



**PROBLEMAS QUE ACTUALMENTE
PRESENTA LA PLAYA DEL HELIÓPOLIS
DE BENICÀSSIM, DIFERENCIAS CON LAS
PLAYAS DE LA ZONA NORTE Y ANÁLISIS
DE SUS CAUSAS**



1. Introducción

A finales del siglo XIX, Benicàssim se convirtió en destino turístico de muchas familias burguesas, lo que le valió la denominación de "El Biarritz de Levante". Este turismo elitista estuvo muy limitado a las playas del norte del término hasta bien entrada la segunda mitad de los años 60, momento en el que, con el desarrollo del turismo de masas de sol y playa, se inició una edificación desmesurada e incontrolada de apartamentos y villas que continuó en las siguientes décadas, y que afectó a toda su franja litoral.

A partir de los años 70, con el objeto de aumentar la superficie de playa fina, demandada por un turismo cada vez más masificado, se comenzaron a realizar obras de defensa y regeneración en el litoral. Los primeros tramos en ser modificados fueron los de la zona Norte, donde la playa seca presentaba escasos metros, como puede apreciarse en la *Figura 1*. en figura 1.



Figura 1. Playa de Les Villes a finales de los años 60.

En las décadas siguientes las actuaciones continuaron en el resto del litoral, hasta la primera década de los años 2000, acabando por desfigurar el paisaje costero del término. Actualmente, el litoral de Benicàssim es el sector más artificial del litoral de la Provincia. Desde la Roca de los Cañones (Oropesa) hasta el término de Castellón, la costa es una sucesión continua de playas, separadas por obras de defensa, pudiéndose dividir el mismo en dos zonas: la zona Norte o de Las Villas, que se extiende unos 1.750 m, desde la Roca de los Cañones hasta el barranco de Les Farches, y la Zona Sur que, con algo más de 4.500 m, llega hasta el término con Castellón. A su vez, de norte a sur, el litoral se subdivide en 5 playas (figura 2):

- Zona Norte:
 - Playa del Voramar
 - Playa de la Almadraba
 - Playa de la Torre Sant Vicent

- Zona del Sur:
 - Els Terrers
 - Playa del Heliópolis



Figura 2. Playas del término de Benicàssim.

Las obras de defensa y regeneración arriba mencionadas han conseguido que la mayor parte del término de Benicàssim disfrute de playas con una anchura aceptable, en promedio unos 40 m. Sin embargo, una gran parte de los vecinos de la zona Sur consideran que la situación de su playa ha empeorado con respecto a las del norte. En efecto, mientras las playas del Norte presentan arenas finas y sus aguas son relativamente cristalinas, la playa del Heliópolis tiene una arena más gruesa, aguas generalmente turbias e, incluso, en algunos puntos, una regresión más que apreciable.

Así pues, el objetivo principal del presente informe ha sido determinar los problemas que actualmente presenta la playa del Heliópolis, así como las posibles causas. Para ello, previamente, se estudiará la evolución que ha experimentado el

litoral de Benicàssim desde los años cuarenta del siglo pasado y se analizarán las diferencias existentes entre la citada playa y las playas de la zona Norte. Finalmente, aunque no es el propósito del trabajo, se reflexionará sobre las posibles soluciones.

2. Desarrollo urbano y evolución del perfil litoral del término de Benicàssim desde 1945.

Como hemos indicado en la introducción, en apenas 60 años, la franja litoral del término de Benicàssim ha sufrido una notable transformación basada exclusivamente en el sector turístico, que ha modificado tanto sus usos como el paisaje, pasando de ser básicamente agrario a completamente urbano. Aunque, los precedentes de este proceso de urbanización, salvando las distancias sociales y económicas del momento, los encontramos en la zona de las Villas desde finales del siglo XIX, fue especialmente desde la segunda mitad de la década de los 60 del siglo pasado cuando el desarrollismo inmobiliario comenzó a transformar completamente el litoral benicense, transformación que también afectó a sus playas y al perfil de su costa.

En este apartado, analizaremos la evolución que ha experimentado la costa desde 1945. Se ha elegido 1945 por dos motivos: ese año los americanos hacen las primeras fotos aéreas de la provincia de Castellón; por otro lado, Benicàssim todavía no había sufrido los efectos del boom inmobiliario, por lo que su costa, con la excepción de la zona Norte, se encontraba prácticamente libre de impactos antrópicos.

Las fuentes de información utilizadas para realizar el citado análisis han sido las siguientes:

- Fotografías aéreas que ofrece la página Web https://visor.gva.es/visor_fototeca/ de los años 1945, 1956, 1967, 1987, 1991, 1992, 1997, 2003, 2005 y 2021.
- Fotografías aéreas y de satélite de Google Earth de los años 2007, 2014 y 2020.

Con el objeto de apreciar los cambios ocurridos en la costa de Benicàssim desde mitad de los años 40 hasta la actualidad, en las figuras 3-5, se muestran las fotografías aéreas de las playas del Norte, Els Terrers y Heliópolis realizadas en 1945 y 2021.

En las imágenes de 1945, se observa que la costa se encontraba libre de construcciones de defensa y que tan solo la zona Norte, o de Les Villes, estaba

parcialmente urbanizada. En el resto de la franja litoral primaba el paisaje agrario, generalmente, de viñedos y arrozales, con la presencia de masías dispersas. Las playas de la zona Norte eran, en general, muy estrechas, con apenas unos 10 metros (figura 6)¹, destacando por su amplitud tan solo el sector de la Almadraba, con unos 30 m. Más al sur, en la zona de Els Terrers y la parte más septentrional de la del Heliópolis (tramo del Eurosol) no había playa. Esta situación, sin embargo, como podemos apreciar en figura 5(izquierda), cambiaba radicalmente a medida que nos desplazábamos hacia el sur, ya que la superficie de playa aumentaba progresivamente, alcanzando en algunos puntos más de 70 m².

Si comparamos las fotos del año 1945 con las de 2021, podemos advertir las transformaciones ocurridas en este periodo de tiempo. Actualmente, la franja litoral benicense se encuentra urbanizada en toda su extensión, y las numerosas obras de regeneración y defensa, llevadas a cabo con el objeto de obtener más superficie de playa, han desfigurado la costa. Con excepción de la salida al mar del Barranc de les Farches, todo el litoral presenta playas con una anchura aceptable, con valores que van de los 20 a los 80 m, siendo las correspondientes a la zona Norte y a Els Terrers, las que han experimentado un mayor crecimiento en estos 76 años. Por el contrario, como puede advertirse, la anchura de playa en los tramos más meridionales de la zona del Heliópolis se ha reducido apreciablemente en el mismo periodo de tiempo.

¹ Una de las razones, aunque como veremos más adelante no la única, para que la anchura de las playas de la zona Norte en los años 40 fuera tan escasa debemos buscarla en la invasión urbanística de las décadas precedentes. En efecto, tanto la construcción del paseo Pilar Coloma, a comienzos del siglo pasado, como del hotel Voramar, en los años 30, cerca de la orilla del mar además de reducir la superficie de la playa, limitó su capacidad para regenerarse de forma natural.

² Si observamos las fotos, frente a la actual ubicación del Hotel Trinimar, se intuye un sistema dunar cubierto de arbustos, habitual en playas de gran extensión y similar al que ahora se disfruta en la playa del Serradal en el término de Castelló de la Plana.



Figura 3. Fotos aéreas de las playas del Norte de los años 1945 (arriba) y 2021 (abajo).



Figura 4. Fotos aéreas de la zona de Els Terrers de los años 1945 (arriba) y 2021 (abajo).



Figura 5. Fotos aéreas de la zona del Heliópolis de los años 1945 (arriba) y 2021 (abajo).



Figura 6. Playa del Voramar en los años 40.

Con el objeto de apreciar mejor la evolución de las playas entre 1945 y 2021, en la figura 7 se ha representado, para ambos años, la anchura de playa a lo largo del término de Benicàssim, fijando como punto inicial el Hotel del Voramar y como final el denominado monolito del Pirulí; por otro lado, en la figura 8, se ha representado la variación que dicha anchura experimentó entre los años 1945 y 2021. Si observamos la figura 7, podemos concluir que las obras ejecutadas han conseguido una mayor homogeneidad en la anchura de las playas a lo largo del término, en promedio unos 40 m. Sin embargo, si consideramos la evolución de su amplitud, parámetro que se puede apreciar mejor en la figura 8, concluimos que la gran perdedora ha sido la playa del Heliópolis y, especialmente, sus tramos más meridionales con una pérdida que en algunos puntos supera los 40 m.

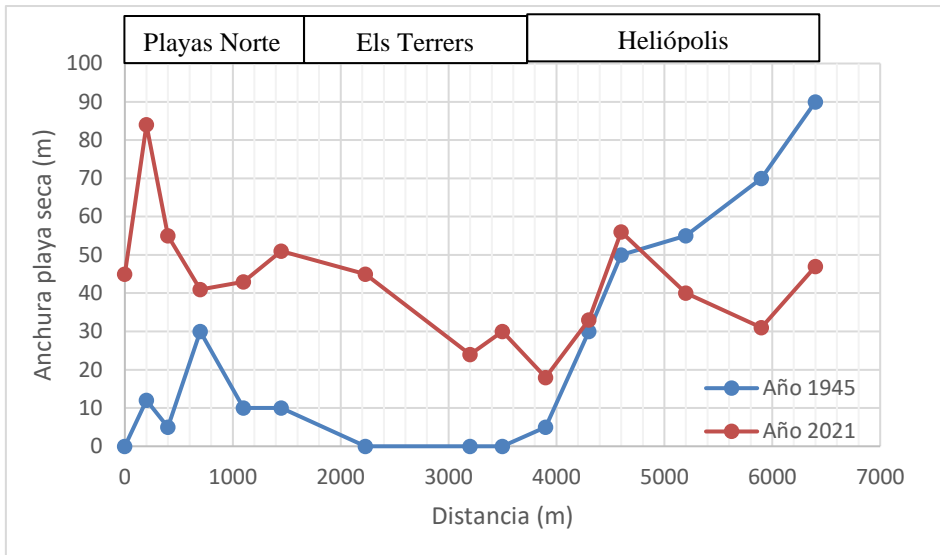


Figura 7. Anchura de las playas del litoral benicense en 1945 y 2021. Punto 0 m = Hotel Voramar.

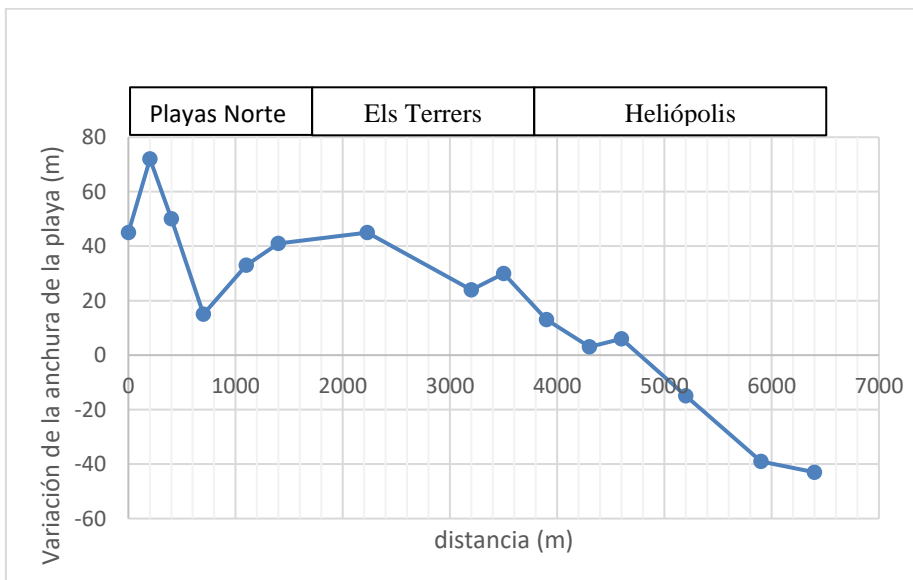


Figura 8. Variación de la anchura de la playa a lo largo del litoral benicense entre los años 1945 y 2021. Punto 0 m = Hotel Voramar.

Las fotos del año 1945, probablemente, nos muestren una imagen bastante aproximada de como debió ser la costa de Benicàssim históricamente, ya que el impacto antrópico³ todavía era escaso. Las diferencias morfológicas existentes en aquellos años a lo largo de su litoral, con zonas de acantilados y playas alternándose, se pueden explicar por la orientación de la costa y el ángulo con el que las olas se aproximan a la orilla, ya que determinan que la deriva litoral sea más o menos efectiva y que, por tanto, prime la erosión o la acreción. En efecto,

³ Como ya hemos comentado, en la zona Norte, el impacto humano ya se había hecho notar en décadas anteriores, aunque sobre la dinámica litoral dicho efecto debía ser reducido.

las corrientes longitudinales más importantes y, por tanto, la deriva litoral más destacable, se produce en las costas donde los oleajes de mayor energía rompen de una manera muy oblicua, siendo inferior esta dinámica en los litorales en los que la incidencia resulta ser más transversal. El litoral de la zona Norte y de Els Terrers presenta una orientación muy oblicua respecto a los oleajes más frecuentes e intensos que sufre el litoral castellanense (NNE, NE y E). Este hecho unido a que se encuentra justo al sur de las estribaciones de la sierra de Oropesa, una pantalla natural a la deriva litoral, han determinado que en estos tramos siempre haya primado la dinámica regresiva y, por tanto, las zonas acantiladas. Por el contrario, en la zona del Heliópolis la orientación del litoral, al ser más perpendicular a la incidencia de los oleajes más energéticos y frecuentes, presenta una situación más favorable a la acumulación de sedimentos arenosos (figura 9).



Figura 9. Dirección de incidencia de los vientos más frecuentes e intensos (flecha) y orientación de la costa. Cuando el ángulo de incidencia es menor, mayor es la deriva litoral y, por tanto, la dinámica regresiva del litoral. Izquierda: playas de la zona Norte y de Els Terrers; derecha: playa del Heliópolis.

Así pues, la acción antrópica no solo ha transformado la franja del litoral benicense, urbanizándola al completo, sino que, como veremos con mayor detenimiento posteriormente, parece haber modificado su dinámica litoral, mediante la realización de obras de defensa y regeneración. La brutal transformación, que podemos apreciar al comparar las fotos de los años 1945 y 2021, lógicamente, fue progresiva, ya que duró décadas, por lo que resulta interesante analizar su evolución desde 1945. Si comparamos las fotos de 1945 con las de los años 1956 y 1967, años en los que el impacto antrópico continuaba siendo escaso, advertimos que las variaciones en la anchura de la playa eran mínimas (+/- 10 m). Debemos indicar, no obstante, que en las fotos aéreas de 1967 ya se aprecia un primer espigón a la altura de la Torre de Sant Vincent, por lo que,

la falta de playa en la zona Norte comenzaba a ser una preocupación^{4,5} en la década de los 60. Por otro lado, en las fotos aéreas realizadas ese mismo año, también se puede observar el comienzo del boom inmobiliario en la playa de Els Terrers y del Heliópolis (figura 10), con la construcción de los primeros apartamentos a escasos metros de los arrozales⁶.



Figura 10. Foto aérea de 1967 de la zona meridional de Els Terrers y la septentrional del Heliópolis, donde se puede apreciar el comienzo del boom inmobiliario. En la zona inferior se pueden distinguir los apartamentos Heliópolis y La Panderola, construidos a escasos metros de los campos de arroz, de color más oscuro.

Como avanzamos en la introducción, en la década de los años 70, un turismo cada vez más masificado, que demandaba playas de arena fina, y la práctica desaparición de las playas de la zona Norte, impulsa la construcción de nuevos espigones en esa zona^{7,8}. Esta primera fase de construcción y regeneración, ya

⁴ En la foto 6 y las fotos aéreas de 1957 ya se observan algunas pequeñas defensas marítimas, sin embargo, debido a sus pequeñas dimensiones, las consideramos meramente testimoniales.

⁵ Como ya comentamos, la construcción a escasos metros de la orilla en un litoral que además presenta una dinámica regresiva, con escasas posibilidades de regeneración natural, provoca que, más pronto o más tarde, la playa desaparezca. La foto de finales de los 60 o comienzos de los 70 correspondiente a la figura 1, ya nos muestra que la situación de las playas de la zona Norte era crítica en alguno de sus tramos.

⁶ El cultivo del arroz llegó a abarcar 700 hectáreas en el término de Benicàssim. El último año en el que se cultivó fue 1971.

⁷ En las fotos de 1967, también se aprecia un espigón en la zona de Les Platgetes.

⁸ BOE de 17/10/1972: se aprueba la construcción de 3 espigones en las playas de la zona Norte.

que posteriormente habría otra, finalizó en la primera mitad de los años 80 y abarcó toda la zona Norte y la parte septentrional de Els Terrers, como puede apreciarse en la foto aérea de 1987 (figura 11). Así mismo, las dos escolleras legalizadas por Costas⁹ en 1985 en la zona más septentrional del Heliópolis, también conocida como playa del Eurosol, se pueden distinguir en las fotos realizadas ese mismo año (figura 12).



Figura 11. Foto aérea de las playas del Norte y de la zona de Els Terrers en 1987.



Figura 12. Foto aérea del tramo septentrional de la zona del Heliópolis en 1987.

⁹ BOE de 18/09/1985: se hace pública la concesión otorgada a Inturcosa para la legación de defensa de dos espigones de defensa en el complejo Eurosol.

Los resultados de estas construcciones fueron rápidos y apreciables en todas las zonas donde se actuó, como puede comprobarse en las fotos aéreas de 1987 y en la representación de la figura 13, con ganancias, respecto a 1967, que llegaron a alcanzar los 25 m; sin embargo, como suele ser habitual en estas actuaciones, las playas de más al sur, concretamente el tramo más meridional de la zona del Heliópolis comenzó a perder playa de forma muy significativa.

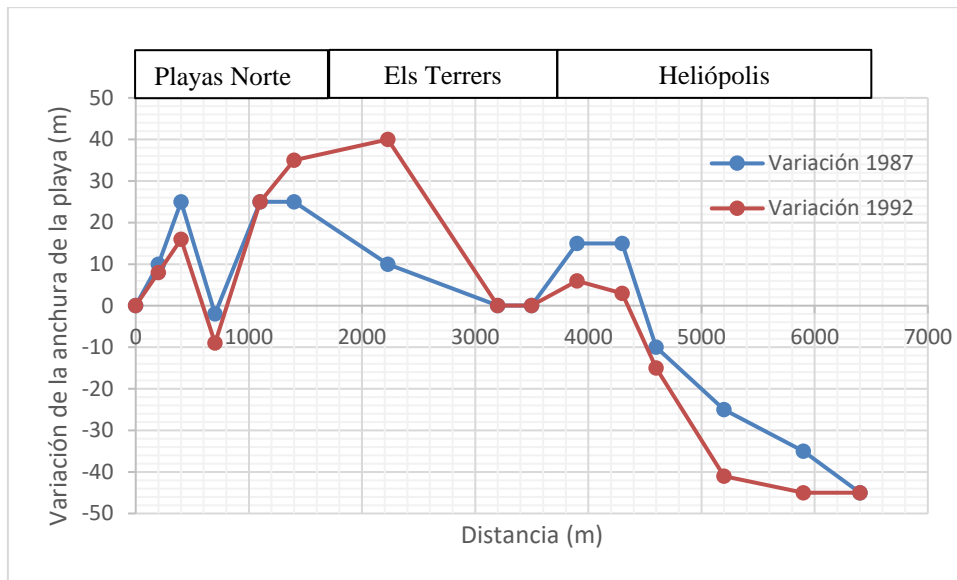


Figura 13. Variación de la anchura de la playa a lo largo del litoral benicense para los periodos 1967-1987 y 1967-1992. Punto 0 m = Hotel Voramar.

En efecto, si observamos de nuevo la figura 13, podemos apreciar que la regresión en el límite entre los términos de Benicàssim y Castellón, zona denominada del Pirulí, fue de 45 m entre los años 1967 y 1987. La construcción de un nuevo espigón en la zona septentrional de Heliópolis, a la altura de los apartamentos Azahar, que se puede observar en las fotos aéreas de 1991, y de otro en su tramo más meridional, en la denominada “curva”, que se puede apreciar en la foto aérea de 1992, no solucionaron el problema, ya que la situación continuó deteriorándose en esta zona.

A finales de 1992, en algunos tramos de Heliópolis, donde antaño la playa había presentado una anchura de hasta casi 100 m, la situación era crítica y requería de actuaciones urgentes. Entre los años 1993-1994¹⁰ se añadieron, entre los dos espigones arriba mencionados, otros tres espigones, como podemos observar en la foto aérea de 1997 (figura 14). Además de la construcción de estas defensas, debemos remarcar, ya que este tema será tratado en los apartados siguientes, que

¹⁰ Durante esos años se construye además el paseo de la zona del Heliópolis.

la playa fue regenerada con arena de cantera sobre la que se depositó arena fina natural.

Prácticamente en esas mismas fechas, posiblemente debido a que se consideraron insuficientes las ganancias de playa obtenidas, las defensas de la zona Norte se alargaron unos 60 m (de los aproximadamente 100 m iniciales a los 160 m finales) y se añadió un nuevo espigón al norte del hotel del Voramar, modificaciones que también se pueden apreciar en las fotos aéreas de 1997 (figura 15).

Los resultados fueron nuevamente muy rápidos y efectivos. La superficie arenosa aumentó en todos los tramos donde se actuó, destacando las ganancias observadas en la playa del Voramar y, especialmente, a la altura del hotel del mismo nombre.



Figura 14. Foto aérea de la playa del Heliópolis en 1997. Rodeados de un círculo rojo los nuevos espigones.



Figura 15. Fotos aéreas de las playas de la zona Norte en 1991 (izquierda) y 1997 (derecha), donde se aprecia el alargamiento de los espigones y la construcción de otro frente al Voramar.

Con el objeto de apreciar mejor dichas ganancias, en la figura 16 se muestra la variación de la anchura de playa a lo largo del litoral para los periodos 1967-1992 y 1967-1997. Al examinar la gráfica, se comprueba que entre los años 1992 y 1997 los mayores incrementos, de entre 30 y 40 m, se produjeron justo en frente del hotel Voramar, en el tramo más septentrional de la paya del Heliópolis, así como en su tramo más meridional, con la excepción del tramo de la “curva”. Dichas ganancias, sin embargo, tan solo fueron netamente positivas, respecto al año 1967, en las dos primeras zonas ya que, en el resto de las playas del Heliópolis, aunque en general se mejoró significativamente, respecto a los valores de 1992, no se consiguió retornar a las anchuras que se disfrutaban en los años 40, 50 o 60.

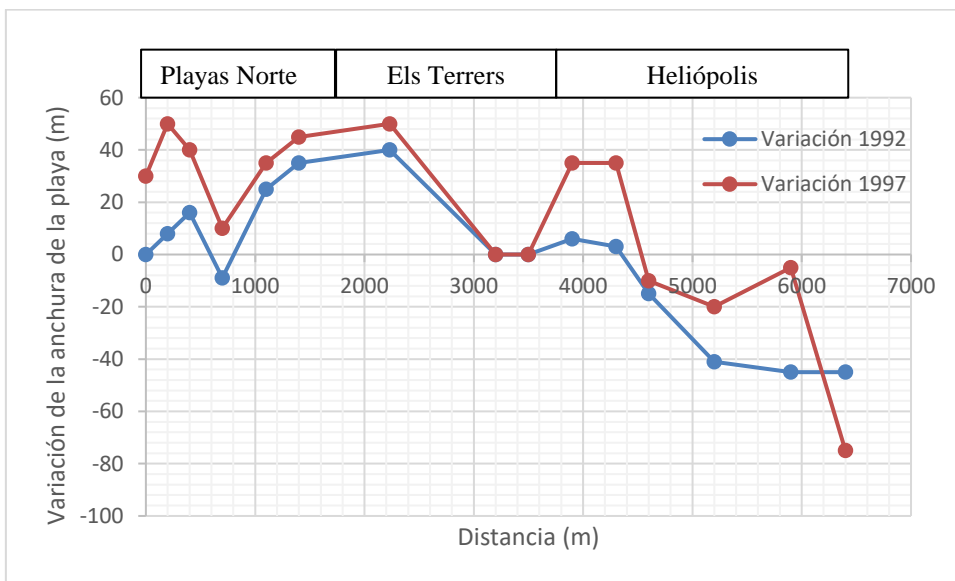


Figura 16. Variación de la anchura de la playa a lo largo del litoral benicense para los periodos 1967-1992 y 1967-1997. Punto 0 m = Hotel Voramar.



Figura 17. Fotos aéreas del tramo de la “curva” en 1997 (izquierda) y 2003 (derecha).

Las actuaciones realizadas en los años 90 de nuevo afectaron al extremo más meridional, en la divisoria entre los términos de Benicàssim y Castellón, donde no se habían construido defensas. En dicho tramo, la situación se agravó hasta el extremo de perderse casi 80 m desde 1967 y desaparecer casi por completo la playa (figura 17, izquierda). Las administraciones actuaron de nuevo, construyéndose otros dos espigones, ya en el término de Castellón, y alargando, en forma de L, el ya existente en el tramo de la “curva”. De este modo se consiguió recuperar la anchura de la playa en pocos años, como puede observarse en las fotos aéreas de 2003 (figura 17, derecha) y en la representación de la figura 18, donde se muestra la variación de anchura de playa entre 1967-1997 y 1967- 2003.

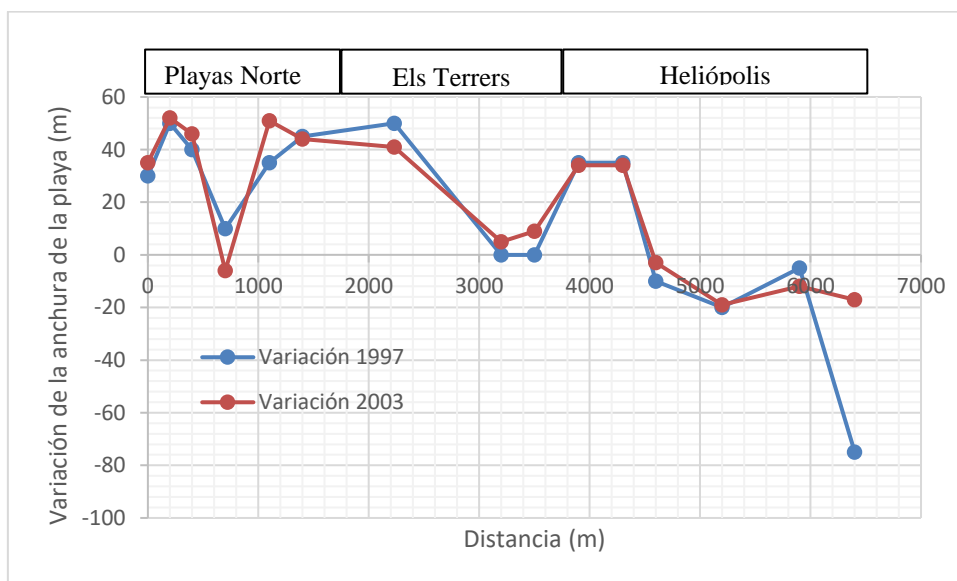


Figura 18. Variación de la anchura de la playa a lo largo del litoral benicense para los periodos 1967-1997 y 1967-2003. Punto 0 m = Hotel Voramar.

Poco tiempo después, entre los años 2004-2005, se realizó la que es hasta ahora última fase de regeneración y construcción de defensas, en la zona de Els Terrers, al sur de la escuela de vela, una zona en la que los acantilados habían predominado históricamente. Como puede observarse en la foto aérea de 2005 (figura 19), se construyeron tres nuevas escolleras en forma de L, y la ya existente, frente al Eurosol, se alargó en unos 100 m. Este tramo no se regeneró con arena natural ni de cantera si no con grava y cantos rodados, consiguiéndose rápidamente una anchura de playa de unos 20-30 m, como puede apreciarse en la citada foto y en la representación de la figura 20.

Desde 2005, la situación apenas ha variado, con ligeras acreciones en las playas de la zona Norte y regresiones en la zona del Heliópolis, especialmente en su zona más meridional donde, además de no haber recuperado la anchura de playa

existente en 1967, se observa una reducción de hasta 20 m, como puede comprobarse en la figura 20.

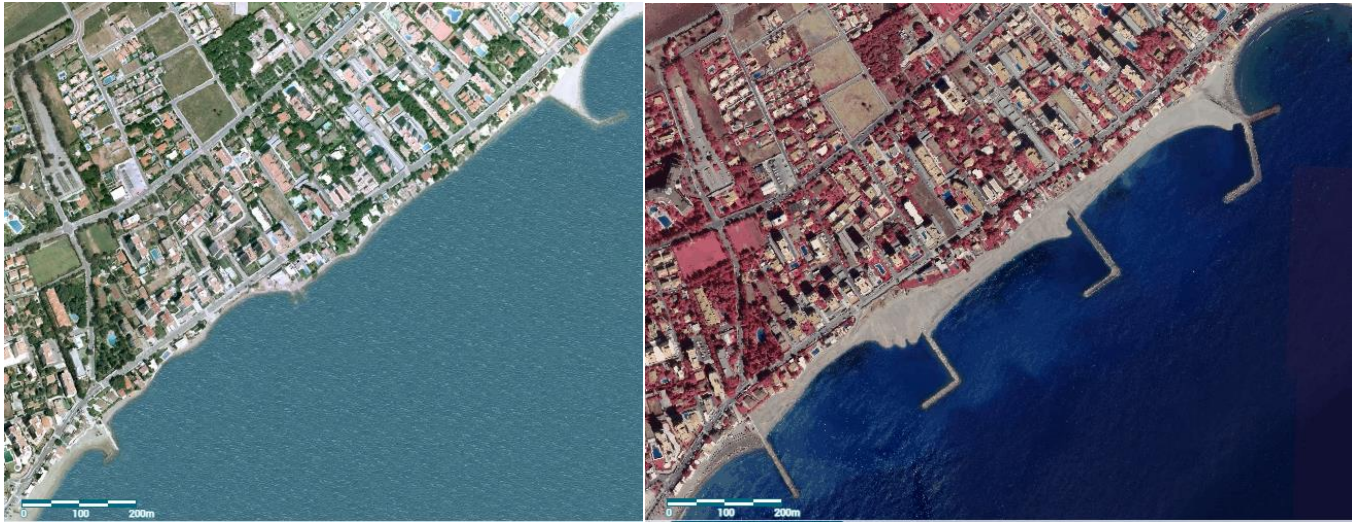


Figura 19. Fotos aéreas de la zona de Els Terreres en 2003 (izquierda) y en 2005 (derecha).

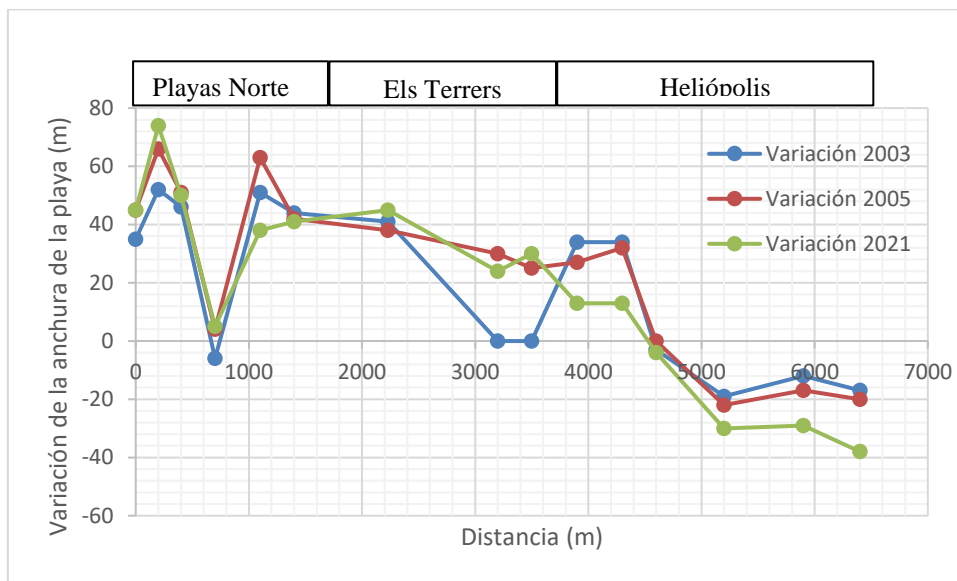


Figura 20. Variación de la anchura de la playa a lo largo del litoral benicense para los periodos 1967-2003, 1967-2005 y 1967-2021. Punto 0 m = Hotel Voramar.

3. Diferencias entre las playas de la zona Norte y la del Heliópolis. Análisis comparativo entre dos tramos de estas playas.

Como ya comentamos en la introducción, muchos vecinos del Sur de Benicàssim se consideran agraviados porque consideran que las actuaciones acometidas desde los años 70 tan solo han favorecido a la zona Norte, mientras que su playa no tan solo no se ha beneficiado, sino que ha salido claramente perjudicada.

Para confirmar si este sentimiento tiene fundamentos objetivos, en este apartado vamos a aplicar una metodología de carácter analítico a una serie de variables intrínsecas, lo que nos permitirá evaluar y comparar las playas del Norte y Heliópolis, tanto en su estado actual como en el pasado.

El procedimiento de análisis en el que nos hemos basado es el propuesto por López Olivares (López Olivares, D.)¹¹ en el que cada variable, en general, es valorada de 0 a 3 cuando es positiva y de 0 a -3 si es negativa.

Las variables intrínsecas que se han seleccionado para su análisis han sido las siguientes:

- 1) Granulometría de la arena
- 2) Presencia de piedras
- 3) Anchura de la playa seca
- 4) Estabilidad de la playa
- 5) Profundidad de la playa
- 6) Calidad del agua
- 7) Tonalidad de la arena

Para realizar el análisis, se han escogido dos puntos, uno típico de la zona Norte, concretamente en la playa de la Torre de Sant Vicent, y otro en la zona meridional de la playa del Heliópolis, zona en la que actualmente se concentra el mayor número de quejas. En la figura 20 se muestran, rodeados por un círculo, los dos puntos de playa analizados.

A continuación, se analiza y evalúa, una por una todas estas variables para los dos tramos seleccionados.

¹¹ López Olivares propone para el análisis una amplia serie de variables, tanto internas y como externas, de las que tan solo resultan útiles para nuestro estudio una parte de las intrínsecas, quedando fuera otras como temperatura del agua, forma de la playa, relieve y vegetación.



Figura 20. Rodeados por un círculo rojo los puntos de playa analizados en la playa de la Sant Vicent y del Heliópolis.

3.1 Granulometría de la arena

Para esta variable, los valores establecidos van de 0 a 3. El mínimo, 0, corresponde a tamaños gruesos (2,00 mm – 0,60 mm) o a la inexistencia de arena. El valor 1 se otorga a las arenas muy finas (0,14 – 0,06 mm), si bien presentan visualmente condiciones óptimas, resultan muy volátiles y se adhieren al cuerpo. Las granulometrías intermedias son las más favorables, asignando 3 a los calibres medianos (0,30 – 0,59 mm); y 2 para las arenas finas (0,29 – 0,15 mm).

Con el objeto de determinar la granulometría de las arenas, se ha llevado a cabo un muestreo en las dos zonas de estudio. En la playa del Torreón ha resultado sencillo debido a que la arena presentaba una gran homogeneidad. Por el contrario, el muestreo de la playa del Heliópolis ha sido mucho más complicado ya que el aspecto y distribución granulométrica de la arena variaba mucho en función de la zona escogida, como puede apreciarse en la figura 21, por lo que se decidió tomar dos muestras, una en el frente de playa (beachface), donde se suele presentar la arena más gruesa y otra en la playa seca (backshore). Todas las

muestras obtenidas, una vez secadas, se tamizaron por vía seca, utilizando para ello una torre de tamices con las siguientes luces mallas: 1 mm, 0,50 mm, 0,45 mm, 0,25 mm, 0,15 mm y 0,10 mm.

En la figura 22 se muestran los resultados obtenidos, comprobándose que la arena del Torreón presenta una distribución estrecha y fina (arriba), con más del 95% de las partículas entre 0,25 y 0,10 mm. Por el contrario, las muestras de arena tomadas en Heliópolis (abajo) presentan una distribución de tamaño de partícula mucho más amplia¹², entre >1 mm y 0,15 mm y son, en promedio más gruesas, especialmente la recogida en el frente de playa, con un 35% de las partículas mayores de un 1 mm.

De acuerdo con el rango de tamaños en el que se sitúan el 95% de las partículas, las valoraciones han sido las siguientes:

Playa	Rango (mm)	Valor
Torre Sant Vicent	0,25-0,10	2
Heliópolis	>1,00-0,15	0



Figura 21. En la foto se puede apreciar lo difícil que resulta muestrear en la playa del Heliópolis. En el frente de la playa es donde se acumulan normalmente los materiales más gruesos, mientras que en la zona seca es donde se concentran los más finos.

¹² La arena del Heliópolis presenta realmente dos distribuciones de tamaño de partícula solapadas, una más gruesa, con un D50 superior a 1 mm, y otra más fina con un D50 de unos 0,175 mm. Este hecho es resultado, como veremos con más detalle en el siguiente apartado, del mezclado de la arena natural con arenas de cantera utilizadas en la regeneración de la playa.

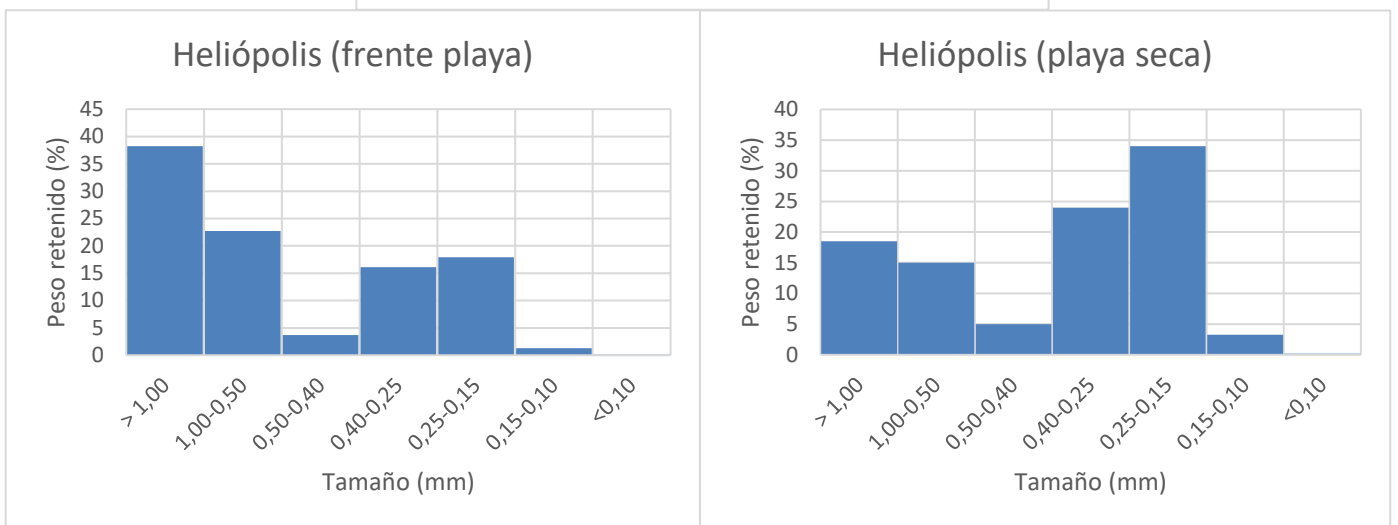
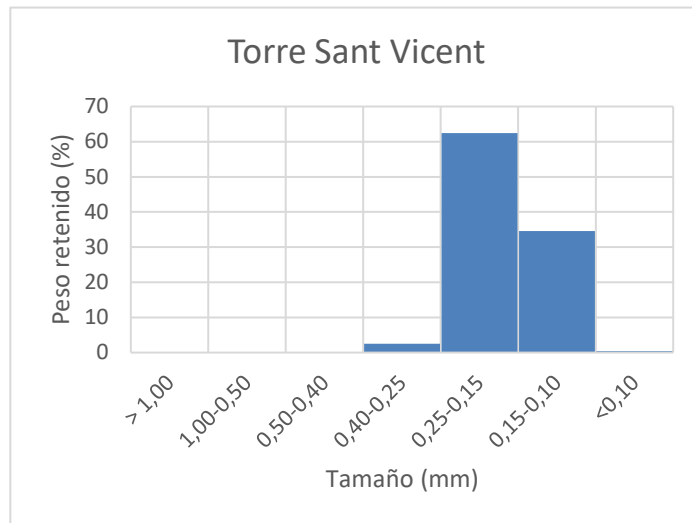


Figura 22. Distribución de tamaños de partícula de las muestras de arena recolectadas en el Torreón y Heliópolis.

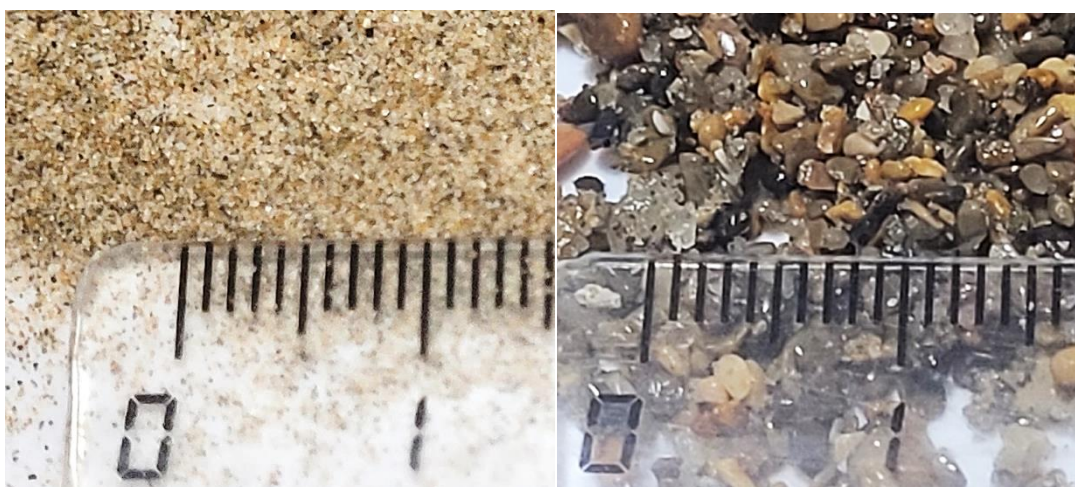


Figura 23. Fotos de la arena del Torreón (izquierda) y del frente de playa de la Heliópolis. Puede apreciarse las diferencias en el tamaño de partícula.

3.2 Presencia de piedras

La presencia de piedras constituye una variable negativa por lo que los valores asignados oscilan de 0 a -3. La inexistencia de piedras se valora con 0. El valor -1 se asigna a la presencia de gravas (de 2 mm a 2 cm) y a la combinación de gravas con cantos pequeños (de 2 a 6 cm) o medianos (de 6 a 12 cm); a los cantos de mayor tamaño (de 12 a 25,6 cm) y a la combinación de cantos con roquedos, se otorga -2. El mínimo, -3, se da cuando se presentan bloques (>25,6 cm).

En la playa del Torreón no se ha observado la presencia de gravas en cantidades apreciables, mientras que en la del Heliópolis es fácil encontrar gravas y cantos rodados pequeños, como puede apreciarse en la figura 24, por lo que las valoraciones otorgadas han sido las siguientes:

Playa	Presencia de piedras	Valor
Torre Sant Vicent	No	0
Heliópolis	Gravas y cantos pequeños	-1



Figura 24. Presencia de gravas y cantos en la playa del Heliópolis; algunos de ellos alcanzan los 7 cm.

3.3 La anchura de playa seca

Se considera como anchura de playa seca al sector no cubierto por la marea alta. Los valores asignados van de 0 a -3. El valor 0 se asigna al ancho de 41 a 80 m., por ser la zona más frecuentada por los bañistas, y ofrecer, potencialmente densidades aceptables. El valor mínimo -3 corresponde por una parte a las anchuras inferiores a 10 m, y por otra a las superiores a 120 m., por exigir

desplazamientos excesivos. Los valores intermedios -1 y -2 se aplican a los anchos de 10 a 40 m y 81 a 120 m, respectivamente.

De acuerdo con lo indicado y en las mediciones realizadas en el apartado anterior, las valoraciones obtenidas son las siguientes:

Playa	Anchura (m)	Valor
Torre Sant Vicent	48	0
Heliópolis	31	-1

3.4 La estabilidad de la playa

La estabilidad de la playa es una variable que depende de la acción morfogénica de los factores físicos y de la acción antrópica. El grado de actuación origina las situaciones ya mencionadas de regresión, equilibrio o progresión, teniendo en cuenta, en general, un período mínimo de 30 años. Así pues, la valoración será positiva o negativa, dependiendo del tipo de proceso. El valor 0 se asignará cuando la playa presente un perfil de equilibrio. Los valores positivos denotan la acción de los procesos de acumulación; corresponderá el valor 3 cuando la playa sea excepcionalmente progresiva; 2 si es muy progresiva; y 1 cuando es progresiva; el predominio de los procesos erosivos determinará la asignación de valores negativos; el mínimo, -3 , se otorga cuando la playa sea excepcionalmente regresiva; -2 si es muy regresiva; y -1 cuando es algo regresiva, es decir, la intensidad del proceso disminuye, pero aún mantiene su presencia.

Aunque ya comentamos ampliamente esta variable en el apartado anterior, con el objeto de evaluar mejor en qué situación se encuentran ambos tramos de playa, en la figura 25 se ha representado la evolución de sus anchuras desde 1945. Puede comprobarse que, gracias a las obras de defensa y regeneración realizadas entre los años 70 y mitad de los 90, la anchura de la playa del Torreón aumentó de forma significativa, unos 30-40 m, en poco más de veinte años. Posteriormente, desde finales de los años 90, la playa se ha estabilizado, con variaciones que apenas superan los 5 m. Por el contrario, la evolución de la zona del Heliópolis ha sido muy diferente. La playa presentaba cierta estabilidad, con variaciones de apenas 10 m, hasta los años 70. En los años 80 y primera parte de los 90 sufrió una importante regresión, de hasta 55 m, posiblemente como consecuencia de las obras realizadas en la zona Norte, que se solucionó, parcialmente, con las actuaciones hechas a mitad de los años 90. Estas actuaciones, sin embargo, no consiguieron revertir la situación, comenzándose a observar una reducción del ancho de playa que, desde comienzos de los años 2000, alcanza los 25 m.

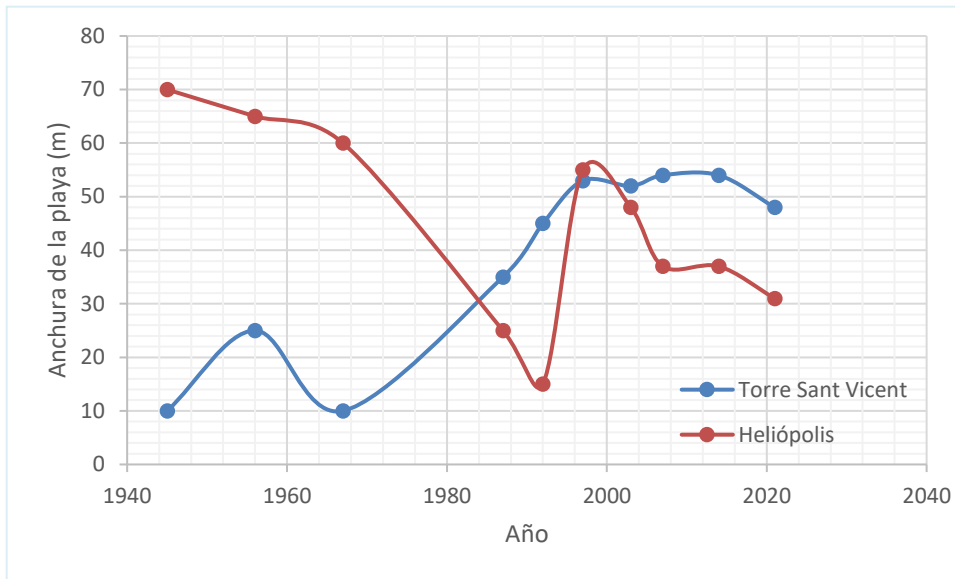


Figura 25. Evolución de la anchura de playa en los tramos analizados de la Torre de Sant Vicent y Heliópolis desde 1945 hasta la actualidad.

De acuerdo con la evolución mostrada en la figura 4, los valores otorgados son:

Playa	Estabilidad	Valor
Torre Sant Vicent	En equilibrio	0
Heliópolis	Muy Regresiva	-2

3.5 La profundidad de la playa

Esta variable puede condicionar la afluencia y seguridad de los usuarios ya que viene determinada por la distancia existente entre el límite de la línea de bajar y la isolínea $-1,5$ m ausente de rocas y algas, siendo la zona que ofrece las condiciones óptimas para el disfrute del baño¹³. Al tratarse de un elemento restrictivo, que puede condicionar la afluencia y seguridad de los usuarios, se asignarán valores que van de 0 a -3 . El mínimo, -3 , corresponde a los dos extremos, es decir, cuando la distancia es inferior a 5 m o superior a 50 m; esta última supone un desplazamiento excesivamente largo; -2 cuando se encuentra entre 5 y 15 m, y -1 de 15 a 30 m.; el valor 0 es el óptimo, y se asigna a la distancia que oscila entre 30 y 50 m.

Con el objeto de evaluar esta variable, se ha obtenido el perfil batimétrico de los dos puntos en estudio, mostrándose los resultados en la figura 26. Como puede observarse, sus perfiles son muy diferentes. La playa de Torreón presenta un

¹³ Consideramos que el valor de la isolínea de -2 m, establecido por López Olivares en su trabajo, es demasiado elevado, ya que valores de $-1,5$ m son suficientes para el baño, mientras que profundidades mayores ya no son aptas para todos los usuarios.

perfil disipativo, característico de playas de arena fina. La zona de rompientes presenta un talud ligeramente cóncavo con pendientes bajas y sin formaciones destacables, observándose una barra longitudinal a unos 30 m. La pendiente de la zona de asomeramiento es mayor que la de la zona rompientes. Por el contrario, la playa del Heliópolis presenta un perfil reflectivo¹⁴, característico de playas de arenas medias a gruesas. En la parte inferior del frente de playa hay un escalón, de unos 35 cm, compuesto por los materiales más gruesos, después del cual la pendiente del perfil va disminuyendo, conservando forma cóncava. No se aprecian barras longitudinales.

Así pues, basándonos en las batimetrías obtenidas, la valoración es la siguiente:

Playa	Distancia a la isolínea -1,5 (m)	Valor
Torre Sant Vicent	50	0
Heliópolis	11	-2

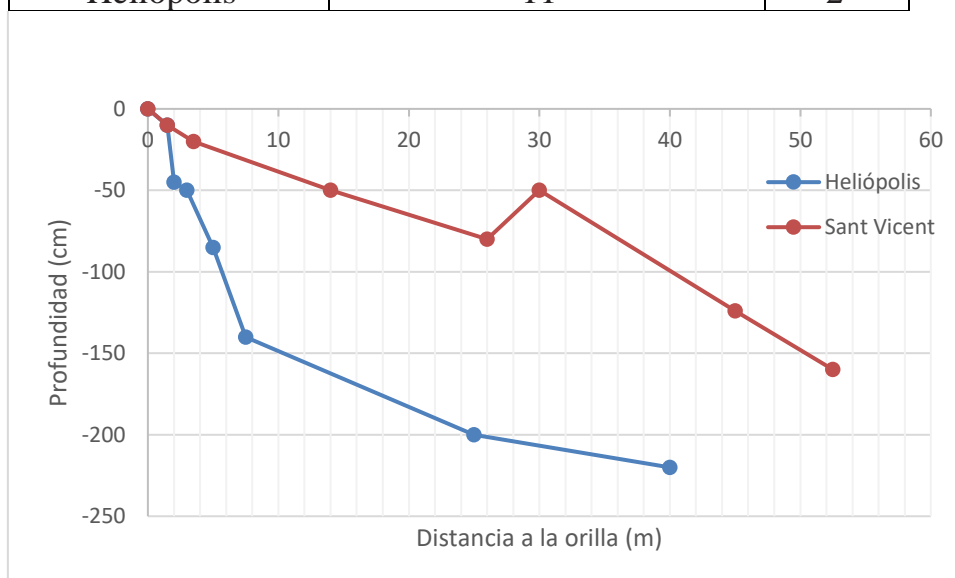


Figura 26. Perfil sumergido de los tramos analizados de la playa del Torreón y Heliópolis¹⁵.

¹⁴ Debemos indicar que los autores no se ponen de acuerdo, ya que en algunos textos aparece el calificativo reflejante, mientras que en otros se utilizan los calificativos reflectivo o reflectante.

¹⁵ Las playas no son elementos estáticos, sino que cambian en planta y perfil a lo largo del tiempo. En consecuencia, las mediciones se realizaron el mismo día para que ningún elemento externo, como un temporal marino o la actuación humana, influyera.

3.6 La calidad del agua

La calidad del agua viene determinada por los resultados de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos establecidos en el R.D. 341/2007, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baños. Los parámetros de obligado análisis y que definen la calidad del agua son los microbiológicos (véase la tabla 1), pero en el R.D. también se considera el aspecto visual de las aguas¹⁶.

En este caso, los valores van de 0 a 3. Se otorga un 3 a las aguas cuyos parámetros microbiológicos sean de calidad excelente, según los imperativos marcados en el Real Decreto antedicho, y, además, no suelen presentar turbidez¹⁷; el 2 se asigna a las aguas aptas para el baño cuyos parámetros sean excelentes, pero con relativa frecuencia presenten turbidez; el 1 se da a las aguas cuya calidad sea buena y el 0 para las aguas cuya calidad sea suficiente y, por tanto, sean también consideradas aptas para el baño. Las playas no aptas para el baño no se evalúan ya que, con independencia del resto de parámetros, deben ser descartadas para su uso público.

Tabla 1. *Parámetros de obligado análisis en las aguas costeras y los límites que definen la calidad del agua.*

		Calidad			Unidad
		Suficiente **	Buena *	Excelente *	
01	Enterococos intestinales	185	200	100	UFC o NMP/100 ml.
02	Escherichia coli	500	500	250	UFC o NMP/100 ml.

* Con arreglo a la evaluación del percentil 95.

** Con arreglo a la evaluación del percentil 90.

Los parámetros microbiológicos son publicados por el ministerio de sanidad en el sistema de información nacional de aguas de baño (Náyade) por lo que resulta

¹⁶ Debemos indicar que López Olivares no tuvo en cuenta la transparencia del agua en su estudio. No obstante, al ser una de las primeras propiedades en ser percibidas puede influir en la elección de una zona de baño y, por tanto, en la afluencia a la playa. Un agua puede ser apta para el baño, de acuerdo con los parámetros microbiológicos, pero no ser visualmente atractiva por su turbidez, por lo que suele ser menos valorada por los usuarios. Así pues, hemos decidido englobar en la evaluación de la calidad del agua este último parámetro.

¹⁷ En general, cuando hay oleaje, el agua de una playa se enturbia al entrar en suspensión la arena y los lodos. En este caso, no nos referimos a estas situaciones, si no a aquellas en las que el agua se presente con frecuencia turbia, aunque el mar esté relativamente calmado.

sencillo determinar a calidad de una playa desde este punto de vista. En la tabla 2 se resumen los rangos de variación que presentaron los análisis microbiológicos en las dos playas en estudio durante los meses de julio y agosto de 2021. De acuerdo con estos datos, las dos logran la calificación de excelente.

Por otro lado, respecto a la transparencia del agua, aunque se pueden utilizar procedimientos más o menos precisos para medir esta variable pensamos que resulta suficiente una evaluación visual cualitativa, considerando que el agua presenta turbidez cuando su aspecto es opaco lechoso (foto de la derecha de la figura 26). Teniendo en cuenta esta evaluación, podemos afirmar que, en general, cuando no hay fuerte oleaje, las aguas de la playa Torreón presentan un aspecto transparente (foto de la izquierda de la figura 26), mientras que en la playa del Heliópolis es relativamente frecuente ver el agua turbia, incluso en días de calma.



Figura 28. Aspecto visual del agua en la Torre Sant Vicent (izquierda) y Heliópolis (derecha). Fotos tomadas el mismo día: 21/05/22.

Tabla 2. Rango de variación de los análisis microbiológicos realizados en la playa del Heliópolis durante el verano de 2021 (julio y agosto). Rescatado de <https://nayadeciudadano.sanidad.gob.es/Splayas/ciudadano/ciudadanoZonaAction.do>

Tipo bacteria	Sant Vicent	Heliópolis	Unidad
Enterococos intestinales	1-41	1-20	UFC/100 ml
Escherichia coli	1-59	1-92	UFC/100 ml

De acuerdo con todos los parámetros considerados, los valores otorgados son:

Playa	Microorganismo	Transparencia	Valor
Torre Sant Vicent	Excelente	Habitual	3
Heliópolis	Excelente	No habitual	2

3.7 Tonalidad de la arena

la tonalidad o color de la arena, influye cada vez más en el atractivo de la playa, los valores asignados oscilan entre 0 y 3, siendo más altos cuanto más claros son los colores. Así, el color gris tiene una aplicación de 1, el pardo de 2, y el beige o las tonalidades claras el máximo 3.

El color de las arenas de la playa del Torreón y la del Heliópolis es beige, aunque en esta última aparece en algunos puntos una arena más rosácea, como puede apreciarse en la figura 27. A pesar de ello se otorga la máxima valoración a las dos playas:

Playa	Color	Valor
Torre Sant Vicent	Beige	3
Heliópolis	Mayoritariamente Beige	3



Figura 28. Variación de la tonalidad de la arena en la playa del Heliópolis, a la izquierda más pardo-rosácea y a la derecha más blanquecina.

3.8 Valoración final

La suma de las valoraciones realizadas sobre cada una de las variables intrínsecas seleccionadas nos da los siguientes resultados:

Playa	1	2	3	4	5	6	7	Total
T. Sant Vicent	2	0	0	0	0	3	3	8
Heliópolis	0	-1	-1	-2	-2	2	3	-1

De acuerdo con los mismos, la playa del Torreón, con un 8, consigue una valoración muy superior a la del Heliópolis, con -1. Si consideramos que la

puntuación puede ir de -9, en el caso de que todas las variables tuvieran una valoración mínima, a 12, en el caso de que todas las variables consiguieran la máxima valoración, el resultado obtenido por la playa del Torreón se puede calificar de notable mientras que el de la playa del Heliópolis no llega ni tan siquiera a alcanzar el aprobado.

Estos resultados nos confirman que el sentimiento de agravio, compartido por muchos vecinos de la zona Sur de Benicàssim, presenta unos fundamentos objetivos sólidos en los que sustentarse. En efecto, no tan solo la calificación de su playa, al menos la del tramo seleccionado para el análisis, es en estos momentos muy inferior a la de las playas del Norte, sino que, si hubiéramos realizado la misma evaluación a finales de los años 60, antes de que comenzaran las obras de defensa y regeneración, la situación sería completamente diferente. En esa época la zona del Heliópolis probablemente hubiera alcanzado una valoración muy similar a la que ahora tiene la playa de la Torre de Sant Vicent¹⁸, mientras que esta última hubiera obtenido una valoración bastante inferior¹⁹.

¹⁸ Aunque no disponemos de todos los datos, pensamos que la valoración total del tramo del Heliópolis seleccionado para el análisis sería de 8.

¹⁹ Aunque no disponemos de todos los datos, pensamos que la valoración estaría alrededor de 0, debido, sobre todo, a la escasa anchura de la playa (<10 m) y a la presencia de roquedales.

4. Análisis de todos los tramos de la playa del Heliópolis, problemas existentes y origen de los mismos.

En el apartado anterior, se compararon las características de la playa del Torreón con las de uno de los tramos meridionales de la zona del Heliópolis, concluyéndose que no tan solo la situación de este último era peor, sino que además había empeorado apreciablemente desde los años 70.

La playa del Heliópolis, con 2.750 m, es la de mayor longitud del término municipal de Benicàssim, por lo que no todos sus tramos tienen que presentar la misma situación y/o evolución. En este apartado, por tanto, analizaremos la playa en su conjunto con el objeto de comprobar si los problemas observados en el apartado anterior son extensibles a toda la zona e intentaremos establecer las causas de los mismos.

Para realizar el análisis, hemos escogido las variables intrínsecas que presentaron una valoración más negativa en el apartado anterior:

- 1) Características de la arena.
- 2) Estabilidad y anchura de la playa seca.
- 3) Perfil sumergido de la playa.
- 4) Transparencia del agua.

En base a los espigones actuales, la playa del Heliópolis se ha dividido en 6 celdas, que hemos referenciado, de norte a sur, como A, B, C, D, E²⁰ y F²¹ (véase la figura 29). A continuación, se analizan cada una de estas variables.

²⁰ La celda E se corresponde con el tramo del Heliópolis estudiado en el apartado anterior.

²¹ Debemos indicar que la celda F pertenece a dos términos, el de Benicàssim y el de Castellón, y a dos playas, la del Heliópolis y la del Serradal, situándose su divisoria en el punto que marca el denominado localmente monolito del Pirulí.



Figura 29. División de la playa del Heliópolis en 6 celdas: A, B, C, D, E y F, correspondientes a los 6 tramos que hay entre los espigones. En paréntesis se indican, los apartamentos, hotel o restaurante, a la altura de los que se han realizado las mediciones

4.1 Características de la arena

En el apartado 3.2, ya advertimos que las características de la arena de la celda E, eran diferentes de las de la zona Norte, con una distribución de tamaños más amplia, un tamaño promedio de las partículas mayor, así como una mayor heterogeneidad entre muestreos.

Tras los análisis realizados en todas las celdas en las que se ha dividido la zona del Heliópolis, podemos indicar que se observa este tipo de arena, menos apreciada por los usuarios y que se valoró con un cero, en todas ellas, con la excepción de la F.

El origen de esta arena debemos buscarlo en las sucesivas regeneraciones realizadas en el pasado con arenas de cantera, mucho más gruesas que la natural. A lo largo de los años, la arena artificial se ha ido mezclando con la natural, pero no de una manera homogénea ya que, en función de la zona donde se realice el muestreo, varían mucho los porcentajes en los que se encuentran mezcladas.

Aunque la alternancia de zonas en las que predomina la arena gruesa o fina podría parecer aleatoria, lo cierto es que tiene una explicación física. En efecto, la heterogeneidad observada es consecuencia de una clasificación por tamaños de partícula, en la que cada grano responde de manera diferente a la misma hidrodinámica, dando lugar a una diferenciación importante. En general, como veremos con más detenimiento posteriormente, las olas en la playa del Heliópolis rompen muy cerca de la orilla, prácticamente en el límite inferior del frente de playa, y es allí donde se produce la máxima disipación de energía. El flujo turbulento que se genera pone en suspensión una gran cantidad de sedimentos, especialmente los más finos, que son transportados posteriormente. Por el contrario, es más difícil que los granos más gruesos entren en suspensión y sean transportados, por lo que se acumulan en el frente de playa (figura 30), especialmente, en su límite inferior, formando un escalón (figura 31) que se puede apreciar en casi todas las celdas, con excepción de la más meridional, la que hemos denominado F y que fue la única que no fue regenerada con arena de cantera²².

Así pues, todo parece indicar que la formación del escalón actual, muy incómodo sobre toda para la gente de avanzada edad, es consecuencia de la regeneración con una arena gruesa, ya que este tipo de escalones nunca se forman en playas de arena fina, tan solo en playas de arenas gruesas, gravillas o cantos rodados²³.



Figura 30. Frente de playa formado mayoritariamente por sedimentos gruesos.

²² Debemos indicar que en la celda F también se observa un pequeño escalón, que con toda probabilidad se ha originado por el transporte de sedimento grueso procedente de las celdas situadas más al norte.

²³ La altura escalón, como veremos más adelante, depende del perfil sumergido de la playa y va desde los 50 cm hasta apenas 5 cm.



Figura 31. Escalón situado en el límite del frente de playa visto desde dentro del agua (izquierda) y desde arriba (derecha).

La acumulación de gruesos y, por tanto, de arena de cantera, también se puede dar en otras zonas de la playa. Así, en la orilla seca, se suelen acumular al norte de los espigones, debido a que éstos hacen un efecto pantalla a las corrientes transversales (*onshore-offshore*); corrientes que se generan, después de la ruptura de la ola, para compensar el apilamiento de agua que se produce en la orilla (figuras 32 y 33). En alguna de estas zonas, llega a presentarse la arena artificial prácticamente pura, con un tamaño superior al milímetro y un color rosáceo (figura 34)²⁴, lo cual nos proporciona una idea de las características que debía presentar la arena de cantera utilizada en la regeneración. Por otro lado, en la playa sumergida, la mayor acumulación de gruesos se da en las zonas protegidas al sur de los espigones en forma de L (figura 35).

²⁴ En algunas zonas se observa también una gravilla blanco-grisácea, muy gruesa, diferente a la de la primera regeneración y parecida a la de la zona de Els Terrers, lo que nos indica que con posterioridad a la primera regeneración de los años 1993-1994, se continuó aportando material de cantera.

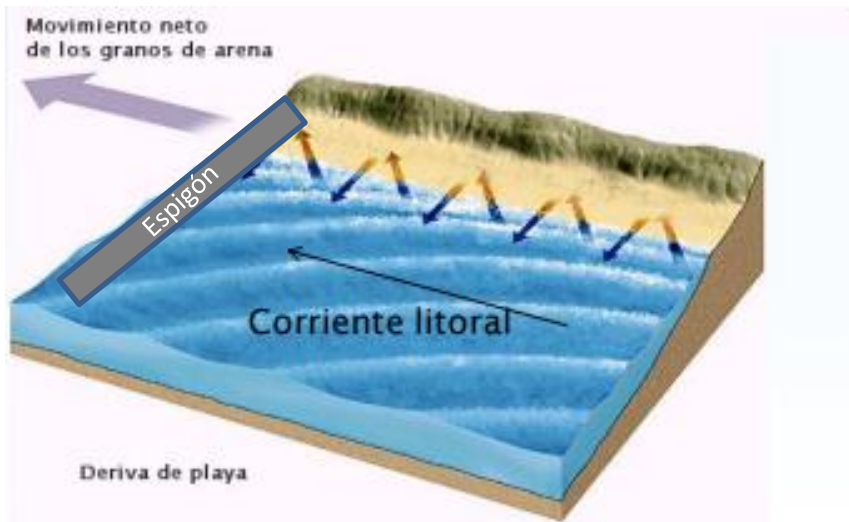


Figura 32. El movimiento de los sedimentos, cuando las olas llegan oblicuas a una costa rectilínea, describe trayectorias en zig-zag; al romper la ola el flujo es oblicuo, pero el refluo descende perpendicular a la orilla por la línea de mayor pendiente. La presencia de un espigón interrumpe dicho movimiento, acumulándose las partículas gruesas a barlovento.



Figura 33. Acumulación de sedimentos grueso en la playa emergida al norte de un espigón en la playa del Heliópolis.

Además de las dificultades que genera el mencionado escalón al entrar en el agua, la acumulación de material grueso origina otro tipo de contrariedades a los usuarios de la playa, como son el hundimiento de los pies cuando se transita (figura 36) y las molestias que producen sus aristas al clavarse en las plantas de los pies²⁵.

²⁵ A pesar de que la DGCM considera que las gravillas artificiales se redondean con los años, lo cierto es que este hecho tan solo ocurre en las zonas de contacto con el agua, por lo que en el resto de la playa la arena sigue siendo molesta durante décadas.



Figura 34. A la izquierda: en algunas zonas próximas a los espigones se acumulan las arenas más gruesas.. A la derecha: detalle de las partículas gruesas.

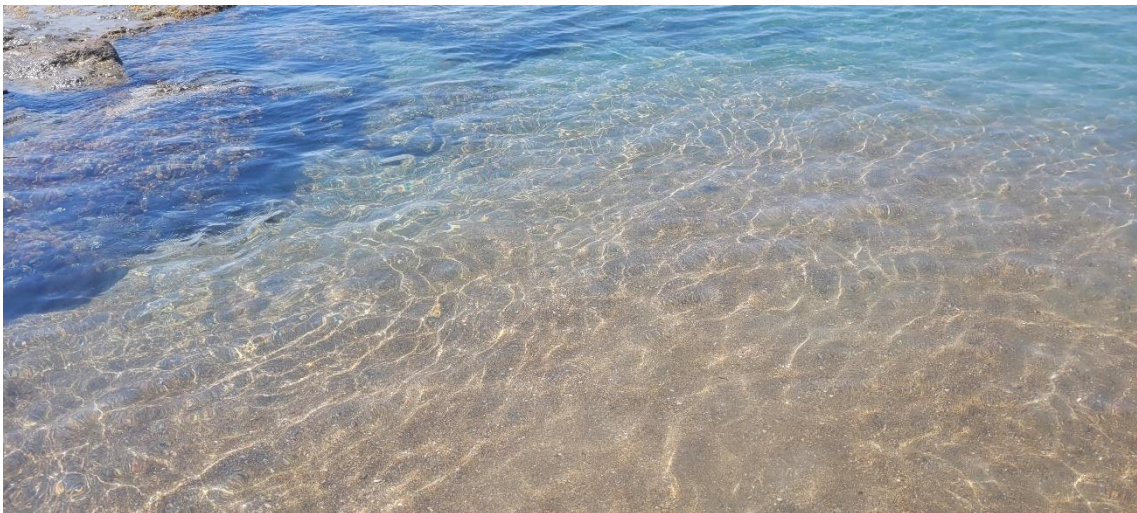


Figura 35. Acumulación de partículas gruesas en la zona a sotavento de los espigones en forma de L.



Figura 36. En la foto de la izquierda se pueden observar huellas profundas, lo que nos indica que el tránsito en algunas zonas de la playa del Heliópolis, en las que predomina la arena gruesa, resulta difícil. Por el contrario, como puede apreciarse en la foto de la derecha, los pies apenas se hunden cuando se camina sobre arena natural debido a su mayor compactación.

4.2 Estabilidad y anchura de la playa

En el apartado 2 ya se analizaron ampliamente estas dos variables para toda la costa benicense, mientras que en los apartados 3.1 y 3.4 se evaluaron, en concreto, para la playa del Torreón y la celda E, determinándose que esta última zona presentaba una evolución netamente regresiva. En este apartado analizaremos de nuevo este parámetro para todas las celdas en las que se ha dividido la playa del Heliópolis.

En las figuras 37 y 38, se ha representado la evolución de la anchura de la playa seca en las celdas septentrionales, A, B y C, y meridionales, D, E y F, respectivamente, desde 1945 hasta el presente.

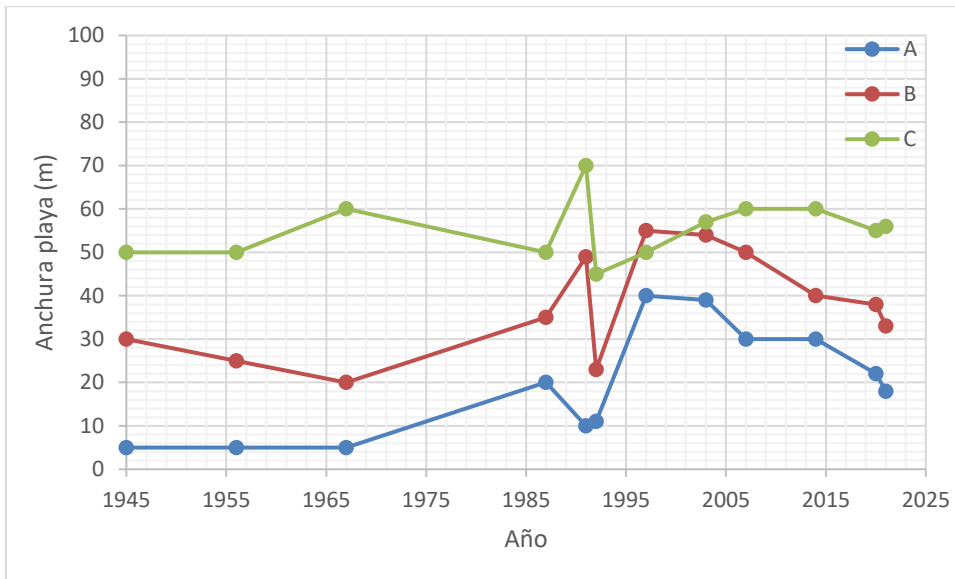


Figura 37. Evolución de la anchura de playa en las celdas septentrionales del Heliópolis desde 1945 hasta la actualidad.

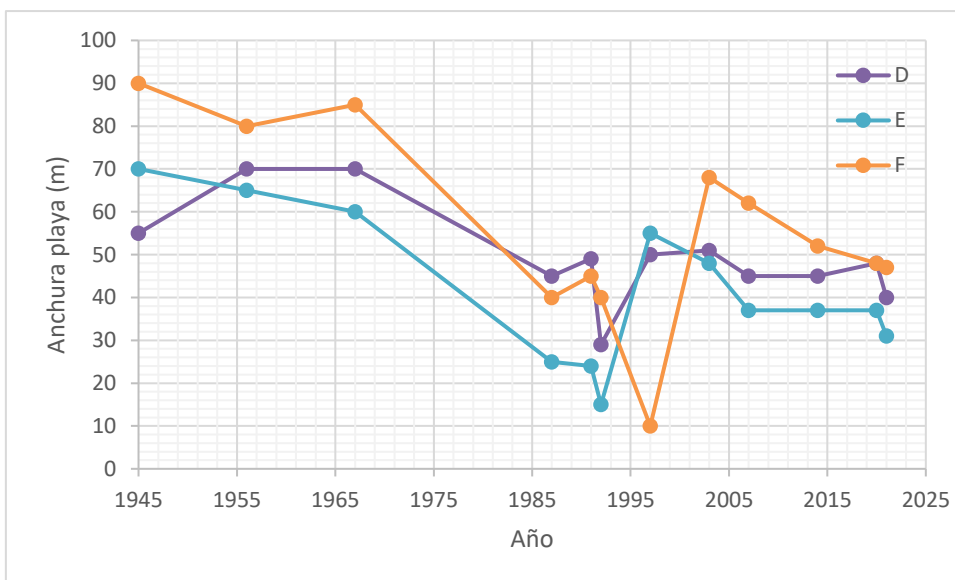


Figura 38. Evolución de la anchura de playa en las celdas meridionales del Heliópolis desde 1945 hasta la actualidad.

Del examen de las figuras se puede concluir que la evolución ha sido muy diferente en ambos sectores. En efecto, mientras que el septentrional, tras el decrecimiento sucedido entre los años 70-80, ha recuperado sus valores históricos, el sector más meridional muestra una clara regresión que, en algunos tramos, como el F, supera los 40 m, todo ello a pesar de las actuaciones realizadas en los años 90.

Por otro lado, si consideramos la anchura de la playa seca, serían las celdas más septentrionales, A y B, y especialmente, D y E las que presentaría las situaciones más preocupantes. En las dos primeras, debido a que, a pesar de no observarse una

evolución regresiva, no se ha mantenido la anchura óptima (> 40 m) conseguida tras las obras realizadas en los años 90. En las dos segundas, porque, además de mostrar una evolución regresiva, han perdido la anchura óptima que disfrutaban en el pasado.

Como ya hemos ido adelantando, el origen de esta evolución desfavorable en algunos tramos de la zona del Heliópolis debemos buscarla en la intervención humana y, más concretamente, en la construcción indiscriminada de espigones desde los años 70. En efecto, en general, la construcción de estas estructuras, con el objeto de evitar la pérdida de playa, crea un efecto pantalla sobre las corrientes de deriva litoral que da lugar a cambios drásticos en los procesos de erosión/sedimentación, produciéndose una brusca sedimentación en la zona anterior, donde incide la citada corriente de deriva, y una intensa erosión en la posterior. La solución que muchas veces se adopta, para evitar la citada erosión a sotavento, es construir nuevos espigones, lo que, a su vez, traslada el problema hacia otras zonas (véase la figura 39).

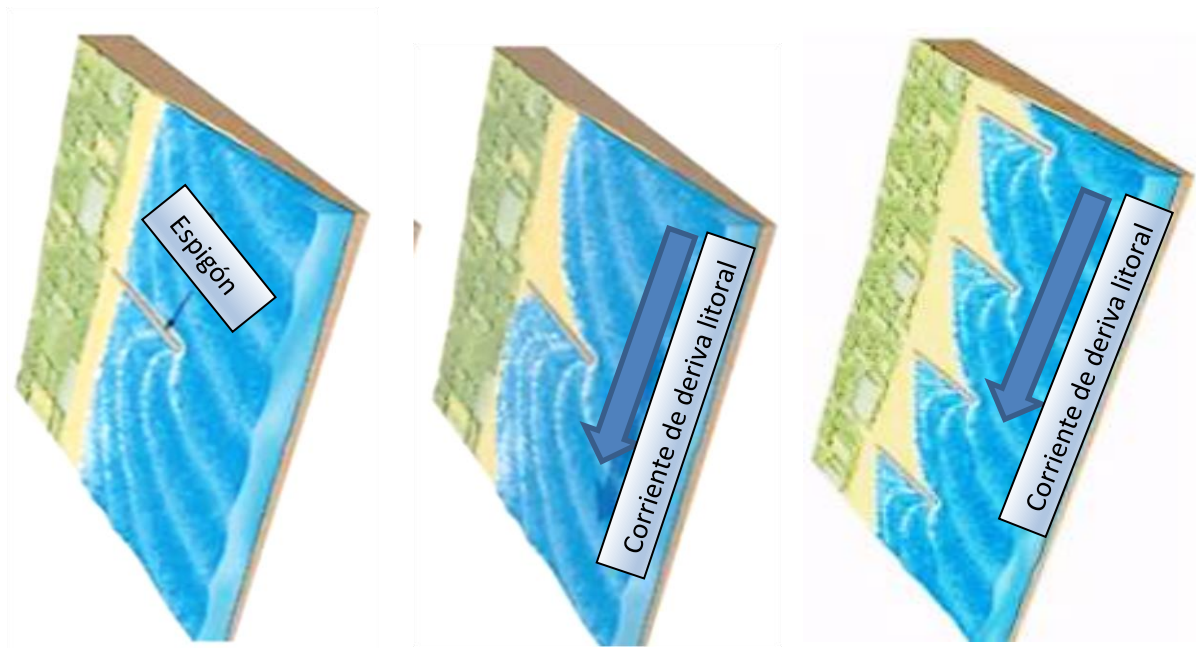


Figura 39. Interrupción de la corriente de deriva consecuencia de la construcción de espigones. Se produce una brusca sedimentación en la zona anterior al obstáculo y una intensa erosión en la posterior.

Centrándonos en el litoral de Benicàssim, debemos señalar que, en las costas del óvalo valenciano, la corriente litoral y, por tanto, la deriva litoral, presenta una resultante neta en dirección N-S, al contrario de lo que pasa en la costa al sur de Alicante en donde es S-N. Esta dinámica origina que, en toda la costa benicense, el material en suspensión se descargue en el lado norte de los obstáculos (diques,

espigones, puertos, etc.), mientras que en las zonas a sotavento haya un déficit de aporte de sedimento y, por tanto, prevalezca la erosión.

Si examinamos de nuevo las figuras 37 y 38, podremos apreciar el efecto que tuvieron las construcciones realizadas en la zona Norte, entre los años 70 y principios de los 80, en el sector meridional de la playa del Heliópolis. En algunos puntos de este sector se llegaron a perder hasta 70 m lo que obligó a construir nuevos espigones para revertir la situación; desafortunadamente, y como ya hemos comentado, estas actuaciones, tras una mejora sustancial, no ha sido capaces de mantener la anchura de la playa seca.

Así pues, de acuerdo con lo comentado y como continuaremos analizando en el siguiente apartado, resulta evidente que la construcción de espigones altera el ciclo erosión-sedimentación de las playas, siendo este uno de sus mayores problemas ya que, además de favorecer la sedimentación, también modifican el perfil de playa, por lo que, en ocasiones, la respuesta obtenida no se corresponde con lo previsto inicialmente.

4.3 Perfil sumergido de la playa

En el apartado 3.4 ya analizamos los perfiles de la playa del Torreón y un tramo del Heliópolis, concretamente el correspondiente a la celda E, comprobándose que eran muy diferentes. En efecto, mientras que la playa de Torreón presentaba un perfil disipativo, con una zona de rompientes muy amplia, el tramo E de la playa del Heliópolis presentaba un perfil reflectante, característico de playas de arenas medias a gruesas, con una zona de rompientes muy estrecha y una pendiente sumergida pronunciada (véase la figura 40).

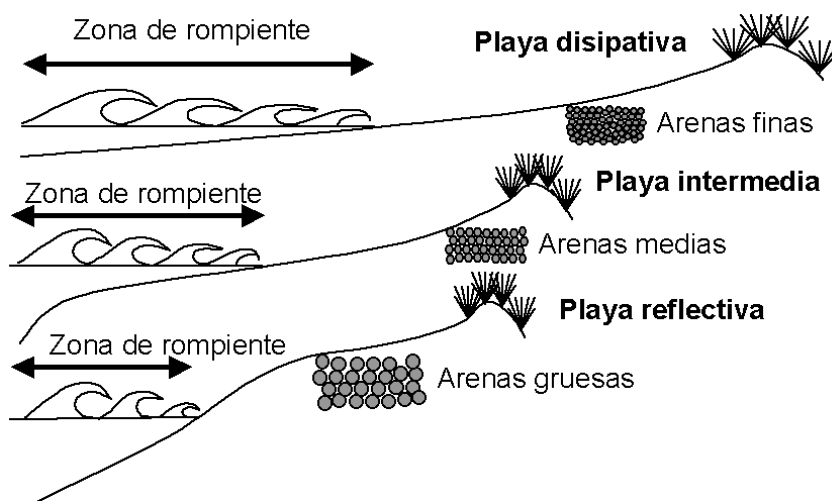


Figura 40. Características de las playas disipativas, intermedias y reflectivas.

En el presente apartado, analizaremos el perfil de la playa sumergida de todas las celdas en las que se ha dividido la zona del Heliópolis, y, más concretamente, la distancia que hay entre la orilla y la isolínea -1,5. En la figura 41 se han representado los resultados de las batimetrías, comprobándose que tan solo en las dos celdas extremas, A y F, se cumplen los estándares óptimos (de 30-50 m), mientras que en el resto no se superan los 30 m e incluso, en el caso de las celdas D y, especialmente la E, no se alcanzan ni tan siquiera los 15 m.

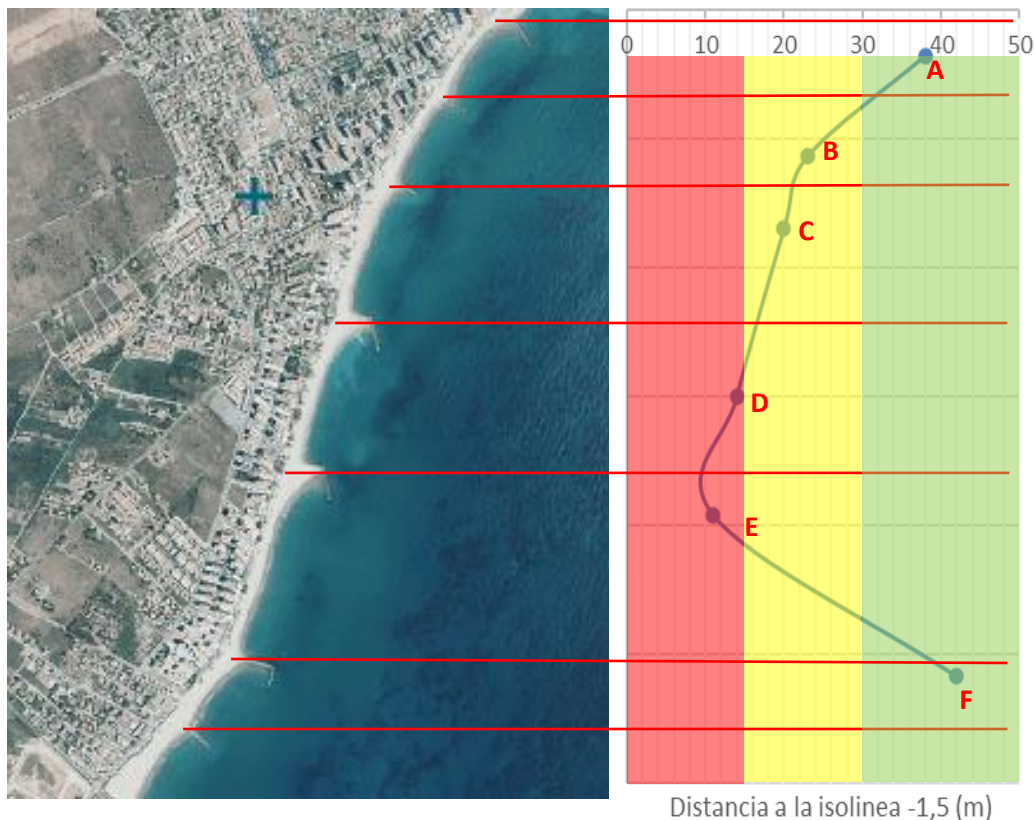


Figura 41. Variación de la distancia, en m, entre la curva batimétrica -1,5 m y la orilla. Playa del Heliópolis.

Con el objeto de determinar las causas de este perfil tan inclinado, atípico en playas de arena fina²⁶, resulta interesante analizar con mayor detenimiento la célula E que es la que presenta mayor pendiente. En la figura 42 se ha representado la variación de la distancia entre la isolínea -1,5m y la orilla, a lo largo de la celda E. Puede comprobarse, como era de esperar, que dicha distancia no se mantiene constante a lo largo de la celda, sino que presenta variaciones apreciables.

²⁶ Aunque, en el frente de playa y en algunas zonas sumergidas ya hemos comentado que se acumula arena gruesa o gravilla de cantera, en el resto de la playa sumergida la arena que se presenta es natural y, por tanto, fina.

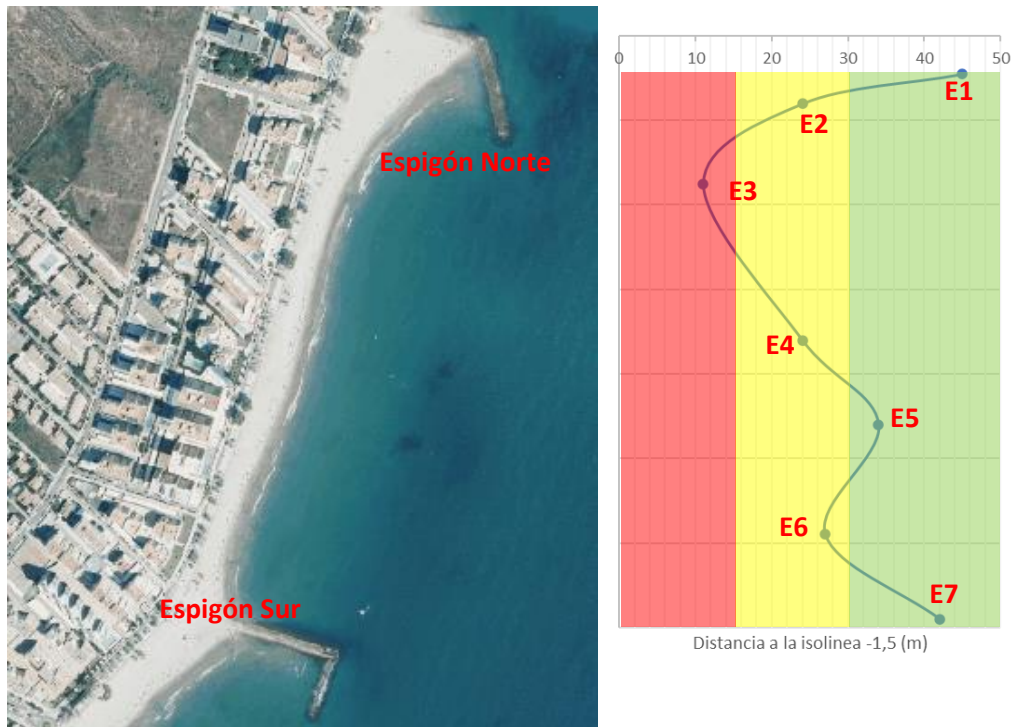


Figura 42. Variación de la distancia, en m, entre la curva batimétrica -1,5 m y la orilla. Celda E del Heliópolis.

Puede comprobarse que en los dos extremos de las celdas es donde se localizan los perfiles menos pronunciados, siendo las razones las siguientes:

- La zona más septentrional, punto E1, a pesar de estar a sotavento de las corrientes de deriva litoral, se encuentra resguardada por el tramo sumergido del espigón en forma de L abierta (espigón Norte), lo que favorece la acumulación de sedimentos. Este mismo hecho ha facilitado el crecimiento de la playa seca, observándose idéntico comportamiento en la zona norte de la celda D, con un espigón de las mismas características.
- La zona más meridional, punto E7, como consecuencia de la presencia cercana de un espigón (espigón Sur), que también favorece el depósito de sedimentos a barlovento.

Por el contrario, los puntos intermedios E2, E4 y, especialmente, el E3, son los que presentan un perfil sumergido más inclinado. Esto es debido a que se encuentran a sotavento del espigón norte y a que ya no se hallan protegidos por su tramo sumergido, siendo más vulnerables al efecto de las olas más energéticas, normalmente de procedencia N-E (figura 43). En esta zona intermedia, la distancia entre la orilla y la curva batimétrica -1,5m no alcanza los 25 m (entre 11 y 24 m), y es dónde se observan los mayores problemas, tanto en la playa sumergida como en la emergida, ya que también se presenta la playa seca más estrecha.



Figura 43. Incidencia de las olas sobre el punto E3, que es donde la playa seca es actualmente más estrecha y donde el perfil sumergido presenta mayor pendiente. Las olas más enérgicas, de dirección N-E, se canalizan en la zona, donde el espigón ya no protege, incidiendo sobre esta zona con toda su intensidad.

Más difícil resulta explicar por qué en el punto E5 la distancia es tan amplia, incluso superior a la del punto E6. Como se puede apreciar en la figura 44, este punto, a finales del verano de 2020, era el que presentaba un grado de erosión más preocupante²⁷. Así pues, nos inclinamos a pensar que la gran mejoría observada es consecuencia, en gran parte, de la regeneración realizada en junio de 2021 con arena natural proveniente de las playas del municipio de Castellón de la Plana.

Debemos destacar que una pendiente tan pronunciada, además de limitar en gran medida el uso recreativo de la playa, puede indicarnos una dinámica costera regresiva. En efecto, como ya comentamos, las playas de arena fina presentan, en general, escasa pendiente, situación que es muy diferente a la observada en la mayoría de las celdas. La ausencia de bancos submarinos en estas celdas durante todo el año, a pesar de los argumentos esgrimidos en ocasiones por la DGCM²⁸

²⁷ Las playas de Benicàssim y, concretamente, la del Heliópolis, resultaron muy dañadas por los temporales ocurridos en invierno y primavera de 2020, especialmente, por el de la borrasca Gloria. Algunos especialistas elevaron esta borrasca a la categoría de huracán Mediterráneo o 'medicane' ya que batió marcas en espesor de nieve, de altura de ola significativa en el Mediterráneo occidental y de precipitación máxima recogida en 24 horas durante el mes de enero. Sus efectos se notaron en gran parte de las costas del este peninsular y causaron grandes daños, además de un gran número de víctimas mortales.

²⁸ En 2013, la antigua Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar achacó la erosión en la playa del Heliópolis a que la tardía entrada del verano había impedido la configuración total del perfil de playa de verano. Las olas cambian estacionalmente y, por consiguiente, producen un reajuste de la forma de la playa. El material erosionado en los temporales (perfil denominado de

para no realizar actuaciones, nos induce a pensar que estos puntos no tienen capacidad de regeneración natural, ni tan siquiera en condiciones de ola normal (perfil de verano).

Respecto al mayor o menor desarrollo del escalón de gruesos que, como hemos comentado, se sitúa justo en el límite entre la playa emergida y la sumergida, debemos indicar que su altura es función de la inclinación del perfil sumergido²⁹, siendo más pronunciado cuanto mayor es esta. Así pues, las celdas D y E, con un perfil más inclinado son las que presentan un escalón más destacable, mientras que las dos celdas extremas, A y F, con un perfil más tendido, son las que muestran el escalón más reducido³⁰.



Figura 43. Situación en el punto E5 en septiembre de 2020 (foto del periódico Mediterráneo del 01/09/2020).

tormenta) es transportado hacia la playa sumergida formando bancos submarinos que luego retornan a la playa bajo condiciones de ola normal (*swell*). Desafortunadamente, estos bancos de arena no se aprecian en el sector meridional del Heliópolis, alcanzándose en algunos puntos de este sector la isolínea -5 m a escasos 200 m de la orilla.

²⁹ Evidentemente, si no se hubiera regenerado la playa con gruesos, dicho escalón nunca se hubiera formado. Sin embargo, esos mismos gruesos posiblemente están favoreciendo que la playa seca sea en estos momentos más ancha ya que, además de permitir un perfil más inclinado son más difíciles de transportar por las corrientes de deriva.

³⁰ Debemos recordar que, en el caso de la celda F, a este hecho se debe añadir que no se regeneró con arena de cantera. Respecto a la celda A, a pesar de presentar la anchura de playa más reducida, es, después de la F, la que tiene un perfil más tendido, observándose una barra longitudinal sumergida, al igual que ocurre en esta última celda.

4.4 Transparencia del agua.

Esta variable ya se evaluó de forma cualitativa para el tramo del Torreón y la célula E en el apartado 3.6, comprobándose que, a igualdad de condiciones, las aguas de la zona Norte siempre presentaban mayor transparencia. En el presente apartado analizaremos esta propiedad para cada una de las células en las que se ha dividido la playa del Heliópolis.

El problema parece ser generalizado en todas las células con excepción de la célula más septentrional. Así, tan pronto como se levanta un ligero oleaje, el agua se tiñe de un color blanco lechoso, como puede apreciarse en la figura 45. Por otro lado, en las fotos aéreas (figura 46) también podemos apreciar la extensión en toda la zona del Heliópolis.



Figura 44. Los días en los que se levanta un ligero oleaje el agua de las playas del Heliópolis se tiñe de un blanco lechoso.

Entre las causas que podrían provocar la turbidez, consideramos tres como más probables:

- La regeneración con arena de cantera. En efecto, los problemas que originan los áridos de cantera utilizados para regenerar las playas son discutidos desde hace tiempo. La arena de natural de la playa es el resultado de procesos erosivos de miles de años sobre rocas de distintos tipos y conchas de animales. Sus granos presentan una forma y limpieza muy difícil de conseguir por un proceso artificial. En muchas ocasiones, el árido utilizado, debido a los costes de la regeneración, no pasa por un proceso de lavado por lo que es una mezcla de grava y arena de todos los tamaños que presenta un elevado porcentaje de partículas muy finas. Estas últimas partículas,

limo-arcillosas, tan pronto como entran en contacto con el agua y se levanta un ligero oleaje entran en suspensión, volviéndose el agua turbia lo que afecta gravemente a su aspecto visual.

- Un perfil con una pendiente más pronunciada que en la zona Norte. En efecto, como ya hemos comentado reiteradamente, en la mayor parte sus tramos la playa del Heliópolis presenta un perfil reflectante, por lo que la ruptura de las olas se debe producir en voluta, colapso o en oscilación muy cerca de la orilla, prácticamente en el límite inferior del frente de playa, siendo en esta zona donde ocurre la máxima disipación de energía, lo cual genera un flujo turbulento que coloca en suspensión una gran cantidad de sedimentos y causa el enturbiamiento del agua.
- La actividad de las máquinas excavadoras que, con la intención de deshacer los escalones situados al límite del frente de playa y/o los escarpes de la berma, enturbiar el agua (figura 46).



Figura 45. Foto aérea de la playa del Heliópolis. Puede comprobarse que, con excepción de su parte más meridional, la célula F, en el resto se observan manchas blanquecinas.



Figura 46. A la izquierda, escarpe originado por erosión de la berma. A la derecha, una pala excavadora intentado eliminar los escalones a primera hora de la mañana.

Aunque es posible que no haya una causa única, por lo que no deberíamos descartar completamente ninguna de las tres, es probable que, de ellas, la que más influya sea la segunda³¹. Así pues, con el objeto de confirmarlo, a continuación, se analiza con mayor detenimiento la influencia del tipo de perfil de playa sobre el grado de turbidez de las aguas.

Como ya comentamos, las playas del Norte y la celda F muestran un perfil tendido, de escasa pendiente, y, por tanto, disipativo. Debido a ello, y como puede observarse en la figura 47, se produce una rotura gradual de las olas hasta que la cresta se inestabiliza y se derrama por su parte frontal. En este tipo de ruptura, denominada de tipo spilling, la energía de la ola se disipa de forma progresiva a lo largo de la zona de rompientes y poco de su momentum es reflejado hacia el mar. Debido a ello, salvo en situaciones de fuerte oleaje, no suele producirse una suspensión de sedimentos destacable, lo que favorece la transparencia del agua.

Por el contrario, como podemos observar en la figura 48, en la mayor parte de la playa del Heliópolis, con un perfil reflectante, la base de la ola llega al frente de playa antes de que se produzca su ruptura, por lo que la cresta se colapsa y desaparece, liberando gran parte de la energía en el impacto, lo cual origina una gran turbulencia y entrada de aire que, al comprimirse, genera un sonido

³¹ En los casi 30 años que han transcurrido desde la regeneración la arena debería haberse lavado, al menos parcialmente, por lo que el problema debería ir disminuyendo lo cual no está ocurriendo. Por otro lado, la actividad de las palas excavadoras puede estar afectando, pero serían situaciones puntuales lo cual tampoco debería generar un problema tan extendido como el observado actualmente.

característico. La rotura de la ola, además de crear una gran cantidad de espuma, provoca un régimen turbulento que hace entrar en suspensión una gran cantidad de sedimentos (figura 49). En este tipo de ruptura, denominada de tipo surging, la zona de rompientes es muy estrecha, salvo en el caso de situaciones de gran oleaje, y una parte del momentum de la ola es reflejado hacia el mar, llevándose consigo una gran cantidad de sedimentos en suspensión que enturbian el agua.



Figura 47. Rotura de las olas en la celda F. La zona de rompiente es muy amplia, por lo que no se puede hablar de único punto de ruptura de las olas.



Figura 48. Rotura de las olas en la celda E. La zona de rompiente es estrecha por lo que las olas rompen prácticamente en la orilla, lo que genera un ruido característico, mucha espuma y una gran suspensión de los sedimentos.



Figura 49. En rompientes del tipo surging, además de una gran cantidad de espuma, se produce una elevada suspensión de sedimentos que tiñe de marrón el agua.

Así pues, a igualdad de intensidad de oleaje, las aguas de las playas reflectantes suelen presentar un mayor grado de turbidez que las disipativas, lo que nos confirma que la segunda causa propuesta debe ser la más determinante. Este hecho, además, se ve agravado por el efecto pantalla que ejercen los espigones a la circulación tanto de agua como de sedimentos. En efecto, como podemos comprobar en las figuras 50 y 51, los espigones obstaculizan el transporte de los sedimentos, con lo que el agua más turbia se concentra a barlovento, dificultando que se mezcle con aguas más limpias.



Figura 50. Foto área de las células D y F. El agua rica en sedimentos en suspensión se acumula a barlovento debido a que los espigones obstaculizan su circulación. En este caso concreto, el viento del S-E, típico de la estación estival, acumula el agua turbia en la cara sur de los espigones.



Figura 51. Agua con sedimentos a barlovento. Espigón Norte de la célula E.

4.5 Evaluación final de la playa del Heliópolis

Una vez evidenciados los problemas existentes en la playa del Heliópolis, así como sus causas, podemos evaluar, con el mismo procedimiento propuesto en el apartado 3, cada una de las células en las que la hemos dividido ³². Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Célula	1	2	3	4	5	6	7	Total
A	2	-1	-1	0	0	2	3	3
B	0	-1	-1	0	-1	2	3	2
C	0	-1	0	0	-1	2	3	3
D	0	-1	0	-1	-2	2	3	1
E	0	-1	-1	-2	-2	2	3	-1
F	2	0	0	0	0	3	3	8

Para construir la tabla se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Aunque no lo hemos tratado en este apartado, la presencia de piedras de pequeño tamaño es generalizada en todas las células con excepción de la F.

³² Como hemos comprobado puede haber variaciones destacables incluso dentro de una misma célula, pero para la evaluación se debía establecer un punto por célula.

El mantenimiento de las playas, que se realiza a diario, las esconde, pero aparecen de nuevo tan solo se produce un ligero oleaje.

- Las células A, B a pesar de su escasa anchura de playa seca, se consideran estables, debido a que han mantenido a lo largo de los años su amplitud, a que su perfil sumergido presenta poca inclinación y/o que tienen bancos de arena longitudinales submarinos. Por otro lado, la célula F, también se ha valorado como estable ya que, aunque su anchura se ha reducido en los últimos decenios, su perfil es muy tendido, por lo que pensamos que tiene una gran capacidad para la regeneración.

Del examen de la tabla se puede concluir que tan solo la célula F, con una valoración notable, presenta una situación similar a la de las playas de la zona Norte. Por el contrario, el resto de las células tan solo alcanzan una valoración de aprobado, A, B y C, o suspenden, D y E. De acuerdo con estos resultados, podemos confirmar, que la situación global de la playa del Heliópolis es peor que la de las playas de la zona Norte.

5. Conclusiones y reflexiones sobre las posibles soluciones a los problemas observados en la playa del Heliópolis.

El objetivo principal del presente informe ha sido establecer los problemas que actualmente presenta la playa del Heliópolis, así como el origen de sus causas. Para ello, previamente, se ha analizado la evolución que ha experimentado el litoral de Benicàssim desde 1945 y se han evaluado, mediante una metodología de carácter analítico, las condiciones, actuales y pasadas, de la zona Sur y las playas de la zona Norte, comparándolas entre ellas.

Los resultados del estudio nos confirman que la playa en estudio no solo se encuentra en peores condiciones que las de la zona Norte, ya que su calificación actual es muy inferior, sino que presenta una evolución negativa desde finales de los años 70.

Las razones de ello debemos buscarlas, principalmente, en la intervención humana y, más concretamente, en las obras de defensa y regeneración ejecutadas durante decenios. Cada vez que se han construido espigones, las zonas situadas más al sur, a sotavento de la dirección neta de la deriva litoral, N-S, han resultado perjudicadas. Este hecho nos confirma que la dinámica erosiva, observada en muchos puntos de la zona del Heliópolis, es consecuencia, mayoritariamente, de los cambios drásticos en los procesos de erosión/sedimentación que ha provocado la construcción indiscriminada de espigones. Otras posibles causas, como son el cambio climático y/o la pérdida de las praderas de *Posidonia*, también podrían tener cierta relevancia, pero pensamos que en mucha menor medida. Así mismo, debemos señalar que la dinámica erosiva también está afectando a la calidad del agua, concretamente a su transparencia, y favoreciendo la aparición de escalones en el límite inferior del frente de playa. Por otro lado, la regeneración con arenas de cantera, con un tamaño de partícula mucho más grueso que el natural, también ha afectado negativamente a la calidad del sedimento además de potenciar la formación de los citados escalones y de dificultar el tránsito por la playa.

La secuencia, en apariencia poco planificada, con la que se llevaron a cabo las obras nos induce a pensar que, al menos inicialmente, no hubo un proyecto global para todo el litoral benicense, sino que, a medida que surgían los problemas de erosión, las administraciones fueron actuando. Las primeras obras, a comienzos de los 70, se realizaron con el único objetivo de recuperar y ampliar la playa perdida en la zona Norte, que en muchos puntos apenas existía. Los resultados fueron rápidos y efectivos, aumentando apreciablemente la anchura de la playa, sin embargo, no se previó que estas obras iban a afectar negativamente a la playa del Heliópolis, como así sucedió. Debido a ello la DGC tuvo que continuar ejecutando

obras durante los siguientes decenios al objeto de mantener estable la playa de la zona Sur, utilizando para ello, incluso, arenas de cantera.

Lamentablemente, como ya hemos comentado, los resultados obtenidos no han sido los previstos ya que, en algunos tramos de la playa del Heliópolis, sobre todo en su zona meridional, en las células que hemos denominado D y E, la situación actual es muy preocupante, sobre todo, por la dinámica regresiva observada. Dicha dinámica se manifiesta tanto en la disminución de la anchura de la playa seca como en la existencia de un perfil sumergido muy inclinado, que en algunos puntos no permite hacer pie a 10 m de la orilla y que genera un gran escalón en el frente de playa, especialmente peligroso para los usuarios de avanzada edad. La razón de que estas dos celdas presenten los mayores problemas de la zona podría deberse en parte a su situación meridional, sin embargo, el hecho de que la célula más extrema, la denominada F, se encuentre en mucha mejor situación, nos induce a pensar que debe haber otros factores más determinantes, como son la separación entre los espigones. En efecto, la mayor distancia entre defensas se da en la célula E, con 700 m, seguida de la D, con 545 m, lo cual confirmaría la importancia de este parámetro.

En consecuencia, de acuerdo con lo arriba mencionado, tenemos suficientes fundamentos para concluir que la zona Sur ha resultado claramente perjudicada en las actuaciones realizadas desde los años 70 y que se iniciaron con la única intención de recuperar las playas del Norte. La playa del Heliópolis, con excepción de su zona más septentrional, disfrutaba de una playa muy amplia, de unos 70 m en promedio, por lo que, probablemente, no hubieran sido necesarias ni las obras ni la regeneración con arena de cantera de no haberse construido defensas más al norte. Por el contrario, las playas del Norte, con escasos metros de anchura en los años 70, actualmente presentan las mayores amplitudes del término, de unos 50 m en promedio, y gozan de una mejor salud.

No es objetivo de este informe presentar soluciones, ya que son los expertos quienes deberán aportarlas, pero si queremos, al menos, realizar algunos comentarios al respecto. Desde que comenzaron los problemas de regresión en la zona, se han propuesto variadas soluciones. Así, a comienzos de los años 90, cuando los problemas comenzaron a ser muy apreciables, se planteó, incluso, la construcción de un enorme espigón de unos 400 m. Actualmente, sin embargo, cada vez más expertos en el tema se oponen a la construcción de las defensas tradicionales, ya que la consideran una medida obsoleta. Según su opinión no solo no aportan soluciones, sino que normalmente crean más problemas. No obstante, como también señalan otros expertos, la incertidumbre en la predicción de los resultados también se puede deber a la inexistencia de criterios de diseño válidos

o a la aplicación de métodos trasferidos de otras partes del mundo, que no son adecuados para el Mediterráneo español. La construcción de otro tipo de defensas como diques exentos, desligados de la orilla, o de arrecifes artificiales que reduzcan la energía de las olas en determinados tramos podría ser una solución.

Por otro lado, la regeneración con aportación de arena tampoco parece ser una solución definitiva ya que, aunque a corto o medio plazo reduce los problemas, de no aplicarse otro tipo de medidas finalmente suele ser arrastrada por las corrientes. Debemos indicar, no obstante, que la aportación de arena, proveniente de zonas del término de Castellón donde se acumulaba excesivamente, ha mitigado los problemas en algunos puntos, como el denominado E-5, en los que la situación llegó a ser crítica. Podría, por tanto, ser una solución paliativa a aplicar en las zonas mas perjudicadas a la espera de que se encuentre una solución definitiva.

Así pues, parece no existir una solución sencilla para revertir la situación actual de la playa Heliópolis. A pesar de ello, las administraciones tienen una deuda pendiente con los vecinos de la zona Sur, claramente perjudicados por las obras llevadas a cabo en la zona Norte, por lo que deberían esforzarse en encontrar algún tipo de solución que mejorara su situación actual. Somos conscientes de que algunas de las equivocaciones probablemente no podrán ser subsanadas, como la regeneración con arenas de cantera, pero pensamos que otros problemas, como la regresión del litoral, pueden ser revertidos con la aplicación de las medidas adecuadas. El cambio climático, que traerá consigo la intensificación de los temporales marítimos y un aumento del nivel del mar, va a agravar todavía más los problemas de erosión, por lo que resulta urgente encontrar soluciones antes de la situación se vuelva irreversible.