

ANEJO 7

DISEÑO DE LA PLAYA

ÍNDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2 | CRITERIOS DE DISEÑO..... | 3 |
| 3 | DIMENSIONAMIENTO DE LA PLAYA..... | 4 |
| 3.1 | Características del oleaje..... | 4 |
| 3.2 | Planta de equilibrio de la playa regenerada | 4 |
| 3.3 | Perfil de equilibrio de la playa | 7 |
| 3.3.1 | Diseño del perfil de playa..... | 7 |
| 3.4 | Cubicación del volumen de relleno | 10 |

1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describe la metodología y formulaciones empleadas para el dimensionamiento de la solución adoptada para la creación de la nueva playa de Cala Baeza, localizada en el término municipal de El Campello (Alicante).

La actuación propuesta incluye la retirada de parte del dique N-S y de los bolos existentes en la zona intermareal para albergar un nuevo perfil de playa compuesto por un núcleo de arena de machaqueo de $D1 - 50 = 0,1 - 0,50$ mm, con una anchura de playa seca de aproximadamente 30 m en su tramo central, desde la línea de orilla en pleamar.

A modo de resumen, el conjunto de actuaciones incluidas para el desarrollo del proyecto se divide en dos fases principales:

- FASE 1: Limpieza y retirada del dique N-S y de bolos de la zona intermareal.
- FASE 2: Aporte de arena para formación de playa.

2 CRITERIOS DE DISEÑO

Los parámetros que definen las variables de diseño de la actuación establecidas con el objetivo de cumplir con los criterios técnicos y funcionales son los siguientes:

- La vida útil mínima de la obra, de acuerdo a R.O.M. 1.0-09 para obras de regeneración y defensa de la costa es de 15 años con una probabilidad máxima de fallo $pf, ELU = 0,2$, lo que proporciona un periodo de retorno $TR = 68$ años.
- La tasa de incremento anual del nivel del mar en la zona de actuación con base en la información obtenida del visor C3E “Cambio Climático en la Costa de España”, es de $0,222$ cm/año = $2,22$ mm/año.
- La forma en planta de equilibrio se ha estimado a partir de la dirección de flujo medio estimada en N258E.
- La profundidad de cierre resultado del análisis de las condiciones de oleaje incidente, es de $h^*=7.26$ metros, aplicando la formulación de Birkemeier.
- El perfil teórico de equilibrio se estimará mediante un perfil de Dean parabólico considerando un parámetro de ajuste $K=0,51$.
- El material de aportación será arenas de machaqueo ($D_{50}=0.4$ mm) procedentes de los productos sobrantes de la excavación.

- La cota de inicio del perfil sumergido es la cota de pleamar que se establece a la cota +0 metros con respecto al Cero Hidrográfico, con una pendiente del 8,3% hasta la cota de inundación a la cota +0,16 metros, y una pendiente constante en playa seca del 2%.

3 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLAYA

3.1 Características del oleaje

Las características del oleaje de diseño, extraídas del *Anejo nº4. Clima marítimo y propagación* del oleaje, que son necesarias para el dimensionamiento de la playa son las obtenidas en el nodo de control frente a la zona costera de Playa de Cala Baeza objeto de actuación.

El principal parámetro que define la planta de equilibrio es el flujo medio de energía del oleaje incidente que se ha determinado considerando las tres condiciones de marea, correspondientes a la situación de marea mínima (-0,16m), nivel medio del mar (+0,07 m) y marea máxima (+0,16 m). Los resultados se muestran en la Tabla 1 y 2:

| Profundidad (m) | $H_{s,12}$ (m) | T_p (s) | Dirección promedio del FME (N=0°, E=90°) |
|-----------------|----------------|-----------|---|
| 10 | 4.92 | 10.32 | 90.23 |

Tabla 1. Parámetros de oleaje considerados para el dimensionamiento de la nueva playa.

| Profundidad (m) | $H_{s,12}$ (m) | T_p (s) | Dirección promedio del FME (N=0°, E=90°) |
|-----------------|----------------|-----------|---|
| 5 | 4.92 | 10.32 | 90.23 |

Tabla 2. Parámetros de oleaje considerados para el dimensionamiento de la nueva playa

3.2 Planta de equilibrio de la playa regenerada

La estimación de la forma en planta de equilibrio de la playa se basa en el procedimiento propuesto por González y Medina (2001) a partir de los trabajos de Hsu y Evans (1989).

(Figura 1.).

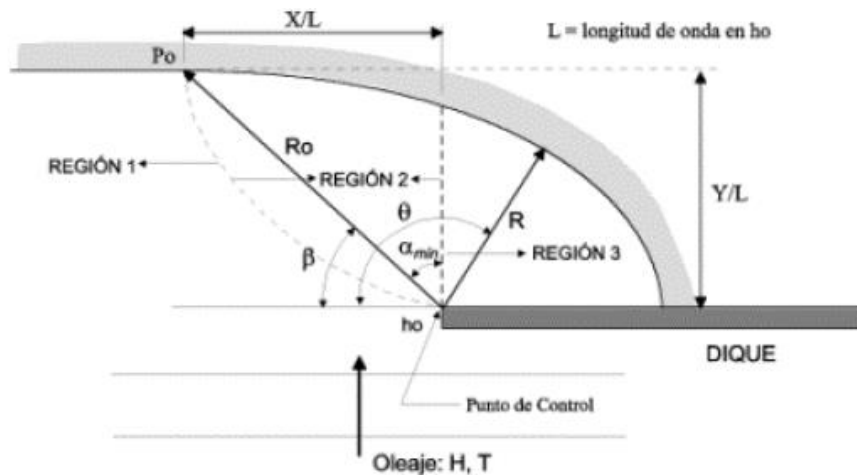


Figura 1. Esquema de la forma en planta de una playa en equilibrio (González y Medina, 2001)

Para el ajuste de la parábola de Hsu y Evans en las condiciones energéticas medias de oleaje, se ha considerado el polo de difracción localizado en extremo del dique y contradique del Puerto de Cala Baeza, de modo que la distancia a la línea perpendicular a la dirección del flujo medio que pasa por el punto de menor anchura de la playa seca es de 103,35m para el dique N – S y de 39,85 para el contradique E – W.

La longitud de onda L_d a la profundidad a la que se encuentra el polo de difracción (aproximadamente -10m) es de 151,81m para el dique, en el caso del contradique la longitud de onda L_d a la profundidad a la que se encuentra el polo de difracción (aproximadamente -5m) es de 108,37. A partir de la relación entre la distancia desde el polo a la perpendicular a la dirección de flujo que pasa por el punto de anchura mínima y la longitud de onda en el polo de difracción, se estima el valor de α_{min} y se obtiene $\beta = 90 - \alpha_{min}$. A partir de β se obtienen los coeficientes de la parábola.

La parábola resultante define la nueva línea de orilla en pleamar (cota +0m sobre el cero hidrográfico), ajustando su desarrollo en función del ancho mínimo establecido anteriormente.

| Variable | Valor | Variable | Valor |
|-----------------------------|----------|-----------------------------|----------|
| Y | 103.35 m | Y | 39.85 m |
| L_d | 151.81 m | L_d | 108.37 m |
| Y/L_d | 0.68 | Y/L_d | 0.37 |
| α_{min} | 65.90° | α_{min} | 70.54° |
| $B=90^\circ - \alpha_{min}$ | 24.09° | $B=90^\circ - \alpha_{min}$ | 19.46° |
| C0 | 0.054 | C0 | 0.044 |

| | | | |
|------|----------|------|----------|
| C1 | 1.072 | C1 | 1.038 |
| C2 | -0.127 | C2 | -0.091 |
| R0 | 253.17 m | R0 | 119.64 m |
| X/Ld | 1.52 | X/Ld | 1.04 |
| X | 231.12 m | X | 112.80 m |

Tabla 3. Variables para el cálculo de la parábola

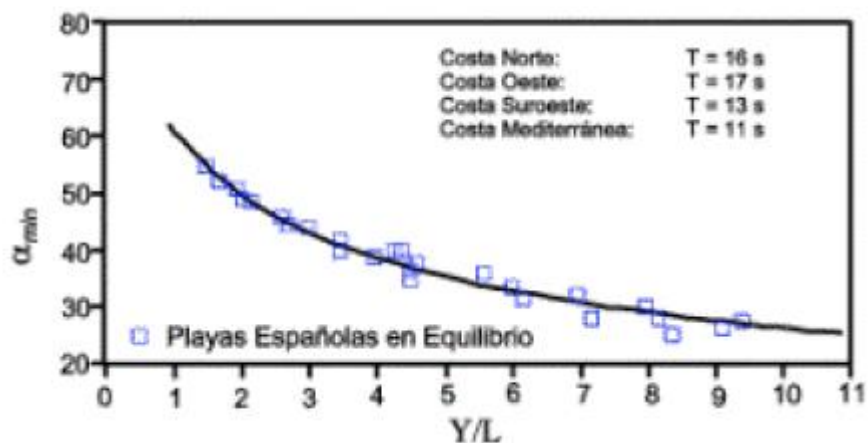


Figura 2. Estimación de α_{min} en función de Y/L_d

$$\frac{R}{R_0} = C_0 + C_1 \frac{\beta}{\theta} + C_2 \left(\frac{\beta}{\theta} \right)^2$$

Figura 3. Ecuación de la parábola

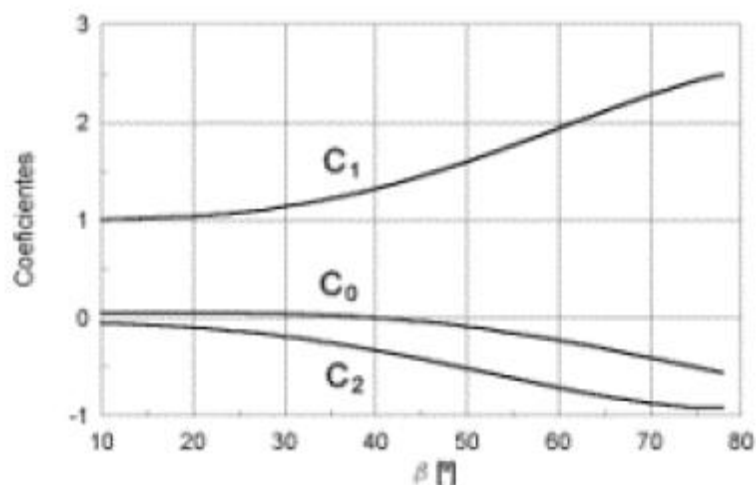


Figura 4. Estimación de los coeficientes de la parábola en función de β

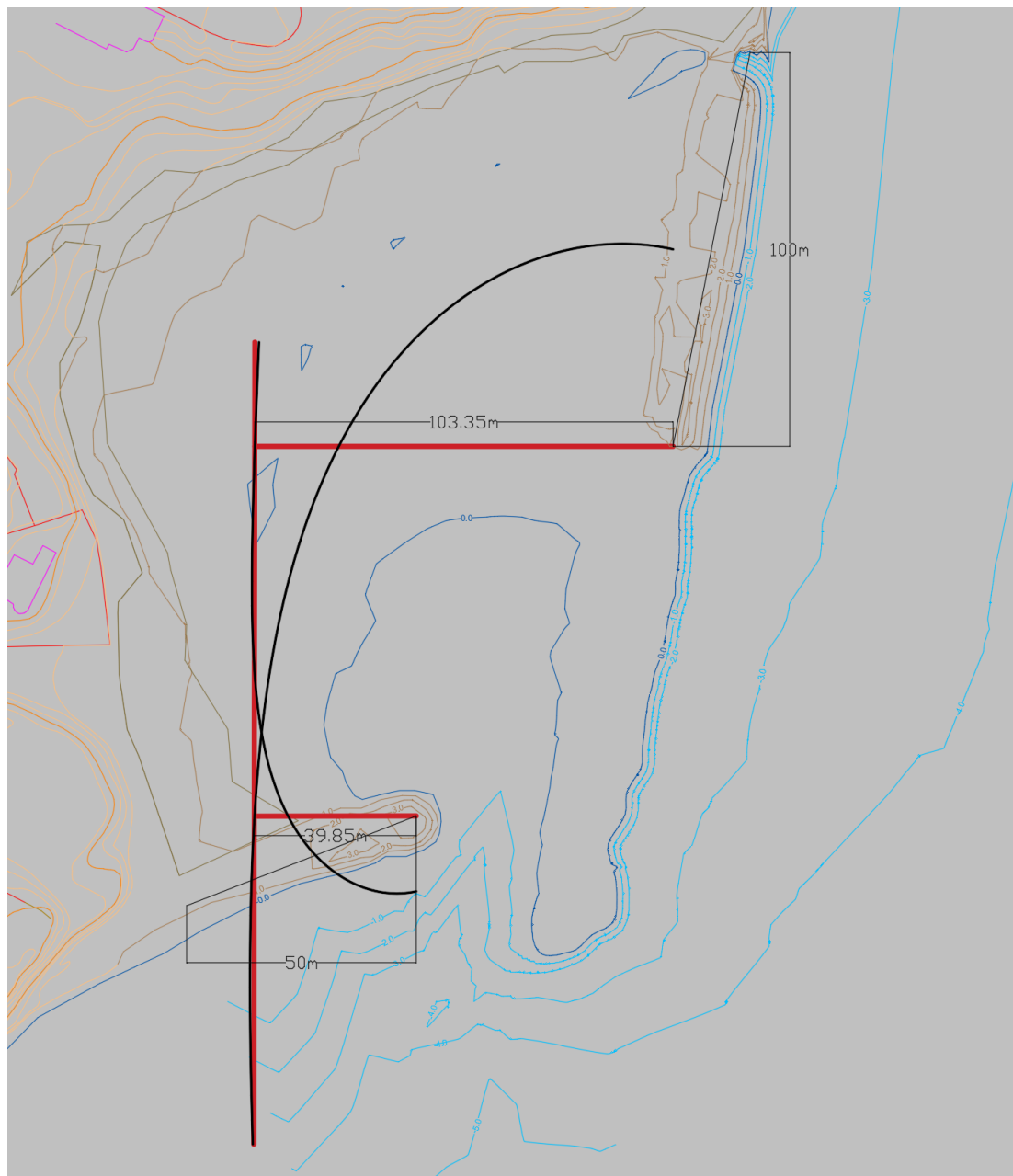


Figura 5. Planta en equilibrio

3.3 Perfil de equilibrio de la playa

3.3.1 Diseño del perfil de playa

En playas con carrea de marea significativa como es el caso de la zona de proyecto, el perfil de equilibrio de la playa se define a partir del ajuste a un perfil parabólico formado por un perfil de asomeramiento y un perfil de rotura.

A continuación, se muestra un esquema del modelo de perfil de equilibrio propuesto:

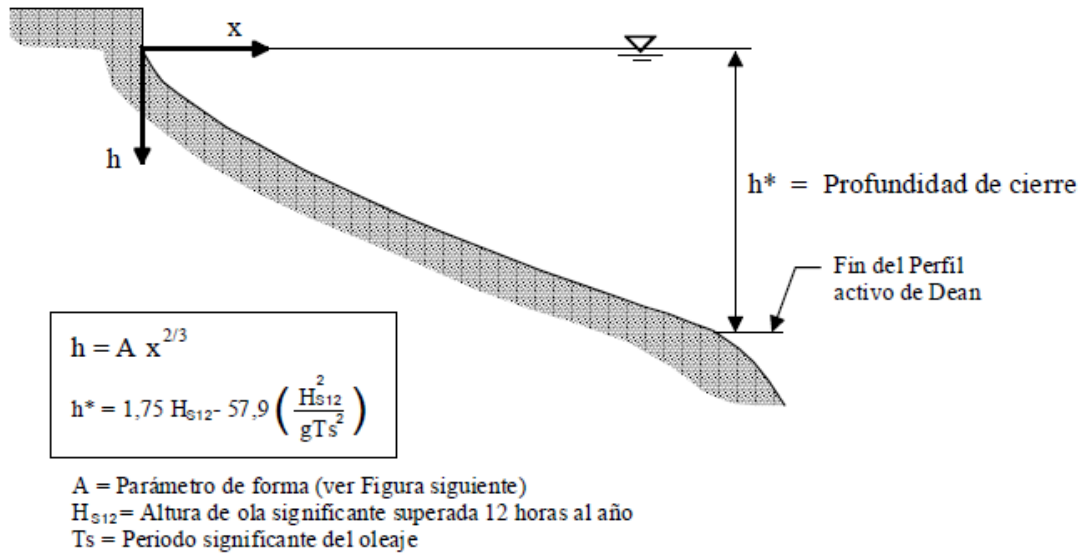


Figura 6. Perfil de equilibrio

Considerando que la arena de aportación presenta un $D_{50}=0,40$ mm, se determina el valor de los parámetros que definen los dos perfiles que forman el perfil parabólico de Dean: (1) A_e del perfil de asomeramiento, sometido a la carrera de marea y; (2) A_s del tramo sumergido donde se desarrolla el perfil de rotura.

La velocidad de caída del grano para una densidad del sedimento de $\rho_s=2.65\text{g/cm}^3$ se estima mediante la siguiente formula:

$$\omega = \begin{cases} 1.1 \cdot D^2 & D < 0.1\text{mm} \\ 273 \cdot D^{1.1} & 0.1\text{mm} < D < 1\text{mm} \\ 4.36 \cdot D^{0.5} & D > 1\text{mm} \end{cases}$$

Para el tamaño de grano de aportación se obtiene una velocidad de caída de grano $\omega=0.1368$ m/s, a partir del cual se calcula el valor del parámetro $A = A_e = A_s$ del perfil de Dean mediante la expresión:

$$A = k \cdot \omega^{0.44}$$

El valor de la variable K del perfil propuesto por Dean es 0,51 para playas con batimetría en el pie con pendiente baja. Por lo tanto, para el perfil de la Playa de Cala Baeza se utilizará $A = 0,13642$.

La profundidad de cierre de la playa, que se entiende como fin del perfil activo de Dean y que se mide desde el nivel de bajamar mínimo, se calcula mediante la expresión de Birkemeier (1985):

$$h^* = 1,75 H_{s12} - 57,9 \left(\frac{H_{s12}^2}{gT_s^2} \right)$$

Donde $h^* = 7,2692\text{m}$.

A continuación, se muestra la sección tipo resultante de la playa regenerada para el diámetro de arena $D_{50}=0,40\text{ mm}$ considerado.

La playa seca se define desde la cota +0m con un estrán lineal con pendiente 12H:1V, hasta la cota de inundación +0,16 m, a partir del cual se considera una pendiente media del 2% hasta alcanzar el trasdós de la playa.

Considerada cada justificación, se adjuntan los datos del perfil de la playa dependiendo tanto de su profundidad como de su distancia, además de una planta con ese perfil en las que se puede apreciar las líneas de nivel para ver cómo quedaría la playa finalmente.

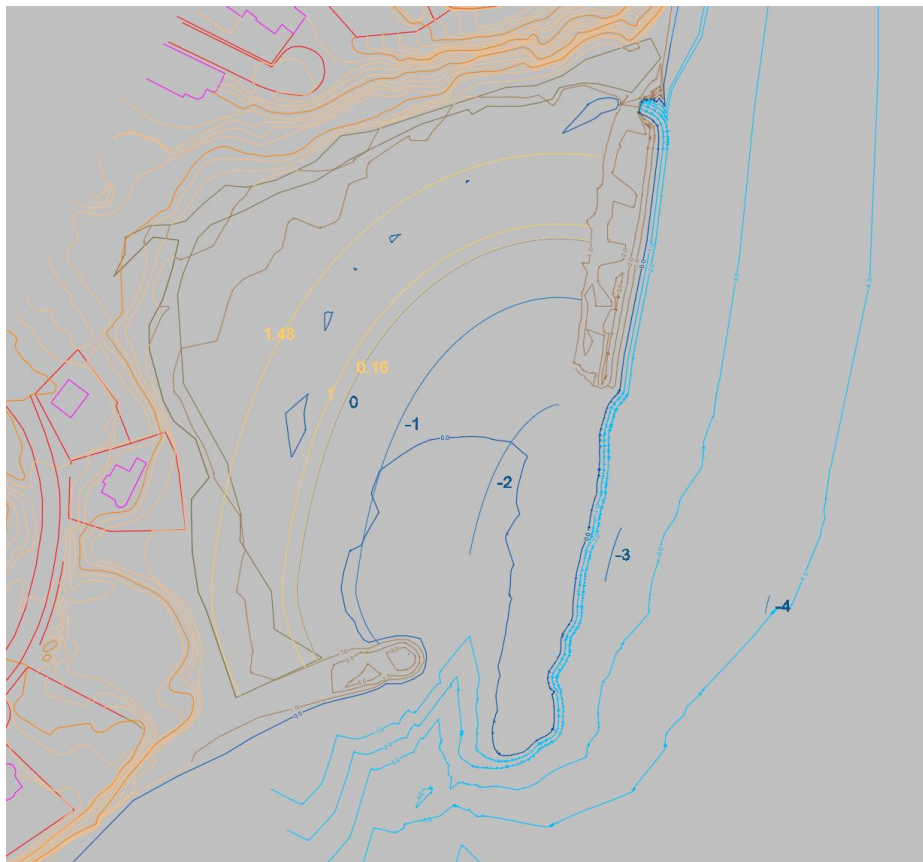


Figura 7. Planta generada debido al perfil de la playa

| h | x |
|------------|-------|
| 0.39889517 | 5 |
| 0.63320662 | 10 |
| 0.82973539 | 15 |
| 1.00515285 | 20 |
| 1.16637656 | 25 |
| 1.31712284 | 30 |
| 1.45967938 | 35 |
| 1.59558069 | 40 |
| 1.72591917 | 45 |
| 1.85150737 | 50 |
| 2.00868148 | 56.5 |
| 2.09080218 | 60 |
| 2.20540158 | 65 |
| 2.31709658 | 70 |
| 2.42616101 | 75 |
| 2.53282646 | 80 |
| 2.63729105 | 85 |
| 2.73972591 | 90 |
| 2.84028016 | 95 |
| 2.93908475 | 100 |
| 3.00726945 | 103.5 |
| 3.13189529 | 110 |
| 3.22609637 | 115 |
| 3.31894157 | 120 |
| 3.41050574 | 125 |
| 3.50085679 | 130 |
| 3.59005654 | 135 |
| 3.67816155 | 140 |
| 3.76522365 | 145 |
| 3.85129054 | 150 |
| 3.93640621 | 155 |
| 4.00384134 | 159 |

Figura 8. Datos de profundidad respecto de la distancia para la generación de la playa

Como se puede observar, debido a los datos facilitados y las imágenes adjuntadas anteriormente la playa no alcanzara la profundidad de cierre ya que intersectara antes con el terreno existente.

3.4 Cubicación del volumen de relleno

A partir de las características del oleaje y del material de aportación, se ha representado la planta de equilibrio de la playa y se ha calculado un perfil teórico definido en el apartado 3.3. Se supone que este perfil se mantiene constante a lo largo de toda la longitud de playa y perpendicular a la línea de costa en pleamar, de modo que la planta de la playa resultante es la que se muestra en el *plano nº 3. Planta general de las obras del Documento nº 2. Planos*

El volumen de arena necesario para regenerar la playa asciende a 11,973.813. Esta cubicación se ha obtenido el programa de cálculo de volúmenes MDT, el cual es compatible con Autocad.

Para ello se ha generado diversas superficies dependiendo de la elevación del terreno y de la playa, a partir de un eje creado y con distancias de 20 metros se han realizado los cortes transversales que se podrán ver en los *planos nº 5, 6, 7, 8, 9 del Documento nº 2. Planos*

Para la obtención de la cubicación, con las superficies ya creadas se generan unas mallas y el propio programa realiza el cálculo volumétrico a través de la diferencia de cota de dichas mallas.

A continuación, se representan los volúmenes de desmonte y terraplén necesarios para la creación de la playa.

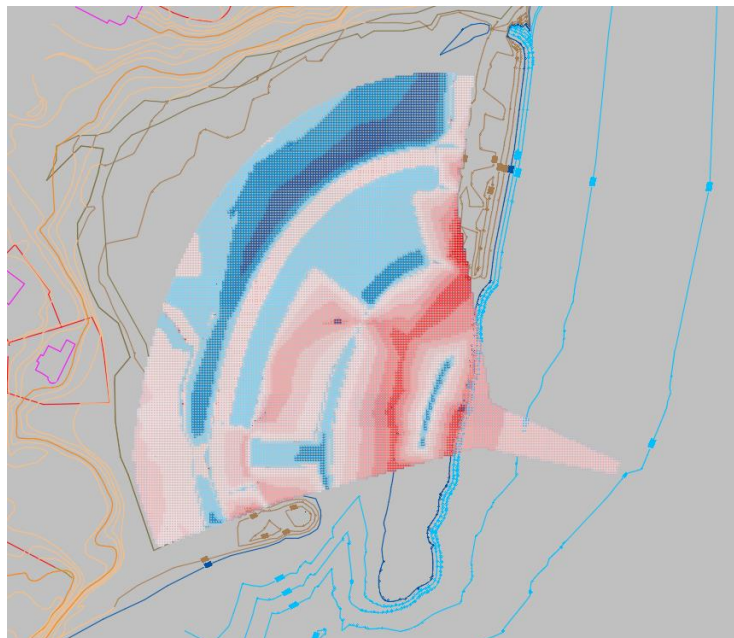


Figura 9. Volumen del terreno con el espigón reducido respecto de las curvas de nivel 1 metro por debajo de su correspondiente cota

| | Volúmenes |
|----------------------|-----------|
| Volumen Desmonte | 11950.625 |
| Volumen Terraplén | 2254.983 |

Figura 9. Datos de volúmenes de la *figura 8*.

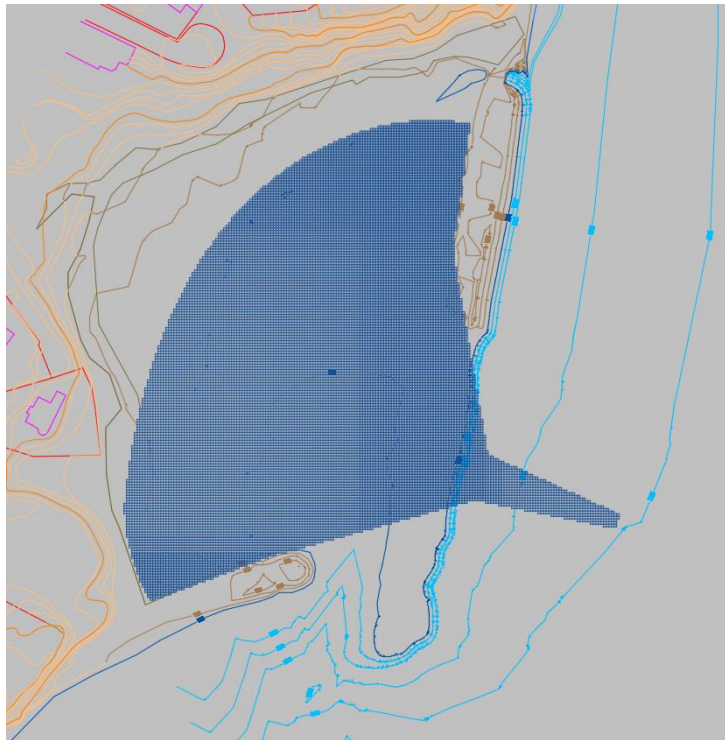


Figura 10. Volumen de la playa real respecto de la playa 1 metro por debajo de su cota real

| | Volúmenes |
|----------------------|-----------|
| Volumen Desmonte | 0.000 |
| Volumen Terraplén | 18073.000 |

Figura 11. Datos de volúmenes de la figura 10.

Se ha supuesto que puede haber posibles arenas contaminadas y se realizara un saneamiento de 1 metro por debajo de las curvas de nivel de la playa y a partir de estas se realizara su relleno correspondiente. El volumen de desmonte de terreno existente reducida la parte del espigón propuesta en la actuación respecto de las curvas de nivel de la playa 1 metro por debajo de su cota será de $11,950.65\text{m}^3$, existe un pequeño volumen de terraplén en zonas donde el terreno está situado por debajo de dicha playa saneada, este volumen será de $2,254.98\text{m}^3$

El material de relleno de la playa será procedente de cantera y estará formado por arena rubia, de tamaño medio $D_{50}=0,40\text{mm}$. El volumen de arena necesario para la formación de la playa ya situadas las curvas de nivel a su verdadera cota será de $18,073.00\text{m}^3$, dando lugar a un total de volumen de arena de $20,327.98\text{m}^3$.