



Propuesta de restauración de una cañada costera afectada por especies invasoras: Rambla de Cala Capitán, Cabo Roig, Orihuela

Memoria de Trabajo de fin de Grado
Elche
Julio 2021

Autor: Mira Urios, Miguel Ángel

Tutora: Díaz Espejo, Gisela

Departamento de Biología Aplicada. Área Botánica.

Grado en Ciencias Ambientales.

Índice

1.	Introducción y Antecedentes	2
2.	Objetivos	3
3.	Diagnóstico de la situación	4
3.1.	Situación geográfica	4
3.2.	Medio físico. Hidrología.	4
3.3.	Geomorfología y Litología	5
3.4.	Climatología	6
3.5.	Vegetación potencial.....	7
3.6.	Vegetación actual.....	8
3.6.1.	Metodología.....	8
3.6.2.	Resultados	8
3.7.	Diagnóstico de la situación de la flora invasora.....	14
3.7.1.	Descripción y problemática de las especies invasoras.....	16
3.7.2.	Seguimiento de la regeneración de acacias	23
3.7.2.1.	Metodología	23
3.7.2.2.	Resultados	24
4.	Plan de Restauración Vegetal	25
4.1.	Objetivos del Plan de Restauración	25
4.2.	Actuaciones previas	26
4.2.1.	Retirada de basuras y enseres	26
4.2.2.	Protección de las zonas de interés.....	27
4.2.3.	Eliminación de especies invasoras	27
4.3.	Delimitación de zonas de actuación.....	29
4.4.	Selección de especies vegetales.....	29
4.5.	Técnicas de restauración.....	30
5.	Presupuesto	36
6.	Conclusiones y Proyección futura	37
7.	Bibliografía	39
8.	Anexos.....	0

RESUMEN

El mantenimiento y conservación de las ramblas costeras son importantes para evitar problemas de drenaje en las áreas circundantes, así como evitar la degradación de la línea de costa. Además, estas zonas han sufrido un proceso de urbanización agresiva y la ocupación por especies exóticas, importadas con el desarrollo del sector turístico. En este proyecto, se plantea la restauración de una rambla costera cercana a Cala Capitán, en Cabo Roig, Orihuela, Alicante. Para esto, se hace un diagnóstico de las características físicas, edáficas, geológicas, climáticas y de la vegetación. Se elabora un inventario de especies de flora, entre las que destacan *Helianthemum caput-felis* como especie protegida y *Acacia saligna* como principal exótica invasora. Se muestran resultados sobre la rápida regeneración de *Acacia saligna* tras una intervención de tala y desbroce realizada tres meses antes del comienzo del estudio. Posteriormente se propone un plan de restauración, comentando las intervenciones físicas previas para la eliminación de invasoras y preparación del terreno; exponiendo la lista de especies a reintroducir, y los módulos de plantación para zonas de ladera, cauce y zonas ajardinadas delimitadas, así como los métodos de plantación; y planteando intervenciones de protección, reposición de marras e instalación de carteles y caminos. Finalmente, se muestra un presupuesto aproximado teniendo en cuenta el precio de las plantas y las intervenciones a realizar.

Palabras clave: *Acacia saligna*; *Helianthemum caput-felis*; planta invasora; proyecto de restauración; rambla costera.

ABSTRACT

The preservation of seaside watercourses is important to prevent drain issues on surrounding areas, as well as to prevent the shore degradation. Moreover, these areas have been subject to aggressive urbanization processes and the invasion by exotic plant species. In this study, a plan for the restoration of a seaside ravine close to Cala Capitán, in Cabo Roig, Orihuela, Alicante is proposed. In order to achieve this, the physical, geological, edaphic, climatological properties along with the vegetation of the area are described. A list with current plant species is provided in which *Helianthemum caput-felis* stands out as protected species and *Acacia saligna* as main invading issue. Results about the fast *Acacia saligna*'s regrowth after an intervention performed three months before the study are shown. Therefore, a restoration plan is recommended with the following sections: interventions to remove the invasive plant species and to prepare the soil; list of the plant species to reintroduce; modules for the side zone, course zone and garden areas established, as well as the planting methods; interventions for plant protection, replacement of dead plants and installation of paths and signs. Finally, an estimated budget is shown, considering the plants and intervention costs.

Key words: *Acacia saligna*; *Helianthemum caput-felis*; invasive plant; restoration project; seaside ravine.

1. Introducción y Antecedentes

Las zonas costeras del Mediterráneo son uno de los ambientes más maltratados en la actualidad desde el punto de vista ecológico. En una zona con mucha presencia del turismo, las zonas costeras han sido víctimas de un proceso de urbanización muy agresivo y de la ocupación por comunidades vegetales y animales exóticas muy diversas, importadas con el desarrollo del sector turístico. Dentro de estas zonas, las playas suelen recibir la mayor parte de la atención en los temas de restauración y conservación, quedando olvidadas partes importantes del ciclo hidrogeológico de la zona, como las ramblas y cañadas costeras. Estas son fuentes de sedimentos, causantes originales de la formación de playas y calas, pero suelen acabar rodeadas de terreno urbanizado, perdiendo, por cercanía a la actividad humana, gran parte de sus propiedades ecológicas únicas. La presencia de este tipo de zonas en buen estado de conservación en lugares urbanizados permitiría a los habitantes de la zona disfrutar del entorno natural de la zona, además de prevenir de posibles consecuencias negativas que se pueden producir por el paso del agua en un medio físico alterado, como pueden ser arrastres de tierra o daños en las zonas circundantes.

Este proyecto se centra en una de las cañadas costeras del término municipal de Orihuela, concretamente la que desemboca en la denominada Cala Capitán, situada dentro de la zona urbanizada de Cabo Roig. Esta rambla o cañada se encuentra en un estado de degradación acusado debido a diversos factores, entre los que destacan la influencia antrópica cercana, la casi total desaparición de la vegetación autóctona y su sustitución por especies exóticas invasoras tales como acacias, que forman grandes manchas prácticamente monoespecíficas. Esto hace del lugar un área inadecuada, tanto para su función natural de esorrentía ante episodios de lluvias torrenciales como para su uso urbano.

La comunidad de vecinos de la zona ha creado una asociación con interés medio ambiental que ha demandado en varias ocasiones la adecuación, limpieza y restauración de la zona. Durante el mes de junio de 2020, la concejalía de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Orihuela, tras acuerdo con la Confederación Hidrográfica del Segura, que tiene las competencias en la cañada, iniciaron actuaciones de limpieza y acondicionamiento consistentes en una “extracción y retirada de árboles, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura y otros materiales indeseables”, según declaraciones del concejal de Medio Ambiente. El objetivo demandado por el Ayuntamiento a la CHS es que “se refuerce el mantenimiento del río en sus cauces y ramblas, y que se haga un seguimiento eficaz de su estado”. Dichas obras, se adjudicaron por un importe total de 44.566,88 euros (Ayuntamiento de Orihuela 2020).

La mediación de los vecinos supuso cierta modificación en las actuaciones, con el fin de dirigir las hacia una poda y clareo selectivo de las especies invasoras, con mantenimiento preferente de las autóctonas o árboles ejemplares. Sin embargo, al cabo de unos meses, se observaba que gran cantidad de ejemplares

de las especies invasoras de acacia ya habían rebrotado o germinado, desplazando parte de la flora, lo que supone la clara persistencia del problema.

Por otro lado, existen en la zona endemismos de interés como la especie *Helianthemum caput-felis* que ha dado lugar al establecimiento de micro reservas de flora a lo largo del litoral, así como algunas manchas de vegetación natural de lentiscar parcialmente conservada, lo que hace del área una localización idónea para una intervención.

Hay que tener en cuenta que son precisamente las precipitaciones estacionales el proceso que ha llevado a la formación de la rambla, y a su vez el origen de los sedimentos que mantienen la dinámica de la playa, por lo que la conservación de estas ramblas o cañadas puede ser muy beneficiosa a la hora de conservar las playas a las que vierte. Se trata por tanto de restaurar la vegetación natural de la zona, con el fin de permitir la circulación del agua para asegurar el porte de dichos sedimentos, pero evitar un caudal o velocidad excesiva que conlleve arrastres desmesurados y por tanto erosión y pérdida de suelo. Además, ya que la cañada se ubica dentro de un entorno urbano, hay que considerar el interés de los vecinos por mantener el entorno natural, así como el uso para paseo y recreo lo que hace que esta restauración pueda ser muy oportuna y apreciada socialmente.

A lo largo de este proyecto analizaremos los distintos aspectos y problemáticas de esta zona para concluir estableciendo una pauta para una posible restauración y recuperación de la flora natural.

2. Objetivos

Este estudio se enmarca en el **Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 15**: Vida de ecosistemas terrestres, de Naciones Unidas. Uno de los principales efectos del urbanismo y de la expansión de Especies Exóticas Invasoras en los ecosistemas es la pérdida de biodiversidad (Secretariat of the CBD, 2020), lo que produce impactos en los servicios ecosistémicos y afectan por tanto al bienestar humano. En este sentido, con este trabajo se pretende proporcionar información para detener la pérdida de biodiversidad en un entorno local, y por tanto contribuir al ODS 15 con la acción Gestión sostenible de los bosques, lucha contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de la Biodiversidad.

Además, según el **Objetivo de Desarrollo Sostenible 17**: Alianzas para lograr los objetivos, es necesario establecer asociaciones de cooperación a distintos niveles (mundial, regional, nacional, local). En este sentido, este trabajo se realiza en el marco del Convenio de Colaboración C-0625/20 entre la Universidad Miguel Hernández y la Asociación Medioambiental Amigos de Cabo Roig, en cercana comunicación con la Administración local a través del Ayuntamiento de Orihuela, con la idea de fomentar el intercambio de conocimientos entre la esfera pública y la sociedad civil.

De acuerdo con lo expuesto, se establece como **objetivo general** del trabajo: Plantear propuestas para recuperar el estado natural de la rambla de Cala Capitán.

Como objetivos específicos se plantean:

- Diagnosticar los principales problemas ambientales de la zona.
- Proponer un plan de restauración vegetal basado en el mantenimiento de la función hidrológica del cauce, la renaturalización del área y el uso sostenible del entorno por los vecinos.

3. Diagnóstico de la situación

3.1. Situación geográfica

La zona de estudio propuesta para la restauración se encuentra en el término municipal de Orihuela, al sur de la provincia de Alicante, concretamente en la pedanía Orihuela Costa, a unos 20 km de Orihuela, frente a la costa del Mar Mediterráneo, en la denominada Cala Capitán. Se trata de una cañada -o curso de agua temporal- situada en una zona urbana denominada Urbanización Cabo Roig, limitada al N-NW por la Nacional 322, al E-SE por el Mar Mediterráneo y rodeada de edificaciones a ambos lados. Comprende el área situada entre las coordenadas geográficas 37°54'55.4"N 0°44'02.5" O y 37°55'13.1"N 0°43'28.5"O, cuadrícula UTM YG0099. El acceso se realiza a través de la mencionada carretera N-322, entrada a la urbanización Cabo Roig-Avenida del Cabo-Calle El Poniente. Corresponde al polígono catastral Rústica 112.

3.2. Medio físico. Hidrología.

El área de la restauración incluye 6,16 hectáreas de extensión, que abarca la cañada y zonas laterales, con una ladera a umbría y otra a solana (Anexo 1).

Se trata de un curso de agua de poco recorrido y caudal muy ocasional, de pendiente muy suave y encajamiento en la superficie cuaternaria, perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Segura, dentro de la Unidad Hidráulica IX "Sur de Alicante", según RD 125/2017 de 2 de febrero donde se indica que la Demarcación Hidrográfica del Segura "comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al Mar Mediterráneo entre la desembocadura del río Almanzora y la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura, incluidas sus aguas de transición... Las aguas costeras tienen como límite sur la línea con orientación 122º que pasa por el Puntazo de los Ratones, a norte de la desembocadura del río Almanzora, y como límite norte la línea con orientación 100º que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Elche y Guardamar del Segura". En conjunto, la pendiente de la zona es suave, y su altura sobre el nivel del mar es mínima. Atraviesa un espacio de uso y ocupaciones preferentemente urbanos y turísticos. Su lecho principal está ocupado parcialmente por zonas verdes, parques infantiles, viales y algunas edificaciones, mientras que el lecho de inundación linda en gran medida con edificaciones

e infraestructuras. Según el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), Instituto Cartográfico de Valencia, la zona se cataloga como zona de peligrosidad de inundación geomorfológica (Anexo 2). En la zona de contacto con la N-322, existe un tramo parcialmente adecuado para la recogida de aguas, mientras que la desembocadura en la Cala Capitán se realiza mediante una entubación subterránea que suele desbordar sin mayores obstáculos en episodios de lluvias intensas.

Aunque en toda el área circundante se han producido numerosas interferencias antropogénicas debidas a la urbanización del territorio y el uso de playas, como pueden ser la destrucción de playas fósiles y sustitución por playas artificiales, la regeneración artificial de las playas o la construcción de muros de protección, en la Cala Capitán y la cañada a la que hacemos mención, el impacto antrópico no ha sido tan intenso. Concretamente, la Cala Capitán está solo levemente afectada por la recesión de la costa y sin daños en su plataforma arenosa debido a la ausencia de puertos o embarcaderos (Matarredona *et al.*, 2006). Es decir, todavía conserva sus procesos naturales de formación y mantenimiento, entre ellos la cañada a intervenir (Protección Civil de Orihuela y Ayuntamiento de Orihuela, 2013).

3.3. Geomorfología y Litología

La cañada se sitúa sobre materiales geológicos consistentes en aluviones y coluviones actuales, de reciente formación durante el Cuaternario, cubriendo unas terrazas aluviales, que se encuentran sobre una serie de calcarenita gruesa y caliza oolítica, con una serie debajo de limos y arcillas rojas con episodios de caliche de la transición Terciario-Cuaternaria (Martínez *et al.*, 1977).

En cuanto a la orografía, la zona se ubica dentro del sistema Sierra de Escalona-Dehesa de Campoamor, a 2,66 km de esta última. La Sierra de Escalona, de dirección Oeste-Este, constituye un relieve miocénico formado por areniscas y calcarenitas arenosas con una altitud de 344 m en el pico Alcor. Estos terrenos forman parte de la cuenca neógena del Mar Menor, enclavada sobre un basamento formado por las Unidades Béticas. Es una zona de superficie llana, (desde la Sierra de Escalona y la Dehesa de Campoamor hay un desnivel aproximado de 260 metros) está surcada por una extensa red de drenaje (ramblas y cañadas principalmente) con areniscas, margas, limos rojos, costra caliza o caliche y depósitos cuaternarios como materiales superficiales (Protección Civil de Orihuela y Ayuntamiento de Orihuela, 2013).

En las zonas cercanas son frecuentes las formaciones terciarias de areniscas, cuya erosión provoca la formación de playas y ramblas. Las formaciones de areniscas suelen estar intercaladas con depósitos de margas con series sedimentarias muy evidentes sobre ellas. (Escudero, 2019). Las ramblas y cañadas de la zona están compuestas por limo y arcillas rojas con episodios de costras calizas o caliche Pliocuatnario, aluviones y coluviones actuales. Los surcos están causados por lluvias torrenciales puntuales. La serie

estratigráfica consistiría en una sucesión de limos, limos y arenas y calcarenitas (Instituto Geográfico Nacional, 2005). Los aportes de estos cursos de agua constituyen la fuente de suministro de los materiales de la playa.

Así, las calas circundantes son desembocaduras de ramblas y barrancos, tapizadas por arenas, gravas y cantos de variada dimensión. Son costas de acumulación y sectores de máximo retroceso cantil. Se trata de pequeños entalles del espacio litoral debidos a la desembocadura de los colectores y cubiertos de acumulación arenosa (Matarredona *et al.*, 2006). La Cala Capitán está situada entre dos grandes bloques de roca y con una pequeña isla o escollo en medio de la cala. Esto da lugar a un proceso de difracción del oleaje, que hace que se acumulen los sedimentos, llegando a unirse la cala con el islote (Protección Civil de Orihuela y Ayuntamiento de Orihuela, 2013).

Según el mapa de suelos del Instituto Geográfico Nacional (2005), los suelos de la zona se clasifican como Haplocalcid, Torriorthent o Haplargid.

3.4. Climatología

El clima es mediterráneo, con una temperatura media anual de 18,5 °C y una precipitación anual de 290 mm. El mes más seco es Julio, con unas precipitaciones medias de 3 mm y el más húmedo es octubre con 52 mm. Las temperaturas más altas son en agosto, con una media de 26,2 °C y las más bajas en enero, con una media de 10,6 °C (Rivas-Martínez *et al.*, 2011).

En cuanto al régimen pluviométrico, las lluvias se concentran en primavera y otoño; los veranos son secos con predominio de anticiclones, siendo comunes las olas de calor subsaharianas, mientras que los inviernos presentan lluvias irregulares. Esto se refleja en la Figura 1. Son muy característicos los episodios de lluvias torrenciales debido a fenómenos como las DANA (Depresión Atmosférica aislada en Niveles Altos) comúnmente denominados “gota fría”, como los ocurridos en septiembre de 2019. Existe también una gran irregularidad interanual en la precipitación, los años afectados por graves sequías y otros de intensas precipitaciones.

Desde el punto de vista bioclimático, se trata de una zona de termotipo Termomediterráneo y ombrotipo semiárido, debido a su altitud de entre 4 y -2 metros sobre el nivel del mar y su precipitación media anual de 277 milímetros (Climate-Data.org, 2020).

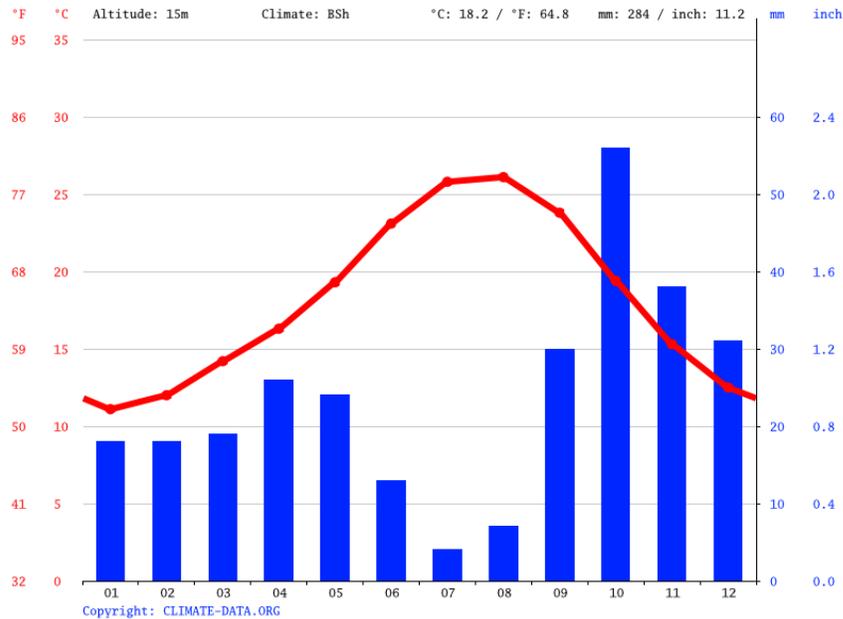


Figura 1. Climatograma anual de Torrevieja, a unos 8 km de la cañada de Cabo Roig (Climate-Data.org, 2020).

3.5. Vegetación potencial

Desde el punto de vista biogeográfico, la zona se encuentra en el Reino Holártico, en la Región Mediterránea, subregión Mediterránea desértica oceánica, superprovincia Mediterránea-Iberolevantina, provincia Murciano-Almeriense, sector Alicantino-Murciano y subsector Murciano-Meridional.

Según la clasificación de Allué (1990), la vegetación potencial de la zona corresponde a los subtipos fitoclimáticos III y IV. Estos subtipos son desiertos y semidesiertos cálidos (tropicales y subtropicales) y bosques mediterráneos. Las formaciones vegetales asociadas son los cornicales y, en menor medida, los lentiscares. En función de su termotipo, el Termomediterráneo, su vegetación potencial es el lentiscar. Debido al terreno arcilloso y probablemente margoso, el lentiscar se desarrollaría en formaciones abiertas, compuesto por coscojas, enebros, etc. Debido al ombrotipo semiárido, en combinación con su termotipo termomediterráneo, la vegetación potencial consistiría en un coscojar litoral, compuesto por coscoja, palmito, lentisco y *Ephedra fragilis*, entre otras especies. Su estado de degradación debería ser un espartal, compuesto por esparto, lastón, ruda y otras especies (Allué, 1990).

Según Rivas Martínez *et al.* (1987), la vegetación potencial de la zona corresponde a la Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárido del lentisco *Chamaeropo-Rhamneto lycioidis sigmetum*, o espinar con palmito. La vegetación potencial consiste en un matorral denso formado por *Rhamnus lycioides*, *Chamaerops humilis*, *Pistacia lentiscus* y *Asparagus albus*. Como el matorral degradado deberíamos encontrar las especies *Sideritis leucantha*, *Teucrium carolipau*, *Thymus ciliatus* y *Astragalus*

hispanicus. En su último estado de degradación aparecería un pastizal de *Stipa tenacissima*, *Helictotrichum murcicum* y *Stipa capensis* (Rivas Martínez *et al.*, 1987).

3.6. Vegetación actual

3.6.1. Metodología

Con el fin de conocer las especies presentes en la zona se ha realizado un inventario de la flora actual. Para ello, se han realizado muestreos cada dos meses aproximadamente, desde octubre de 2020 hasta junio 2021, intensificándose durante la primavera. Los muestreos consistían en el recorrido a pie, en zigzag, de toda la zona, desde la carretera a la desembocadura. Se identificaban *de visu* las especies existentes, se realizaban fotografías y se tomaban las muestras necesarias de órganos vegetativos y reproductores para su posterior identificación en el laboratorio, mediante el uso de guías y claves de identificación (Mateo y Crespo, 2015; Escudero, 2019, Escudero *et al.*, 2019). Además, para cada especie se anotaba la familia, su origen según las bases de datos IPNI: <https://www.ipni.org/> y POWO: <http://powo.science.kew.org> y The Plant List (2013) y en su caso, su carácter invasor catalogado (Sanz Elorza *et al.*, 2004).

3.6.2. Resultados

Inventario de flora

Se han identificado 137 especies de plantas, que se presentan en la Tabla 1. Los anexos 6 y 7 incluyen fotografías de algunas de las especies presentes.

Tabla 1. Especies identificadas en la zona de estudio, familia a la que pertenece, origen y carácter invasor.

Especie	Familia	Procedencia
<i>Acacia cyclops</i> G.Don	Fabaceae	Australia
<i>Acacia retinodes</i> Schldtl.	Leguminosae	Australia
<i>Acacia saligna</i> (Labill.) Wendl	Leguminosae	Australia
<i>Agave americana</i> L.	Asparagaceae	Centroamérica
<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae	Sudamérica
<i>Anacyclus valentinus</i> L.	Compositae	Autóctona
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae	Autóctona
<i>Anthyllis cytisoides</i> L.	Fabaceae	Autóctona
<i>Argyranthemum frutescens</i> (L.) Sch.Bip.	Compositae	Islas Canarias
<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz	Araceae	Autóctona
<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae	Autóctona
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Asparagaceae	Autóctona
<i>Asparagus horridus</i> L.	Asparagaceae	Autóctona
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	Xanthorrhoeaceae	Autóctona
<i>Asphodelus ramosus</i> L.	Xanthorrhoeaceae	Autóctona
<i>Avena sterilis</i> L.	Poaceae	Autóctona

<i>Bellardia trixago</i> (L.) All	Orobanchaceae	Autóctona
<i>Beta vulgaris</i> L.	Amaranthaceae	Autóctona
<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H.Stirt.	Fabaceae	Autóctona
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) P.Beauv.	Poaceae	Autóctona
<i>Bromus diandrus</i> Roth.	Poaceae	Autóctona
<i>Cachrys sicula</i> L.	Apiaceae	Autóctona
<i>Calendula arvensis</i> M.Bieb.	Compositae	Autóctona
<i>Carpobrotus acinaciformis</i> (L.) L.Bolus	Aizoaceae	Sudáfrica
<i>Carrichtera annua</i> (L.) DC.	Brassicaceae	Autóctona
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarinaceae	India/Australia
<i>Centaurea aspera</i> L.	Compositae	Autóctona
<i>Centaurea seridis</i> L.	Compositae	Autóctona
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Leguminosae	Autóctona
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Arecaceae	Autóctona
<i>Cheirolophus intybaceus</i> (Lam.) Dostál.	Compositae	Autóctona
<i>Chenopodium murale</i> L.	Amaranthaceae	Autóctona
<i>Cichorium intybus</i> L.	Compositae	Autóctona
<i>Cistus albidus</i> L.	Cistaceae	Autóctona
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	Convolvulaceae	Autóctona
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Autóctona
<i>Coronilla minima</i> L.	Fabaceae	Autóctona
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	Cupressaceae	California
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cupressaceae	Autóctona
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M.Knuth	Cactaceae	México/EEUU
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	Autóctona
<i>Daphne gnidium</i> L.	Thymelaeaceae	Autóctona
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	Compositae	Autóctona
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop.	Fabaceae	Autóctona
<i>Echium creticum</i> L.	Boraginaceae	Autóctona
<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	Autóctona
<i>Erophaca baetica</i> (L.) Boiss.	Fagaceae	Autóctona
<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Brassicaceae	Autóctona
<i>Eryngium campestre</i> L.	Apiaceae	Autóctona
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Myrtaceae	Australia
<i>Euphorbia candelabrum</i> Trémaux ex Kotschy	Euphorbiaceae	Sudán
<i>Euphorbia terracina</i> L.	Euphorbiaceae	Autóctona
<i>Euphorbia peplus</i> L.	Euphorbiaceae	Autóctona
<i>Euphorbia serrata</i> L.	Euphorbiaceae	Autóctona
<i>Fagonia cretica</i> L.	Zygophyllaceae	Autóctona
<i>Ferula communis</i> L.	Apiaceae	Autóctona
<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	Autóctona
<i>Ficus microcarpa</i> L.	Moraceae	India/China/Australia
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	Alóctona

<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Apiaceae	Autóctona
<i>Fumaria capreolata</i> (L.)	Papaveraceae	Autóctona
<i>Fumana ericoides</i> (Cav.) Gand.	Cistaceae	Autóctona
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Spach	Cistaceae	Autóctona
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	Autóctona
<i>Gladiolus illyricus</i> W.D.J.Koch	Iridaceae	Autóctona
<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Cass. ex Spach	Compositae	Autóctona
<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	Autóctona
<i>Helianthemum almeriense</i> Pau	Cistaceae	Autóctona
<i>Helianthemum caput-felis</i> Boiss.	Cistaceae	Autóctona
<i>Helianthemum lavandulifolium</i> Mill.	Cistaceae	Autóctona
<i>Helianthemum</i> cf. <i>rigualdii</i>	Cistaceae	Autóctona
<i>Helianthemum viscarium</i> Boiss. & Reut.	Cistaceae	Autóctona
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	Compositae	Autóctona
<i>Hippocrepis scabra</i> DC.	Fabaceae	Autóctona
<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	Autóctona
<i>Hyparrhenia</i> sp.	Poaceae	Autóctona
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Centro-Sur América
<i>Lavatera cretica</i> L.	Malvaceae	Autóctona
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	Brassicaceae	Autóctona
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	Poaceae	Autóctona
<i>Lycium intricatum</i> Boiss.	Solanaceae	Autóctona
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Fabaceae	Autóctona
<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	Fabaceae	Autóctona
<i>Melilotus sulcatus</i> Desf.	Fabaceae	Autóctona
<i>Misopates orontium</i> (L.) Raf.	Plantaginaceae	Autóctona
<i>Morus alba</i> L.	Moraceae	China
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	Autóctona
<i>Nonea micrantha</i> Boiss. & Reut.	Boraginaceae	Autóctona
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	Autóctona
<i>Opuntia maxima</i> Mill.	Cactaceae	México central
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidaceae	Sudáfrica
<i>Pallenis maritima</i> (L.) Greuter	Compositae	Autóctona
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	Compositae	Autóctona
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	Autóctona
<i>Papaver hybridum</i> L.	Papaveraceae	Autóctona
<i>Parietaria judaica</i> L.	Urticaceae	Autóctona
<i>Phlomis lychnitis</i> L.	Lamiaceae	Autóctona
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Arecaceae	Autóctona
<i>Pinus canariensis</i> C.Sm.	Pinaceae	Islas Canarias
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pinaceae	Autóctona
<i>Pinus pinea</i> L.	Pinaceae	Autóctona
<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss.	Poaceae	Autóctona

<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	Autóctona
<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T.Aiton	Pittosporaceae	Japón/Korea
<i>Plantago albicans</i> L.	Plantaginaceae	Autóctona
<i>Plantago lagopus</i> L.	Plantaginaceae	Autóctona
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	Autóctona
<i>Plantago sp.</i>	Plantaginaceae	Autóctona
<i>Polygala myrtifolia</i> L.	Polygalaceae	Sudáfrica
<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae	Autóctona
<i>Quercus coccifera</i> L.	Fagaceae	Autóctona
<i>Reichardia tingitana</i> (L.) Roth	Compositae	Autóctona
<i>Reseda phyteuma</i> L.	Resedaceae	Autóctona
<i>Rhamnus lycioides</i> L.	Rhamnaceae	Autóctona
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Autóctona
<i>Rubia peregrina</i> L.	Rubiaceae	Autóctona
<i>Salsola genistoides</i> Juss. ex Poir.	Amaranthaceae	Autóctona
<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	Caprifoliaceae	Autóctona
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	Sudamérica
<i>Sinapis alba</i> L.	Brassicaceae	Autóctona
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	Compositae	Autóctona
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	Compositae	Autóctona
<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	Lamiaceae	Autóctona
<i>Stipa cf. bromoides</i> (L.) Dörf.	Poaceae	Autóctona
<i>Stipa sp.</i> L.	Poaceae	Autóctona
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Poaceae	Autóctona
<i>Tamarix boveana</i> Bunge	Tamaricaceae	Autóctona
<i>Teucrium capitatum</i> L.	Lamiaceae	Autóctona
<i>Teucrium murcicum</i> Sennen	Lamiaceae	Autóctona
<i>Teucrium pseudochamaepitys</i> L.	Lamiaceae	Autóctona
<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.	Thymelaeaceae	Autóctona
<i>Thymus hyemalis</i> Lange	Lamiaceae	Autóctona
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	Apiaceae	Autóctona
<i>Vicia sativa</i> L.	Fabaceae	Autóctona
<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H.Wendl. ex de Bary	Arecaceae	México/EEUU
<i>Yucca sp.</i>	Asparagaceae	Alóctona
<i>Zygophyllum fabago</i> L.	Zygophyllaceae	Asia/Europa Este

Se señala, marcado en color, un total de 10 especies presentes en la zona catalogadas como invasoras según el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras en su última actualización, en 2019. Además, *Acacia saligna* está incluida en el anexo I del Decreto 213/2009, del Consell, por el que se aprueban medidas para el control de *especies* exóticas invasoras en la Comunitat Valenciana. De este listado cabe

destacar *Acacia retinodes* Schltl., que no aparece en los listados Nacional ni de la Comunidad Valenciana de especies invasoras. Sin embargo, parece ser una de las especies de acacia que presentan rebrote agresivo y cubren una gran parte de la zona. También se aprecia un gran número de especies procedentes muy probablemente de los jardines de las casas cercanas debido a su proximidad. Las especies invasoras de esta procedencia deberían ser fáciles de eliminar mediante métodos manuales.

Cabe mencionar también la presencia de la Cotorra Argentina (*Myiopsitta monachus*), una especie de ave invasora según la lista de especies invasoras de 2011 de la Comunidad Valenciana, que parece alimentarse del fruto de las distintas especies de acacia de la zona, facilitando su proliferación.

Entre las especies nativas, destacan por su interés ecológico y limitado rango de distribución *Helianthemum caput-felix*, *Erophaca baetica*, *Stachys ocymstrum* y *Cachrys sicula*.

Helianthemum caput-felix. Se han localizado únicamente algunos individuos en las zonas de ladera donde se conserva la vegetación natural. Esta especie, cuyas poblaciones son muy escasas en España está incluida como vulnerable en el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazada (Decreto 70/2009 de 22 de mayo del Consell, modificado por la Orden 6/2013, de 25 de marzo, de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente). También está considerada como vulnerable el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero), en los Anexos II y IV de la Directiva Hábitats (92/43/CEE) y en el Anexo I del Convenio de Berna. En Alicante solo aparece en dos núcleos: la zona norte (marina Alta, Teulada, Benissa y Calpe) y la zona sur (Torrevieja, Orihuela y Pilar de la Horadada), donde se han establecido Microrreservas de flora que albergan poblaciones de esta especie, como la de Punta de la Glea, de 6,92 ha, la Rambla de las Estacas, de 0,20 ha y Cala de la Mosca, de 2,95 ha en el término municipal de Orihuela. Precisamente en Cabo Roig, en el censo realizado en 2012 por el Servicio de Vida Silvestre de la Conselleria d'Agricultura, Medi Amient, Canvi Climatic y Desenvolupament Rural de la Generalitat Valenciana, se contabilizó 301 ejemplares, la mayoría de ellos ubicados en los acantilados costeros (Servei de Vida Silvestre y Direcció General de Medi Natural i d'Avaluació Ambiental 2016). Sin embargo, se trata en general de una especie muy amenazada por la destrucción de su hábitat, principalmente las poblaciones de Orihuela, donde hay constancia de la desaparición de algunos núcleos. Concretamente, según Marco *et al.* (2014), el desbroce y limpieza del barranco de la Cala Capitán en el año 2010-2011 provocó la desaparición de 58 ejemplares; según nuestras observaciones, la limpieza realizada en el año 2020 pudiera haber destruido también más individuos.

Erophaca baetica. La población localizada en la zona de estudio puede tratarse de una nueva cita para la especie. Se trata de una especie muy rara en el Levante español. Según nuestros datos, la única población conocida en la Comunidad Valenciana es en el paraje de Aguamarina, en el término municipal

de Orihuela, mientras que otras poblaciones citadas de zonas cercanas como Dehesa de Campoamor, se dan por desaparecidas (Escudero *et al.*, 2019).

Stachys ocymastrum. Aunque la única cita previa de esta especie para Orihuela es de Hurchillo (Escudero *et al.*, 2019), hemos encontrado una población relativamente abundante en la zona, formando parte de herbazales húmedos, por lo que se trata de un dato interesante.

Cachrys sicula. De distribución limitada a enclaves costeros en la provincia de Alicante. Está incluida en el Catálogo Valenciano de Flora Amenazada como especie Vigilada

Vegetación

En cuanto a la vegetación actual en la zona de estudio y área colindante, aunque muy degradada, pueden reconocerse los siguientes tipos de vegetación, basándonos en Escudero *et al.* (2019):

Vegetación de dunas costeras: En la zona litoral cercana aparecen pequeñas formaciones dunares muy alteradas por el uso intensivo de las playas y la construcción de infraestructuras. Hay ejemplares aislados de azucena de mar (*Pancratium maritimum*), *Lotus creticus*, *Eryngium maritimum*, *Crucianella marítima*, *Cakile marítima* y especies propias de pastizales como *Sporobolus pungens*. Corresponderían a los hábitats:

1210 Vegetación anual sobre deshechos marinos acumulados

2110 Vegetación de las dunas móviles primarias o dunas embrionarias

2120 Vegetación de las dunas móviles secundarias

2210 Dunas fijas de litoral.

Vegetación halófila costera: En los acantilados litorales de caliche, aunque muy escasos por su ubicación en la línea de costa, aparecen algunos individuos de especies características como el hinojo marítimo (*Crithmum maritimum*), *Limonium spp.*, o *Frankenia corymbosa*. En estos acantilados costeros puede encontrarse también la jarilla cabeza de gato (*Helianthemum caput-felis*), de gran valor ecológico. Tenemos constancia de la existencia de poblaciones de esta especie en la zona de acantilado costero situado desde Punta de la Glea hasta Cala capitán, que merecerían consideración de protección. Corresponderían al hábitat:

1240 Acantilados con vegetación de las costas mediterráneas.

Vegetación ruderal y arvense: Es la vegetación ligada a la presencia humana, de gran influencia en la zona, que coloniza proximidades de viviendas, márgenes de caminos, zonas abandonadas, etc. Aparecen

numerosas especies nitrófilas y terofíticas como *Dittrichia viscosa*, *Zygophyllum fabago*, *Glebionis coronaria*, *Diplotaxis eruroides*, etc., así como especies con cierta tolerancia a la salinidad. También son de destacar los cañaverales de *Arundo donax* ligados a la presencia de agua en el nivel freático propio de una rambla. Correspondería a los hábitats:

1430 Matorrales halonitrófilos.

6430 Megaforbios higrófilos.

Vegetación esclerófila mediterránea: maquias o formaciones arbustivas con coscoja (*Quercus coccifera*), palmito (*Chamaerops humilis*), lentisco (*Pistacia lentiscus*) y espino negro (*Rhamnus lycioides*), que constituye la potencialidad de acuerdo con las condiciones climáticas (coscojares sublitorales termomediterráneos). Aparecen algunos restos en mosaico en las laderas de la cañada, en la zona más lejana del lecho. Correspondería al hábitat:

5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos.

Vegetación sabanoide riparia: inexistente como tal en la zona debido a la intensa colonización de especies invasoras, únicamente se reconocen algunos ejemplares aislados de taray (*Tamarix sp.*), aunque hay testimonios orales de su presencia hace décadas. Correspondería al hábitat:

92D0 Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos.

Especies exóticas invasoras: como se ha comentado, la cercanía a las urbanizaciones costeras ha causado la aparición y proliferación de especies invasoras y alóctonas en toda el área, como *Acacia cyclops* y *Acacia saligna*, muy abundantes en el área de estudio. En las zonas invadidas, donde forman masas prácticamente monoespecíficas, se observa una drástica reducción de la riqueza y abundancia de especies autóctonas, que han sido prácticamente desplazadas por las exóticas.

3.7. Diagnóstico de la situación de la flora invasora

La zona litoral es uno de los ambientes más demandados globalmente por el ser humano, ya sea para el ocio, el urbanismo o el sector turístico, suponiendo la concentración del 10% de la población mundial y más del 50% de la población en algunas zonas (McGranahan et al., 2007). La presencia humana y su actividad han acarreado la destrucción y degradación de los hábitats presentes, dejándolos vulnerables a la colonización por especies alóctonas agresivas e invasoras.

Gran parte de la problemática de estas especies se debe a la elevada entrada de propágulos, provocada por sus usos ornamentales, alimentarios o mercantiles, así como por motivos accidentales, sumada a la vulnerabilidad causada por diversas actuaciones producidas por los intercambios de personas y

mercancías o la construcción (García-de-Lomas *et al.*, 2014a). Entre los problemas causados por la invasión de especies exóticas se encuentran los siguientes:

- Muchas son altamente agresivas, compitiendo con las plantas nativas por el espacio o los recursos, por lo que acaban por desplazarlas, a veces en muy corto intervalo de tiempo.
- Tienen unos sistemas de dispersión muy eficaces, con gran producción de semillas y/o reproducción vegetativa.
- Cubren amplias zonas de forma monoespecífica, con lo que disminuye la biodiversidad. Además, alteran producción de biomas de las comunidades naturales de la zona.
- Afectan el régimen hídrico natural, alterando los procesos erosivos y de escorrentía.
- Afectan al ciclo de nutrientes. En algunos casos, proporcionan nuevas fuentes de alimento para animales exóticos, contribuyendo a su dispersión, como es el caso de diversas especies de Acacia, cuyas semillas, producidas en elevado número, son alimento de especies animales también invasoras como *Myiopsitta monachus* conocida como cotorra argentina.

La gestión de especies exóticas es una disciplina reciente y los escenarios invadidos son muy distintos y numerosos. Como consecuencia, todavía existe mucho desconocimiento sobre cómo abordar actuaciones de erradicación, contención y control para la amplia variedad de especies invasoras. (García-de-Lomas *et al.*, 2014b).

La Ley 42/2007 de 13 de diciembre define el concepto de Especie Exótica invasora (EEI) y crea el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras en su artículo 64. En el RD 630/2013 de 2 de agosto se recogen los taxones incluidos, modificado posteriormente en RD 216/2019 de 29 de marzo. El *Atlas de Plantas Alóctonas Invasoras de España* (Sanz Elorza *et al.*, 2004) desarrollado en el marco del Inventario Nacional de Biodiversidad, promovido por el Ministerio de Medio Ambiente, es una lista que recoge las especies vegetales consideradas invasoras por el gobierno español. Todas las especies listadas a continuación están recogidas por esta lista a fecha de enero de 2021. En el ámbito autonómico, se regulan por el Decreto 213/2009 de 20 de noviembre, por el que se aprueban medidas para el control de especies invasoras en la Comunidad Valenciana.

Como se ha comentado anteriormente, uno de los principales problemas detectados en la zona objeto de este estudio es la presencia de diversas especies de flora exótica invasora, lo que merece una atención detallada en los siguientes apartados.

3.7.1. Descripción y problemática de las especies invasoras

Tras realizar el inventario de flora de la zona, se han reconocido las siguientes especies de flora invasoras, que se describen y comentan a continuación, según el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (<http://www.magrama.gob.es/>) y Sanz-Elorza *et al.*, (2004). En el Anexo 3 se encuentra la localización de algunos individuos de las especies que se mencionan a continuación.

Acacia saligna

Es la especie más abundante y extendida en la zona de estudio, ocupando prácticamente toda la cañada.

Arbolillo perennifolio de hasta 10 metros de altura, con hojas reducidas a filodios linear-lanceolados o lanceolados de hasta 30 centímetros. Las inflorescencias se encuentran en cabezuelas de 8 a 15 centímetros de diámetro, dispuestas en racimos axiales. Flores amarillo o anaranjado y fruto en legumbres aplanadas, rectas o curvadas, constreñidas entre las semillas, de color pardo. Las semillas son elipsoidales, comprimidas y de color marrón oscuro. Florece de marzo a mayo y se reproduce muy bien por semilla. Puede producir hasta 500 semillas/año/m², que son fácilmente diseminadas. Presenta un crecimiento muy rápido, con plántulas robustas de sistema radicular profundo; tolera bien los vientos salinos de procedencia marítima y se adapta muy bien al clima mediterráneo, Sus hojas, al descomponerse, producen sustancias con efecto alelopático sobre otras especies vegetales.

Es una especie originaria de las zonas costeras de Australia y Tasmania, en bosques esclerófilos y taludes arenosos. Fue introducida en Europa para su cultivo en jardinería en 1838 y posteriormente en España en el siglo XIX. Actualmente se encuentra naturalizada en diversos puntos del litoral mediterráneo, sobre todo en Andalucía oriental y posee una tendencia demográfica expansiva.

Es una de las plantas alóctonas más peligrosas, invadiendo depósitos y lechos fluviales, así como dunas costeras y bosques. Su expansión pone en peligro numerosas especies endémicas y amenazadas. Desplaza la vegetación debido a su vigor y sus relaciones alelopáticas.

Agave americana

Ocasional en la zona de estudio.

Planta formada por grandes rosetas de hojas lanceoladas, carnosas, muy gruesas, espinosas en los márgenes y en el ápice. Flores de color amarillo pálido, dispuestas en panícula en el extremo de unos tallos de 5 a 8 metros de altura emitidos cuando la planta tiene unos 10 años. Fruto en cápsula alargada y trígona. Semillas negras, aplanadas y numerosas. Florece de julio a septiembre. La polinización es entomófila (por lepidópteros) o quiróptera. Tras la floración, la roseta que ha emitido el tallo florífero muere. Posee un

metabolismo CAM. Se reproduce activamente de manera asexual a partir de rizoma del que brotan abundantes rosetas. Precisa de suelos muy bien drenados y exposiciones soleadas. Es muy resistente a la sequía y a las altas temperaturas. En la región mediterránea habita en lugares pedregosos soleados, ramblas y arenales, por lo general cercanos al mar y más raramente en el interior. También es habitual a lo largo de los caminos y en los linderos de las parcelas.

Especie originaria de México. Se introdujo en Europa a través de España en el siglo XVI como planta ornamental y posteriormente textil. Actualmente se encuentra ampliamente naturalizada en todas las provincias litorales mediterráneas y suratlánticas. Su tendencia territorial es expansiva.

En España abunda en el sudeste semiárido del litoral Mediterráneo, coexistiendo con especies autóctonas como *Chamaerops humilis*.

Arundo donax

En la zona de estudio forma algunas manchas localizadas en el cauce y en la proximidad de la instalación de depuración.

Planta perenne, muy robusta, provista de rizomas leñosos. Posee tallos huecos, erectos, de hasta 4 metros de altura, simples o cortamente ramificados en los nudos, suaves y glabros. Hojas con limbo de 5 a 6 centímetros de anchura, cordadas en la base, de hasta 60 centímetros de longitud. Inflorescencia es en panícula grande, de 30 a 60 centímetros de longitud, plumosa, muy ramificada. Las espiguillas están comprimidas lateralmente, de 12 a 18 milímetros, generalmente con tres flores, la mayoría bisexuales. Tiene glumas más o menos iguales, membranosas. Posee lemas bífidas, trinerviadas, con los nervios a veces prolongados en cortas aristas, pelosas en la cara dorsal. Las páleas son más cortas, bicarenadas, cortamente ciliadas en las quillas. Fruto en cariósipide oblancoado, deprimido por su cara adaxial, estriado, con el embrión ocupando aproximadamente un tercio de su longitud y el hilo oblongo y suprabasal. Florece de julio a diciembre. En su área de origen se reproduce sexualmente por medio de semilla, pero donde no es autóctona lo hace por vía asexual mediante sus rizomas, que pueden alcanzar considerables distancias desde la planta madre. Las plantas ya establecidas pueden expandir sus rizomas a razón de medio metro cada año. Se trata de una planta higrófila, que requiere humedad edáfica, por lo que su hábitat son los ambientes riparios y los humedales, tanto naturales como artificiales. Soporta muy bien las altas temperaturas estivales, pero sólo relativamente las bajas invernales, por lo que en zonas de inviernos muy fríos no suele prosperar. Bastante indiferente a la naturaleza mineralógica del sustrato, con tal que la humedad esté asegurada. Tiene cierta capacidad de resistencia a la salinidad moderada.

Esta especie parece provenir de las zonas riparias del este de Asia o del centro y sur del continente asiático. En Europa se introdujo en el siglo XVI, en Italia de manera intencionada como material de construcción.

Se considera una de las más peligrosas y nocivas plantas alóctonas invasoras a escala mundial. Invade zonas riparias en los tramos bajos de los ríos, humedales, marjales y márgenes de infraestructuras hidráulicas. Llega a sustituir a la vegetación riparia en su totalidad. Esto provoca un empobrecimiento del hábitat y disminuye la capacidad de desagüe de los ríos y canales al taponar y reducir los cauces con sus sedimentos. Su gran biomasa es un riesgo de cara a incendios y su intensa transpiración reduce los recursos hídricos. En la invasión de ecosistemas naturales tiene gran trascendencia la destrucción previa de la vegetación autóctona. Probablemente no sea *Arundo donax* la causa de la degradación de los bosques de ribera, sino un efecto de la misma tras el arrastramiento de la vegetación original.

Cylindropuntia imbricata

Localizada en la proximidad de las viviendas cercanas, probablemente naturalizada desde las mismas.

Arbusto suculento de hasta 3 m de altura, aunque no suele sobrepasar de 1,20, con un corto tronco bien diferenciado y profusamente ramificado, con las ramas o palas cilíndricas, provistas de costillas longitudinales prominentes muy características, de color verde grisáceo, de 8-25 x 1,5-4 cm. Aréolas con tomento lanudo amarillento oscuro. Gloquidias de color amarillo pálido, de 0,5-3 mm de longitud. Espinas muy fuertes, presentes en la mayoría de las aréolas, muy fuertes, de color plateado, amarillento, rojizo o pálido, con la sección redonda o a veces aplanada en la parte basal, derechas o recurvadas, envueltas en una vaina de plateada a amarilla, de hasta 2 cm de longitud. Flores de color rojizo, rosa oscuro o púrpura. Frutos ovoides, jugosos, amarillentos, inermes, de 2,4-4,5 x 2-4 cm. Florece de mayo a julio. Presenta metabolismo CAM. Se reproduce tanto por semilla como asexualmente, debido a la capacidad de enraizar de las palas desprendidas, que además se dispersan por epizoocoria o antropocoria. Polinización entomófila. Muy resistente a la sequía. Soporta heladas de hasta -20 °C siempre y cuando no sean prolongadas y la humedad atmosférica sea baja. Tolerancia los suelos ligeramente salinos. Necesita suelos bien drenados y exposiciones a pleno sol.

Es una especie originaria de la parte centro-sur de Estados Unidos y norte de México. Fue introducida en el siglo XVI para su uso en jardinería y para formar setos. En la Península Ibérica está naturalizada en zonas del litoral mediterráneo. Posee una tendencia demográfica expansiva, aunque muy localizada.

Eucalyptus camaldulensis

En la zona de estudio sólo existen algunos ejemplares aislados.

Árbol de hasta 40 (50) m, de tronco grueso, macizo, con corteza lisa y caediza en placas irregulares, renovándose cada año. Hojas de los brotes bajos y adventicios rojizas, alternas, lanceolada-aovadas. Hojas normales alternas, péndulas, cortamente pecioladas, lanceoladas o falciformes, de hasta 2,5 x 30 cm. Inflorescencias en umbelas axilares, con 4-15 flores. Receptáculo hemisférico o anchamente cónico, de 3-6 mm. Cáliz y corola sustituidos por un opérculo cónico, acuminado en una especie de punta, hemisférico, hasta 3 veces más largo que el receptáculo, caedizo tras la antesis. Estambres numerosos, blanquecinos. Fruto en cápsula globosa, truncada, de hasta 8 x 6 mm, con 3-6 valvas exertas y algo curvadas. Semillas fértiles pequeñas, de menos de 1 mm, poliédricas, angulosas, de color marrón claro. Florece a lo largo del año, incluso en invierno en zonas cálidas. Polinización entomófila. Se reproduce por semilla y por de brotes de cepa. Tolerancia temperaturas de -5 °C y máximas de 40 °C, pero no soporta las heladas duraderas o frecuentes. Aguanta sequías prolongadas, gracias a la capacidad de su sistema radicular de acceder a zonas profundas del suelo con humedad permanente. Prefiere los suelos profundos, sobre todo aluviales, pero es poco exigente en fertilidad.

Se introdujo para la obtención de pasta de celulosa. Se ha utilizado como ornamental, sobre todo en la costa mediterránea y el sur. Posee una tendencia demográfica estable y se asilvestra con facilidad. Produce efectos muy negativos sobre el paisaje debido a su gran tamaño y la extensión de sus masas, y sobre la biodiversidad debido a los efectos alelopáticos causados por su hojarasca, que impiden el desarrollo del resto de la flora y pueden llegar a esterilizar el suelo casi por completo.

Lantana camara

Localizada en la proximidad de las viviendas cercanas, probablemente naturalizada desde las mismas.

Arbusto perennifolio, de hasta 2 m, ocasionalmente trepador, muy ramificado y variable morfológicamente ya que se hibrida con facilidad. Hojas opuestas. Peciolos de 5-20 mm, glandular-pubescentes. Limbo ovado-ovado-oblongo de 5-11 x 2,5-7 cm, agudo o cortamente acuminado, rugoso-reticulado y escábrido por el haz y cortamente pubescente en los nervios por el envés, con el margen crenado-serrado. Inflorescencias en cimas corimbosas axilares, hemisféricas, de 2-3 cm, densas, con brácteas de 4-8 x 1-1,5 mm. Cáliz de unos 3 mm. Corola amarillenta, naranja o roja; tubo de 1 cm, algo ensanchado por encima de su mitad, ligeramente curvado; limbo de 6-9 mm de anchura, algo bilabiado, con 4 o 5 lóbulos desiguales. Fruto en drupa globosa de unos 3 mm, negra en la madurez. Florece durante la mayor parte del año. Se reproduce de manera sexual y vegetativa. La polinización es alógama y

entomógama. Puede producir más de 12.000 frutos por planta, con una única semilla que son dispersados por los pájaros a gran distancia. Rebrotan fácilmente de cepa, las ramas caídas o rotas tienen capacidad para enraizar y emite estolones. Por su elevada toxicidad es rehusada por la mayoría de los herbívoros. Poco exigente en suelo, con tal que no se encharque. Soporta bien el fuego. No tolera temperaturas inferiores a 5 °C, muriendo en caso de helada.

Originaria de América tropical. Fue introducida en Europa en el año 1692. Se cultiva como arbusto ornamental en jardines de zonas costeras mediterráneas y de Canarias. Escapado de cultivo no muestra una dinámica poblacional demasiado agresiva. Se ha naturalizado en las costas del Mediterráneo y las islas, con una tendencia demográfica ligeramente expansiva en zonas costeras de clima cálido o subtropical.

En el medio natural hace disminuir la producción de pastos y bosques, invade ecosistemas alterados y abiertos (eriales, cunetas, depósitos fluviales y en menor medida márgenes y claros forestales) produciendo efectos alelopáticos sobre las especies existentes. Aunque se considera una de las 100 especies alóctonas invasoras más peligrosas del Mundo, en España, por el momento, sólo invade ambientes ruderales y periurbanos de escaso valor natural.

Opuntia maxima

Solo algunos ejemplares aislados en la zona de estudio.

Opuntia maxima, también conocida como chumbera, tuna, tunera común o nopal es un arbusto suculento con un tronco bien desarrollado, de hasta 6 metros de alto, con los tallos transformados en cladodios (palas) carnosos de 30-50 cm, suculentos, estrechamente obovados u oblongos, aplanados, verde-grisáceos. Aréolas evidentes dispersas por las palas, con numerosos gloquidios (pequeñas espinas con ganchitos en su extremo) y espinas; las espinas varían en densidad (de 0 a 6) y en tamaño (de 2 a 40 mm), y son delgadas, rectas y blanquecinas. Las flores son de color amarillo o naranja brillante, grandes, de 5-10 cm de diámetro. Los frutos son pseudo-bayas en forma de tonel, verdes, naranjas o rojos, provistos de gloquidias y a veces de espinas, de 6 a 10 cm de largo, profundamente umbilicados en el ápice (son los higos chumbos), con la pulpa anaranjada comestible. Las semillas, abundantes.

Se reproduce tanto por semilla como vegetativamente, pues las palas tienen capacidad de enraizar. Presenta metabolismo CAM y es muy resistente a la sequía, al frío y a los vientos marítimos. Necesita iluminación intensa y suelos bien drenados. Aparece en hábitats semiáridos, terrenos de cultivo y eriales, zonas verdes de origen antrópico, etc.

Sus principales impactos son ecológicos y sanitarios; el primero debido a que compite con la vegetación nativa de la zona e impide su regeneración, además de alterar el régimen hídrico y de nutrientes; y el segundo es debido a su capacidad para causar problemas digestivos al ganado y daños a animales y humanos con sus espinas.

Las principales formas de eliminación consisten en la retirada manual de todas las palas y revisión periódica del terreno para asegurar la ausencia de rebrotes por semillas aletargadas.

Oxalis pes-caprae

Muy extendida en la zona de estudio, ocupando áreas de gran tamaño.

Planta herbácea perenne, cespitosa, con un bulbo, en general menor de 2,5 cm, profundamente enterrado del que emerge un tallo subterráneo anual, ascendente, portador bulbillo. Pecíolos de hasta 20 cm. Limbos trifoliados, con folíolos de 8-20 x 12-30 mm, obcordiformes, pruinosos por el envés. Flores en cimas umbeliformes sobre un pedúnculo de 10-30 cm. Sépalos oblongos, de 6- 7 mm. Corola dialipétala, infundibuliforme, amarilla, con 5 pétalos de 2-3 cm, a veces doble. Fruto en cápsula oblonga, corta, que raramente llega a madurar. Florece de septiembre a mayo. En Europa y América del Norte no fructifica, propagándose de forma vegetativa a través de los bulbillos que son dispersados por residuos de jardinería, remoción de tierras contaminadas, etc. o por medio de otros vectores: ornitocoria, hidrocoria, anemocoria.

Es una especie originaria de la región del Cabo, en Sudáfrica. Introducida en la cuenca mediterránea y en muchas otras regiones templadas y subtropicales del mundo de manera involuntaria, por las vías propias de las malas hierbas agrícolas. Abunda en zonas costeras mediterráneas y los archipiélagos. Tiene una tendencia muy expansiva, incluso en zonas frías.

Produce daños económicos y ambientales, ya que en las zonas invadidas forma densas cubiertas e inhibe la germinación de la flora nativa por el oxalato producido, desplazan la flora autóctona y favorece la entrada de especies ruderales.

Schinus molle

En la zona de estudio sólo existen algunos ejemplares aislados.

Árbol perennifolio, de hasta 10 m de altura, 25 m en su área de origen. Ramas colgantes. Hojas imparipinnadas, de 10-30 cm de longitud, con 17-41 folíolos opuestos o alternos, lanceolados, agudos o acuminados en el ápice y generalmente mucronados. Flores unisexuales o hermafroditas, pentámeras, dispuestas en panículas terminales de 6-30 cm de longitud. Sépalos de ovados a semiorbiculares, obtusos. Pétalos estrechamente ovados, de unos 2 mm de longitud, blanquecinos. Fruto en drupa globosa de 4-7

mm de diámetro, de color rosáceo o púrpura en la madurez. Semillas redondas, de 3-5 mm de diámetro. Florece en mayo y junio, aunque en zonas con clima cálido puede florecer durante casi todo el año. Se reproduce por semilla, que es dispersada por los pájaros. Presenta un crecimiento bastante rápido. Es una planta muy termófila, muy resistente a las altas temperaturas y a la sequía, pero bastante sensible a las heladas. Aunque crece en distintos tipos de suelo, en España aparece en sustratos de naturaleza calcárea.

Se cultiva con frecuencia en parques y calles de las zonas más cálidas de la costa mediterránea, y aparece subespontáneo o incluso naturalizado. Su tendencia demográfica es desconocida, pero se asume estable debido a su uso ornamental.

Es originario de gran parte de América tropical y subtropical. Actualmente se encuentra extendida en muchas regiones tropicales y cálidas, a veces incluso desérticas. Introducido en nuestro país de manera intencionada como árbol ornamental; la primera mención a la especie en España data del 1902, la provincia de Gerona, aunque se cree que debió introducirse mucho antes por los conquistadores españoles.

Forma densas masas monoespecíficas que desplazan a la vegetación nativa, reduciendo la biodiversidad. Se encuentra incluida en la lista de las 100 peores especies biológicas alóctonas. En España se ha utilizado en jardinería en el sudeste y en Canarias.

Zygodhymallium fabago

Su presencia en la zona de estudio no parece preocupante.

Planta herbácea perenne, glabra, con las ramas erectas y esparcidas, de hasta 75 cm de altura. Ramas articuladas, reiteradamente bifurcadas excepto en su parte superior. Hojas con pecíolo estrechamente alado, bifolioladas. Folíolos planos, de obovados a ovados, de 4-6 cm los de la zona basal de la planta y más pequeños en la parte apical, hasta llegar a 8-10 mm. Flores solitarias o pareadas en la axila de las hojas de la parte final de las ramillas, zigomorfas. Pedicelos ligeramente más cortos que los sépalos. Cáliz con 5 sépalos de 5,5-7 mm de longitud, de oblongos a ovados, verdes con el margen hialino. Corola con 5 pétalos ligeramente más largos que los sépalos, oblongos, blancos o de color amarillo pálido, con una mancha anaranjada o carmesí en la base por su cara interna. Fruto en cápsula oblonga, cilíndrica, de 1,5-2,8 cm de longitud, con 5 ángulos muy marcados. Semillas aplanadas, oblongas, de 3-4 mm, papilosas. Florece de junio a agosto. Se reproduce únicamente por semilla, aunque de manera muy eficaz. Se trata de una especie nitrófila, propia de terrenos sometidos a fuerte influencia antropozoógena, tales como cultivos agrícolas, cunetas, orillas de caminos, eriales, ruinas, etc. Es muy resistente a la sequía y a las altas temperaturas y sensible a los fríos intensos. Prefiere los suelos arcillosos o margosos, algo salobres y secos.

Origen irano-turaniano, nativa de las estepas del sudeste de Europa y de Asia central y occidental. Parece que su introducción tuvo lugar de manera involuntaria, quizá como mala hierba agrícola. En la actualidad se encuentra ampliamente naturalizada en todo el sudeste de la Península Ibérica y secundariamente en el conjunto de la zona costera mediterránea. Tiene una tendencia demográfica expansiva.

Invade ambientes viarios, ruderales y cultivos, generalmente de escaso o nulo valor de conservación, en zonas áridas de la costa mediterránea.

3.7.2. Seguimiento de la regeneración de acacias

En junio de 2020, el Ayuntamiento de Orihuela, en colaboración con la CHS llevaron a cabo trabajos de limpieza y adecuación de la zona, consistentes en desbroce y retirada de restos de la zona. Se clarearon, podaron y cortaron a ras gran número de los individuos de acacia, pero no se realizó eliminación de tocones ni tratamiento químico; además, en este proceso, se cortaron muchas herbáceas y arbustivas y se utilizaron excavadoras para levantar las capas superiores del suelo, dejando claras muestras de esto en las laderas contiguas al cauce. Los restos vegetales se trituraron y depositaron *in situ*, a modo de acolchado o mulch. Por otro lado, se mantuvieron algunos individuos de porte arbóreo, así como ejemplares destacados pertenecientes a especies autóctonas o de interés, bajo la premisa de evitar dejar la zona completamente desnuda.

Al cabo de tan solo 6 semanas podían ya observarse algunos ejemplares de acacia, lo que ponía de manifiesto que la población de acacias parecía estar regenerándose, con presencia de numerosos individuos de pequeño tamaño. El progreso de la situación se puede observar en el Anexo 8.

Esto nos lleva a plantear un estudio de seguimiento de la regeneración de esta especie, ya que se trata de la invasora más abundante y de mayor expansión en la zona.

3.7.2.1. Metodología

Para el establecimiento de las parcelas de seguimiento se siguieron los criterios de Soriano *et al.*, (2005) de estudio de vegetación en cuanto a tamaño, forma ubicación y número. Se establecieron 6 parcelas cuadradas, de 5 x 5 metros, cuyos vértices se marcaron con una cinta: 3 parcelas con árboles de acacia y 3 sin árboles, con el fin de comprobar si la permanencia de las especies invasoras influye en su regeneración. La localización de las parcelas se muestra en el mapa del Anexo 4. Se realizaron muestreos con una periodicidad de 3-4 meses desde la actuación de desbroce, (28/10/2020, 24/02/2021 y 3/06/2021), correspondientes aproximadamente a 4, 8 y 12 meses después del desbroce. Se determinaron los siguientes parámetros:

- Densidad: número de individuos por unidad de superficie. Para ello se realizó un conteo de los pies de acacia en cada parcela. $D = n^{\circ} \text{ individuos} / \text{m}^2$.
- Frecuencia de aparición: Se calcula mediante el método de intercepción de línea. Para ello se marca la diagonal en cada parcela usando una cuerda que se ata en los extremos, a modo de transecto lineal y se anota presencia o ausencia de planta en los puntos de intersección establecidos cada 70 cm. La frecuencia se estima con la fórmula: $F = n^{\circ} \text{ de estimaciones positivas} / n^{\circ} \text{ de puntos u observaciones}$.
- Altura: se considera una estima de la velocidad de crecimiento o regeneración de las plantas. Se mide en los puntos de intersección positivos del transecto.
- Cobertura estimada: Se determina de forma subjetiva por observación.
- Cobertura: Se determina mediante porcentaje de ocupación en una malla o retículo de 20 x 100 cm, compuesta de 10 cuadrados de 10 x 10 cm cada uno, mediante la fórmula $C = \sum n_i \times 10\%$, siendo n_i el número de cuadrados ocupados por planta. Este tamaño de malla se considera adecuado para medir la cobertura de estas especies, ya que, si hay planta en el punto de ocupación, el cuadrado de 10 x 10 cm es ocupado totalmente. El retículo, de 20 x 50 cm en total, se lanza al azar en cada parcela, con entre 3 y 4 repeticiones.

3.7.2.2. Resultados

Los resultados obtenidos en los diferentes muestreos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Medida de la regeneración de acacia a los 4, 8 y 12 meses tras la actuación de desbroce, expresada en densidad, frecuencia, cobertura y altura de las plantas, en parcelas con o sin presencia de acacia. Los datos son el promedio de 3 repeticiones (parcelas experimentales).

Presencia Acacia	Tiempo desde desbroce (meses)	Densidad (nº ind/m ²)	Frecuencia	Cobertura estimada (% visual)	Cobertura (%)	Altura (cm)
Sí	4	2,01	0,31	35,00	36,67	57,02
	8	2,01	0,31	31,67	39,17	54,38
	12	2,44	0,45	56,67	53,33	87,58
No	4	2,40	0,35	33,75	38,96	42,16
	8	2,37	0,33	37,50	37,71	45,41
	12	2,50	0,58	62,50	65,00	100,96

En la Tabla 2 se observa que, tras el desbroce inicial, la densidad de acacias ha recuperado unos números notables, así como una cobertura de entre 36 % y el 39% de la superficie de muestreo en solo 4

meses, llegando a valores de 53-65 % en 12 meses. Esto se debe, por un lado, a su capacidad de rebrotar, tanto desde los tocones como desde raíces que pueden encontrarse a una distancia variable del tocón. Por otro lado, hemos observado germinación a partir del banco de semillas, ya que estas especies las producen en grandes cantidades, que quedan en el suelo durante largo tiempo y son dispersadas por las aves. Nuestras observaciones concuerdan con lo indicado por otros autores (Sanz Elorza *et al.*, 2004). En las parcelas donde no quedaron ejemplares de acacia remanentes, los datos son ligeramente superiores a los de las parcelas donde si quedaron ejemplares de acacia. Esto podría explicarse porque es precisamente donde el suelo está más removido y queda más espacio disponible donde se favorece el rebrote y germinación de nuevos ejemplares. Sin embargo, los datos de densidad conviene tomarlos con precaución, debido a que por el carácter arbustivo rebrotador de estas especies es muy difícil diferenciar los individuos. En general, se observó valores similares entre la cobertura estimada de forma subjetiva y la cobertura determinada por retículo, tal como señalan Soriano Martín *et al.* (2005).

En definitiva, debido al carácter agresivo de las especies, la actuación de tala y clareo realizada se considera apropiada pero solo paliativa, ya que no se consigue erradicar las plantas, por lo que deberían continuar las tareas de seguimiento, mantenimiento y control. Esto reafirma lo observado en zonas cercanas, como la Rambla de las Estacas, donde se realizó un trabajo similar de eliminación de acacias, pero que han vuelto a crecer tras unos años. Además, la tala y clareo implica un efecto de remoción del suelo, que queda desprovisto de cobertura vegetal, a la vez que aumenta el espacio físico, la entrada de luz o incluso los nutrientes del suelo. Esto favorece además la aparición de especies herbáceas anuales, terófitas y nitrófilas, en muchos casos primocolonizadoras o de escaso valor ecológico. Es decir, es necesaria una actuación de revegetación con el fin de recuperar la vegetación natural.

4. Plan de Restauración Vegetal

Una vez analizados el medio y estado actual del área, se plantean los objetivos a alcanzar con el proyecto de restauración. También se establecerán las etapas y métodos para alcanzar el estado final deseado. Estos conciernen a los ámbitos de la retirada de basura, los tratamientos de eliminación de las especies invasoras, la delimitación de las distintas zonas dentro del área, la selección de las especies a reintroducir y las técnicas utilizadas para llevar a cabo la restauración.

4.1. Objetivos del Plan de Restauración

El área de la restauración es singular por las características de la zona circundante, por los usos, ya que esta es la única zona verde común de la zona urbana donde se ubica y por la función hidrogeológica que

desempeña. De este modo, para establecer los objetivos de este proyecto se tratará de mantener las funciones que desempeña la cañada, así como su valor ecológico y estético.

Así pues, los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Renaturalización del espacio.
- Recuperación de la vegetación natural tomando como referencia la vegetación potencial.
- Mejora del valor estético.
- Mantenimiento del cauce de la rambla.
- Ampliación y mejora de los usos recreativos.
- Incrementar el interés por el medio natural.
- Frenar la pérdida de suelo.
- Disminuir el riesgo de riada y arrastre de materiales.

4.2. Actuaciones previas

4.2.1. Retirada de basuras y enseres

El área se ha visto afectada por años de deposición de restos de muebles, aparatos electrónicos, restos de podas de los jardines circundantes, etc. (Anexo 8). Además del efecto estético y de posible aporte de contaminantes, esto puede llegar a ser un problema en caso de lluvias intensas como las de la DANA de 2019, ya que puede arrastrar los residuos a la zona baja de la rambla y la playa de Cala Capitán. De este modo, la eliminación de los restos y desperdicios es imperativa.

Aunque el Ayuntamiento de Orihuela ya realizó una intensa labor de limpieza en agosto de 2020, se recomienda otra actuación de limpieza previa a las tareas de restauración de la vegetación. Se debe hacer especial esfuerzo en liberar las zonas de drenaje de restos vegetales, que pudieran impedir el flujo del agua en caso de lluvias.

Para llevar a cabo esta limpieza se realizará una retirada manual de los restos de mayor tamaño, que serán cargados mediante carretillas y transportados a una camioneta. Para la intervención, la camioneta se situará en el lugar más cercano posible para la recogida de los residuos, siendo estos las calles El Poniente, Calle Tramontana y Calle Cala Capitán. Aquellos de menor tamaño, demasiado numerosos para ser retirados a mano o más difícil eliminación serán retirados también de forma manual, pero utilizando bolsas de basura, que serán cargadas posteriormente en camionetas, y mediante un mayor número de personal. Se propone una acción ciudadana y una propuesta de limpieza mediante voluntariado.

4.2.2. Protección de las zonas de interés

Se delimitarán y balizarán las zonas de vegetación nativa más sensibles, con el fin de minimizar posibles daños durante los trabajos y proteger las comunidades vegetales naturales, particularmente las especies de mayor interés ecológico, como la jarilla cabeza de gato.

4.2.3. Eliminación de especies invasoras

Para la selección de las especies invasoras a erradicar, así como se los tratamientos propuestos, se ha tenido en cuenta el carácter transformador de la especie (si son transformadoras, es decir si eliminan las poblaciones con las que compete, transformando el ecosistema o si son no transformadoras), también su abundancia, prevalencia y carácter expansivo en la zona, así como el efecto en el medio de los tratamientos de eliminación.

Acacia saligna, es una especie transformadora y en evidente expansión, ya que, tras el desbroce y la tala de junio de 2020, su prevalencia ha regresado a niveles preocupantes. Se propone un control mecánico y químico, consistente en corte y apeo de la parte aérea, desramado, y tronzado en las áreas afectadas. Tras esto, se eliminarán los tocones por arranque de forma manual o mini-excavadora con cazo y se tratarán los tocones remanentes con herbicidas (triclopyr, glifosato o glufosinato de amonio). Tras tres meses se realizará un nuevo desbroce para eliminar los nuevos brotes del banco de semillas. Tres meses más tarde se volverá a inspeccionar el terreno en busca de brotes y rebrotes, tras lo cual se decidirá si realizar otro desbroce. La eliminación de estas especies es muy difícil, y en muchos casos se ha mostrado ineficaz. A pesar de la reticencia a usar productos químicos con repercusiones de toxicidad en entornos urbanos, el tratamiento mecánico en exclusividad ha demostrado ser ineficaz en muchos casos, por lo que se recomienda en última instancia el tratamiento químico con herbicidas mediante inyección (por ser más localizado que por aspersión) y posterior sellado de los orificios con masilla (García-de-Lomas *et al.*, 2014). El uso de Triclopir está regulado por Directiva 2006/74/CE, prorrogado por la 2020/421, con caducidad hasta 30/4/2021, con una aplicación total anual de 480 g s.a./ha. El uso de Glifosato está regulado por la Directiva 2017/2324, incluido el 16/12/2017 con caducidad hasta 15/12/2022 Otros tratamientos, como la quema de restos están totalmente desaconsejados en ambiente mediterráneo urbano. Estos tratamientos se realizarán en invierno, para minimizar el impacto en la flora anual.

Con *Agave americana* se realizará una retirada manual de los individuos. Se eliminará la parte aérea de la planta, tras lo cual se realizará un ahoyado de 1 metro de radio aproximadamente alrededor de la planta, que profundizará hasta la eliminación total del rizoma, que debería encontrarse cerca de la superficie. Se realizará una revisión del rebrote junto al segundo desbroce de *Acacia saligna*.

Arundo donax tiene una extensión limitada en la zona, por lo que se propone la eliminación de la parte aérea de la planta mediante motodesbrozadora y cubierta con geotextil grueso resistente a la perforación de polipropileno y gramaje 160 g/m² (Deltoro *et al.*, 2012) y se realizará una segunda intervención a la vez que con *Acacia saligna*, repitiendo la eliminación aérea si hubiera. Una tercera intervención se llevará a cabo otros tres meses más tarde.

La eliminación de *Cylindropuntia imbricata* se realizará mediante derribo de los ejemplares y retirada manual o con mini-excavadora de los pocos individuos presentes en la zona. Los restos deben eliminarse mediante rastrillo o azada. Se realizará una comprobación tres meses más tarde para asegurar la eliminación. En caso de presencia tras los tres meses, se realizará de nuevo la intervención y se volverá a comprobar tres meses más tarde. Es conveniente el repaso de maquinaria y utensilios, para evitar la dispersión de propágulos a otras zonas.

Para *Eucalyptus camaldulensis* no se propone eliminación, debido a la escasa representación en la zona y a su integración como elemento ornamental.

Lantana camara se eliminará mediante desbroce junto a las actuaciones de *Acacia saligna*.

Para *Opuntia maxima* se propone retirada manual, con una eliminación absoluta de todos los restos, y una revisión periódica en cada visita a la zona para asegurar la ausencia de rebrotes o nuevas germinaciones. En caso de haberlas, se volvería a eliminar. Es conveniente el repaso de maquinaria y utensilios, para evitar la dispersión de propágulos a otras zonas.

Oxalis pes-caprae no suele suponer en este ambiente un problema sobre las especies presentes, por lo que no se propone su eliminación.

Zygophyllum fabago será eliminada mediante desbroce a la vez que de *Lantana camara*, en ambas intervenciones.

En estas dos últimas especies, se valorará el esfuerzo de erradicación, ya que no son especies transformadoras del entorno y su impacto en el ecosistema es menor.

En todos los casos, la eliminación de restos se hará por transporte de los mismos a gestor de residuos (en el caso de los de mayor tamaño y los perjudiciales) o triturado e incorporación al suelo (los que no suponen riesgo de propagación o toxicidad). En el primer caso, será necesario establecer vías de saca que minimicen el daño sobre el terreno y la vegetación natural (por ejemplo, por el camino situado en el cauce hasta las calles más cercanas). El triturado se hará mediante trituradora instalada localmente, y los restos se incorporarán al suelo procurando que formen una capa de no más de 4 cm de grosor de restos menores de 10 cm de tamaño.

4.3. Delimitación de zonas de actuación

Puesto que el área de la actuación no es homogénea respecto a las necesidades y características, a la hora de proponer las distintas actuaciones sobre el terreno, se consideran dos zonas principales, que denominaremos cauce y ladera, y otros tres puntos de particular interés, (Anexo 5), los cuales se describen a continuación, y con más detalle en el apartado plantación:

- Cauce: es el curso natural de agua en la cañada. Está recorrido por un camino, y no suele circular agua superficial, salvo en episodios de lluvias intensas. El suelo es más arenoso que en zonas anexas y presenta mayor incidencia de acacia. Se plantea reintroducir especies propias de cursos de agua ocasionales.
- Ladera: a ambos lados del cauce, hasta zonas colindantes a las viviendas cercanas. Parte de este terreno está más elevado respecto al cauce, y conserva restos de vegetación natural. Se propone favorecer y reforzar los matorrales naturales característicos de la zona.
- Parques infantiles. Se propone una actuación de ajardinamiento y de introducción de especies de sombra, compatibles con el uso lúdico de la zona.
- Depuradora. Existe una pequeña estación de recogida de aguas residuales para su bombeo a otra depuradora en la zona baja del cauce. Se plantea su integración en la zona con especies vegetales de ocultación.

4.4. Selección de especies vegetales

Para la selección de especies se ha tenido en cuenta los siguientes factores:

- Que se trate de especies autóctonas, bien adaptadas a las condiciones ambientales del área (termomediterráneo semiárido costero, sector biogeográfico alicantino-murciano),
- Su adecuación a las características de los diferentes ambientes del área (en la zona del cauce-especies adaptadas a cursos de agua ocasionales, en las zonas de ladera-especies propias del matorral autóctono, en los parques infantiles-especies ornamentales y de sombra, en la depuradora-especies aromáticas y productoras de biomasa).
- Que sean especies perennes, leñosas, de porte arbustivo, pudiendo alguna de ellas alcanzar porte arbóreo.

Para realizar la revegetación se proponen las especies mostradas en la Tabla 3.

Tabla 3. Especies propuestas para la reintroducción en la zona de estudio.

Nombre común	Especie	Porte	Tipo
Adelfa	<i>Nerium oleander</i> L.	Arbustivo	Leñosa
Coscoja	<i>Quercus coccifera</i> L.	Arbustivo	Leñosa
Espino negro	<i>Rhamnus lycioides</i> L.	Arbustivo	Leñosa
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Arbustivo	Herbácea
Jara	<i>Cistus albidus</i> L.	Arbustivo	Leñosa
Jarilla cabeza de gato	<i>Helianthemum caput-felis</i> Boiss.	Arbustivo	Leñosa
Lavanda	<i>Lavandula dentata</i> L.	Arbustivo	Leñosa
Lentisco	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Arbustivo	Leñosa
Olivo	<i>Olea europaea</i> L.	Arbóreo	Leñosa
Palmito	<i>Chamaerops humilis</i> L.	Arbustivo	Leñosa
Pino carrasco	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Arbóreo	Leñosa
Retama del olor	<i>Spartium junceum</i> L.	Arbustivo	Herbácea
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Arbustivo	Leñosa
Taray	<i>Tamarix gallica</i> L.	Arbóreo	Leñosa

4.5. Técnicas de restauración

La restauración vegetal consistirá en las siguientes etapas:

1. Desbroce del terreno
2. Preparación del suelo
3. Plantación
4. Cuidados posteriores

1. Desbroce del terreno

Consiste habitualmente en la eliminación total o parcial de la vegetación preexistente de la zona con el objetivo de evitar la competencia por los nutrientes, espacio y recursos, así como acabar con la presencia de ciertas especies no deseadas. En nuestro caso, esta fase se refiere a la erradicación de las especies invasoras mencionadas en el apartado “Eliminación de especies invasoras”, utilizando los métodos mencionados para cada especie. Las especies herbáceas ya presentes en el terreno se deben conservar, lo que condicionará la etapa de desbroce.

2. Preparación del suelo

Para preparar el terreno se aprovecharán los restos del desbroce como acolchado o “mulch”, eliminándose en las zonas donde sea problemático para la plantación.

A la hora de la plantación, se realizará un ahoyado manual en casillas o raspas de 40 x 40 cm y entre 20 y 40 cm de profundidad para las especies arbóreas y de mayor tamaño (*Olea europaea*, *Pinus halepensis*, *Tamarix gallica*) y de 40 x 40 cm y entre 10 y 20 cm de profundidad para las especies arbustivas. En las zonas de pendiente se utilizará una técnica de banquetas con microcuenca con las mismas dimensiones que las comentadas para herbáceas, leñosas y arbustivas. Se propone el aporte de una enmienda orgánica a base de compost en el hoyo, que se mezclará ligeramente con el suelo mediante pala o azada, con la finalidad de retener el agua bajo el plantón y facilitar la mejora de las condiciones microbiológicas del suelo.

3. Plantación

La plantación se realizará en los periodos de menor actividad vegetativa, entre los meses de noviembre y enero, a ser posible tras episodios de lluvias, con el fin de disponer de húmedas edáfica suficiente. De acuerdo con el Decreto 15/2006, de 20 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se regula la producción, comercialización y utilización de los materiales forestales de reproducción, las especies forestales a introducir procederán, en la medida de lo posible, de la Región de Procedencia (37) Litoral Murciano, y deberán cumplir los requisitos de calidad establecidos.

La plantación se realizará en cepellón, a partir de plantones, para facilitar el arraigo y reducir el tiempo hasta la fijación del suelo; pero se podrá optar por envases tanto reutilizables como no reutilizables en caso de no haber otra opción. El cepellón se introducirá perpendicular al sustrato evitando dañar las raíces. Se intentará transportar a la zona de actuación el número de plantones a instalar en una jornada de trabajo, con el fin de evitar que la planta quede acopiada en la zona. Se compactará la tierra alrededor y se tendrá especial cuidado en las microcuencas.

A continuación, se detallan las actuaciones en cada una de las zonas.

3.1. Zona de cauce

Para la zona de cauce se proponen las especies mostradas en la Tabla 4. El cauce a cubrir consta de 3,614 hectáreas, para lo cual se propone un módulo de plantación semi-irregular de 10 x 10 metros, con una separación entre individuos mínima de 2 metros y una densidad de 1100 individuos por hectárea. De esta forma se obtiene una densidad de 11 individuos por módulo y 361 módulos aproximadamente (Figura 2). En los casos en que la zona de influencia del cauce sea más estrecha, se utilizarán solo las filas del módulo necesarias para cubrir dicha zona de influencia.

Con estas especies plantadas a una densidad media-alta se espera evitar la reaparición de las invasoras, como la acacia, mediante competición, de modo que se dificulte la germinación de las posibles semillas

aún presentes tras las actuaciones. Se trata de especies que crecen de forma natural en ramblas y cañadas, por lo que no deberían necesitar un aporte hídrico muy elevado; además, aportan un valor paisajístico añadido, debido a su uso ornamental, como en el caso de *Nerium oleander* y aportan sombra y estrato arbóreo por poseer un porte elevado, en el caso de *Tamarix gallica*.

Tabla 4. Especies seleccionadas, densidad y cantidad de plantas para la restauración de la zona de cauce.

Nombre común	Especie	Porcentaje	Plantas / módulo	Nº de plantas
Adelfa	<i>Nerium oleander</i> L.	36,36	4,00	1446
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	27,27	3,00	1085
Taray	<i>Tamarix gallica</i> L.	36,36	4,00	1446

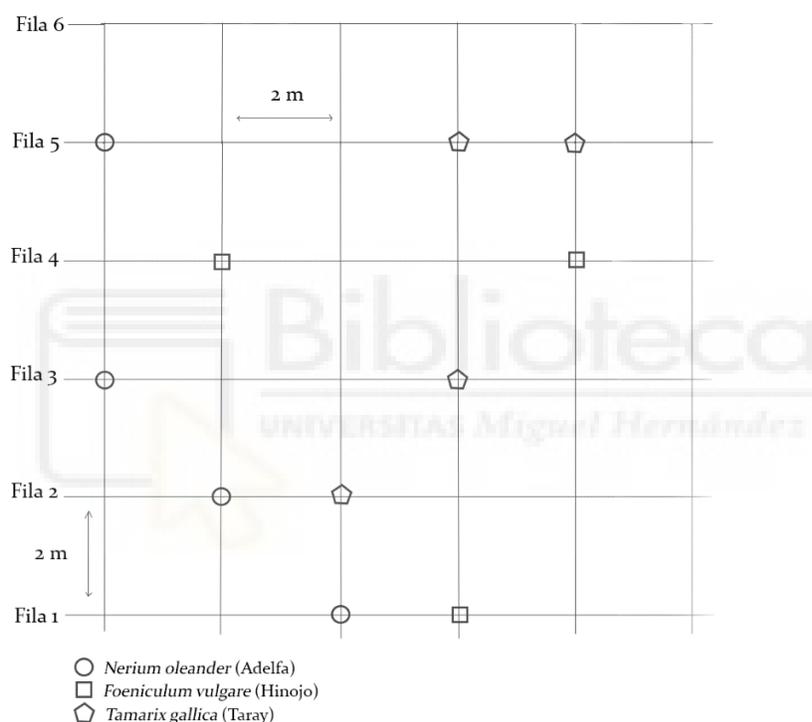


Figura 2. Módulo de plantación que se utilizará en las zonas de cauce.

3.2. Zona de ladera

El área a cubrir consta de 2,5798 hectáreas, sobre las cuales se utilizará un módulo de plantación semi-irregular de 10 x 10 metros y 2 metros de separación mínima entre individuos. En este caso se mantendrá una densidad de 800 individuos por hectárea, con 8 individuos por módulo, para lo cual se requerirán aproximadamente 258 módulos. Las especies seleccionadas se muestran en la Tabla 5, y el módulo se muestra en la Figura 3.

El objetivo con esta reintroducción es facilitar la revegetación natural de las zonas menos degradadas del área de actuación mediante la plantación de especies ya presentes, de modo que la cobertura se alcance con mayor rapidez. Además, al acelerar la revegetación se evitará la pérdida de terreno causada por los levantamientos de tierra de la intervención de junio de 2020, fijando el terreno y protegiendo de futuros corrimientos de tierra. Así, se enriquecerá estructuralmente el matorral natural.

Por otro lado, la utilización de *Helianthemum caput-felis*, supone la reintroducción de esta especie amenazada en una zona dentro de su hábitat natural de la que prácticamente ha desaparecido o es muy vulnerable. Se trata de una especie que habita en suelos poco desarrollados, principalmente en margas y calizas arenosas, y en las poblaciones de la zona sur de la provincia de Alicante, sobre limos y arcillas rojas como los que aparecen en la zona de actuación.

Tabla 5. Listado de especies seleccionadas para la zona de ladera.

Nombre común	Especie	Porcentaje	Plantas / módulo	Nº de plantas
Coscoja	<i>Quercus coccifera</i> L.	12,5	1,00	258
Espino negro	<i>Rhamnus lycioides</i> L.	12,5	1,00	258
Jara	<i>Cistus albidus</i> L.	25	2,00	516
Jarilla cabeza de gato	<i>Helianthemum caput-felis</i> Boiss.	25	2,00	516
Lentisco	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	12,5	1,00	258
Palmito	<i>Chamaerops humilis</i> L.	12,5	1,00	258

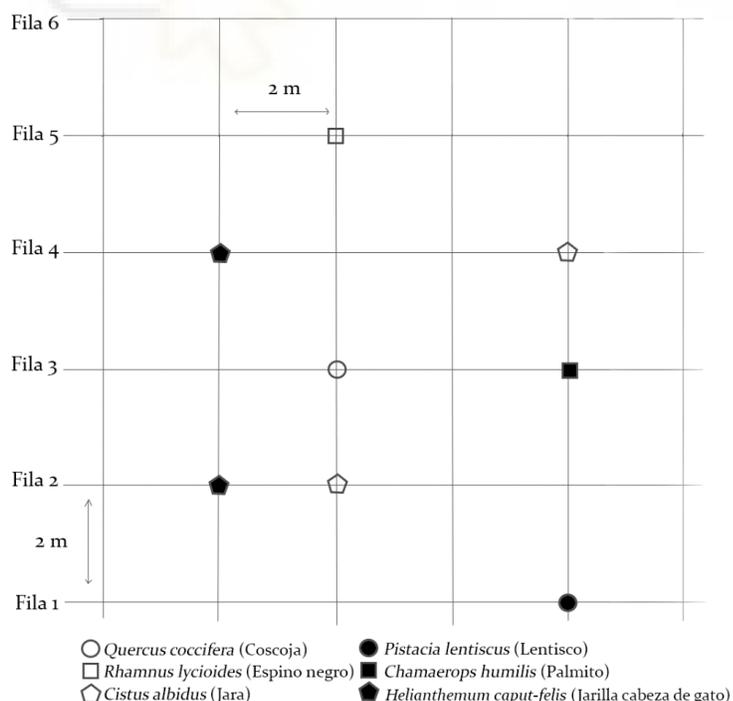


Figura 3. Módulo de plantación semiirregular que se plantea para la restauración de las zonas de ladera.

3.3. Depuradora

Para las inmediaciones de la depuradora se plantea la implantación de un módulo con plantas aromáticas (*Lavandula dentata*, *Rosmarinus officinalis*, *Spartium junceum*) y de ocultación, en un módulo de plantación regular lineal, con objetivo de paliar los olores producidos por la instalación. Este módulo de 10 x 3 m, detallado en la Figura 4 y cuyas especies se listan en la Tabla 6, se aplicará alrededor del perímetro, exceptuando el camino de acceso tras la planta; y constará de 8 individuos en 30 m².

Tabla 6. Listado de especies para el módulo del perímetro de la depuradora.

Nombre común	Especie	Porcentaje	Plantas/módulo
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	12,5	1
Lavanda	<i>Lavandula dentata</i> L.	37,5	3
Lentisco	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	12,5	1
Retama del olor	<i>Spartium junceum</i> L.	12,5	1
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	25	2

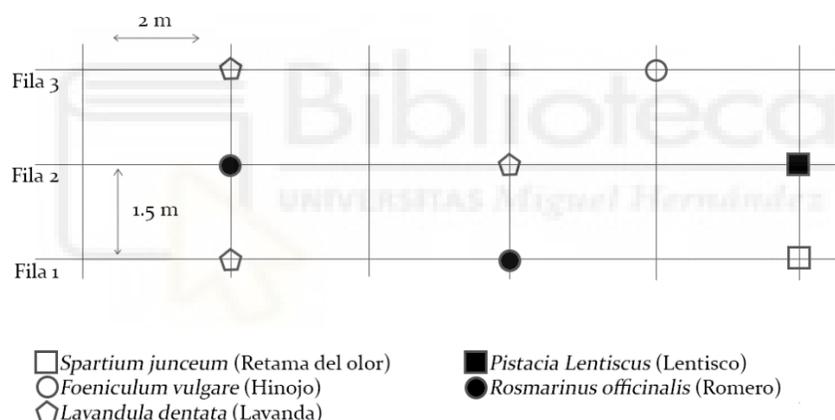


Figura 4. Módulo de plantación ajardinado para el perímetro de la planta depuradora.

3.4. Parques infantiles

En el área de la actuación se encuentran dos parques infantiles emplazados junto a dos de las carreteras que la cruzan, Calle El Poniente y Calle Tramontana (Anexo 5) para los cuales se propone la implantación de un módulo regular lineal en el perímetro de sendos parques, dejando libre el acceso, y utilizando las especies mencionadas en la Tabla 7. La Figura 5 muestra el módulo de plantación de 10 x 3 m. En este caso se evitan plantas como *Nerium oleander* por su toxicidad y *Rhamnus lycioides* por su peligrosidad al ser una planta espinosa; se utilizan en cambio plantas de mayor tamaño y porte arbóreo (*Pinus halepensis* y *Olea europaea*) con el fin de crear zonas de sombra.

Tabla 7. La tabla muestra las especies seleccionadas para el módulo de plantación utilizado en los parques infantiles.

Nombre común	Especie	Porcentaje	Plantas/Módulo
Jara	<i>Cistus albidus</i> L.	37,5	3
Lavanda	<i>Lavandula dentata</i> L.	12,5	1
Olivo	<i>Olea europaea</i> L.	12,5	1
Pino carrasco	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	12,5	1
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	25	2

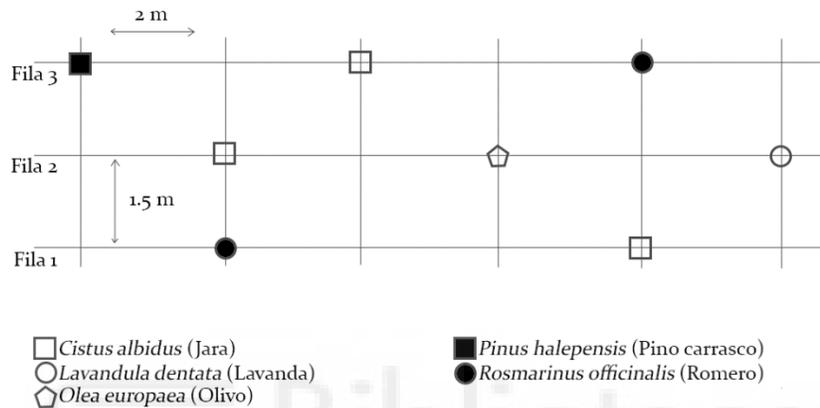


Figura 5. Módulo de plantación para el perímetro de los parques infantiles.

4. Cuidados posteriores

Durante los meses posteriores a la plantación se tomarán medidas para evitar la pérdida de las especies reintroducidas, así como la reaparición de las invasoras eliminadas, tal como se ha descrito anteriormente. Para esto, se establecerán métodos para la protección de pies (Tubos protectores de 0,6 metros) y reposición de marras, así como la eliminación de las herbáceas competidoras, únicamente lo imprescindible y exclusivamente alrededor de las plantas introducidas.

La reposición de marras se realizará tras un año de la plantación en las especies de crecimiento más rápido y tras tres años en las más lentas.

Se propone un riego de establecimiento al cabo de 1 mes como máximo y otro de mantenimiento a los 6 meses con cuba para facilitar la implantación. Todo ello en función de las condiciones meteorológicas.

4.1. Actuaciones físicas posteriores

Instalación de barreras de acceso a vehículos: Con el fin de evitar la alteración que supone el estacionamiento y tránsito de vehículos, principalmente en la zona baja del cauce cercana a la playa en la

estación estival, se propone la instalación de barreras físicas (tipo cadena) en todos los accesos desde las calles.

Adecuación del sendero peatonal: Tras la plantación se mejorará y/o establecerá de nuevo (según la zona) un sendero acondicionado para el paso de peatones, de no más de 1 m de anchura y utilizando el propio sustrato/suelo de la zona, ligeramente apisonado.

Instalación de papeleras y contenedores de bajo impacto visual de materiales sostenibles, como madera.

Adecuación y mejora de las zonas de juegos infantiles: Renovación de material, pintura y mejora.

Cartelería: Colocación de carteles de bajo impacto visual a la entrada y salida de cada una de las calles de acceso, con información sobre el proyecto, valor de las especies vegetales, recomendaciones de uso y disfrute sostenibles del entorno.

Es conveniente que estas actuaciones se valoricen en un contexto de conservación de la biodiversidad, respeto del medio ambiente y conservación de los recursos naturales, para permitir el uso sostenible de la zona por parte de vecinos y visitantes, en colaboración con la Asociación Medioambiental Amigos de Cabo Roig.

5. Presupuesto

Para la realización de este proyecto se propone un presupuesto aproximado que se muestra en Tabla 8. Este tiene en cuenta las intervenciones a realizar, así como el importe aproximado de las plantas para reintroducir, desglosado en la Tabla 9.

Tabla 8. Desglose aproximado de precios de las distintas actuaciones.

Descripción	Precio unidad (€)	Precio total (€)	Unidades
Roza motodesbrozadora con triturado fcc 50-80% Pte <50% Diam<3 cm	1.077,91 €	6.639,93	6,16 ha
Astillado residuos en cargadero densidad < 8 ton/ha	50,11	308,68	6,16 ha
Destoconado cepas de acacia (aproximación con precio eucalipto)	149,58	921,41	6,16 ha
Corta a hecho y roza manual con triturado y apilado. Carga de trabajo media.	1.410,98	8.691,64	6,16 ha
Apertura de hoyo manual Pte<50% Dens.>700 hoyos/ha	1.840,87	11.339,76	6,16 ha
Plantación bandeja >250 cc Pte<50%	559,36	3.356,16	6 mill
Reposición de marras bandeja <250 cc Pte<50%	366,04	2.196,24	6 mill
Suministro y colocación de tubo protector 0,6m	1,57	9.584,85	6105 Ud

Riego de planta forestal d<3km	790,25	4.741,50	6	mill
Escarificado superficial de camino	0,30	810,30	2701	m2
Cartel de prohibición 45x30cm	98,27	491,35	5	ud
Cartel informativo chapa con soporte madera 2,5 metros altura	786,58	3.932,90	5	ud
Importe de las plantas		13.391,35		
		Cómputo total:	66.406,07	

Tabla 9. Desglose aproximado de precio por planta y coste total de las necesarias.

Especie	Nº Plantas	Precio (€) /Planta	Coste total (€)	Vivero
<i>Nerium oleander</i> L.	1446	3,00	4.338,00	Viveros La Dama
<i>Quercus coccifera</i> L.	258	1,90	490,20	Agroterra.com
<i>Rhamnus lycioides</i> L.	258	4,99	1.287,42	Agroterra.com
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	1090	1,90	2.071,00	Agroterra.com
<i>Cistus albidus</i> L.	525	2,45	1.286,25	Planfor.es
<i>Helianthemum caput-felis</i> Boiss.	516			
<i>Lavandula dentata</i> L.	18	1,90	34,20	Agroterra.com
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	263	0,02	4,73	Agroterra.com
<i>Olea europaea</i> L.	3	2,90	8,70	Agroterra.com
<i>Chamaerops humilis</i> L.	258	4,07	1.050,06	Plantamus.com
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	3	1,90	5,70	Agroterra.com
<i>Spartium junceum</i> L.	5	0,77	3,85	Agroterra.com
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	16	3,99	63,84	Agroterra.com
<i>Tamarix gallica</i> L.	1446	1,90	2.747,40	Agroterra.com
			13.391,35	

Respecto a la disponibilidad de *Helianthemum caput-felis*, varias asociaciones como ANSA o el CIEF cultivan y guardan semillas de la especie y llevan a cabo diversas actuaciones de restauración de sus poblaciones. Se propone una colaboración con alguna de ellas.

6. Conclusiones y Proyección futura

1. Se ha identificado un total de 137 especies de flora, entre las que destacan por su valor ecológico *Helianthemum caput-felis*, *Erophaca baetica*, *Stachys ocymastrum*, *Cachrys sicula*, *Cistus albidus*, *Chamaerops humilis* y *Quercus coccifera*.
2. Se ha reconocido la presencia de 10 especies invasoras (*Acacia saligna*, *Agave americana*, *Arundo donax*, *Cylindropuntia imbricata*, *Eucaliptus camaldulensis*, *Lantana camara*, *Opuntia maxima*, *Oxalis pes-caprae*, *Zygophyllum fabago*, *Schinus molle*), entre las que destaca, por su carácter expansivo en la zona *Acacia saligna*.

3. Tras la actuación de tala y desbroce realizada por el Ayuntamiento de Orihuela y la Confederación hidrográfica del Segura en junio de 2020, se observa una rápida regeneración de acacia a partir de rebrotes de tocones de raíces y de germinación de semillas, alcanzando valores de 65% de cobertura y 0,58 de frecuencia de aparición después de 12 meses.
4. Es evidente la necesidad de una intervención de control de las especies invasoras, así como de una actuación de restauración de la vegetación.
5. Se propone la eliminación de *Acacia saligna* mediante el corte y apeo de la parte aérea y la eliminación de los tocones manualmente o con microexcavadora. El control de rebrotes se hará mediante desbroces periódicos e inyecciones de herbicida en los tocones restantes.
6. Se propone la restauración vegetal sectorizada en zonas. En el Cauce se plantea reintroducir especies propias de cursos de agua ocasionales, como *Tamarix gallica*, *Foeniculum vulgare* o *Nerium oleander*; En la Ladera se propone favorecer y reforzar la vegetación natural con especies como *Cistus albidus*, *Helianthemum caput-felis* o *Pistacia lentiscus*; en los parques infantiles es conveniente realizar una actuación de ajardinamiento compatibles con el uso lúdico de la zona, como *Cistus albidus* y *Olea europaea*; alrededor de la depuradora se propone usar especies vegetales de ocultación y aromáticas, como *Rosmarinus officinalis* y *Spartium junceum*.
7. Para permitir el uso sostenible de la zona por parte de los vecinos y visitantes se plantea adecuar el camino para tránsito peatonal, cerrar el acceso a vehículos, instalar contenedores y cartelería con información ambiental, así como promover la colaboración vecinal a través de la Asociación Medioambiental Amigos de Cabo Roig.

Este trabajo pretende tener una continuidad y proyecciones futuras. En el marco del Convenio de Colaboración entre la Universidad Miguel Hernández y la Asociación Medioambiental Amigos de Cabo Roig, se continuará con el estudio de seguimiento de las especies autóctonas de especial interés ecológico, así como de vigilancia de la expansión de especies exóticas invasoras, mediante la realización de prácticas docentes extracurriculares. Por otro lado, se establecerán vías de comunicación con la Administración local-Concejalía de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Orihuela- a través de los factores sociales más interesados, como es la Asociación Medioambiental Amigos de Cabo Roig. Esto permitirá la divulgación y transferencia de los resultados obtenidos y de las propuestas presentadas, con la idea de fomentar el intercambio de conocimientos y de plantear acciones futuras.

7. Bibliografía

- ALLUÉ, J.L., 1990. *Mapa de Subregiones Fitoclimáticas de España Peninsular y Balear*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Disponible en: www.tcpdf.org. [Consulta: 26 noviembre 2020].
- AYUNTAMIENTO DE ORIHUELA, 2020. Nota de prensa: Los trabajos de limpieza y adecuación en la rambla de Cabo Roig comenzarán a principios de junio. *11 mayo*. Disponible en: <http://www.oriuela.es/los-trabajos-de-limpieza-y-adequacion-en-la-rambla-de-cabo-roig-comenzaran-a-principios-de-junio/>. [Consulta: 10 febrero 2021].
- CLIMATE-DATA.ORG, 2020. Clima Torre Vieja: Temperatura, Climograma y Temperatura del agua de Torre Vieja - Climate-Data.org. Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/torre-vieja-709/>. [Consulta: 25 noviembre 2020].
- CATÁLOGO ESPAÑOL DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (<http://www.magrama.gob.es/>)
- DEL TORO TORRÓ, V., JIMÉNEZ RUIZ, J. y VILÁN FRAGUEIRO, X.M., 2012. *Bases para el manejo y control de Arundo donax*. Valencia: s.n. [Consulta: 1 marzo 2021].
- ESCUADERO, G., 2019. *Flora Silvestre del Término Municipal de Orihuela (Alicante)*, vol I. Ayuntamiento de Orihuela, Concejalía de Medio Ambiente. 324 pp.
- ESCUADERO, G., SERRA, LL., PEDAUYÉ, H. 2019. *Flora Silvestre del Término Municipal de Orihuela (Alicante)*, vol II. Ayuntamiento de Orihuela, Concejalía de Medio Ambiente. 496 pp.
- GARCÍA-DE-LOMAS, J., DANA, E.D., CEBALLOS, G. y ORTEGA, F., 2014a. *Manual práctico. Análisis del riesgo de invasión de vegetales exóticos*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. 53 pp.
- GARCÍA-DE-LOMAS, J., DANA, E.D., GARCÍA-OCAÑA, D.M., GÁMEZ, V., ROMERO, A., GARCÍA-MORILLA, J., GIMENO, D., CAPARRÓS, J.L. y CEBALLOS, G., 2014b. *Control de flora invasora en el litoral: evaluación de la eficacia mediante pruebas piloto*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. 98 pp.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, GÓMEZ-MIGUEL, V 2005. Mapa de suelos de España: Escala 1:1.000.000. Mapas edafológicos. 2005. Ministerio de Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/resources/html/030769.html>. [Consulta: 3 diciembre 2020].
- MARCO, J.A., SÁNCHEZ, Á., PADILLA, A. y GIMENEZ, P., 2014. Identificación de impactos sobre flora rara, endémica o amenazada mediante el análisis de secuencias espaciotemporales. En: *Tecnologías de la Información Geográfica para nuevas formas de ver el Territorio*. Asociación de Geógrafos Españoles (AGE), Universidad de Alicante y Colegio de Geógrafos de España, Alicante, pp. 516-526.
- MARTÍNEZ, W., NÚÑEZ, A. y COLODRÓN, I., 1977. Mapas IGME - Portal de cartografía del IGME: MAGNA 50 - Hoja 935 (TORREVIEJA). FINA IBERICA, S.A. Disponible en: <https://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?language=es&id=935>. [Consulta: 3 diciembre 2020].
- MATARREDONA, E., MARCO, J.A. y PRIETO, A., 2006. La configuración física del litoral sur alicantino. En: P. GIMÉNEZ, J.A. MARCO, E. MATARREDONA, A. PADILLA y Á. SÁNCHEZ (eds.). Geografía Física y Medio Ambiente. *Guía de campo de las XXI Jornadas de Geografía Física*. Asociación de Geógrafos Españoles, Universidad de Alicante, pp. 17.

- MATEO, G., y CRESPO, M. B., 2015. *Claves Ilustradas para la Flora Valenciana*. Ed. Jolube, 502 pp.
- MCGRANAHAN, G., BALK, D. y ANDERSON, B., 2007. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization* 19, 1: 17-37.
- PROTECCIÓN CIVIL DE ORIHUELA y AYUNTAMIENTO DE ORIHUELA, 2013. Plan de Actuación Municipal Frente a Inundaciones. 111 pp. Disponible en: <http://www.oriuela.es/wp-content/uploads/2013/11/PLAN-DE-ACTUACION-MUNICIPAL-FRENTE-A-INUNDACIONES.pdf> [Consulta: 21 mayo 2021].
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., RIVAS-SÁENZ, S., PENAS-MERINO, A. y GLOBALBIOCLIMATICS.ORG, 2011. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany*, vol. 1, no. 1, pp. 1-638. [Consulta: 1 diciembre 2020].
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1987. *Memoria del Mapa de series de vegetación de España*. ICONA. Serie Técnica. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación. Madrid.
- SANZ-ELORZA, M., DANA-SÁNCHEZ, E.D. y SOBRINO-VESPERINAS, E., 2004. *Atlas de las plantas alóctonas invasoras de España*. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 384 pp.
- SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2020. *Global Biodiversity Outlook 5*. Montreal, 211 pp.
- SERVEI DE VIDA SILVESTRE, 2016. *La Jarilla Cabeza de Gato (Helianthemum caput-felis). Conservación, Amenazas y Estado Actual de Conocimiento en la Comunitat Valenciana*. INFORME TÉCNICO 15/2016. Direcció General de Medi Natural i d'Avaluació Ambiental, Generalitat Valenciana.
- SORIANO, C., GASTÓN, A., BARRIEGO, P., HERRERO, B. y AMPUDIA, M., 2005. *Seguimiento de la vegetación en los bosques. Aplicación a la red europea de seguimiento intensivo y continuo de ecosistemas forestales*. Ministerio de Medio Ambiente. Colección: Naturaleza y Parques Nacionales. Madrid.
- THE PLANT LIST, 2013. *The Plant List*. 2013. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/>. [Consulta: 28 octubre 2020].

8. Anexos





70 0 70 140 210

Metros

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA RAMBLA DE CALA CAPITÁN, CABO ROIG, ORIHUELA, ALICANTE

Perímetro del área de restauración	Autor: Miguel Ángel Mira Urios
Fecha: Febrero 2021	Tutora: Gisela Díaz Espejo

Anexo 1. Perímetro del área de restauración.



100 0 100 200 300



Metros

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA RAMBLA DE CALA CAPITÁN, CABO ROIG, ORIHUELA, ALICANTE

Mapa de zonas susceptibles a inundación	Fuente: Instituto Cartográfico de Valencia
Fecha: Junio 2021	Tutora: Gisela Díaz Espejo

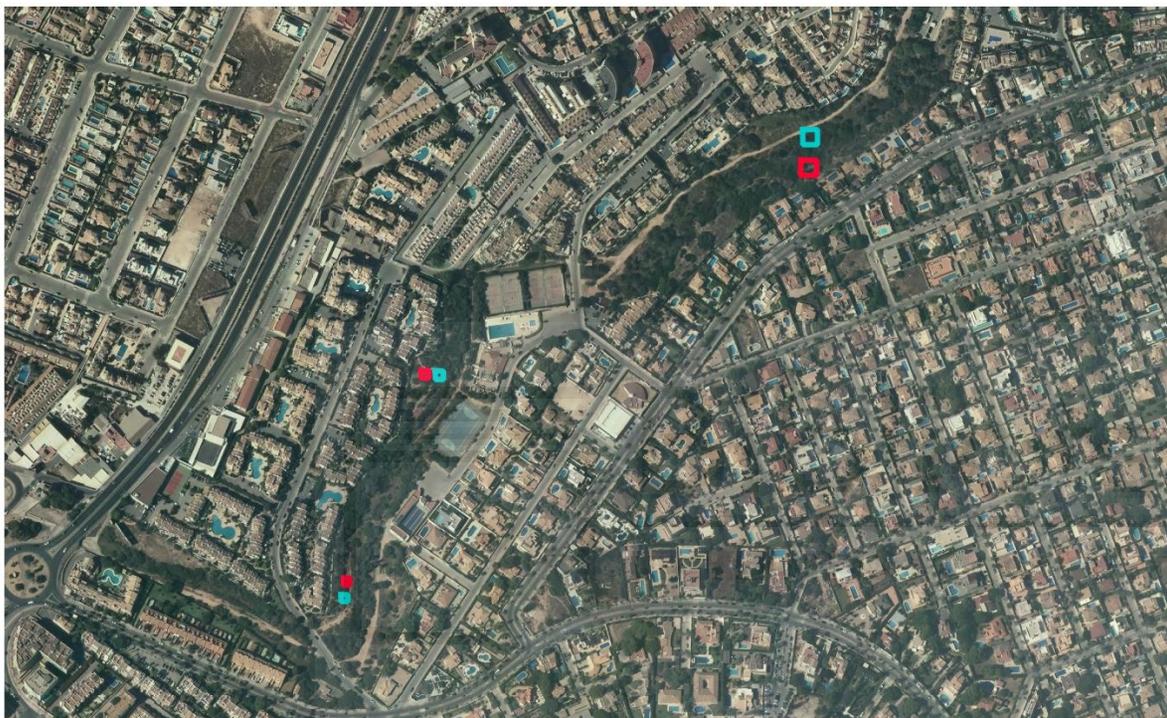
Anexo 2. Mapa de zonas susceptibles a inundación.



PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA RAMBLA DE CALA CAPITÁN, CABO ROIG, ORIHUELA, ALICANTE

Mapa de georreferencia de invasoras en la zona	Autor: Miguel Ángel Mira Urios
Fecha: Junio 2021	Tutora: Gisela Díaz Espejo

Anexo 3. Mapa de ubicación de invasoras en la zona.



PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA RAMBLA DE CALA CAPITÁN, CABO ROIG, ORIHUELA, ALICANTE

Localización de las parcelas de muestreo del estudio de regeneración de acacias	Autor: Miguel Ángel Mira Urios
Fecha: Marzo 2021	Tutora: Gisela Díaz Espejo

Anexo 4. Localización de las parcelas de muestreo del estudio de regeneración de acacias. Todas las parcelas se encuentran en EPSG:25830. Las coordenadas de las parcelas con árbol son (699.314,8; 4.198.832,4), (699.405,39; 4.199.044,42) y (699.756,04; 4.199.272,27). Las coordenadas de las parcelas sin árbol son (699.315,65; 4.198.849,12), (699.391,31; 4.199.046,18) y (699.757,28; 4.199.243,24).



Leyenda

- Cauce
- Depuradora
- Ladera
- Parque

60 0 60 120 180

Metros

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA RAMBLA DE CALA CAPITÁN, CABO ROIG, ORIHUELA, ALICANTE

Zonas diferenciadas de actuación	Autor: Miguel Ángel Mira Urios
Fecha: Febrero 2021	Tutora: Gisela Díaz Espejo

Anexo 5. Zonas diferenciadas de actuación de restauración.



Anexo 6. Especies de interés ecológico en la zona: A) *Helianthemum caput-felis*, que aparece como individuos aislados entre coscoja, palmito o espino negro. B) *Erophaca baetica*, aparece en la zona como una de las escasas localidades en la Comunidad Valenciana. C) *Cistus albidus* al lado de *Chamaerops humilis*. Una muestra de la vegetación potencial de la zona. D) *Stachys ocymastrum* cubre zonas de tamaño considerable en primavera, sobre todo en la primera sección de la rambla. E) *Tamarix gallica*, que crece en las zonas de ribera.



Anexo 7. Especies invasoras de la zona: A) *Acacia saligna*, que ocupa gran parte del área de estudio formando masas prácticamente monoespecíficas. B) *Oxalis pes-caprae*, que forma grandes tapices durante la primavera, dificultando el rebrote de otras especies. C) *Arundo donax* en las proximidades de una planta depuradora y el cauce de la rambla. D) *Acacia saligna* mostrando rebrote desde el tocón. Debido a esto, la tala y el desbroce de 2020 ha sido insuficiente para eliminar la especie.



Anexo 8. Evolución de la vegetación tras la actuación de desbroce en junio de 2020: A) Enseres y basuras quedando a descubierto tras la actuación. B) Parcela de muestreo 4 meses tras la intervención. Se observa el rebrote de algunos individuos de *Acacia saligna*. C) Tala y desbroce con maquinaria. Los restos de fibra y madera quedan depositados en el suelo. Se destruye el banco de semillas y la vegetación actual. D) Misma parcela de muestreo tras 12 meses de la intervención. Se observan coberturas cercanas al 100% de la superficie.