



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia

ANÁLISIS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES DE UN
PROYECTO DE REGERACIÓN DE LA PLAYA DEL
BROSQUIL (T.M. CULLERA, VALENCIA)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ciencias Ambientales

AUTOR/A: Castelló Jerez, Adrià

Tutor/a: González Escrivá, José Alberto

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

RESUMEN

En este Trabajo Final de Grado (TFG) para la obtención del título de Graduado en Ciencias Ambientales, se ha llevado a cabo un análisis ambiental de las alternativas propuestas en el proyecto de “Regeneración de la playa del Brosquil Sur y La Goleta TT.MM. de Cullera y Tavernes de la Vallidigna (Valencia)” y su Estudio de Impacto Ambiental” publicado para exposición pública por el Ministerio para Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD, 2023), estableciendo una metodología que incluye la definición de criterios ambientales y objetivos para elegir la mejor alternativa, reduciendo la subjetividad que habitualmente existe en este tipo de estudios. Este análisis se ha reforzado con un estudio de la línea de costa con el objetivo de mostrar los problemas de erosión de la playa. Asimismo, se ha realizado un estudio de la vegetación de la zona incluyendo visitas de campo.

Adicionalmente, se ha realizado un plan de vigilancia ambiental, un plan de actividades de concienciación ambiental y un plan de conservación dunar.

PALABRAS CLAVE

Erosión; Sistema playa-duna; Brosquil; Valoración ambiental de alternativas.

ABSTRACT

A methodology for the environmental analysis of the alternatives proposed in the “Regeneración de la playa del Brosquil Sur y La Goleta TT.MM. de Cullera y Tavernes de la Valldigna (Valencia)” project and the corresponding Environmental Impact Report, published by the Spanish Ministry for the Ecological Transition and Demographical Challenge for public audience (MITERD, 2023) has been carried out, establishing environmental criteria and objectives for the selection of the best project proposal, minimizing the subjectivity typically exists in such studies. This analysis has been strengthened with a coastline variation analysis aimed at highlighting the beach erosion problems. Additionally, a study of the area's vegetation has been conducted, including field visits.

Furthermore, an environmental monitoring plan, along with an environmental awareness activity plan, and a dune conservation plan have been developed.

KEY WORDS

Erosion; Beach-dune system; Brosquil; Alternatives environmental assessment

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	6
3. LOCALIZACIÓN	7
4. ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO DE LA PLAYA.....	8
5.1 Evolución de la línea de costa	8
5.1 Geometría.....	9
5.2 Geomorfología y sedimentología	9
5.3 Usos del suelo.....	9
5.3.1 Planeamiento urbanístico.....	10
5.3.2 Zonas inundables.....	10
5.3.3 Deslinde del Dominio Público Marítimo terrestre	11
5.3.4 Servicios de playa.....	12
5.4 Dinámica litoral.....	12
5.4.1 Batimetría	12
5.4.2 Clima marítimo y dinámica litoral.....	13
6 ESTUDIO DEL MEDIO BIÓTICO.....	15
6.1 Espacios de la Red Natura 2000	15
6.2 Clasificación de las especies vegetales	16
6.2.1 Especies con algún grado de protección	17
6.2.2 Especies exóticas	17
6.2.3 Especies sin ningún grado de protección	19
6.2.4. Especies marinas en protección.....	22
6.3. Potencial de Restauración Dunar (DRP) de la playa del Brosquil.....	22
7. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS EN EL PROYECTO.....	25
7.1 Presentación de las alternativas del proyecto	25
7.2 Definir problemática.....	27
7.3 Justificación de la mejora propuesta en el sistema de evaluación.....	28
7.4 Establecer criterios ambientales para cada una de las alternativas.....	28
CRITERIO 1. Conservación y restauración de la zona de estudio.....	29
CRITERIO 2. Resistencia a riesgos naturales y adaptación al cambio climático.....	30
CRITERIO 3. Sostenibilidad a largo plazo.....	32
CRITERIO 4. Impacto visual y turístico	33
7.5 Justificación de las puntuaciones de las alternativas (tabla 8).....	34
8. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) DE LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES POSTERIOR A LAS OBRAS DEL PROYECTO	39
9. PLAN DE ACTIVIDADES DE CONCIENCIACIÓN AMBIENTAL	40
10. PLAN DE CONSERVACIÓN DUNAR.	40
11. CONCLUSIONES.....	42
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Playa del Brosquil Sur. Imagen de Google Earth.....	5
Figura 2 . Accesos a la playa del Brosquil desde Cullera. Fuente: Google Maps	7
Figura 3. Evolución línea de costa por tramos. Elaboración propia.....	8
Figura 4. Zonas urbanizadas próximas a la zona de estudio.....	9
Figura 5.Desaparición de edificaciones debido al retroceso de la playa. Fuente: Visor GVA.....	10
Figura 6. Riesgo de Inundación. Fuente: VISOR GVA.....	11
Figura 7. Dominio público marítimo terrestre de la zona de estudio. Fuente: MITERD	11
Figura 8. Batimetría de la playa del Brosquil Sur. Fuente: Navionics.	12
Figura 9. Batimetría playa del Brosquil Sur. Fuente: Google Earth.....	13
Figura 10. Rosa de altura significativa	13
Figura 11. Rosa de velocidad media.....	14
Figura 12. Dirección y velocidad media del viento.	14
Figura 13. Zona de Especial Conservación. Fuente: VISOR GVA.....	16
Figura 14. Cartografía bionómica extraída del proyecto.	22
Figura 15. Forma de la playa con la línea de costa regenerada para la alternativa 1..	26
Figura 16. Forma de la playa con la línea de costa regenerada para la alternativa 2..	26
Figura 17. Forma de la playa con la línea de costa regenerada para la alternativa 3..	27
Figura 18. Forma de la playa con la línea de costa regenerada para la alternativa 4..	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de especies con algún grado de protección. Fuente: Elaboración propia	17
Tabla 2. Especies vegetales invasoras.	18
Tabla 3. Listado de flora sin ningún grado de protección presente en la zona de estudio.....	19
Tabla 4. Variables utilizadas para calcular el valor de StaDun.	23
Tabla 5. Variables utilizadas para calcular el valor de CoMan.	24
Tabla 6. Variables utilizadas para encontrar el valor de BeaPot.	24
Tabla 7. Resultados de los parámetros BeaPot, CoMan y StaDun.	25
Tabla 8. Puntuaciones de los criterios ambientales.....	33
Tabla 9. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 0.	34
Tabla 10. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 1.	35
Tabla 11. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 2.	36
Tabla 12. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 3.	37
Tabla 13. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 4.	38
Tabla 14. Plan de Vigilancia Ambiental de los aspectos más importantes.....	39
Tabla 15. Plan de actividades de concienciación ambiental.....	40
Tabla 16.Plan de conservación dunar de la playa del Brosquil.	41

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo del Potencial de Restauración Dunar.	25
Ecuación 2. Fórmula utilizada para puntuar las alternativas.....	33

1. INTRODUCCIÓN

La playa del Brosquil Sur se sitúa en la pedanía del Brosquil, en Cullera, Valencia. Esta playa se caracteriza por su baja afluencia, sus arenas doradas de tamaño mediano y fino (D_{50} , entre 0,43 mm. Y 0,20 mm) y, por ser una playa con una presión urbanística baja, donde podemos encontrar las dunas que se encuentran dentro de la Red Natura 2000 llamadas Las Dunas de la Safor. Esta playa cuenta con una longitud aproximada de 1,92 Km y una anchura de 35 metros, aunque para mantener la anchura de la playa es necesaria la aportación periódica de arenas que desaparece con los primeros temporales marítimos, poniendo en peligro la biodiversidad de la zona y a la población local, ya que la falta de playa seca y dunas deja desprotegidas frente a los temporales a las casas que se encuentran por la zona.



Figura 1. Playa del Brosquil Sur. Imagen de Google Earth.

Históricamente la playa del Brosquil no ha sido un atractivo para los turistas, pero estos últimos años la afluencia ha aumentado debido a la llegada de turistas que buscan playas más tranquilas donde poder llevar a sus mascotas (aunque no esté permitido) y al atractivo que ha generado en la población local debido a su poca afluencia.

Esta playa está rodeada de terrenos catalogados como suelo rural, por lo que sufre una alta presión agrícola y una baja presión urbanística. Como consecuencia de varias actuaciones llevadas a cabo en los años 60, como en encauzamiento del río Júcar, la construcción de embalses aguas arriba y la construcción de escolleras en las playas del norte, ha provocado que esta playa se encuentra en un constante proceso de erosión, lo que ha llevado a la aportación de arenas de forma periódica, con el fin de evitar (sin éxito) el retroceso de la playa y la pérdida de biodiversidad.

En 2023 se redacta un proyecto de regeneración de esta playa, llamado 'Proyecto de regeneración de la Playa del Brosquil Sur y la Goleta' aunque en este Trabajo Final de Grado solo nos centraremos en la Playa del Brosquil. Este tiene como finalidad solucionar el problema de erosión de la playa, y devolverla al estado que tenía en el año 1957, que es la primera foto existente de la playa antes de que empezara a erosionarse.

La playa del Brosquil está catalogada como Playa natural de especial protección en el Catálogo de playas de la Comunidad Valenciana, ya que esta playa posee hábitats costeros de interés comunitario no prioritarios recogidos en el Anexo I y alberga especies de fauna y flora catalogadas.

Se encuentra en un estado de erosión preocupante, reduciendo la anchura de la playa y poniendo en peligro las dunas que en ella se encuentran y que tienen un alto valor biológico, ya que se encuentran dentro de la Red Natura 2000, y donde encontrar

especies vegetales protegidas como la Campanilla de las dunas (*Calystegia soldanella*), la algodonosa (*Otanthus maritimus*), Correguela marina (*Polygonum maritimum*) o el Tártago marino (*Euphorbia paralias*); y también zonas de anidación del Chorlitejo Patinegro, especie protegida catalogada como Preocupación Menor por la UICN.

La erosión de la costa es un problema a nivel global. Estudios realizados a escala global han estimado que un 24% de las playas del mundo sufren tasas de erosión superiores a 0.5 m/año (Luijendijk et al., 2018).

Para reforzar el análisis ambiental de las alternativas del proyecto, se analizará la evolución de la línea de costa desde 1956 hasta la actualidad, con el fin de definir qué tendencia está siguiendo la playa, que permita asegurar la sostenibilidad de las soluciones que se propongan. También se llevará a cabo un estudio del potencial de restauración dunar y del medio biótico asociado, con el fin de localizar y acreditar la existencia de especies autóctonas, invasoras, y de especial importancia para el ecosistema que existen en la actualidad en dicha zona que se pueda preservar la subsistencia del hábitat e incrementar la sostenibilidad del conjunto playa-duna.

La metodología de análisis incluirá el establecimiento de unos criterios ambientales objetivos. Se establecen unos criterios que deberán cumplir todas las alternativas, con el fin de reducir el impacto generado lo máximo posible, así como los aspectos críticos del proyecto, con el objetivo de incluir mejoras para evitar los impactos negativos que se generarán en la zona y que pueden afectar a la biodiversidad presente.

1. OBJETIVOS

El objetivo de este TFG consiste en evaluar ambientalmente las alternativas propuestas en el 'Proyecto de Regeneración de la Playa del Brosquil' desde una perspectiva ambientalmente viable y sostenible que también permita la convivencia con la población de la zona. También se va a realizar un estudio de la línea de costa y un 'Plan de Vigilancia Ambiental' posterior a la realización del proyecto. Además, también se va a realizar un estudio biótico de la zona. Por último, se va a hacer un estudio del 'Potencial de Restauración Dunar' para poder establecer un 'Plan de Conservación Dunar'.

Por otra parte, el proyecto objeto de nuestro estudio tiene como objetivo principal dotar a la línea de costa una configuración para asegurar su estabilidad frente a la erosión reduciendo la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático.

Además, el proyecto, tiene otros objetivos más específicos o concretos que consisten en:

- Recuperar la función de defensa de las playas, dotándolas de una anchura que permita disipar de forma efectiva la energía del oleaje durante la actuación de temporales, protegiendo de este modo las urbanizaciones más próximas a la línea de costa.
- Prevenir y/o reducir los efectos de los riesgos naturales y en particular del cambio climático, que puedan ser debidas a actividades naturales o humanas.

- Garantizar la preservación de la integridad de los ecosistemas costeros, así como de los paisajes costeros y de los entornos artísticos-culturales.
- Garantizar la utilización sostenible de los recursos naturales para que las generaciones presentes y futuras puedan disfrutar de las playas como un entorno lúdico.

2. LOCALIZACIÓN

La playa del Brosquil se encuentra limitada por la urbanización 'El dorado' en la parte norte y por la acequia de la Ratlla por la Parte sur, esta acequia también divide los municipios de Cullera y Tavernes de la Vallidigna.

Para acceder por el tramo norte de la playa del Brosquil Sur en coche desde el término municipal de Cullera hay que tomar la carretera CV-606 hasta llegar a la primera rotonda, donde hay que salir por la tercera salida, entrando al pueblo del Brosquil. Seguidamente, seguir recto por el Camí de la Coma, después seguir recto por la Entrada de Catalí.

Otra alternativa para acceder a esta playa, pero por el tramo sur sería por la CV-605, y en la segunda rotonda salir por la segunda salida hacia el Carrer del Nord, siguiendo recto encontraremos la playa.



Figura 2 . Accesos a la playa del Brosquil desde Cullera. Fuente: Google Maps

3. ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO DE LA PLAYA

5.1 Evolución de la línea de costa

Se ha llevado a cabo un análisis de la línea de costa con el objetivo de ver cuál es la evolución de la playa desde el año 1957 hasta la actualidad, disponible en el *Anexo II*. Es importante realizar un estudio de la evolución de la línea de costa para poder observar con más facilidad cual ha sido de evolución de la playa hasta la actualidad, y así poder observar, por ejemplo, en que partes de la playa existe un mayor grado de erosión, con el fin de poder actuar sobre este con mayor efectividad.

Para realizar este análisis se han utilizado ortofotos aéreas digitales del Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA) de diferentes años. Mediante el programa de acceso libre Qgis, se han creado capas con las diferentes líneas de costa de la playa de diferentes años, con el fin de poder ver de una forma gráfica y más clara la evolución temporal.

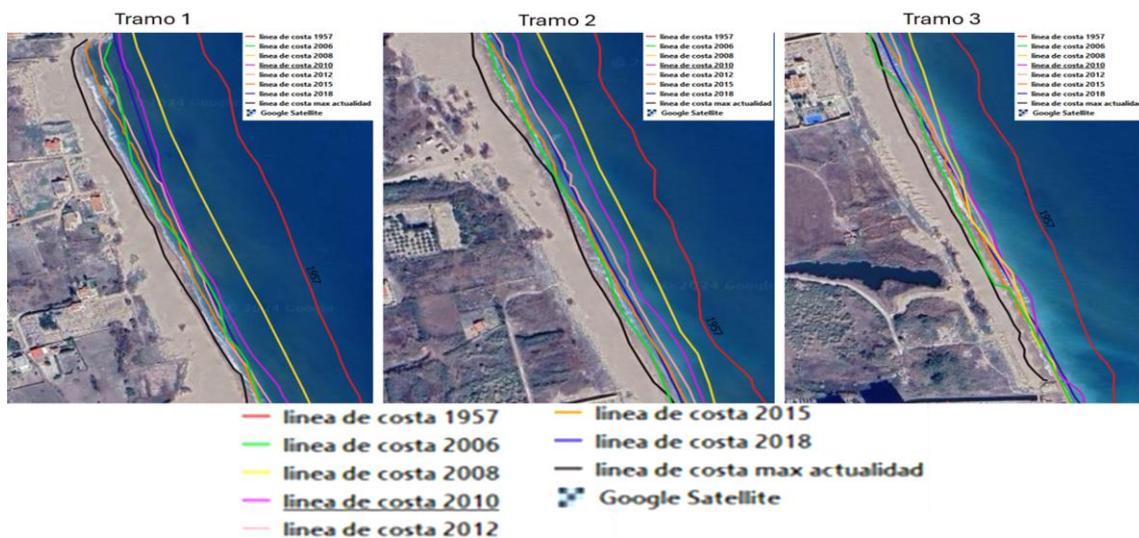


Figura 3. Evolución línea de costa por tramos. Elaboración propia.

Los resultados muestran que existe un gran retroceso de la línea de costa desde el año 1957 hasta la actualidad. Si observamos bien los datos también se puede observar que en ciertos años la línea de costa aumenta, como es el caso de la línea de costa del año 2008, que experimenta un aumento de la línea de costa con respecto a la línea de costa del año 2006. Esto es debido se realizan aportaciones de arena forma anual a esta playa, para aumentar el ancho de playa para la época estival, pero estas aportaciones son eliminadas de la playa con la llegada de los primeros temporales de otoño, por lo que la playa vuelve en pocos meses a su estado actual de recesión. Por esta razón, si se analiza la evolución de la línea de costa con todos los años en conjunto, se observa una clara recesión de la línea de costa, llegando a retroceder hasta 100 metros en las zonas más críticas, que coincide con el tramo sur de la playa.

En la *Figura 3* se puede observar la evolución de la línea de costa dividida en tres tramos de Norte a Sur. Se puede observar un gran retroceso de la línea de costa en los 3 tramos, pero el Tramo 1, que corresponde con la parte norte de la playa, es la zona más afectada por la erosión de la playa, mientras que el tramo 3 corresponde con la zona que ha sufrido menos variaciones.

5.1 Geometría

La playa del Brosquil presenta una morfología típica de las playas de arena finas y media, con una pendiente suave. A playa se extiende longitudinalmente a lo largo de 1,92 Km y tiene una anchura media de 35 metros. Esta anchura depende mucho de la acción humana y del clima, ya que después de un temporal. La anchura de la playa se ve significativamente reducida, y debido a la falta de aporte de forma natural de los sedimentos, se requieren grandes aportaciones de arena, que son realizadas justo antes de empezar la temporada estival. Estas aportaciones de arena son necesarias para mantener el ancho de playa necesario para el disfrute de esta por los usuarios en los meses de verano.

5.2 Geomorfología y sedimentología

Los materiales que forman esta playa tienen su origen en el Cuaternario, y están formados mayoritariamente por arenas, gravas y conchas marinas.

Respecto a la granulometría de la playa, el proyecto objeto de nuestro análisis ha llevado a cabo un estudio de la clasificación textural, demostrando que la fracción arenas predomina en la playa, si analizamos el D50, que es el tamaño de arenas que forman el 50% de las partículas de la playa, encontramos valores de 0.12 mm (Arena muy fina) y 0.43mm (Arena media), que corresponden a arenas finas y medias respectivamente.

5.3 Usos del suelo

Respecto a los usos del suelo, según el apartado de zonificación del visor cartográfico de la GVA, la playa del Brosquil se encuentra catalogada como zona rural protegida costas (dominio público), dentro del plan general.

Así mismo, en la actualidad aún persisten la mayoría de las edificaciones cercanas a la playa, como se puede observar en la siguiente imagen.

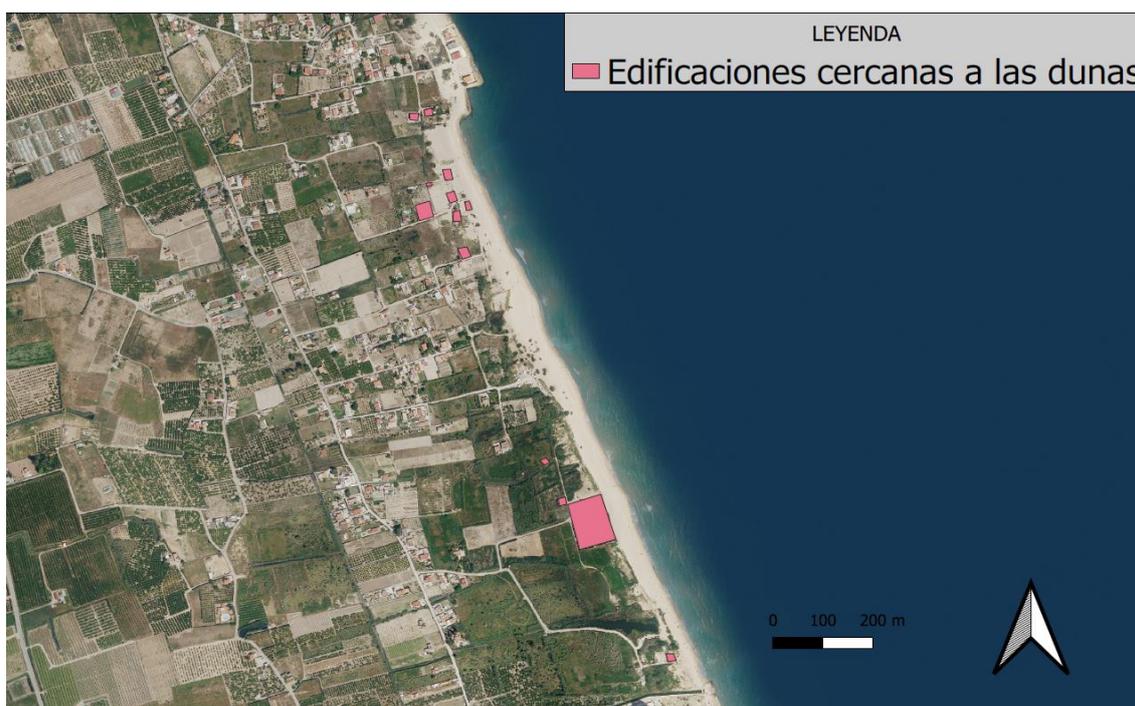


Figura 4. Zonas urbanizadas próximas a la zona de estudio.

5.3.1 Planeamiento urbanístico

Respecto al planeamiento urbanístico, existen edificaciones aisladas en las zonas cercanas a las dunas. Estas edificaciones están en mal estado y muchas de ellas abandonadas, debido a que el retroceso de la playa ha provocado que éstas se vean expuestas a los daños causados por los temporales marinos.

Observando estas dos imágenes se puede observar como la presión urbanística en la playa cada vez es menor, debido al retroceso de la playa.



Figura 5. Desaparición de edificaciones debido al retroceso de la playa. Fuente: Visor GVA.

5.3.2 Zonas inundables

Respecto al riesgo de inundación, en el Plan de Acción Territorial del Riesgo de Inundación de la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), la playa se encuentra en un riesgo muy bajo.

Esta zona está catalogada como nivel de Peligrosidad 5 dentro de la peligrosidad de inundación del PATRICOVA, con una frecuencia baja (cada 500 años) y un calado alto (superior a 0,8). Respecto al riesgo de inundación, que se define como la combinación de la peligrosidad por inundación y la vulnerabilidad del uso del suelo, la playa se encuentra en un riesgo muy bajo de inundación.



Figura 6. Riesgo de Inundación. Fuente: VISOR GVA

5.3.3 Deslinde del Dominio Público Marítimo terrestre

Se entiende por deslinde del DPMT como el límite oficial que separa el dominio público marítimo terrestre de las propiedades privadas.

En la siguiente foto podemos observar como el límite de DPMT aprobado coincide con la zona donde se encuentran las dunas, mientras que existen dos zonas donde el límite del DPMT y la zona de servidumbre de protección se encuentran en tramitación.



Figura 7. Dominio público marítimo terrestre de la zona de estudio. Fuente: MITERD

Las dunas litorales son simplemente la continuación de las playas tierra adentro, es decir, constituyen la mayor parte de la zona emergida de las playas. Por esa razón la Ley de Costas incluye a las dunas en la propia definición de las playas como uno de los principales bienes característicos del dominio público marítimo-terrestre.

Las zonas en tramitación indican que están siendo evaluadas para su inclusión dentro del dominio público.

5.3.4 Servicios de playa

La playa del Brosquil es una de las playas con menor nivel de ocupación de Cullera, es por eso por lo que los servicios que vamos a encontrar en la playa son mínimos. Durante los meses de julio y agosto, esta playa cuenta con servicio de Socorrismo, que se encuentran ubicados al principio y al final de la playa.

Esta playa estaba habilitada para perros en años anteriores, pero debido a que en esta playa encontramos las Dunas de la Safor y nidificaciones del Chorlitejo Patinegro, se prohibió.

5.4 Dinámica litoral

La dinámica litoral se entiende como los procesos y cambios naturales que ocurren en las zonas costeras. Es fundamental para que se formen las playas y las dunas. Es por esta razón por la cual se va a estudiar los principales aspectos de la dinámica litoral:

5.4.1 Batimetría

Se ha obtenido la batimetría de la playa de dos sitios diferentes con el fin de contrarrestar y verificar la información obtenida. Se puede observar que, en los dos casos, las batimetrías coinciden.

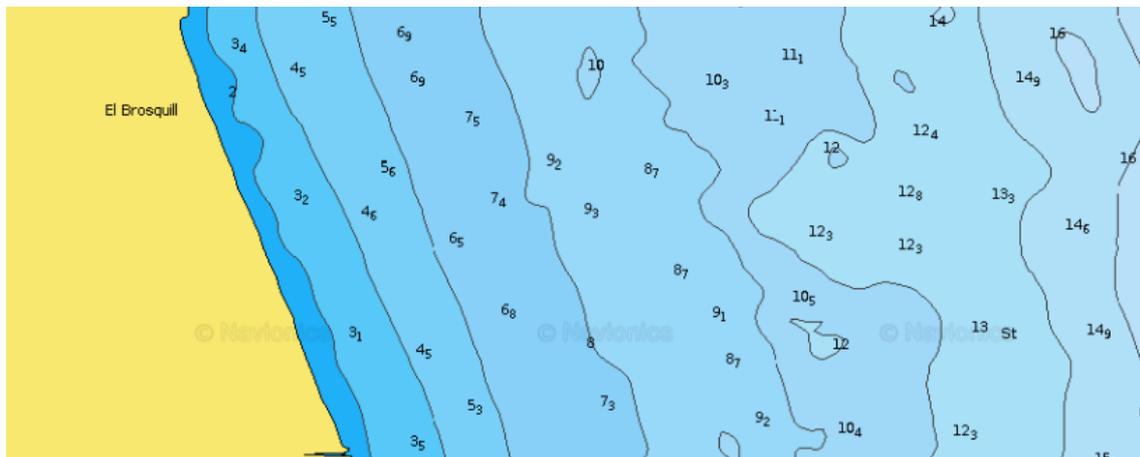


Figura 8. Batimetría de la playa del Brosquil Sur. Fuente: Navionics.

En la Figura 8 se observa las diferentes curvas de nivel de la playa en metros. Se trata de una playa con el fondo uniforme, con una configuración recta y paralela. A excepción de la zona central a unos 9 metros de profundidad, donde se pueden encontrar afloramientos rocosos.

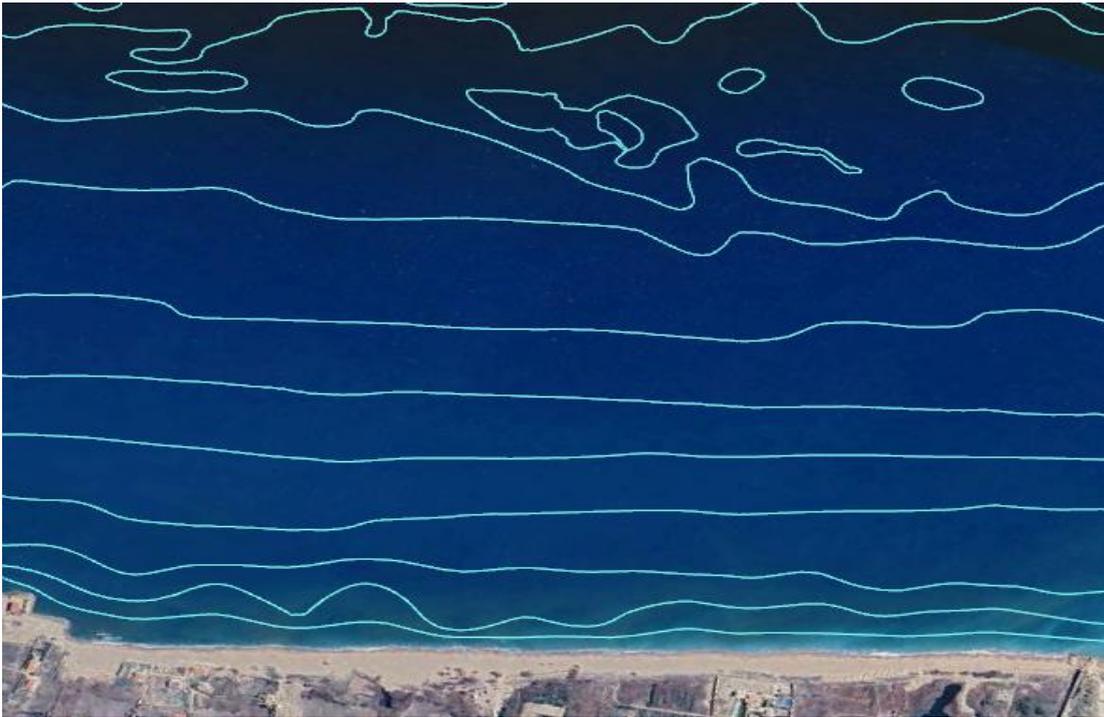


Figura 9. Batimetría playa del Brosquil Sur. Fuente: Google Earth.

5.4.2 Clima marítimo y dinámica litoral

Para estudiar el clima marítimo y la dinámica litoral de la playa del Brosquil, vamos a buscar información sobre la velocidad media del viento, las corrientes y el oleaje. Vamos a ayudarnos de la información proporcionada por el visor de Costas mediante el punto SIMAR más cercano a nuestra zona de estudio, que en este caso es el punto SIMAR: (2083109).

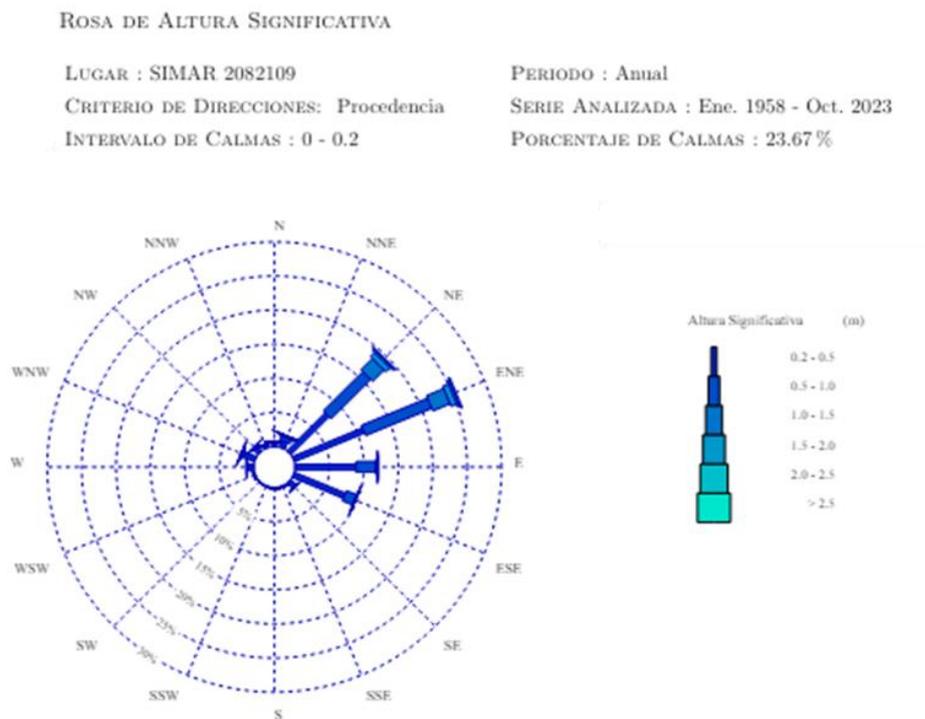


Figura 10. Rosa de altura significativa

La *Figura 10* nos muestran que en el periodo comprendido entre 1958 a 2023, la altura significativa de las olas es inferior a 1 m y que proceden mayoritariamente del NorEste y del EsteNorEste, superando pocas veces los dos metros y hasta incluso llegando alguna vez a los 5 metros de altura.

ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 2082109

PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2024

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PORCENTAJE DE CALMAS : 10.52 %

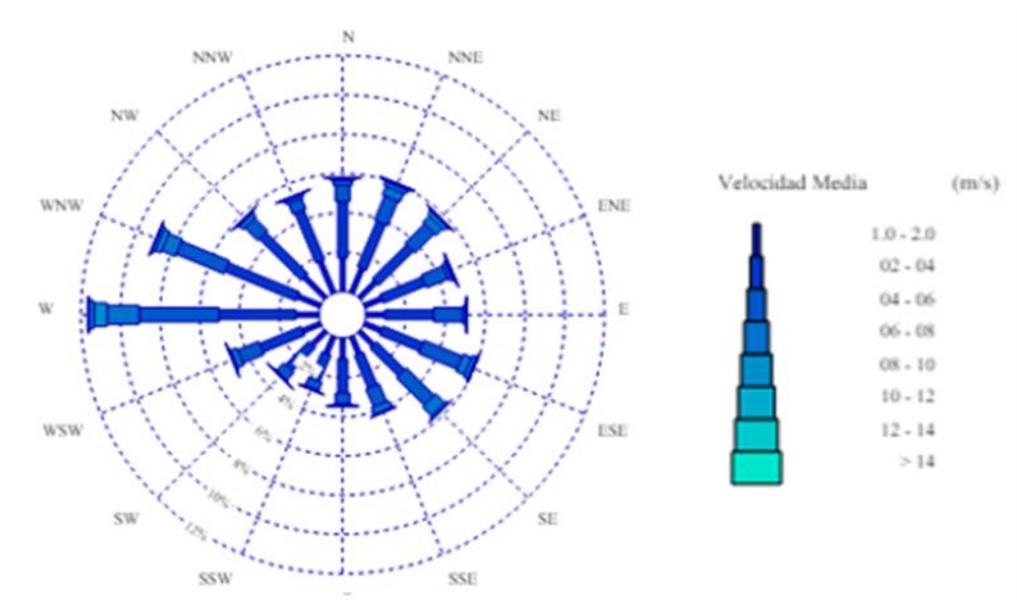


Figura 11. Rosa de velocidad media.

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 2082109

PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2024

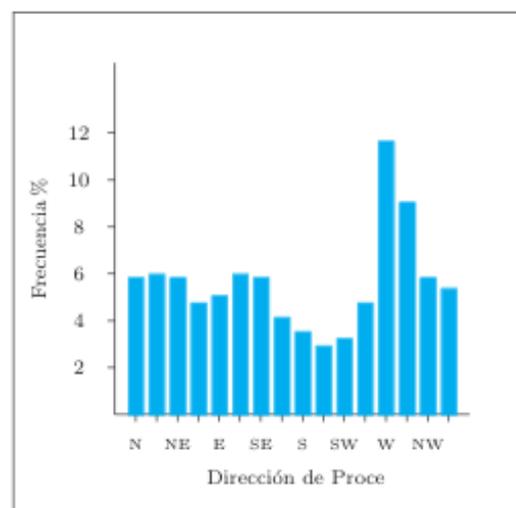
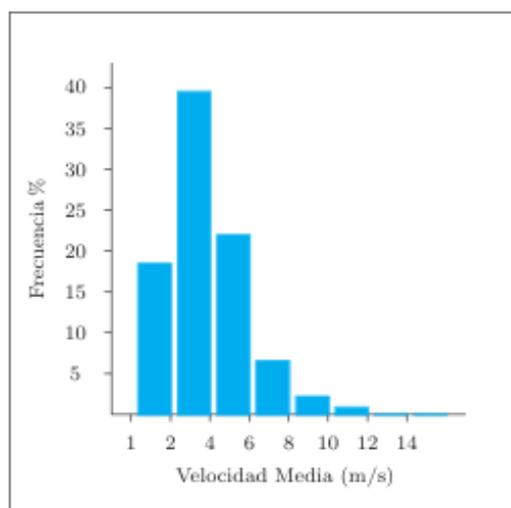


Figura 12. Dirección y velocidad media del viento.

La Figura 11 muestra el diagrama de la velocidad media del viento y su dirección. Esta información es muy importante para estudiar el proceso de formación de las dunas.

Se puede observar que predominan los Vientos del Oeste. Respecto a la velocidad del viento, se puede observar que pocas veces superan los 8 m/s, siendo lo más habitual 4 m/s.

6 ESTUDIO DEL MEDIO BIÓTICO

Para poder estudiar cual es el estado actual de las dunas situadas en nuestra zona de estudio se va a realizar a identificar in situ, todas las especies vegetales de la zona.

Para realizar este estudio, primero nos descargamos del visor de la GVA, las dos cuadrículas en las cuales se encuentra nuestra zona de estudio: 30SYJ33 y 30SYJ43. En estas cuadrículas encontramos las especies que se han localizado en el área abarcada por las cuadrículas, área la cual es mucho más grande que nuestra área de estudio. Es por este motivo por el cual se va a hacer una identificación de las especies in situ, con el objetivo de hacer un inventario ambiental de especies vegetales que sean más representativas de la zona.

Esto nos va a permitir conocer mejor su estado y si tiene un gran valor ecológico. También se podrá obtener información relevante cuando se lleve a cabo la regeneración y la replantación, ya que se puede obtener información de que especies invasoras existen y la abundancia, para así poder proceder a su eliminación. Y también puede ocurrir el caso contrario, se puede obtener información de las especies vegetales que tienen algún grado de protección, para así poder aplicar medidas de protección en esa área.

6.1 Espacios de la Red Natura 2000

La Red Natura 2000 es una red ecológica coherente de zonas especiales de conservación. Su principal objetivo es garantizar la conservación, en un estado favorable de determinados tipos de hábitats y especies en sus áreas de distribución natural, mediante zonas especiales para su protección y conservación.

Está compuesta por lugares que albergan tipos de hábitats naturales que figuren en el Anexo I y de hábitats de especies que figuren en el Anexo II, que deberá garantizar el mantenimiento o restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural (Artículo 3.1, Directiva Hábitats).

Asimismo, la Red Natura 2000 también incluirá las zonas de protección especial atendiendo a la Directiva 79/409/CEE.

Esta red incluye a los ZEC (Zonas de Especial Conservación). Los ZEC deben de contar con medidas de gestión para garantizar su conservación a largo plazo.

En la playa del Brosquil se encuentra el ZEC llamado Dunes de la Safor (ES5233038) con un área aproximada de 6,14 hectáreas de 66,08 que tiene en total.



Figura 13. Zona de Especial Conservación. Fuente: VISOR GVA

Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazada: La última actualización de este listado es la ORDEN 2/2022, de 16 de febrero.

Dentro de este catálogo existen 3 categorías:

Anexo I: En peligro de extinción.

Anexo II: Especies de flora protegidas no catalogada

Anexo III: Especies de flora vigiladas

6.2 Clasificación de las especies vegetales

Una vez hecho el listado de flora del área de estudio, se han clasificado en 3 bloques:

En el primer bloque se encuentran las especies que están sometidas a algún grado de protección. En el segundo bloque encontramos las especies invasoras o exóticas y, finalmente, en el tercer bloque encontramos el resto de las especies, es decir, las que no se encuentran bajo ningún grado de protección ni las que son invasoras.

6.2.1 Especies con algún grado de protección

Tabla 1. Listado de especies con algún grado de protección. Fuente: Elaboración propia

FLORA					
Especie	Estado legal	Taxonomía	Cantidad	denadas GPS (precisión 14 m)	Fotografía
<i>Calystegia soldanella</i>	Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas -Anexo III. Especies Vigiladas	Genero: Calystegia Familia: Convolvulaceae Orden: Solanales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	Más de 25 plantas, agrupadas en 3 poblaciones	lat. 39,1679 lon. -0,22347	
<i>Otanthus maritimus</i>	Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas -Anexo III. Especies Vigiladas Categoría UICN -En peligro	Genero: Otanthus Familia: Asteraceae Orden: Asterales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	Más de 30 plantas	lat. 39,1068 lon. -0,2235	
<i>Polygonum maritimum</i>	Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas -Anexo III. Especies Vigiladas	Genero: Polygonum Familia: Polygonaceae Orden: Polygonales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	20 plantas	lat. 39,1151 lon. -0,2278	
<i>Euphorbia paralias</i>	Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas -Anexo III. Especies Vigiladas	Genero: Euphorbia Familia: Euphorbiaceae Orden: Euphorbiales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	4 plantas	lat. 39,1133 lon. -0,2268	

A lo largo de toda la playa hemos podido encontrar especies con algún grado de protección, como es el caso de estas cuatro:

Calystegia soldanella. Se han encontrado tres poblaciones aisladas de esta especie, situadas principalmente, en el tramo sur de la playa. Situadas en la zona baja de las dunas.

Otanthus marítimus. Se han encontrado en total más de 30 ejemplares, la mayoría de ellos distribuidos por la zona centro de la playa.

Polygonum maritimum. Se han encontrado alrededor de 20 especies en toda la playa.

Euphorbia paralias. Se ha encontrado solo un ejemplar de esta especie.

6.2.2 Especies exóticas

A lo largo de toda la playa se han encontrado 5 especies exóticas, que, al naturalizarse, pueden alterar las características estructurales y funcionales de los ecosistemas naturales, convirtiéndose en especies invasoras (Fayos, 2011)

Tabla 2. Especies vegetales invasoras.

FLORA			
Especie	Estado legal	Taxonomía	Densidad
<i>Carpobrotus edulis</i>	Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras -Anexo I (Catálogo Especies Exóticas Invasoras) Decreto Control de Especies Exóticas Invasoras de la Comunidad Valenciana -Anexo II	Genero:Carpobrotus Familia:Aizoaceae Orden:Caryophyllales Clase:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	Mucha densidad
<i>Opuntia monacantha</i>	Decreto Control de Especies Exóticas Invasoras de la Comunidad Valenciana -Anexo II	Genero:Opuntia Familia:Cactaceae Orden:Caryophyllales Clase:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	2 plantas
<i>Yucca aloifolia</i>	Decreto Control de Especies Exóticas Invasoras de la Comunidad Valenciana -Anexo II	Genero:Yucca Familia:Agavaceae Orden:Agavales Clase:Liliopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	13 plantas
<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras -Anexo I (Catálogo Especies Exóticas Invasoras) Decreto Control de Especies Exóticas Invasoras de la Comunidad Valenciana -Anexo II	Genero:Carpobrotus Familia:Aizoaceae Orden:Caryophyllales Clase:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	Mucha densidad
<i>Arundo donax</i>	Decreto Control de Especies Exóticas Invasoras de la Comunidad Valenciana -Anexo II	Genero:Arundo Familia:Poaceae Orden:Poales Clase:Liliopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	Mucha densidad

A lo largo de toda la playa se han encontrado 3 especies exóticas:

Yucca aloifolia: En el tramo sur de la playa se han localizado aproximadamente 13 plantas de porte pequeño.

Opuntia monacantha: Se han encontrado dos ejemplares de esta planta, por lo que su presencia no es significativa, de momento.

Carpobrotus edulis: Se han encontrado varias poblaciones de alta densidad por la parte central de la playa.

6.2.3 Especies sin ningún grado de protección

Tabla 3. Listado de flora sin ningún grado de protección presente en la zona de estudio.

FLORA			
Especie	Estado legal	Taxonomía	Cantidad
Ammophila arenaria		Genero:Ammophila Familia:Poaceae Ordre:Poales Clase:Liliopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	28 plantas
Cakile marítima		Genero:Cakile Familia:Brassicaceae Ordre:Capparales Clase:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	10 plantas
Cynanchum acutum		Genero:Cynanchum Familia:Apocynaceae Ordre:Gentianales Clase:Magnoliopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	3 plantas
Echinophora spinosa		Genero:Echinophora Familia:Apiaceae Ordre:Araliales Clase:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	10 plantas
Echium plantagineum		Genero:Echium Familia:boraginaceae Ordre:Solanales Clase:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	8 plantas
Eryngium maritimum		Genero:Eryngium Familia:Apiaceae Ordre:Araliales Clase:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	5 plantas

Tabla 4. Listado de flora sin ningún grado de protección presente en la zona de estudio (continuación)

Euphorbia terracina		Genero: Euphorbia Familia: Euphorbiaceae Ordre: Euphorbiales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	15 plantas
Juncus acutus		Genero: Juncus Familia: Juncaceae Ordre: Juncales Clase: Liliopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	8 plantas
Lobularia maritima		Genero: Lobularia Familia: Brassicaceae Ordre: Capparales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	3 plantas
Lotus creticus		Genero: Lotus Familia: Fabaceae Ordre: Fabales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	Alta densidad por tramos, principalmente más al norte de la playa
Malcolmia littorea		Genero: Malcolmia Familia: Brassicaceae Ordre: Capparales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	7 plantas
Medicago marina		Genero: Medicago Familia: Fabaceae Ordre: Fabales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	2 plantas
Pancratium maritimum		Genero: Pancratium Familia: Amaryllidaceae Ordre: Amaryllidales Clase: Liliopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	7 plantas
Plantago coronopus		Genero: Plantago Familia: Plantaginaceae Ordre: Lamiales Clase: Rosopsida Phylum: Magnoliophyta Regne: Plantae	5 plantas

Tabla 5. Listado de flora sin ningún grado de protección presente en la zona de estudio (continuación)

Tamarix gallica		Genero:Tamarix Família:Tamaricaceae Ordre:Tamaricales Classe:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	15 árboles
Xanthium orientale		Genero:Xanthium Família:Asteraceae Ordre:Asterales Classe:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	7 plantas
Solanum nigrum		Genero:Solanum Família:Solanaceae Ordre:Solanales Classe:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	1 planta
Salsola kali		Genero:Salsola Família:Chenopodiaceae Ordre:Caryophyllales Classe:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	4 plantas
Sanguisorba verrucosa		Genero:Sanguisorba Família:Rosaceae Ordre:Rosales Classe:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	7 plantas
Sonchus asper ssp. asper		Espèce:asper Genero:Sonchus Família:Asteraceae Ordre:Asterales Classe:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	4 plantas
Tamarix canariensis		Genero:Tamarix Família:Tamaricaceae Ordre:Tamaricales Classe:Rosopsida Phylum:Magnoliophyta Regne:Plantae	7 árboles

Respecto a los Tamarindos (*Tamarix gallica* y *Tamarix canariensis*), se han encontrado pequeñas poblaciones agrupadas en la parte central de la playa, y también se han encontrado diversos ejemplares aislados a lo largo de la misma.

Ammophila arenaria y *lotus creticus* son las especies más abundantes en nuestra zona de estudio.

6.2.4. Especies marinas en protección.

Dentro de la zona de estudio se pueden encontrar dos especies fanerógamas marítimas: *Cymodocea nodosa* y la *Posidonia oceánica*, estas dos especies marinas se han visto afectadas por la destrucción y alteración de su hábitat.

Respecto a *Cymodocea nodosa*, en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto objeto de nuestro análisis, se han detectado su presencia en la parte más septentrional de la zona de estudio. A una distancia de 600 metros y una profundidad entre 8 y 8,5 metros.

También se ha encontrado la presencia de *Posidonia oceánica* a más de 1Km de distancia y 10 metros de profundidad y con un bajo grado de cobertura, ya que la presencia de esta especie en el área de estudio se limita a varios haces que forman pequeñas manchas de pradera. El índice de conservación de la pradera obtenido de la relación entre el porcentaje de pradera y mata muerta se encuentra en un estado de conservación DESFAVORABLE-INADECUADO, (Moreno et al. 2001)

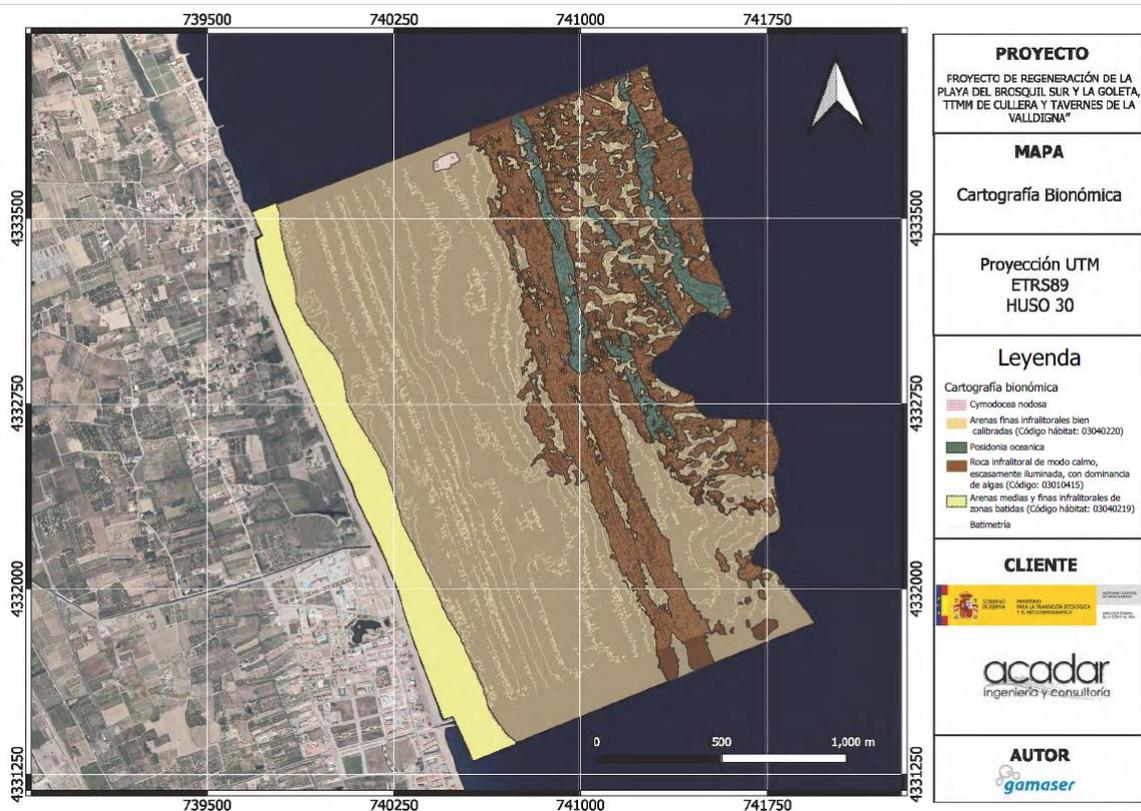


Figura 14. Cartografía bionómica extraída del proyecto.

6.3. Potencial de Restauración Dunar (DRP) de la playa del Brosquil.

Las dunas litorales constituyen la mayor parte de la zona emergida de las playas. La función que ejercen es más importante que el atractivo paisajístico, ya que estas actúan como reservas de arena para la playa seca y albergan una gran biodiversidad.

Las dunas y cordones litorales juegan un papel muy importante a la hora de combatir los efectos negativos provocados por el cambio climático como son la subida del nivel del mar, y una mayor frecuencia de los temporales.

A su vez, la elevada presión y frecuentación humana junto con diversos impactos naturales como el oleaje, inundaciones de agua de mar, la erosión o la deposición de arenas, provocan que los sistemas dunares costeros de nuestro país estén expuestos a un conjunto de impactos negativos y perturbaciones que afectan considerablemente a su conservación (Fayos, 2011). Para intentar solucionar o reducir al máximo este problema, en este apartado se va a hacer una evaluación del potencial de restauración dunar de la playa del Brosquil.

El índice potencial de restauración dunar cuantifica cuanto se pueden desarrollar las dunas en función de sus características geomorfológicas y ambientales de la playa (BeaPot) y de la gestión que se lleva a cabo (CoMan). Para llevar a cabo el estudio del Potencial de Restauración Dunar nos vamos a basarnos en el estudio hecho en la tesis ‘Els sistemes dunars de la costa catalana: evolució històrica, estat actual i potencial de restauració’ de Carla Garcia Lozano en 2019. El Potencial de Regeneración Dunar es directamente proporcional a al potencial de la playa para albergar dunar (Garcia-Lozano et.al, 2020), por lo que es importante estudiar esta característica para poder actuar con mayor efectividad a la hora de restaurar la Playa. El objetivo de este estudio consiste en medir el estado actual de las dunas para posteriormente poder tomar medidas para su recuperación.

Tabla 6. Variables utilizadas para calcular el valor de StaDun.

StaDun	0	1	2	3	4
1. Tipos de dunas	Ausencia	Dunas incipientes	Cordón dunar	Cordón dunar con dunas	Campo dunar
2. Superficie del sistema dunar (ha)	< 0.1	< 5	< 10	< 15	> 15
3. Área ocupada por la duna en relación al sistema playa-duna	< 5%	< 25%	> 25%	> 50%	> 75%
4. Altura máxima de la foredune	< 1 m	> 1 m	> 3 m	> 4 m	> 5 m
5. Morfologías incipientes al frente de la foredune	0%	< 5%	> 5%	> 25%	> 50%
6. Evolución del frente dunar desde 1956	Desaparición	Retroceso	Estabilidad	Recuperación	Progresión
7. Estado de la foredune según Hesp (2002)	5	4	3	2	1
8. Especies de tipo III en el frente dunar según García-Mora et al. (2001)	< 5		> 5		> 10
Especies exclusivas de sistemas playa-duna según Pintó et al. (2012)	< 10		> 10		> 15
10. Especies invasoras	> 4	3	2	1	0
11. Especies ruderales	> 7	> 5	> 3	> 1	< 1

StaDun (Status of the dunes): Este parámetro mide el estado geomorfológico y ecológico de las dunas.

Tabla 7. Variables utilizadas para calcular el valor de CoMan.

CoMan	0	1	2	3	4
1. Frecuentación humana (m ² /usuario)	< 3	< 5	< 8	< 15	> 15
2. Paneles informativos sobre las funciones del del sistema playa-duna	Ausentes o ineficientes	Eficientes			
3. Pasarelas de acceso a la playa	No regulado	En acceso	En tierra	Aéreas	Laterales
Área de dunas restringida al paso	< 25%	> 25%	> 50%	> 75%	100%
5. Trampas de arena	Ineficientes o ausentes	Estables	Eficientes/innecesarios		
6. Revegetación	Inadecuada o ausente	Adecuada o innecesaria			
7. Limpieza y/o nivelación mecánica	Arran de dunas	Diaria	Semanal	Ocasional	Ausencia
8. Gestión de especies invasoras	No efectiva	Efectiva			
9. Superficie ocupada por servicios o equipamientos temporales o fijos sobre las dunas o a menos de 5 metros	> 15%	> 10%	> 5%	< 5%	0%
10. Superficie de aparcamientos u otros servicios fijos sobre o a menos de 5 metros de las dunas	> 75%	> 50%	> 25%	< 25%	0%
11. Figuras de protección en el sistema dunar y del entorno	0%	< 25%	> 50%	> 75%	100%
12. Grado de protección según la clasificación de la IUCN	Sin protección	Nivel VI	Nivel V		Nivel I-IV

CoMan (Conservation actions and management of beach-dune systems): abarca las medidas de gestión, los usos y la protección del espacio dunar.

Tabla 8. Variables utilizadas para encontrar el valor de BeaPot.

BeaPot	0	1	2	3	4
1. Pendiente del estrán (°)	> 0.2		< 0.2		< 0.1
2. Evolución de la línea de costa en el periodo 1995-2004 (m/año)	< -3	< -2	< -1	< 0	> 0
3. Orientación de la playa respecto de los vientos dominantes	Perpendicular al mar	Oblicua al mar	Paralela	Oblicua a tierra firme	Perpendicular a tierra firme
4. Intensidad media del viento (m/s)	< 3		< 3.5		> 3.5
5. Altura de ola significativa media Hs (m)	> 1		> 0.7		< 0.7
6. Diámetro del sedimento (d50)	> 2	> 1	> 0.5	> 0.25	< 0.25
7. Arenas < 0.5 mm	< 5%	> 5%	> 15%	> 25%	> 50%
8. Área cubierta por cantos	> 50%	> 25%	> 15%	> 5%	< 5%
9. Ancho de la playa seca	< 15 m	> 15 m		> 35 m	> 50 m

BeaPot(Beach Potential to Host Dunes): se define como el potencial de la playa para albergar dunas.

El Potencial de Restauración Dunar (DRP) se obtendrá mediante la fórmula:

$$DRP = BeaPot \cdot (1 - CoMan)$$

Ecuación 1. Cálculo del Potencial de Restauración Dunar.

Tabla 9. Resultados de los parámetros BeaPot, CoMan y StaDun.

	BeaPot	CoMan	StaDun
Resultados	0,55	0,44	0,38

Aplicando la fórmula mencionada anteriormente: $DRP = 0,308$

El autor de este índice agrupa en 6 grupos los resultados obtenidos, la playa del Brosquil entra dentro del grupo 1: Playas naturales con DRP bajo y $StaDun$ medio. Que entraría dentro de la gestión de conservación dunar.

Según los datos obtenidos, no sería posible una mejora del desarrollo dunar mediante las medidas de gestión, ya que se caracterizan por ser playas con el nivel freático alto. Por lo que las actuaciones de regeneración de las dunas deberían centrarse medidas relacionadas con la conservación dunar.

Esta variable corresponde con las medidas de gestión de los sistemas playa-duna.

7. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS EN EL PROYECTO

7.1 Presentación de las alternativas del proyecto

El proyecto de regeneración de la playa del Brosquil se analizan 4 alternativas:

Alternativa 0: No actuación.

Esta alternativa plantea la no actuación y dejar que la playa continúe erosionándose.

Alternativa 1. Aportación de arena con dique de baja coronación y regeneración dunar.

Se pretende conseguir la línea de costa igual al del año 1957, lo que supone recuperar hasta 90 metros de anchura en las zonas más erosionadas.

Esta alternativa cuenta con un nivel de impacto negativo menor comparado con las alternativas 2, 3 y 4 debido a que no contempla la utilización de técnicas estructurales. Esta alternativa no garantiza la estabilización de la playa ya que se necesitará el aporte de arena de manera periódica.

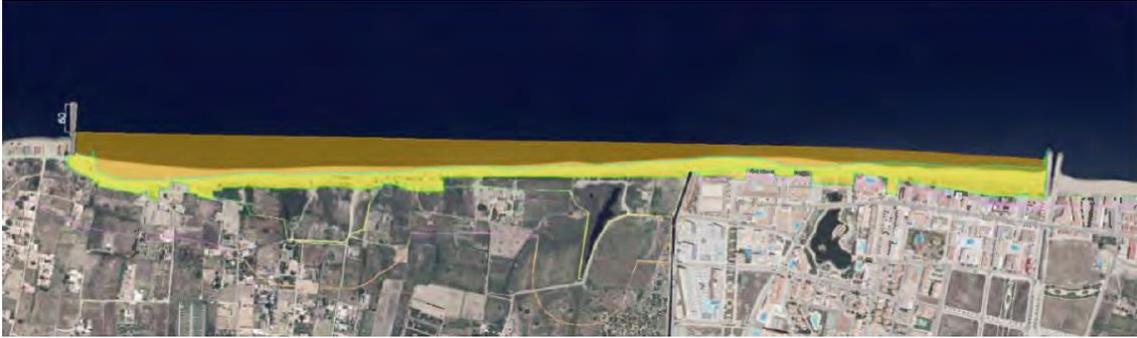


Figura 15. Forma de la playa con la línea de costa regenerada para la alternativa 1.

Alternativa 2. Aportación de arena, regeneración dunar y construcción de espigón en 'L'.
La construcción del espigón en 'L' necesitará técnicas estructurales, lo que significa que se generarán impactos negativos como, por ejemplo, alteraciones en la dinámica costera. Esta alternativa garantiza una zona de acumulación de arena permanente, lo que a su vez se traduce en la reducción de los transportes periódicos de arena a la playa en caso de no construirse el espigón.



Figura 16. Forma de la playa con la línea de costa regenerada para la alternativa 2.

Alternativa 3. Aportación de arena, regeneración dunar, construcción de espigón en 'L' y diques exentos en 'T'.

Esta alternativa propone lo mismo que la alternativa 2 pero añadiendo la construcción de diques exentos en forma de 'T' en las zonas de erosión más críticas. Lo que reduciría más aún la aportación periódica de arena a la playa para compensar las pérdidas producidas.

Esta alternativa propone una solución permanente a la problemática de la playa y además, producirá un aumento en la biodiversidad de la zona gracias a la construcción de los diques exentos, que podrán actuar como arrecifes artificiales, proporcionando abrigos y nuevos hábitats a muchas especies. También ayudará a frenar los impactos negativos que se generarían debido a los temporales.



Figura 17. Forma de la playa con la línea de costa regenerada para la alternativa 3.

Alternativa 4. Aportación de arena con dique de baja coronación, regeneración dunar y prolongación del espigón sur.

Esta alternativa propone lo mismo que la alternativa 1, pero añadiendo la prolongación del espigón sur, con el objetivo de retener la arena que se va a aportar periódicamente.



Figura 18. Forma de la playa con la línea de costa regenerada para la alternativa 4.

7.2 Definir problemática

La playa del brosquil sufre un gran proceso erosivo debido a la falta de aporte de sedimentos de manera natural, lo que provoca una recesión de ésta.

Esta falta de aporte de sedimentos se debe principalmente a la construcción de espigones en la zona norte del municipio, destacando los espigones de encauzamiento del río Júcar; lo que provocó efectos negativos en las playas del sur, como es el caso de la playa del Brosquil.

Otra de las causas del deterioro de la playa del brosquil se debe a las edificaciones que se encuentran por la zona.

Todos estos factores provocan que la playa haya perdido su papel de protección, y que cuando hay fuertes temporales, el agua del mar provoque inundaciones dañando las infraestructuras cercanas y poniendo en riesgo a la población de la zona.

Es por esto la necesidad de hacer un proyecto de regeneración de la playa, con el fin de devolverla al estado más natural posible.

Por esto, en el proyecto se estudian 4 alternativas, con el fin de elegir la más idónea según unos criterios establecidos previamente.

Este TFG se va a centrar en establecer unos criterios ambientales lo más objetivos posibles, para elegir la opción más viable ambientalmente, con el fin de disminuir al mínimo el impacto negativo que este proyecto tendrá sobre la biodiversidad de la zona.

7.3 Justificación de la mejora propuesta en el sistema de evaluación

En el proyecto de regeneración de la playa del Brosquil se establecen 6 criterios la hora de evaluar las alternativas:

1. Alcance de la recuperación
2. Nivel de impacto
3. Viabilidad de la solución
4. Viabilidad jurídico-administrativa de la solución
5. Grado de efectividad de la solución adoptada
6. Coste

En este apartado se pretende establecer otro criterio que se centre en analizar la parte ambiental del proyecto de una forma más clara y objetiva, ya que se pueden observar ciertos aspectos que evalúan la parte ambiental del proyecto, pero no existe un criterio únicamente para estudiar esta parte.

Es por esto, que en este apartado se va a establecer unos criterios ambientales con el objetivo de reforzar el análisis ambiental de las alternativas realizadas en el proyecto.

7.4 Establecer criterios ambientales para cada una de las alternativas

En este apartado se van a establecer criterios ambientales con el fin de evaluar desde un punto de vista medioambiental cual será la alternativa más viable, los criterios establecidos serán los más objetivos posibles, y persiguen la finalidad de encontrar la alternativa más viable medioambientalmente hablando. Las preguntas planteadas estarán relacionadas con unos parámetros que están en concordancia con los objetivos del proyecto, los parámetros a tener en cuenta para formular las preguntas serán:

- 1- Conservación y restauración
- 2- Resistencia a los riesgos naturales y adaptación al cambio climático.
- 3- Impacto visual y turístico
- 4- Sostenibilidad a largo plazo

Estos criterios se establecerán a modo de preguntas que recibirán una puntuación dependiendo del grado concordancia que tenga con los criterios, de este modo se puntuará:

- 0: para los criterios que no cumplan con los objetivos del proyecto
4: para los criterios que cumplan con los objetivos del proyecto de forma 100% eficiente.

CRITERIO 1. Conservación y restauración de la zona de estudio

1. ¿Protege los hábitats críticos?

Se valorará las características de la alternativa que proteja los hábitats críticos presentes en nuestra zona de estudio. Se pueden considerar hábitats críticos las dunas que alberga la playa ya que en ella podemos encontrar especies que solo pueden desarrollarse en este tipo de hábitats y también encontramos especies que dependen de las dunas para reproducirse, ya que son su lugar de anidamiento, como es el caso del Chorlito patinegro.

La protección de estos hábitats se evaluará:

- 0: No tiene protección y se sigue deteriorando.
- 1: No mejora, pero tampoco se deteriora.
- 2: Mejora, es decir, disminuyen parcialmente los impactos negativos sobre los hábitats críticos y es temporal.
- 3: Es eficaz pero solo en pequeñas áreas de forma temporal.
- 4: Protección total y duradera de los hábitats críticos.

Para la valoración del grado de protección que aportan las alternativas a los hábitats críticos (Ghab) se tendrán en cuenta:

- Ghab1: Aumento estable de la playa.
- Ghab2: Aumenta el área ocupada por las dunas progresivamente.
- Ghab3: Aumenta la biodiversidad en las dunas.

2. ¿Tiene un impacto positivo sobre la biodiversidad marina?

Se valorará las características de la alternativa que tengan un impacto positivo sobre la biodiversidad marina. El grado de impacto se evaluará de la siguiente manera:

- 0: Genera un impacto negativo sobre la biodiversidad, degradando su hábitat.
- 1: Sin impacto negativo, pero tampoco positivo.
- 2: Mejora limitada de la biodiversidad marina.
- 3: Mejora significativa de la biodiversidad marina.
- 4: Mejora integral y sostenida de la biodiversidad marina.

Para la valoración del grado de impacto positivo sobre la biodiversidad marina (Gbiod) de la alternativa, se tendrá en cuenta las siguientes características:

- Gbiod1: Restauración de hábitats marinos.
- Gbiod2: Reducción de la contaminación y mejora de la calidad del agua.
- Gbiod3: Creación de áreas que sirvan de protección de depredadores para las especies marinas.
- Gbiod4: Crea una zona abrigada protegida de las corrientes.

3. ¿Tiene un impacto positivo sobre la flora de la zona?

Se valorará las características de la alternativa que tengan un impacto positivo sobre la zona. Se entiende por impacto positivo aquella alternativa que no tenga ninguna actuación prevista que haga disminuir la población actual.

0: La actuación provoca una disminución en las especies vegetales del sistema dunar.

1: La actuación no provoca un impacto positivo en la zona, pero tampoco existe un deterioro de la zona.

2: Solo mejoran las especies vegetales sin ningún grado de protección.

3: Aumento de todas las especies vegetales de la zona, solo en ciertas áreas.

4: Aumento de las especies vegetales de la zona en todo el sistema dunar.

Para la valoración del grado de impacto sobre la flora (Gflor) se tendrán en cuenta:

- Gflor1: Programas de monitoreo y evaluación de la población de especies vegetales.
- Gflor2: La alternativa aumenta la zona que puede ser colonizada por las plantas
- Gflor3: La alternativa garantiza la protección de las dunas.
- Gflor4: Provocará un aumento en el número de especies vegetales en las dunas.

CRITERIO 2. Resistencia a riesgos naturales y adaptación al cambio climático.

4. ¿Dota a la línea de costa una configuración para asegurar su estabilidad frente a los procesos erosivos?

Se valorará que la alternativa asegure una configuración estable de la línea de costa frente a la erosión.

0: No hay estabilidad y la playa se sigue erosionando.

1: La playa se mantiene tal como está actualmente, ni crece ni disminuye la línea de costa.

2: Asegura la línea de costa en ciertos puntos, pero no en los focos principales de erosión.

3: Asegura la línea de costa en las zonas críticas, es decir, donde más ha retrocedido desde 1956.

4: Asegura la línea de costa a lo largo de toda la playa.

Para valorar el grado de estabilidad (Gstab) se tendrá en cuenta:

- Gstab1: La presencia de estructuras de defensa de la costa como espigones,
- Gstab2: Presencia de estructuras de defensa combinadas (espigones y diques exentos.
- Gstab3: Devuelve a la playa su morfología natural de la playa.

5. ¿Esta alternativa protege frente a los efectos de los riesgos naturales derivadas de actividades naturales y humanas?

Se valorará las características de la alternativa que prevenga los efectos de los riesgos tanto naturales como los causadas por la acción humana. El grado de efectividad de las alternativas se considerará según los siguientes estados:

- 0: No previene los efectos y aumenta los riesgos
- 1: No aumentan los riesgos ambientales, pero tampoco disminuyen.
- 2: Reduce ligeramente los riesgos
- 3: Reduce significativamente los riesgos, pero solo en algunas áreas
- 4: Previene todos los riesgos de forma efectiva, es decir, la playa vuelve a su estado natural después de los riesgos naturales o antropológicos.

Para valorar el grado de prevención (Gprev) de los efectos de los riesgos se tendrán en cuenta las siguientes características:

- Gprev1: Resistencia de la alternativa a desastres naturales
- Gprev2: Resiliencia de la alternativa a desastres naturales
- Gprev3: Resistencia y resiliencia a desastres antropogénicos.

6. ¿Reduce la vulnerabilidad de la playa frente a la subida del nivel del mar?

Se valorarán las características de la alternativa que reduzcan la vulnerabilidad de la playa frente a la subida del nivel del mar. Se entiende por vulnerabilidad de la playa como la susceptibilidad que tiene a sufrir daños o cambios negativos debido a factores ambientales, naturales o antropogénicos.

- 0: Aumenta la vulnerabilidad de la playa
- 1: Ni aumenta ni disminuye la vulnerabilidad.
- 2: Mejora limitada de la vulnerabilidad
- 3: Mejora significativa de la vulnerabilidad y solo en pequeñas áreas
- 4: Reducción de la vulnerabilidad de toda la playa

Para la valoración del grado de reducción de la vulnerabilidad (Gvul) frente a la subida del nivel del mar se tendrá en cuenta:

- Gvul1: Aumento de la línea de costa.

CRITERIO 3. Sostenibilidad a largo plazo.

7. Sostenibilidad a largo plazo para el conjunto playa-duna.

Se valorará las características de la alternativa que ofrezca mayor sostenibilidad a largo plazo para el conjunto playa-duna.

- 0: Degradación del conjunto playa-duna.
- 1: Sin mejora, pero sin degradación
- 2: Sostenibilidad baja, se necesita un alto grado de intervención (aportaciones periódicas iguales a las actuales o ligeramente inferiores...)
- 3: Sostenibilidad media: El conjunto playa-duna se mantiene, pero con intervenciones puntuales en la playa.
- 4: sostenibilidad alta: El conjunto playa duna se mantiene sin necesidad de intervención.

Para valorar el grado de sostenibilidad (Gsost) se tendrán en cuenta las siguientes características:

- Gsost1: Resiliencia a temporales y cambios climáticos extremos.
- Gsost2: Se reducen las aportaciones de arena
- Gsost3: Efectividad en la reducción de la erosión en las zonas críticas
- Gsost 4: Efectividad en el mantenimiento del sistema dunar.

8. Coste del mantenimiento de la alternativa a largo plazo

Se valorará las características de la alternativa que influyen en el coste del mantenimiento a largo plazo. El coste de mantenimiento se considerará según los siguientes estados:

- 0: Mantenimiento alto e insostenible
- 1: Coste de mantenimiento alto
- 2: Coste de mantenimiento moderado
- 3: Coste de mantenimiento bajo
- 4: Coste de mantenimiento muy asequible.

Para la valoración del coste de mantenimiento (Gmant) de la alternativa se tendrán en cuenta las siguientes características:

- Gmant1: Durabilidad y resistencia de los materiales empleados.
- Gmant2: No hay necesidad de intervenciones frecuentes.
- Gmant3: No se requiere mano de obra especializada
- Gmant4: No requiere mantenimiento después de eventos climáticos extremos.

CRITERIO 4. Impacto visual y turístico

9. ¿La alternativa mejorará su atractivo visual para los turistas?

Aunque este TFG se basa en el estudio ambiental de las alternativas del proyecto, también se debe tener en cuenta la valoración de los turistas. Es por esto por lo que este criterio valorará si las alternativas del proyecto ayudan a mejorar el atractivo visual de la playa. La mejora del atractivo visual se considerará según los siguientes estados:

0: Deterioro del atractivo visual de la playa, se entiende por deterioro de la playa cuando disminuye el ancho de la playa y/o el sistema dunar.

1: Empeora el atractivo visual de la playa seca pero no del sistema dunar

2: Aumenta el ancho de playa ligeramente y por zonas.

3: Incrementa el atractivo visual

4. La alternativa no solo mejora el atractivo visual por la playa seca sino también por la presencia de mayor diversidad en la zona.

Para la valoración del grado de mejora del atractivo visual (G_{vis}) de la alternativa se tendrán en cuenta:

- G_{vis1} : Incremento de la biodiversidad marina debido a la construcción de espigones, que sirven como refugio.
- G_{vis2} : Se combinan los espigones con los diques exentos para mejorar la biodiversidad de la zona.
- G_{vis3} : Existe una gestión de residuos
- G_{vis4} : Integración paisajística de las construcciones previstas.

Para obtener la puntuación para cada pregunta se va a utilizar la fórmula:

$$G_{imp} = \frac{\sum G_{imp}}{\text{Número máximo de puntos}} \cdot 4$$

Ecuación 2. Fórmula utilizada para puntuar las alternativas.

G_{imp} : Grado de mejora del impacto.

Tabla 10. Puntuaciones de los criterios ambientales.

Alternativas/Preguntas	Criterio 1			Criterio 2			Criterio 3		Criterio 4	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Alternativa 0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
Alternativa 1	2,67	1	2	1,33	1,33	4	1	1	2	16,33
Alternativa 2	2,67	2	2	1,33	1,33	4	2	1	3	19,33
Alternativa 3	4	2	3	2,67	2,67	4	4	3	3	28,34
Alternativa 4	2,67	3	3	1,33	1,33	4	4	2	3	24,33

7.5 Justificación de las puntuaciones de las alternativas (tabla 8)

Tabla 11. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 0.

ALTERNATIVA 0		
PREGUNTA	PUNTOS	JUSTIFICACIÓN
1. ¿Protege los hábitats críticos?	0	No protege los hábitats críticos ya que la no actuación provocará la desaparición de la playa.
2. ¿Tiene un impacto positivo sobre la biodiversidad marina?	0	Esta alternativa no genera ningún impacto positivo sobre la biodiversidad marina.
3. ¿Tiene un impacto positivo sobre la flora de la zona?	0	No ofrece protección a la flora, además, la erosión de la playa provocará la desaparición de las especies vegetales e la zona debido a la desaparición de la playa y de las dunas.
4. ¿Dota a la línea de costa una configuración para asegurar su estabilidad frente a los procesos erosivos?	0	La no actuación provocará que la playa continúe retrocediendo hasta su desaparición.
5. ¿Esta alternativa previene los efectos de los riesgos naturales derivadas de actividades naturales y humanas?	0	La no actuación provocará que se incrementasen estos riesgos naturales.
6. ¿Reduce la vulnerabilidad de la playa frente a la subida del nivel del mar?	0	La no actuación provocaría la desaparición de las dunas y de la playa seca, por lo que la vulnerabilidad frente a la subida del nivel del mar aumentaría.
7. Sostenibilidad a largo plazo para el conjunto playa-duna.	0	La no actuación no asegura la sostenibilidad a largo plazo, la erosión existente en la playa eliminará el conjunto playa-duna.
8. Coste del mantenimiento de la alternativa a largo plazo	4	La no actuación no tiene ningún coste económico, por lo que obtiene la máxima puntuación.
9. ¿La alternativa mejorará su atractivo visual para los turistas?	0	Esta alternativa provocará la desaparición de la playa y de las dunas, por lo que no mejora el atractivo visual.

Tabla 12. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 1.

ALTERNATIVA 1		
PREGUNTA	PUNTOS	JUSTIFICACIÓN
1. ¿Protege los hábitats críticos?	2,67	Esta alternativa mejora su protección, es decir, disminuye los impactos negativos. Pero no es 100% eficaz, ya que no consigue eliminar la erosión de la playa.
2. ¿Tiene un impacto positivo sobre la biodiversidad marina?	1	No presenta ninguna mejora para la biodiversidad marina de la zona.
3. ¿Tiene un impacto positivo sobre la flora de la zona?	2	Tiene impacto positivo de carácter temporal, ya que, al no frenar la erosión de la playa, la flora seguirá viéndose afectada negativamente.
4. ¿Dota a la línea de costa una configuración para asegurar su estabilidad frente a los procesos erosivos?	1,33	Asegura la configuración de la playa temporalmente.
5. ¿Esta alternativa protege frente a los efectos de los riesgos naturales derivadas de actividades naturales y humanas?	1,33	La protección frente a los riesgos derivados de actividades humanas y naturales se mantiene estable, ni aumentan ni disminuyen.
6. ¿Reduce la vulnerabilidad de la playa frente a la subida del nivel del mar?	4	El aumento de la playa seca favorecerá la reducción de la vulnerabilidad de la playa y las dunas.
7. Sostenibilidad a largo plazo para el conjunto playa-duna.	1	Aunque esta alternativa devuelve el ancho de playa a los valores establecidos, no soluciona el problema de erosión que sufre la playa.
8. Coste del mantenimiento de la alternativa a largo plazo	1	El coste en relación con el mantenimiento de la alternativa a largo plazo es alto, debido a que se necesita una gran inversión para llevar a cabo las actuaciones propuestas y aun así, no se soluciona el problema existente en la playa.
9. ¿La alternativa mejorará su atractivo visual para los turistas?	2	Recupera el ancho de playa pero temporalmente, no reduce la erosión costera.

Tabla 13. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 2.

ALTERNATIVA 2		
PREGUNTA	PUNTOS	JUSTIFICACIÓN
1. ¿Protege los hábitats críticos?	2,67	Esta alternativa mejora su protección, es decir, disminuye los impactos negativos. Pero no es 100% eficaz, ya que no consigue eliminar la erosión de la playa.
2. ¿Tiene un impacto positivo sobre la biodiversidad marina?	1	No presenta ninguna mejora para la biodiversidad marina de la zona.
3. ¿Tiene un impacto positivo sobre la flora de la zona?	2	Tiene impacto positivo de carácter temporal, ya que, al no frenar la erosión de la playa, la flora seguirá viéndose afectada negativamente.
4. ¿Dota a la línea de costa una configuración para asegurar su estabilidad frente a los procesos erosivos?	1,33	Asegura la configuración de la playa temporalmente.
5. ¿Esta alternativa protege frente a los efectos de los riesgos naturales derivadas de actividades naturales y humanas?	1,33	La protección frente a los riesgos derivados de actividades humanas y naturales se mantiene estable, ni aumentan ni disminuyen.
6. ¿Reduce la vulnerabilidad de la playa frente a la subida del nivel del mar?	4	El aumento del ancho de playa seca, reduce la vulnerabilidad frente a la subida del nivel del mar.
7. Sostenibilidad a largo plazo para el conjunto playa-duna.	1	Mejora temporal, la playa volverá a erosionarse en los tramos más críticos.
8. Coste del mantenimiento de la alternativa a largo plazo	1	Coste alto en relación con los resultados esperados, ya que se necesita una gran inversión, y esta alternativa no elimina la problemática de la erosión de la playa.
9. ¿La alternativa mejorará su atractivo visual para los turistas?	2	Ligera mejora del atractivo visual, ya que siguen existiendo zonas donde se erosionará la playa.

Tabla 14. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 3.

ALTERNATIVA 3		
PREGUNTA	PUNTOS	JUSTIFICACIÓN
1. ¿Protege los hábitats críticos?	4	Esta alternativa protege los hábitats críticos de forma duradera en el tiempo, ya que reduce al máximo la erosión de la playa y crea zonas de acumulación de arena. Esto provocará que el aumento de la línea de costa de la playa seca sea estable en el tiempo.
2. ¿Tiene un impacto positivo sobre la biodiversidad marina?	2	Ligero aumento de la biodiversidad marina, ya que los espigones sirven como refugio para especies marinas.
3. ¿Tiene un impacto positivo sobre la flora de la zona?	3	Esta alternativa generará un aumento de todas las especies vegetales, ya que el aumento de la playa seca provocará un aumento en el área de distribución en la zona de estudio.
4. ¿Dota a la línea de costa una configuración para asegurar su estabilidad frente a los procesos erosivos?	2,67	Esta alternativa asegura la línea de costa en las zonas con mayor erosión, por otra parte, también genera zonas de acumulación de arena.
5. ¿Esta alternativa protege frente a los los riesgos naturales derivadas de actividades naturales y humanas?	2,67	Esta alternativa reduce parcialmente los riesgos.
6. ¿Reduce la vulnerabilidad de la playa frente a la subida del nivel del mar?	4	Esta alternativa reduce al máximo la vulnerabilidad de toda la playa como consecuencia del aumento de la línea de costa, que ofrece más protección.
7. Sostenibilidad a largo plazo para el conjunto playa-duna.	4	Esta alternativa es sostenible a largo plazo ya que reduce al máximo las aportaciones de arena. La reducción de la erosión de la playa, junto a las zonas de acumulaciones de arena que se van a formar al llevar a cabo esta alternativa, provocarán que el grado de sostenibilidad de la alternativa a largo plazo sea muy alto.
8. Coste del mantenimiento de la alternativa a largo plazo	3	El coste de mantenimiento de la alternativa es bajo, ya que no se necesita prácticamente mantenimiento después de eventos climáticos extremos, ya que la playa será capaz de regularse sola.
9. ¿La alternativa mejorará su atractivo visual para los turistas?	4	Mejora el atractivo visual debido al aumento de la playa seca y a la integración paisajística de las construcciones que se van a llevar a cabo.

Tabla 15. Justificación de las puntuaciones de la alternativa 4.

ALTERNATIVA 4		
PREGUNTA	PUNTOS	JUSTIFICACIÓN
1. ¿Protege los hábitats críticos?	2,67	Disminuyen los impactos negativos de forma temporal.
2. ¿Tiene un impacto positivo sobre la biodiversidad marina?	3	Aumenta significativamente la biodiversidad marina debido a la creación de estructuras sólidas como los espigones, que servirán como refugio.
3. ¿Tiene un impacto positivo sobre la flora de la zona?	3	El aumento del ancho de playa provocará que las especies vegetales tengan mas espacio para colonizar.
4. ¿Dota a la línea de costa una configuración para asegurar su estabilidad frente a los procesos erosivos?	1,33	El ancho de la línea de costa en temporal, por lo que, aunque aumente el ancho de playa, esta se seguirá erosionando.
5. ¿Esta alternativa protege frente a los efectos de los riesgos naturales derivadas de actividades naturales y humanas?	1,33	Se reducen mínimamente estos efectos negativos.
6. ¿Reduce la vulnerabilidad de la playa frente a la subida del nivel del mar?	4	El aumento del ancho de playa reducirá los efectos del cambio climático como por ejemplo la subida del nivel del mar.
7. Sostenibilidad a largo plazo para el conjunto playa-duna.	4	Con esta alternativa el conjunto playa-duna se reduce al máximo la necesidad de intervención y el mantenimiento es mínimo. También se consigue reducir las aportaciones de arena.
8. Coste del mantenimiento de la alternativa a largo plazo	2	El coste del mantenimiento en relación con su efectividad es moderado, ya que, aunque de forma temporal se cumple con el objetivo, a largo plazo será necesario la intervención para realizar aportes de arena, ya que esta alternativa no elimina la erosión existente.
9. ¿La alternativa mejorará su atractivo visual para los turistas?	3	Se produce un incremento del atractivo visual de la playa, debido al aumento del ancho de playa.

Tras el análisis de las alternativas planteadas en el proyecto, la alternativa que ha obtenido la puntuación más alta ha sido la Alternativa 3. Esta alternativa ha obtenido puntuaciones altas en casi todos los criterios, por lo que esta alternativa es la más efectiva y viable desde un punto de vista medioambiental.

8. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) DE LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES POSTERIOR A LAS OBRAS DEL PROYECTO

El objetivo principal del PVA es localizar los aspectos críticos del proyecto, y minimizar sus impactos mediante el monitoreo y control, posteriormente a la ejecución de este, para asegurar la conservación y protección del ecosistema que se encuentra en la zona de estudio y que se minimizan los efectos negativos existentes. Por otra parte, también se llevará a cabo un plan de conservación dunar con el objetivo de preservar las dunas.

Para asegurar el éxito del PVA se deberán hacer revisiones continuas de las medidas a aplicar.

Los parámetros más importantes para monitorear son:

Tabla 16. Plan de Vigilancia Ambiental de los aspectos más importantes.

ACTIVIDAD	PARÁMETRO	TÉCNICA DE MONITOREO	FRECUENCIA
Monitoreo del ancho de playa y línea de costa.	Línea de costa y ancho de playa.	Medición topográfica y análisis de ortofotos.	Anual
Monitoreo de dunas.	Altura de las dunas.	Observación 'in situ',	Anual
Monitoreo especies vegetales.	Observar la cobertura vegetal de la duna.	Censos de flora mediante la observación directa	Anual
Monitorear las zonas de nidificación del Chorlitejo patinegro.	Localizar las posibles zonas de cría.	Observación 'in situ'.	Anual
Monitoreo de las especies vegetales protegidas.	Localización de las especies y/o poblaciones.	Censos de las especies y localización GPS.	Cada 6 meses

9. PLAN DE ACTIVIDADES DE CONCIENCIACIÓN AMBIENTAL

El objetivo del plan de concienciación se basa en promover la importancia de las dunas, así como de la biodiversidad presente en la playa del Brosquil, promover fomentar la participación de la comunidad local en la conservación de esta zona.

Tabla 17. Plan de actividades de concienciación ambiental

Acciones	Descripción
Programas educativos en escuelas	Se crearán talleres interactivos sobre la importancia de las dunas y su biodiversidad que se encuentra en ella. Esto se puede llevar a cabo mediante la planificación de visitas guiadas a la playa para explicar 'in situ' la importancia de las dunas y su papel a la hora de reducir los impactos causados por temporales, así como su importancia al ser zona de nidificación del Chorlitejo patinegro.
Participación comunitaria	Se deben de crear jornadas de voluntariado donde se fomenten actividades como la limpieza de la playa, plantación de vegetación dunar y erradicación de las especies vegetales invasoras o exóticas.
Infraestructura y señalización	Se deben colocar paneles informativos en la playa, resaltando la importancia que tienen las dunas en este entorno, e identificando las especies que se pueden encontrar en esta zona con algún grado de protección, explicando que se puede hacer para ayudar a su conservación.

10. PLAN DE CONSERVACIÓN DUNAR.

En el *apartado 6.3* de se ha hecho un estudio de restauración dunar, dando como resultado que las dunas se encuentran en mal estado, necesitando medidas de conservación.

En este apartado se va a proponer un plan, indicando las pautas más importantes. Este plan de conservación de las dunas se deberá llevar a cabo una vez finalizadas las obras del proyecto de regeneración de la playa del Brosquil.

Tabla 18. Plan de conservación dunar de la playa del Brosquil.

Pautas	Descripción
Eliminación de las causas de la degradación de las dunas.	Existen dos causas principales, la presión ejercida por un parking de autocaravanas situada en la zona centro de la playa y pegado a las dunas. Una solución para evitar este problema consiste en reubicar este parking en una zona más alejada de las dunas. La segunda causa consiste en la erosión de la playa, este problema quedaría solventado con la ejecución del proyecto, por lo que solo sería necesario llevar a cabo un monitoreo de la playa para vigilar si por algún factor interno o externo, la playa vuelve a erosionarse, con el fin de aplicar medidas correctoras para solventar el problema.
Revegetación dunar.	Este paso consiste en recuperar o crear una cobertura vegetal con especies típicas de los sistemas dunares y de la zona, con el fin de evitar la desestabilización y pérdida en grandes cantidades de arena. Para llevar a cabo este proceso se deberán seleccionar las especies mediante un estudio previo de las características del entorno. Y por último se debe proceder a la eliminación de las especies vegetales invasoras.
Sistemas de protección del sistema dunar.	Una de las principales causas del deterioro de las dunas es el pisoteo, es por eso por lo que se deberán habilitar pasarelas de madera. Además, será necesaria la instalación de carteles informativos para proteger el sistema dunar, ya que estos se deben instalar con la finalidad de informar a los usuarios sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas dunares.

Tabla 19. Plan de conservación dunar de la playa del Brosquil.(continuación)

<p>Seguimiento de las actuaciones.</p>	<p>Es imprescindible llevar a cabo un seguimiento de las actuaciones que se van a llevar a cabo con el fin de asegurar su efectividad a largo plazo. Es por ello, que una vez acabadas las obras se comprobará anualmente los efectos y el estado de los captadores de arena, así como un seguimiento poblacional de las especies dunares. También se tendrá que llevar a cabo un control de las especies exóticas, el cual se podría llevar a cabo mediante voluntariados, como se menciona en el <i>apartado 10</i> de este trabajo.</p>
--	--

11. CONCLUSIONES

El presente Trabajo de Final de Grado ha tenido como objetivo principal analizar y evaluar ambientalmente las alternativas propuestas en el de “Regeneración de la playa del Brosquil Sur y La Goleta TT.MM. de Cullera y Tavernes de la Valldigna (Valencia)” y su Estudio de Impacto Ambiental” (MITERD, 2023).

En primer lugar, para caracterizar la zona de estudio y corroborar el diagnóstico, se ha llevado a cabo unos estudios previos del medio físico de la playa en el que se incluye el análisis de la evolución de la línea de costa. Asimismo, se ha llevado a cabo un estudio biótico mediante visitas de campo, de las especies presentes, clasificando las especies como protegidas, exóticas y sin protección. De los resultados de los estudios previos, la evolución histórica y situación actual del tramo de costa, puede establecerse que el tramo de costa se encuentra en regresión afectado por la precariedad del sistema playa-duna, por lo que es conveniente la adopción de medidas correctoras que no afecten negativamente a las condiciones socioeconómicas y medioambientales de la zona.

Conocida la zona y la problemática existente, se establecen unos criterios medioambientales que se añaden a los ya considerados en el proyecto de base (MITERD, 2023), definiéndose una metodología de valoración de los criterios con el objetivo de minimizar la subjetividad habitual en la valoración de los criterios medioambientales en los proyectos de ingeniería. En el proyecto de base, establece un sistema de valoración principalmente subjetiva para los parámetros medioambientales, seleccionándose como alternativa más adecuada la alternativa 4 atendiendo a otros aspectos como el coste o la viabilidad jurídico-administrativa. En el presente TFG, con la metodología expuesta se ha obtenido que la alternativa más adecuada desde un punto de vista medioambiental es la alternativa 3; en comparación con la alternativa 4, que es la elegida en el proyecto de base. Este resultado, ha sido reivindicado, asimismo, por asociaciones y entidades locales (Valencia Plaza, 2023).

Por último, para reforzar la viabilidad ambiental de la propuesta seleccionada y asegurar que la ejecución del proyecto no se desvía de los objetivos perseguidos medioambientalmente, se ha elaborado un Plan de Vigilancia Ambiental destacando los aspectos más críticos encontrados en el estudio. También se ha elaborado un Plan de concienciación Ambiental con actividades para llevar a cabo para poner en valor el sistema playa-duna y la actuación propuesta y su valor ambiental. Para terminar, se ha elaborado un Plan de Conservación Dunar que asegure la conservación de las dunas en un buen estado.

Como conclusión, el presente trabajo cumple con el objetivo inicialmente propuesto, que combina la consecución de criterios medioambientales deseables para un proyecto de regeneración de playas con una metodología de valoración de alternativas de regeneración que reduzca la subjetividad en la valoración de los criterios establecidos para puntuar las alternativas. Se puede afirmar que el método utilizado para el análisis de las alternativas ha funcionado correctamente y puede ser extrapolable para otros proyectos de regeneración de playas.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Borrás Fayos, A. (2011). *Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valligna* (Trabajo de fin de carrera). Universitat Politècnica de València, Escuela Politécnica Superior de Gandía.
2. Garcia-Lozano, C. (2019). *Els sistemes dunars de la costa catalana: Evolució històrica, estat actual i potencial de restauració* (Tesi doctoral). Universitat de Girona.
3. Luijendijk, A., Hagenaaars, G., Ranasinghe, R., Baart, F., Donchyts, G., & Aarninkhof, S. (2018). *The State of the World's Beaches*. Scientific Reports, 8, 6641. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24630-6> [Fecha de consulta 20/04/2024]
4. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (n.d.). *Técnicas de restauración*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/costas/publicaciones/cap06_tecnicas_de_restauracion_tcm30-161254.pdf [Fecha de consulta 20/04/2024]
5. Navionics. (2024). *Webapp Navionics*. <https://webapp.navionics.com/?lang=es#boating@12&key=srvmFfhh%40> [Fecha de consulta: 04/04/2024]
6. Generalitat Valenciana. (2018). *Catálogo de playas*. <https://mediambient.gva.es/auto/planes-accion-erritorial/PATIVEL/11%20Cat%C3%A1logo%20de%20playas/Cat%C3%A1logo%20de%20playas.pdf> [Fecha de consulta: 20/03/2024]
7. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Técnicas de restauración*. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/costas/>

publicaciones /cap06_tecnicas_de_restauracion_tcm30-161254.pdf [Fecha de consulta: 20/03/2024]

8. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). PROYECTO DE REGENERACIÓN DE LAS PLAYAS DEL BROSQUIL SUR Y LA GOLETA, T.M. DE CULLERA Y TAVERNES DE LA VALLDIGNA. (46-0347). ACADAR
9. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2003). *Patricova Comunidad Valenciana*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/formacion/Patricova%20Comunidad%20Valenciana_tcm30-82916.pdf
10. ValenciaPlaza (2023). El proyecto de regeneración de la Goleta suma más alegaciones desde Tavernes de la Vallidigna. Noticia del 1/06/2023.
<https://valenciaplaza.com/proyecto-regeneracion-goleta-suma-alegaciones-tavernes-de-la-vallidigna> [Fecha de consulta 01/04/2024)

En Gandía, a 1 de junio de 2024

Adrià Castelló Jerez



ANEXO I. Relación del trabajo

con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030

Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster

Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza				x
ODS 2. Hambre cero				x
ODS 3. Salud y bienestar		x		
ODS 4. Educación de calidad				x
ODS 5. Igualdad de género				x
ODS 6. Agua limpia y saneamiento				x
ODS 7. Energía asequible y no contaminante				x
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico				x
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras				x
ODS 10. Reducción de las desigualdades			x	
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles			x	
ODS 12. Producción y consumo responsables				x

ODS 13.	Acción por el clima	x			
ODS 14.	Vida submarina		x		
ODS 15.	Vida de ecosistemas terrestres	x			
ODS 16.	Paz, justicia e instituciones sólidas				x
ODS 17.	Alianzas para lograr objetivos				x

Descripción de la alineación del TFG/TFM con los ODS con un grado de relación más alto

Este TFG tiene una relación alta con los ODS 13 y 15.

ODS 13. ACCIÓN POR EL CLIMA. Este TFG incorpora medidas relacionadas con el cambio climático, ayudando a reducir sus efectos mediante el incremento de la línea de costa, y mediante la conservación de las dunas que actúan como barrera ante ambientes climáticos extremos. También actúan como reservas de arena para la playa, ayudando a disminuir los efectos de la erosión.

ODS 15. VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES. Este TFG ayuda a incrementar la biodiversidad de la zona, ya que a mayor ancho de playa mayor área disponible para las especies. Además, con las medidas adoptadas para la conservación de las dunas, la biodiversidad.