2308 (versión digital)

Geo-Temas es una publicación de carácter no periódico en la que se recogen los resúmenes cortos o extensos de las comunicaciones presentadas en los Congresos Geológicos que celebra cuatrienalmente la Sociedad Geológica de España, así como en otros congresos, jornadas y simposios de carácter científico y organizadas por las comisiones de la SGE u otras asociaciones mediante convenios específicos. Los organizadores de cada reunión son los responsables de la obtención de los fondos necesarios para cubrir en su totalidad los gastos de edición y difusión del correspondiente número de Geo-Temas. Al no constituir una publicación de carácter periódico, Geo-Temas es distribuida exclusivamente a los inscritos en los actos a los cuales va dirigida la edición, reservándose un cierto número de ejemplares para la distribución por parte de la SGE.

La SGE no se hace responsable de las opiniones vertidas por los autores de los artículos, siendo por tanto ésta responsabilidad exclusiva de los respectivos autores.

La propiedad intelectual queda a plena disposición del autor de acuerdo con las leyes vigentes. queda prohibida la reproducción total o parcial de textos e ilustraciones de esta revista con fines comerciales sin autorización escrita de la SGE o de los autores. Se permite sin necesidad de autorización la generación de separatas para uso de los autores y la reproducción con fines docentes.

EDITORIA PRINCIPAL

Sonia García de Madinabeitia Martínez de Lizarduy

Departamento de Geología, Universidad del País Vasco UPV-EHU, 48940 Leioa, Bilbao (España)
Tel: +34 946 01 54 55; e-mail: sonia.gdm@ehu.eus

EDITORES ADJUNTOS

Nieves López González

Instituto Español de Oceanografía
Centro Oceanográfico de Málaga
e-mail: nieves.lopez@ieo.es

Alberto Pérez López

Dpto. de Estratigrafía y Paleontología
Facultad de Ciencias,
Universidad de Granada
e-mail: aperezl@ugr.es

Aitor Cambeses Torres

Dpto. de Mineralogía y Petrología
Facultad de Ciencias,
Universidad de Granada
e-mail: aitorc@ugr.es

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidencia Honorífica: M^a del Pilar Mata Campo
Presidencia: Ana Ruiz Constán
José Francisco Mediato Arribas
Mercedes Reyes Castillo Carrión
Almudena de la Losa Román
Virginia Rodríguez Gómez

Eva Bellido Martín
César Husillos Rodríguez
M^a Teresa López López
Raquel Martín Banda
Iván Martín Méndez
Isabel Reguera García

María Druet Vélez
Carlos Marín Lechado
Antonio Pedrera Parias
Ángel Enrique Salazar Rincón
Luís Carcavilla Urquí

COMITÉ CIENTÍFICO

Aitor Cambeses Torres
Alejandro Jiménez Bonilla
Alejandro Robador Moreno
Amelia Calonge García
Ana Lucía Vela
Ana Ruiz Constán
Ángeles Fernández González
Anna Gabàs Y Gasa
Antonio García Casco
Antonio González Ramón
Antonio Pedrera Parias
Blanca Martínez García
Carlos Marín Lechado
Carolina Canora Catalán
Carolina Guardiola Albert
Concepción Ayala Galán
Concepción Fernández Leyva
Dánae Sanz Pérez
Daniel Vázquez-Tarrío
David Brusi Belmonte
Desirée Palomino Cantero
Diana Moreno Martín
Diana Ponce De León Gil

Eduardo González Clavijo
Eduardo Mayoral Alfaro
Elisabeth Díaz Losada
Enrique Álvarez Arecos
Enrique Merino Martínez
Fernando Bohoyo Muñoz
Fidel Martín González
Francisco Javier López Moro
Gemma Ercilla Zárrega
Inés Galindo Jiménez
Inmaculada Expósito Ramos
Irene Novo Fernández
Irene Pérez Cáceres
Isabel Abad Martínez
Isabel Rábano Gutiérrez
Iván Martín Rojas
Javier Élez Villar
Javier Escuder Viruete
Javier Martínez Martínez
Jesús Francisco Jordá Pardo
Joaquín A. Proenza Fernández
Jorge Colmenar Lallena
Jorge Fernández Suárez

Jorge Navarro Commet
Jose F. Mediato Arribas
Jose Francisco Molina Palma
Juan Álvarez García
Juan Carlos García López Davalillo
Juan Cruz Larrasoña Gorosquieta
Juan Tomás Vázquez Garrido
Manu Monge Ganuzas
Manuel Díaz Azpiroz
Manuela Chamizo Borreguero
M^a Carmen Feria Martín
M^a Carmen Fernández Puga
M^a José Sánchez García
M^a Pilar Mata Campo
Miquel Poyatos Moré
Nadia Herrero Martínez
Nemesio Heredia Carballo
Nieves Sánchez Jiménez
Pablo Calvín Ballester
Pablo G. Silva Barroso
Paola Infante Blasco
Patricia Ruano Roca
Pilar González Montero

Rafael Navarro Domínguez
Ramón Casillas Ruiz
Raquel Martín Banda
Rayco Marrero Días
Ricardo Arenas Martín
Ricardo León Buendía
Roger Urgeles Esclasans
Rosa Mediavilla López
Rubén Díez Fernández
Rubén Loma
Ruth Soto Marín
Santiago Ledesma Mateo
Sara Torres López
Sergio Martos Rosillo
Soledad García Gil
Sonia Sánchez Martínez
Susana Fernández Menéndez
Susana M^a Timón Sánchez
Tania Mochales López
Teresa Llorens González
Viola Bruschi
Xavier García Martínez

SEDE EDITORIAL

Sociedad Geológica de España:

Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced, s/n. 37008 Salamanca, España.
<http://www.sociedadgeologica.org>

Imagen de portada: Volcán de Tajogaite (La Palma, Islas Canarias).
Autor: Carlos Camuñas Palencia (IGME-CSIC)

Evolución reciente del acantilado marino del Morro de Toix (Alicante, SE España).

Recent evolution of Morro de Toix seacliff (Alicante, SE Spain).

J. E. Tent-Manclús¹, D. Bonomo², J. Alcántara-Carrió^{2,3} y A. Estévez⁴

- 1 Dpto. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio “Ramón Margalef”, Universidad de Alicante, 03690-San Vicente del Raspeig (Alicante). je.tent@ua.es
- 2 Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio “Ramón Margalef”, Universidad de Alicante, 03690-San Vicente del Raspeig (Alicante). Davide.Bonomo@ua.es
- 3 Dpto. Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. javier.alcantara@uam.es
- 4 Dpto. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Universidad de Alicante, 03690-San Vicente del Raspeig (Alicante). antonio.estevez@ua.es

Resumen: El macizo del Morro de Toix, localizado en el litoral alicantino entre las poblaciones de Altea y Calpe, muestra un acantilado marino coincidente con un plano de falla vertical. En el acantilado se distinguen un sector occidental vertical de hasta 70 m de altura sobre el nivel del mar, de un sector oriental, extraplomado entre 30 y 50 m de altura. En el primer sector hay un resalte alineado que delimita dos sectores de meteorización y que se interpreta como la superficie de un abanico aluvial formado durante la última glaciación, el cual ha sido erosionado durante la posterior subida del nivel del mar. El sector oriental se encontraría expuesto y por ello presenta una mayor disolución del acantilado. Estudios anteriores han identificado en el macizo del Morro de Toix conductos kársticos que descargan agua dulce o absorben agua de mar (el sumidero), en diferentes periodos del año. Estas surgencias de agua dulce pueden haber favorecido la formación del notch mareal a lo largo del acantilado.

Palabras clave: Morro de Toix, Evolución acantilado marino, Costa de Alicante, notch.

Abstract: *The Morro de Toix massif, located between Altea and Calpe on the Alicante coast in southeastern Spain, features a seacliff coinciding with a vertical fault plane. The western sector shows a vertical plane up to 70 m high above mean sea level, while the eastern sector shows an overhanging up to 30 to 50 m high. In the first one there is an aligned flange that delimits two weathering portions and is interpreted as the surface of an alluvial fan, developed during the last glaciation and eroded during the subsequent sea level rise. The eastern sector, being exposed, showcases a more extensive karstic surface processes cliff dissolution. This area is known to contain karst conduits that discharge freshwater or absorb seawater (acting as a sink) during different periods of the year. These freshwater under-the-sea springs may have favored to the formation of the tidal notch along the entirety of the cliff.*

Key words: *Morro de Toix, Seacliff evolution, Alicante Coast, notch.*

INTRODUCCIÓN

El Morro de Toix, situado en el límite sur del municipio de Calpe (Alicante, Fig. 1), es un macizo calcáreo que presenta un acantilado marino de 2 km de longitud y de 75 a 30 m de altitud, constituyendo la prolongación de la Sierra de Bernia hasta el Cabo de Toix. Este macizo es uno de los principales hitos de la costa, por su característica silueta. El punto más alto del macizo se encuentra a 340 m. A los extremos se encuentran las calas del Racó del Corb al Oeste y del Gasparet al Este, ambas de complicado acceso.

Entre el Morro de Toix y la Sierra de Bernia se encuentra el Barranco del Mascarat, por donde discurre la nacional (N-332), la vía del tren de vía estrecha (*trenet*) y la autopista (AP-7). Al W de la desembocadura de dicho barranco se encuentra el puerto Marina Greenwich Campomanes, cuyo nombre hace

referencia a que se encuentra a la longitud del meridiano de Greenwich.

En el acantilado marino, las capas del Eoceno Superior están de verticales a 85° (Fig. 2). Todo el macizo del Morro de Toix está formado por calizas algales masivas con *Lepidocyclina* (y *Nummulites* en la parte inferior) del Eoceno Superior al Oligoceno Inferior. Su espesor es de 370 m (Stoklosa, 2002). En los niveles más altos, disminuye ligeramente el buzamiento hasta los 80° y discordantemente sobre él se sitúa un nivel glauconítico, que marca la base del Mioceno Inferior (Moseley, 1990).

En la parte oriental del acantilado se desarrollan formas exokársticas y en la parte sumergida se han contabilizado 23 surgencias de aguas freáticas (Departamento de Ciclo Hídrico, 2007). Entre ellas, el Sumidero de Toix (Fig. 3), destaca por su tamaño, su entrada, de 1,5 m de alto por 1 m de ancho, se encuentra

a 8 m por debajo del nivel del mar y ha sido explorado con más de 150 m reconocidos en planta, con un pozo localizado a unos 50 m de la entrada que desciende hasta los -70 m de profundidad. Su comportamiento hidrogeológico es particular, ya que en la mayor parte del año succiona agua de mar, mientras que en otros momentos funciona como surgencia (Morales García y Rodríguez Hernández, 2015). El sumidero ha sido monitorizado por la Diputación de Alicante desde 1998 y para más información al respecto se puede consultar en las publicaciones al respecto (ver Morales García y Rodríguez Hernández, 2015).



FIGURA 1. Situación del Morro de Toix en la provincia de Alicante.

Es interesante mencionar que antes del comienzo de las captaciones de las aguas subterráneas. Los hombres de mar mencionaban de la existencia de un gran río de agua dulce que salía del acantilado, como recoge

Escolano (1611) en el libro sexto, columna 107: “A la vanda de Poniente, respeto de Calpe, viene un cabo o montaña, que llaman de Toyx, a media legua de Hyfach, donde a la mesma lengua del agua labro naturaleza una cueva, que por los muchos palomos silvestres que en ella se anidan, tiene nombre de los palomos: y no se puede entrar a ella sino es con barco. Tiene de largo cien passos de ancho, y cinquenta y dos picas de alto. Junto a la boca desta cueva, a la misma lengua del agua, sale de dicha peña un río tan impetuoso y grande, que no se dexa ver como se entra en el mar, por ser por allí muy fondable, los vaxeles que allí tocan sienten su furia, y de miedo de volcarse, se van alargado lo que basta”. Dicha cita es recogida por Cavanilles (1797) en una nota en su tomo 2 pág. 233, añadiendo “Yo no he visitado aquel sitio; pero oí decir á los naturales que hácia la parte occidental de dicho cabo se observa una corriente en las aguas del mar, y que los marineros quando están en aquel sitio sacan agua dulce, introduciendo hasta cierta profundidad un cántaro vacío y tapado, que destapan quando está sumergido en contacto de la corriente.”

El acantilado al sur del macizo se originó por una falla paralela a la estratificación y orientación N110°, que separaba los materiales de calizas masivas que forman dicho macizo, de las margas eocenas con *Nummulites* estratigráficamente inferiores, las cuales aflorarían en el bloque sur y actualmente afloran en la cala del Racó del Corb (Yébenes et al., 2004, Fig. 2). Al W el acantilado está limitado por otra falla, perpendicular al acantilado (y a la falla anterior) de salto en dirección dextra con desplazamiento hectométrico (op. cit.) y que hunde el bloque del E (el del Morro). Esto último permite que se conserve en el bloque opuesto (W) las margas anteriormente mencionadas. En el extremo oriental del acantilado del Morro de Toix también se observa otra falla perpendicular al acantilado de iguales componentes.



FIGURA 2. Acantilado del Morro de Toix desde el mirador de la Racó del Corb. Las flechas negras marcan el paleonivel del abanico aluvial del Racó del Corb. La línea discontinua separa las dos partes del acantilado, de la línea hacia el espectador es coincidente con las fallas. De la línea alejándose del observador los procesos de erosión kárstica costera han producido el retroceso del acantilado. A la izquierda en la playa de Racó de Corb afloran las margas del Eoceno.

EL ACANTILADO MARINO

El acantilado tiene dos sectores. El sector occidental, cuya extensión es 1/3 de todo el acantilado, es coincidente con la estratificación y falla verticales, que muestra un plano vertical perfecto (Fig. 2) mientras que en el sector oriental el acantilado es extraplomado, fuertemente karstificado (Fig. 3) y las capas pierden buzamiento de subverticales a 85° en el extremo E. También se observa una disminución de la altura del acantilado aéreo, juntamente con la extensión de la parte sumergida. Según las isobatas del levantamiento del Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (Ecocartografía de Alicante, 2007) en la parte más occidental del acantilado la parte de pared sumergida es de unos 3 m de superficie vertical y plana, aumentando en dirección E hasta casi alcanzar los 30 m, pero siendo más irregular, con el pie del acantilado sumergido hacia afuera y la parte más somera hacia dentro. De forma que en el sector oriental la sección del acantilado sería cóncava considerando las partes subaérea y sumergidas con la parte más profundizada hacia el macizo marcada por el *notch*.



FIGURA 3. Extremo oriental del acantilado del Morro de Toix imagen tomada desde dron. La línea blanca discontinua coincide con la de la Fig. 2. La flecha marca la posición aproximada del sumidero de Toix, que se encuentra a 8 m de profundidad. La cornisa del acantilado está mayormente extraplomada sobre el mar.

EL NOTCH

En el acantilado destaca el *notch* que marca el nivel del mar actual, desde la cala del Racó del Corb hasta la del Gasparet. En la primera el *notch* aumenta su excavación de la pared del acantilado desde la playa hacia la arista que separa los dos planos de falla. La profundidad máxima de este varía entre 40 y 60 cm en diferentes sectores reconocidos. No habiendo recorrido toda la extensión del acantilado, por cuestiones de dificultad en el acceso.

El *notch* de Toix es un muesca mareal (*tidal notch*) similar a otros reconocidos sobre formaciones a lo largo del Mediterráneo (Antonioli et al., 2015). En sección estos acantilados siempre muestran la máxima excavación del acantilado coincidente con el nivel medio del mar, la sección por encima, que podemos llamar “emergida”, forma una cúpula cóncava, mientras la inferior, “sumergida”, suele ser menos cóncava, más plana y ligeramente inclina hacia mar. Estos autores mencionan que la presencia de surgencias de aguas marinas favorece la disolución de

los carbonatos, ya que el agua de mar está sobresaturada en carbonatos (Antonioli et al., 2015). Las observaciones realizadas no permiten afirmar que, en la parte más oriental del acantilado, con surgencias, el *notch* muestra mayor excavación.

En cuanto a su edad, en otras partes del Mediterráneo cuando se encuentran *notch* recientes elevados por tectónica activa, son siempre más jóvenes de 6500 años por lo que Antonioli et al. (2015) consideran que los *notch* activos actuales son siempre más recientes. Lo que implica que el acantilado del Morro de Toix en tiempos recientes ha permanecido estable, y al menos, no se ha levantado, por no encontrarse ningún *notch* por encima del actual.

CAMBIO DE PAISAJE EN EL ACANTILADO

En la parte occidental de Toix, las dos fallas forman un ángulo diedro con una arista totalmente vertical (Fig. 2). En ambas caras de dicho ángulo se reconoce un saliente marcado por vegetación rúpícola y que además separa una zona más alterada, por encima, de otra menos, por debajo. Dicha línea parece continuar en los depósitos de ladera sobreimpuestos a las margas eocenas de la parte alta de la Cala del Racó del Corb. La erosión marina actual hace retroceder la ladera margosa de la playa y el *notch* está menos desarrollado hacia la playa. Por ello, suponemos que la erosión marina desde que el nivel del mar alcanzó la posición actual ha ido erosionando el abanico aluvial. En la Fig. 4 se compara la actual costa de la playa con el final de la transgresión hace 6000 años, con el abanico aluvial recubriendo las margas del Eoceno. La zona oriental, no protegida por el abanico se encontraría una surgencia de descarga del acuífero, que ya estaría sumergida.

CONCLUSIONES

El acantilado muestra dos sectores el sector más oriental es extraplomado y presenta una importante karstificación mientras que el occidental es una pared plana y recta, coincidente con una falla. Este último, es producto de la erosión del mar con la posición del nivel actual, mientras que el anterior se encontraría expuesto durante el nivel bajo del mar durante la última glaciación. La formación del *notch* en todo el acantilado ha podido ser favorecido por la presencia de surgencias de agua dulce en la zona.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por fondos del programa thinkinazul NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) de la Unión Europea, proyecto de la Generalitat Valenciana GVA-THINKINAZUL/2021/039 y el proyecto PID2020-114381GB-I00 de la Agencia Estatal de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación. Es una aportación del grupo de investigación de la VIGROB21-053 de la Universidad de Alicante.

REFERENCIAS

Antonioli, F., Lo Presti, V., Rovere, A., Ferranti, L., Anzidei, M., Furlani, S., Mastronuzzi, G., Orru, P.E., Scicchitano, G., Sannino, G., Spampinato, C.R., Pagliarulo, R., Deiana, G., de Sabata, E., Sansò, P., Vacchi, M. y Vecchio, A., (2015): Tidal notches in Mediterranean Sea: a comprehensive analysis. *Quaternary Science Reviews*, 119: 66–84. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.03.016>

Cavanilles, A. J. (1797, reimpresión 1981): *Observaciones sobre la historia natural, Geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*. Albatros ediciones, Bibliotheca Valentina, 2 tomos, 236 pp. + 338 pp.

Departamento de Ciclo Hídrico (2007): *Los manantiales provinciales. Segunda parte*. Diputación de Alicante, 236 p.

Escolano, G. (1611): *Segunda Parte de la Década primera de la Historia de la Insigne, y Coronada*

Ciudad y Reyno de Valencia. Imprenta Pedro Patricio Mey, 2004 p.

Ecocartografía de Alicante (2007): Ministerio de Transición Ecológica y Reto demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-alicante.html> (consulta, 1/02/2024).

Morales García, R. y Rodríguez Hernández, L. (Eds.) (2015): *Rutas Azules por el Patrimonio Hidrogeológico de Alicante* Diputación de Alicante, 445 p.

Moseley, F. (1990): *A Geological Field Guide to the Costa Blanca, Spain*. The Geologists' association, 79 p.

Stoklosa, M. L. (2002): *Evaluation of controls on carbonate platform morphology, facies and diagenetic variability: an Oligocene example from southeast Spain*. Ph D. Thesis University of Wisconsin-Madison, 194 p.

Yébenes, A., Estévez, A., López-Arcos, M. y Alfaro, P. (2004): Itinerario Geológico litoral entre Benidorm, Altea y Calpe. En: *Geología de Alicante* (P. Alfaro, J. M. Andreu, A. Estévez, J. E. Tent-Manclús y A. Yébenes, eds.). Universidad de Alicante, 89-116.

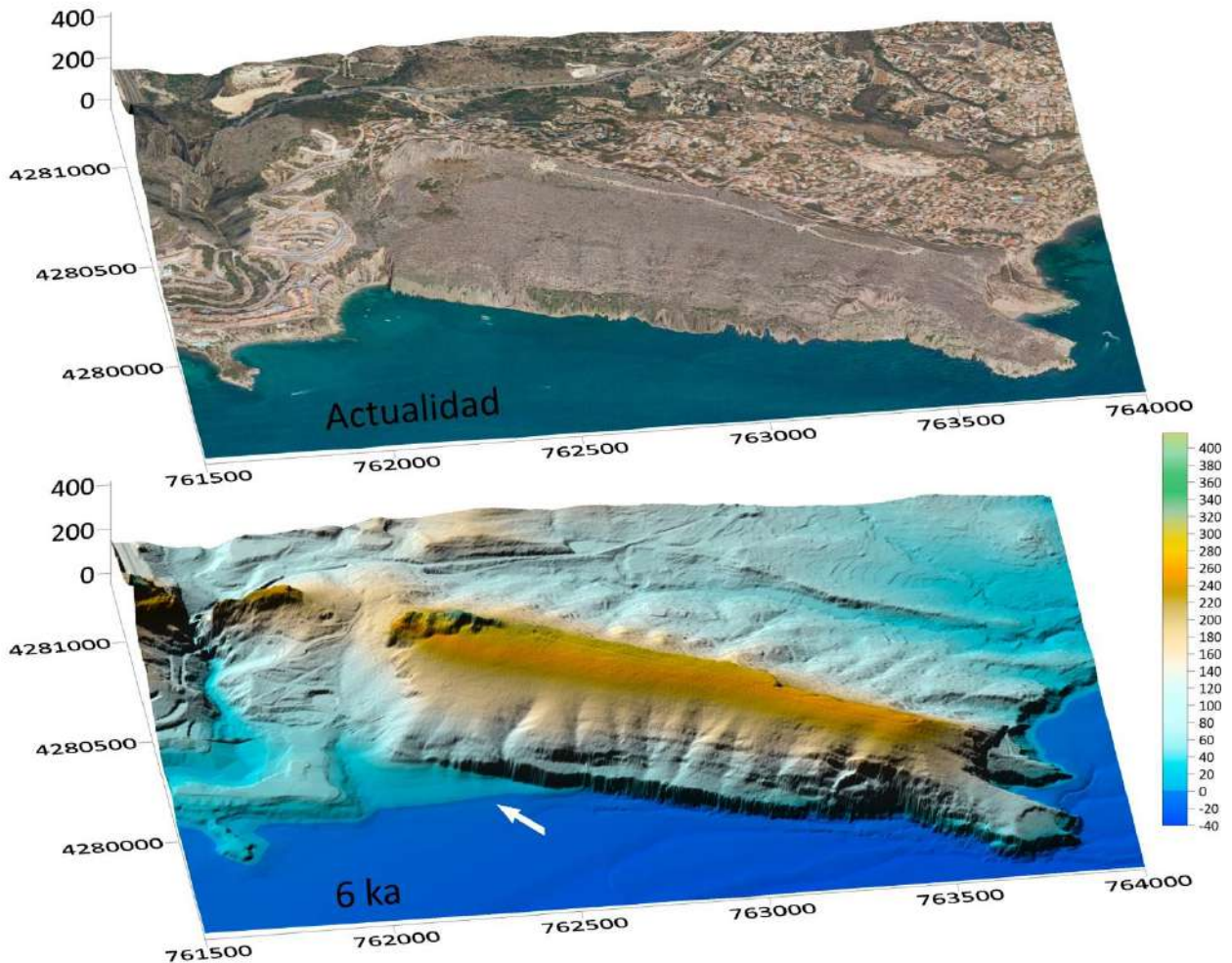


FIGURA 4. Arriba modelo digital de elevaciones actual con la ortofotografía del año 2007 (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, del IGN). Abajo reconstrucción del posible modelo digital de elevaciones con el abanico aluvial del Racó de Corb hace 6000 años (flecha blanca) cuando el nivel del mar alcanzó una posición similar a la actual. La erosión costera ha producido la desaparición del abanico, la formación del acantilado costero occidental y la aparición de la playa del Racó de Corb.