
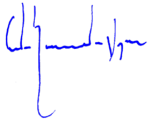




Proyecto	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BOMBEO DE CHIRA – SORIA. REFORMADO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. MODIFICADO II.							
Emisor	Asistencias Técnicas CLAVE, S.L. 							
Receptor								
Título	Actualización del Estudio de Impacto Ambiental. Modificado II Modelos y alternativas de restauración							
Clasificación	Proyecto [AAAA]	Volumen [BBB]	Empresa [CCC]	Disciplina [DDDD]	Tipo Docs. [EEE]	WBS [XXXXXX]	Nº Doc. [####]	Revisión [H.h]
	SCI2	GEN	ATC	MEAM	EST	020411	005	1.0
Código	SCI2-GEN-ATC-MEAM-EST-020411-005						Fecha	01/07/20

Revisión	Motivo	Fecha
1.0	Emisión Inicial	01/07/20

 Antonio Hernández Verges	 José Luis Conde Marugán	 Alfonso Lazo Contreras
Realizado	Revisado	Aprobado



ÍNDICE

1	Introducción	4
1.1	Consideraciones previas y objeto del informe	4
1.2	Caracterización del proyecto.....	5
1.3	Clima, orografía y vegetación potencial del ámbito del proyecto.....	6
1.4	Principios básicos para la restauración.....	7
1.4.1	Concepto de Bioingeniería.....	7
1.4.2	Restauración topográfica y vegetal.....	7
1.5	Análisis de la situación actual desde el punto de vista de la restauración.....	8
1.6	Categorización de los impactos potenciales según la restauración.....	11
2	Restauración.....	12
2.1	Gestión de la tierra vegetal.....	15
2.2	Control de la ocupación del territorio fluvial	15
2.3	Vegetación de ribera	17
2.4	Movimiento de tierras.....	17
2.5	Descompactación de suelos.....	18
2.6	Acumulaciones de materiales: depósitos de inertes	18
2.7	Cobertura del suelo y vegetación climática	21
3	Técnicas de bioingeniería para la restauración.....	21
3.1	Manejo y establecimiento de la vegetación	21
3.1.1	Vegetalización.....	21
3.1.2	Conformación de taludes con bermas o banales y escarificación para favorecer la restauración de la vegetación.....	23
3.1.3	Sistemas de bioingeniería.....	24
3.1.4	Especificaciones a tener en cuenta en la puesta en obra	28
3.2	Sistemas de protección de la vegetación.....	29
3.2.1	Sistemas sintéticos de confinamiento del suelo	29
3.2.2	Revegetación de talud de gaviones.....	29
3.3	Alcance del proyecto de restauración	30
3.3.1	Alternativas de modelos y técnicas de restauración por elementos protectados.....	31



4	Resumen de los proyectos de restauración de los depósitos de inertes de Barranco del Vento y Cañada de la Vaca Sur.....	32
4.1	Proyecto de restauración del depósito de Cañada de la Vaca Sur	32
4.1.1	Medidas de Restauración Superficial	32
4.1.2	Mantenimiento y Seguimiento	36
4.2	Proyecto de restauración del depósito de Barranco del Vento.....	37
4.2.1	Medidas de Restauración Superficial	37

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Vista general del Lomo de la Palma.....	9
Fotografía 2: Tramo medio del barranco de Arguineguín y carretera GC-505.	9
Fotografía 3: Tramo alto del barranco de Arguineguín.....	10
Fotografía 4: Rocas y cañaveral en el fondo del barranco de Arguineguín.....	10

FIGURAS

Figura 1: Perfiles longitudinales y transversales del depósito de inertes Cañada de la Vaca Sur.	20
Figura 2: Control de la erosión con estacas y ramas.....	22
Figura 3: Control de la erosión con estacas vivas (izda.) y con ramas vivas en rellenos (dcha.).	23
Figura 4: Lecho de ramaje en talud fluvial.	23
Figura 5: Taludes dentados.	24
Figura 6: Separación recomendada para las hileras de matorral (McCullah, 2001).	25
Figura 7: Esquema de una fajina.	25
Figura 8: Espaciamientos recomendados para fajinas (Gray y Sotir, 1996).	25
Figura 9: Colocación de fajina de drenaje con suelo en zanja.	25
Figura 10: Trenzado vivo.	26
Figura 11: Enramado horizontal.....	27
Figura 12: Enrejado vivo.....	27
Figura 13: Sistema de escalera.....	28
Figura 14: Sistemas sintéticos de confinamiento del suelo.	29
Figura 15: Revegetación de talud de gaviones.....	30



1 Introducción

1.1 Consideraciones previas y objeto del informe

El presente informe trata de orientar y proponer bases técnicas para la restauración topográfica y vegetal que se pretende acometer, una vez finalizadas las obras, en el marco del Modificado II del Reformado del Proyecto de Construcción de la Central Hidroeléctrica de Bombeo Chira-Soria.

Estas actuaciones de restauración tendrán que ser desarrolladas con la extensión necesaria en un proyecto específico, que ha de tener en consideración las bases técnicas aquí presentadas. No obstante lo anterior, el presente Proyecto Modificado II ya adelanta parte de la planificación de los trabajos, en particular con la elaboración de sendos proyectos de restauración para los dos depósitos de inertes contemplados en el Proyecto, consultables en la documentación del mismo (SCM2-GEN-ISC-INCI-ANE-020410-005 y SCM2-GEN-ISC-INCI-ANE-020410-006) e igualmente entre la documentación anexa al Estudio de Impacto Ambiental (SCI2-GEN-AIN-MEAM-EST-020411-001).

El presente estudio plantea diversas técnicas de bioingeniería para la restauración de las zonas afectadas por el proyecto, que permitirán, en función de cada necesidad, adaptar la solución a cada caso concreto. Se pretende contar, además de con soluciones clásicas de restauración, con otras situadas en el marco de la bioingeniería, y, en cualquier caso, con la posibilidad de diseñar propuestas de actuación que integren ambos enfoques.

Buena parte de las actuaciones del proyecto se materializarán sobre terrenos de elevada fragilidad, y cuyas condiciones climáticas y edáficas, de gran singularidad y complejidad, condicionan notablemente la viabilidad y el éxito de las acciones de restauración en relación con la recuperación de la cubierta vegetal, de forma que es preciso asumir que el proceso *natural asistido* de integración/recuperación de los terrenos alterados por las obras será dilatado, si bien los resultados serán perceptibles y evaluables de forma progresiva desde el final de las obras.

Entre los aspectos más destacados a tener en cuenta en el contexto de la definición de las labores de restitución se encuentran el que una parte de las actuaciones tendrán lugar dentro de espacios naturales protegidos, o en la conveniencia de controlar los procesos erosivos que puedan derivar en la movilización de sólidos hacia los embalses, así como el comportamiento del barranco de Arguineguín en aquellas zonas donde en caso de avenidas puedan derivarse riesgos tanto sobre los diferentes componentes del medio (personas, medio biofísico, etc.), como sobre las instalaciones de la vinculadas a la CHB.

Para que las alteraciones puntuales del territorio y su paisaje no deriven en su deterioro ni en el de sus ecosistemas, es necesario que el proyecto desarrolle distintos modelos de restauración, acordes a las distintas zonas en las que será preciso intervenir, e incluso contar con propuestas alternativas que puedan ser tomadas en consideración con posterioridad en caso de que parte de las acciones de restitución no alcancen los objetivos marcados.

Una adecuada programación de los trabajos permitirá mejorar ecosistemas ya degradados y recuperar la vegetación potencial, actualmente poco representativa y en gran medida desplazada por especies alóctonas invasoras, como la caña (*Arundo donax*).

En este sentido, un enfoque basado en la *Autorrecuperación Natural Asistida* se entiende como el más pertinente, en tanto que favorecería que los resultados de la restauración fueran autosostenibles a largo plazo. Esta aproximación se fundamenta, en esencia, en proveer al medio de las condiciones adecuadas para que tenga capacidad para “autorrecuperar” y mantener sus comunidades bióticas, restableciendo las interrelaciones propias de los sistemas naturales, no sujetas al manejo continuado por parte del hombre para su sostenimiento. Para ello se prestará apoyo a través de diversas intervenciones (plantaciones, erradicación de invasoras, riegos, etc.) planteadas desde el entendimiento de las lógicas ecosistémicas, y no desde ópticas estandarizadas



y retóricas que, por lo general, suelen abocar al fracaso de las actuaciones y al despilfarro de recursos.

Así, alineado con esta declaración de intenciones, se plantean en el presente documento las líneas estratégicas de los modelos de restauración que debe contemplar el futuro proyecto.

1.2 Caracterización del proyecto

El proyecto consta de varias actuaciones durante la fase de construcción muy dispares entre sí y, por tanto, con impactos muy diferentes en el medio.

Su objetivo es regular y mejorar la eficiencia del sistema energético de Gran Canaria, mediante la conversión de dos embalses situados a diferente cota, en un sistema de bombeo de agua que permita compensar los picos y valles en la producción insular de energía renovable.

El principal elemento del proyecto es una central hidroeléctrica en caverna, localizada entre los embalses de Chira y Soria de la isla de Gran Canaria.

Estos embalses conforman la cabecera del barranco de Arguineguín, en el cuadrante suroccidental de la isla.

Dicha central de bombeo se encontrará conectada a la red insular de transporte de energía eléctrica, permitiendo transvasar agua entre ambos embalses para regular el sistema eléctrico insular.

Cuando la demanda de energía supere a la oferta generada por fuentes renovables, se aprovechará el gradiente altitudinal entre el embalse superior (Chira) y el inferior (Soria) para producir la electricidad requerida por el sistema. En cambio, durante los picos de producción de fuentes renovables, se aprovechará el exceso de energía generado en Gran Canaria para bombear agua del embalse inferior al superior. Así, este sistema de regulación siempre estará disponible.

La ejecución de la central hidroeléctrica de forma subterránea reducirá los impactos paisajísticos del proyecto y minimizará su afección a una zona sensible, de alto valor ambiental, como es la zona de cumbres de la cabecera del barranco de Arguineguín.

Sin embargo, esta construcción en caverna generará un gran volumen de materiales pétreos.

Para gestionarlos, se dispondrán 2 depósitos de inertes, uno para los excedentes de los frentes de Chira (localizado en sus inmediaciones, denominado Cañada de la Vaca Sur), y otro para los de Soria, que se ubicará en sector prelitoral del ámbito del proyecto, en una actual zona de relleno denominada Barranco del Vento. Se han elaborado sendos planes de restauración para ambos depósitos, que se incluye como información complementaria al presente EIA (SCI2-GEN-AIN-MEAM-EST-020411-001-Proyectos de restauración de depósitos de inertes), y del que se aporta una síntesis en el documento que nos ocupa, relativo a modelos de restauración.

Para facilitar la ejecución de dicha central hidroeléctrica, se reacondicionarán viarios existentes para adaptarlos al tránsito de vehículos y maquinaria pesada.

Además, se abrirán plataformas y viarios de nueva creación, cuyo uso se prolongará a la fase de funcionamiento de la central.

El acceso principal a la central hidroeléctrica se hará a través de un túnel desde el valle del barranco de Arguineguín, un espacio habitado, para que no sea desde la propia zona de cumbres.

Para asegurar la presencia de agua en el sistema de regulación y no depender exclusivamente de los aportes pluviales, se construirá una estación desaladora en el entorno de la desembocadura del barranco de Arguineguín, para abastecer de agua a éstos.

Así se garantizará un volumen mínimo de agua y la operatividad del proyecto en caso de déficit hídrico. La desaladora tendrá una serie de instalaciones auxiliares en la franja litoral y en el valle del



barranco de Arguineguín, entre las que sobresale una conducción de impulsión de agua soterrada, que discurrirá por el fondo del barranco de Arguineguín hasta el túnel de acceso a la central.

Para conectar la central hidroeléctrica con la red de transporte energético insular, se construirá una línea eléctrica de alta tensión a 220 kV. Dicha línea discurrirá, tras un primer tramo en galería dedicada, esencialmente por los lomos situados al W del barranco de Arguineguín y, sobretodo, sobre la rampa de Tauro, siguiendo un trazado paralelo al escarpe occidental del barranco, hasta cruzarlo antes de conectar con la subestación eléctrica de Santa Águeda en las inmediaciones del litoral.

Por último, el proyecto requiere de la ejecución de líneas eléctricas de media tensión y otras instalaciones secundarias y temporales, para poder llevar a cabo las obras y garantizar el funcionamiento de los elementos del proyecto.

Las zonas de ocupación temporal, campos de trabajo, caminos y otras instalaciones temporales se han diseñado, en su mayor parte, para solaparse en el espacio con los elementos permanentes del proyecto, evitando nuevos impactos.

Todas estas actuaciones conllevarán desbroces, desmontes y excavados de zanjas, con los consecuentes movimientos de tierras, taludes y terraplenes.

1.3 Clima, orografía y vegetación potencial del ámbito del proyecto

El clima local, junto con la orografía y la vegetación potencial del área, son los principales aspectos a tener en cuenta a la hora de plantear las técnicas de restauración más adecuadas, únicas para cada espacio concreto.

El clima en el ámbito del proyecto se caracteriza por una temperatura anual media, que ronda los 20°C y por unas escasas precipitaciones anuales, al encontrarse a sotavento de los vientos alisios, que humedecen y refrescan la isla de Gran Canaria.

La aridez es mayor en la franja litoral, donde se registran unas precipitaciones inferiores a 100 mm y una temperatura media anual de 22,4°C, lo que permite definir su clima como de tipo *BWh* o *árido cálido*, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen.

Por el contrario, el clima en el interior es de tipo *Bsh* o *semiárido cálido*, con una precipitación media entre 200 y 300 mm anuales y una temperatura media anual de 18,5°C.

En las zonas más altas y septentrionales, próximas a la zona de cumbres de la isla y correspondientes con los entornos de los embalses de Chira y Soria, el clima es de tipo *Csa* o *mediterráneo de verano cálido*, debido a una temperatura media anual en torno a los 15°C y una precipitación media anual superior a los 400 mm. Todo ello implica que el carácter de los cursos de agua sea estacional.

La morfología del ámbito del proyecto está definida por el barranco de Arguineguín, que con sentido N-S discurre desde la zona de cumbres de la isla de Gran Canaria hasta el litoral. El fondo del barranco, plano y relleno por depósitos aluviales y coluviales, contrasta con las escarpadas laderas de ambas márgenes, rematadas por andenes y morros, que generan mesas y relieves alomados en sus vertientes exteriores.

La pendiente media está entre el 20% y el 50% y el desnivel entre el fondo del barranco y sus crestas aumenta desde los 200 metros en la franja litoral hasta los 700 metros en la zona de los embalses.

Por ello, la erosión afecta intensamente a la mayor parte del ámbito: tres cuartas partes de su extensión están sometidas a un riesgo de erosión real alto, muy alto o irreversible. Este porcentaje asciende a un 92% en términos de riesgo de erosión potencial.



La vegetación potencial, rica en endemismos y hábitats de gran valor, está fuertemente asociada a los condicionantes físicos y climáticos anteriores, si bien actualmente está poco desarrollada y presenta gran cantidad de elementos alóctonos.

En la mitad meridional del lecho del barranco, más árida, se desarrollaría el tarayal mientras que en la septentrional se emplazarían palmerales y saucedas.

El piso infracanario estaría dominado por el tabaibal-cardonal. En el piso termocanario se daría una matriz mixta con manchas de cardonal, dragonal y bosque termófilo canario dominado por el acebuche canario y especies del género *Pistacia* y *Juniperus*.

El piso mesocanario estaría ocupado por el pinar canario acompañado por una comunidad arbustiva muy diversa, dependiente de las condiciones locales del medio.

1.4 Principios básicos para la restauración

1.4.1 Concepto de Bioingeniería

La Bioingeniería es una disciplina técnico-biológica que, con la ayuda de plantas y de formaciones vegetales, contribuye a proteger y garantizar los usos del suelo y construcciones, así como a la restauración del paisaje y el territorio.

Los ámbitos de intervención de la Bioingeniería se corresponden con la estabilización de taludes, laderas, riberas, lagos, presas, vertederos, restauración de explotaciones mineras, así como áreas afectadas por diferentes infraestructuras lineales.

La utilización de plantas es posible en todos los lugares donde se disponga de un hábitat potencial para el desarrollo de la vegetación. Siempre que las capacidades técnico-biológicas de las plantas lo permitan, es posible crear una cubierta vegetal protectora y estabilizadora para prevenir la erosión, como sustituto de las técnicas constructivas convencionales.

La utilización de la Bioingeniería garantiza, a través del conocimiento y de la utilización de las fuerzas vivas de la naturaleza, la posibilidad de garantizar la regeneración de áreas sin vegetación con una mínima utilización de materiales y energía.

Además, juega un papel importante para garantizar la sostenibilidad de las construcciones y obras de ingeniería civil y favorecer los factores socioeconómicos en el territorio donde se realizan grandes obras, como el turismo de montaña, áreas de ocio y recreo locales.

El diseño de estabilización de taludes o de riberas de corrientes, utilizando bioingeniería requiere tener en cuenta una gran cantidad de factores hidrológicos, hidráulicos, topográficos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, vegetativos y de construcción.

Debido a la interacción compleja entre estos factores se requiere un proceso de diseño interactivo y preciso.

La estabilidad a largo plazo de las obras de bioingeniería depende del establecimiento de una cobertura vegetal densa y permanente, que cohesione el suelo por medio de un sistema de raíces y proporcione resistencia contra las fuerzas erosivas.

Debido al papel determinante de la vegetación es esencial que en el programa de revegetación se incluyan especies de plantas apropiadas y que se les proporcionen condiciones favorables para su crecimiento.

1.4.2 Restauración topográfica y vegetal

Partiendo de las dimensiones del proyecto y de que sus principales recursos son el agua y el medio en el que se ubica la misma, no se puede optimizar su funcionamiento si no se tiene en cuenta el



entorno del mismo. Es preciso buscar sinergias, utilizando una lógica constructiva que contemple la planificación de las acciones de forma combinada con el tratamiento integral del ámbito.

Esta visión, alineada con la lucha contra el cambio climático, permitirá potenciar la recuperación ambiental del barranco de Arguineguín.

Dadas las características del medio del ámbito de las obras, los objetivos a nivel global de esta propuesta se pueden resumir en:

- El control de la erosión. La retención del suelo mediante el control de la erosión, tratando al mismo tiempo de aprovechar este recurso.
- La regulación de las avenidas y los caudales que se generan.
- La provisión hídrica.

Hay un último objetivo¹ donde se establece la conveniencia del seguimiento de este tipo de proyectos, lo que se puede llamar, de otra manera, planificación dinámica de la cuenca hidrográfica.

La restauración de la vegetación y la topografía, especialmente de las formaciones densas, resultan imprescindibles, por ser elementos estabilizadores de la cuenca ante los mecanismos torrenciales de erosión.

Estas formaciones densas contribuyen tanto a incrementar la infiltración como a disminuir la velocidad de la lámina de escorrentía superficial. Además, favorecen el flujo subsuperficial del agua en los períodos de precipitaciones abundantes, lo que convierte a estas masas vegetales en el regulador natural por excelencia de los recursos hídricos del ámbito.

A estos aspectos habría que añadirles su gran capacidad para defender al suelo contra los fenómenos erosivos; derivados tanto del impacto de las gotas de lluvia sobre el terreno, como del arrastre de las partículas de suelo disgregadas por los flujos de escorrentía.

En el caso de este proyecto en concreto, no se contemplan actuaciones aguas arriba de las presas, con una alta capacidad de generar modificaciones en el régimen de escorrentías actual, pero en cualquier caso, la restauración de la vegetación y la topografía prevista es la mejor herramienta para la disminución del aporte de sedimentos, fundamental en el aspecto que nos ocupa y para un proyecto como este.

Establecidos los objetivos, éstos inciden de modo diferente dependiendo del escenario de actuación.

La retención del suelo y la mejora de los aprovechamientos hídricos están íntimamente relacionadas con el comportamiento de la propia cuenca vertiente. Pero la última repercute también en el control de las avenidas, al incidir en la formación de sus caudales, que, aunque sean consecuencia directa de los aguaceros torrenciales, están condicionadas también por la respuesta de la cuenca vertiente a los mismos.

1.5 Análisis de la situación actual desde el punto de vista de la restauración

En las zonas altas de la zona de actuación, que se corresponden con el entorno de los embalses de Chira y Soria y las crestas del barranco de Arguineguín, se identifica una alta erosión de las cuencas vertientes de los embalses y de su relieve circundante, así como un grado de naturalización elevado pese a su marcada deforestación (Lomo de la Palma, Mesa de Soria, Llano del Corral, El Brusco, El Montañón, Los Derriscaderos, Lomo de los Jaboneros, etc.).

¹ Simón et al., 1994.



Fotografía 1: Vista general del Lomo de la Palma.

Por el contrario, en las zonas bajas asociadas al fondo y a las laderas medias del barranco de Arguineguín, se observa una progresiva antropización de este espacio a mayor proximidad al litoral. De hecho, desde Las Filipinas hasta la desembocadura del barranco, el cauce principal se encuentra ocupado en mayor o menor medida por usos agrícolas, dotacionales y residenciales, así como por la carretera local GC-505 (construida en gran parte del tramo final sobre la margen del cauce o su llanura de inundación). Estos usos tienden a fijar su trazado en planta, habiéndose reducido la anchura del área de movilidad en las primeras terrazas y cauce original del mismo, sobre todo en el tramo medio.



Fotografía 2: Tramo medio del barranco de Arguineguín y carretera GC-505.

Aguas arriba de Las Filipinas el fondo de barranco se va cerrando (tramo alto) y su orografía dificulta la ocupación, por lo que se va recuperando progresivamente la naturalidad. No obstante, la primera terraza y, en algún caso, el cauce, también han sido ocupados por pequeñas extensiones cultivadas y explotaciones de caprino. En este tramo, la carretera transcurre a media ladera, lo que permite que el barranco mantenga capacidad de movimiento mediante procesos naturales de erosión y sedimentación.



Fotografía 3: Tramo alto del barranco de Arguineguín.

En algunos puntos se aprecia claramente la potencia del barranco en situación de avenida en periodos previos a la construcción de la presa de Soria, en los cuales era capaz de mover rocas de gran tamaño, que en algún caso alcanzan varias toneladas de peso.



Fotografía 4: Rocas y cañaverales en el fondo del barranco de Arguineguín.

El crecimiento expansivo de los cañaverales es un indicador de una alteración del régimen hidrológico, que tiene su origen en la construcción de la presa.

La disminución de caudales y, de forma aún más drástica, de la frecuencia de las avenidas, unidas a un manejo de la vegetación de ribera inadecuado, ha permitido el arraigo de estas cañas. Suponen un impedimento a la corriente, aumentando notablemente la rugosidad y subiendo el nivel de fondo del lecho. También impiden la regeneración de la vegetación natural.

Para su erradicación, sería necesario un plan de eliminación a nivel de cuenca, por fases, comenzando por el tramo alto. Es una labor delicada y difícil de acometer, pero sería de gran interés poder recuperar la vegetación potencial, contribuyendo a la restauración de riberas y de sus ecosistemas asociados.



Únicamente una buena estratificación de la vegetación y privar a la ribera de estos espacios de luz puede controlar su crecimiento y expansión.

La realidad actual, con un régimen hidrológico alterado por la construcción de la presa de Soria, obliga a replantear una situación intermedia en cuanto a la restauración.

Una recuperación absoluta de la funcionalidad del sistema resulta ya imposible de acometer en términos hídricos. Los cálculos para la restauración se deberán hacer con un cauce principal de menores dimensiones.

Cualquier intervención enfocada a la recuperación de esa vegetación de ribera deberá llevar asociado un plan de gestión en un periodo de tiempo razonable, que permita asegurar alcanzar el punto de resiliencia del sistema (si bien éste se encuentra actualmente muy alterado).

1.6 Categorización de los impactos potenciales según la restauración

- Tipos generales:
 - Alteración del régimen hidrológico.
 - Eliminación de la vegetación de ribera.
 - Alteración geomorfológica del barranco.
 - Desmontes y terraplenes.
 - Depósito de materiales: depósitos de inertes y zonas de ocupación temporal.
 - Transporte de materiales. Tránsito en zonas forestales sensibles.
 - Incremento de los riesgos naturales: erosión, movimientos gravitacionales y avenidas.
- Tipos en función del elemento que los origina:
 - Estación desaladora e instalaciones auxiliares del litoral:
 - Afección a la vegetación.
 - Apertura de zanjas.
 - Camino de acceso a la central, anexo a las instalaciones de la central y conducción:
 - Afección a la vegetación.
 - Terraplén.
 - Desmonte.
 - Embocadura del túnel.
 - Resto de caminos:
 - Afección a la vegetación.
 - Desmonte.
 - Terraplén.
 - Líneas eléctricas:
 - Desbroces y alteraciones topográficas localizadas.
 - Apertura de zanjas.



- Zonas de ocupación permanente:
 - Eliminación de la vegetación.
 - Modificación topográfica.
- Zonas de ocupación temporal:
 - Desbroces y alteraciones topográficas localizadas.
- Depósitos de inertes:
 - Afección a la vegetación.
 - Modificación topográfica.

2 Restauración

No es la finalidad de este documento dar detalles sobre la restauración topográfica y vegetal. que se deberá acometer en toda el área de ejecución de obras, ya que esto requiere de un proyecto completo que implica la investigación exhaustiva del medio.

El objeto de este informe es centrarse en los aspectos generales que debe cumplir dicho proyecto de restauración, y en las posibilidades de ésta, en función del tipo de actuaciones a ejecutar y su impacto.

Las actuaciones deben ser enfocadas a la creación, control y mejora de las coberturas vegetales permanentes, siendo la restauración silvícola su principal trabajo. Estas labores implican:

- Técnicas de preparación del suelo: debe garantizar unas condiciones del terreno aptas para permitir el desarrollo inicial de las plantas que se incorporan al suelo con la repoblación; tiene un contenido mecánico-hidráulico importante.
- Elección de especies: debe atender al temperamento (auto-ecología) de las especies y a las garantías de la calidad de la planta.
- Polígonos de actuaciones y rodales.
- Mediciones de las actividades propuestas.

Todas encierran campos de investigación específicos y las soluciones son únicas para cada caso concreto.

Las actuaciones en los cauces implican el diseño y la ejecución de las obras hidráulicas de paso, lo que exige un estudio de detalle para cada caso. Las labores implican:

- Elección de las estructuras adecuadas.
- Diseño y cálculo de las estructuras adoptadas.
- Mediciones.

A continuación, se presentan dos tablas resumen de las medidas de restauración en función del tipo de cuenca y de los factores limitantes y los condicionantes de partida “Cuadro resumen de actividades en una ordenación agro-hidrológica de cuencas vertientes” (Mintegui y López, 1990) y un cuadro sobre “La restauración hidrológico-forestal, como herramienta de disminución de la producción de sedimentos” (Procesos de erosión y sedimentación en cauces y cuencas. UNESCO).



Actualización del Estudio de Impacto Ambiental. Modificado II
Modelos y alternativas de restauración

Área de actuación	Bases de actuación	Principales factores			Medidas restauradoras y/o conservadoras	
		Limitantes	Condicionantes			
Cuenca de recepción o cuenca vertiente	Utilización de la agricultura y de las cubiertas vegetales permanentes	Clima (extrema aridez)			No abandonar los cultivos sin instalación previa de alguna vegetación	
		Clima no extremado (permite la vegetación natural con más o menos facilidad)	Sin problemas de humedad edáfica y ambiental	Limitación de Productividad	No existe: Agricultura intensiva con medidas racionales de cultivo Existe: Agricultura con barbecho; pastizales <i>per se</i> o en rotación	
			Problemas de exceso de agua superficial; escorrentía excesiva (temporal o permanente)	Pendiente p<12%	Idem	No importante: Cultivo con prácticas idóneas de conservación de suelos. Importante: Idem con descansos o barbechos; implantación de pastizales
				12%<p<24%	Idem	Creación y mantenimiento de pastizales Conservación del bosque/Replacación forestal
Medidas para el control del agua (superficial y/o subterránea)		Clima no extremado (permite la vegetación natural con más o menos facilidad)	p>30%	Idem	Conservación del bosque/Replacación forestal	
			Problemas de exceso de agua superficial; escorrentía excesiva (temporal o permanente)	p<20%	Perfil edáfico suficiente	Terrazas de desagüe o de canal
		p>20%			Banquetas con canales de desagüe Bancales con desagüe asegurado	
		p>30%		Perfil edáfico insuficiente	Albarradas (pequeños diques de mampostería en seco)	
Cauces torrenciales	Utilización de obras hidráulicas de corrección de torrentes	Problemas de exceso de agua edáfica y superficial			Drenajes en profundidad y/o zanjas superficiales	
		Con problemas de falta de humedad p <15%			Terrazas de absorción	
		Áreas de garganta del curso de agua o torrente	Diques transversales: de retenida y/o de consolidación			
Cauces torrenciales	Utilización de obras hidráulicas de corrección de torrentes	Zonas intermedias del cauce (entre la garganta y el cono de deyección)			Diques transversales: de retenida y/o de consolidación Diques longitudinales: - malecones espigones	
		En el cono de deyección			Canales escalonados de tramos erosionables Creación de plazoletas de depósito Estimación de riberas Drenajes en profundidad	



Actualización del Estudio de Impacto Ambiental. Modificado II
Modelos y alternativas de restauración

ACTUACIONES		OBJETIVO (S)
LOCALIZACION	CARACTERISTICAS	
	Acciones biológicas	Control de la erosión laminar y en regueros
	Coberturas vegetales	Mejorar la infiltración y regulación hídrica
	Forestación	Control de las escorrentías directas
En la cuenca	Prácticas mecánicas	Control de la erosión laminar y en regueros
	Terrazas	
	Drenajes	Control de la humedad del suelo
		Control de los movimientos en masa
	Pequeñas obras transversales	Control de cárcavas
	Albarradas, Fajinas, palizadas, etc.	Control de la erosión remontante
	Diques de consolidación	Perfil de equilibrio o compensación (control de la erosión del lecho)
	Diques de retención	Consolidación de laderas inestables
Área de erosión-transporte	Obras transversales	Total Retención de sedimentos Retención parcial de sedimentos Defensa de centrales hidroeléctricas, infraestructuras, poblaciones, etc.
		Selectiva
		Reducir la punta del hidrograma de crecida
Régimen torrencial	Diques de laminación	Control de la erosión del lecho
	Umbrales de fondo	
	Cubiertas vegetales y revestimientos	Defensa contra erosiones laterales aumentando resistencia de las márgenes y/o controlando la velocidad del agua
	Obras longitudinales	Defensa contra erosiones laterales desviando las aguas
		Defensa de márgenes y rectificación del eje hidráulico
Área de sedimentación	Espigones	Protección del lecho contra la erosión
	Muros de defensa	
	Soleras	
	Perfil escalonado con tramos erosionables (Muros cajeros, solera y rastrillos)	Concentración del agua en cauce fijo y estable
En el cauce	Obras mixtas	
	Obras longitudinales	Defensa de márgenes contra erosiones laterales
Régimen fluvial		
	Revestimientos y espigones	
	Malecones y Escoleras	Defensa contra inundaciones y rectificación del eje hidráulico
	Bioingeniería	Defensa de erosiones en márgenes y orillas



2.1 Gestión de la tierra vegetal

En un emplazamiento árido y de pendiente media moderada, como es este sector de la isla de Gran Canaria, los procesos de formación del suelo vegetal son lentos y frecuentemente con una velocidad superior de destrucción por la erosión, de manera que la tierra vegetal de las zonas a ocupar por el proyecto es un recurso escaso de gran valor.

La tierra vegetal, en particular el horizonte de los primeros 5 cm, es el que reúne el banco de semillas de la vegetación que crece sobre él, y por tanto es muy importante para futuras revegetaciones.

En este sentido, es preciso indicar que se estima la posibilidad de contar con material fino resultante de las labores previstas por el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria de dragado de los sedimentos del fondo de los embalses (acción esta ajena al presente proyecto), que tras su tratamiento y mezcla con otras fracciones de materiales excedentarios del proyecto, podrán ser utilizadas en labores de revegetación.

Se reconoce por tanto un gran valor a la tierra vegetal, y deberá ser manejada en consecuencia.

En las zonas que vayan a ser selladas, cuando las condiciones locales lo permitan, se retirará de forma separada el horizonte superficial de tierra vegetal (donde está el banco de semillas) y luego la tierra vegetal restante, hasta la máxima profundidad posible. La tierra vegetal se acopiará de manera adecuada para que conserve su fertilidad y los acopios se situarán en zonas alejadas de cauces y pendientes fuertes.

Los suelos afectados por el proyecto que poseen horizontes edáficos de mayor valor, y por tanto deben ser gestionados como tierra vegetal, son los suelos del fondo del barranco de Arguineguín. En especial los de su desembocadura. Coinciden con las siguientes actuaciones:

- Estación desaladora e instalaciones asociadas en el litoral.
- Camino de acceso al túnel de la central, plataforma de acceso a la central, conducción de impulsión de agua tratada y anexo a las instalaciones de la central.
- Apoyos de la línea de alta tensión sobre antrosoles mejorados y líneas soterradas de media tensión en la desembocadura del barranco de Arguineguín.
- Depósito de inertes Barranco del Vento.
- Instalaciones temporales de obra (zonas de ocupación temporal) de la desembocadura y el fondo del barranco de Arguineguín (El Moral, Barranco de Arguineguín, Barranco del Vento y El Piquillo).

Esta identificación de elementos no es en detrimento de otros suelos afectados cuya tierra vegetal potencialmente pueda ser rescatada y gestionada, particularmente la relativa al depósito de inertes de Cañada de la Vaca Sur y las zonas de ocupación temporal en la zona de cumbres. La superficie aproximada de tierra vegetal a acopiar y restituir es de 196.200 m².

2.2 Control de la ocupación del territorio fluvial

La ocupación del territorio fluvial es una problemática creciente en todos los ríos del mundo.

Esta ocupación se ve favorecida por la escasez de crecidas, que borran del imaginario colectivo el peligro que supone el construir en terrenos inundables. Así se construye ocupando las zonas inundables y posteriormente se exige la protección frente a éstas.

La única manera de evitar esta ocupación es mediante una planificación urbanística adecuada y acorde con las nuevas directivas europeas del agua.



En el caso de las infraestructuras, también acostumbran a realizarse en terrazas fluviales, llanas y de poca pendiente, ocupando de forma permanente y limitando la capacidad movilizadora del torrente en planta.

Una vez ejecutada la infraestructura es extremadamente complicado plantear un cambio de trazado.

Para el presente caso, con el conocimiento adquirido de las problemáticas que esto conlleva, se han dimensionado los elementos al mínimo admisible. La ocupación permanente atenderá a las necesidades una vez terminada la obra, momento en el cual se fijará la infraestructura, eliminando sobreechamientos necesarios únicamente durante las obras.

Se evitarán también en la medida de lo posible ocupaciones de la parte externa de los meandros, por ser potencialmente más erosionable y evitar así necesidades de estabilización y protección.

Durante las obras también se plantean áreas de ocupación temporal. Es fundamental una vez terminada la obra proceder a su eliminación, recuperando los perfiles originales mediante la retirada del material de aportación y restaurando el entorno con la vegetación original.

En el caso de que se prevean posibles contaminaciones, se colocará una lámina plástica impermeable que evite la contaminación de los suelos. En cualquier caso, se dimensionarán minimizando la ocupación.

La compleja orografía del ámbito condiciona que los elementos de mayor extensión superficial ocupen parcialmente territorio fluvial, tanto del barranco de Arguineguín como de otros tributarios de menor entidad. Las siguientes actuaciones conllevan una afección a los cauces:

- Instalaciones en el litoral, asociadas a la estación desaladora, ubicadas próximas o en el margen del lecho del barranco de Arguineguín y su laguna mareal.
- Camino de acceso al túnel de la central, plataforma de acceso a la central, conducción de impulsión de agua tratada y anexo a las instalaciones de la central. Discurrirá por el margen del lecho del cauce del barranco de Arguineguín, intersectándolo en repetidas ocasiones. Conllevarán la reducción de su sección en varios puntos. Además, intersectarán a otros cauces tributarios de éste.
- Otros caminos y viarios. Requerirán del vadeo de varias torrenteras de escasa entidad, por el reacondicionamiento de los caminos existentes por la ejecución de nuevas pistas de acceso.
- Líneas eléctricas. Las líneas soterradas en la desembocadura del barranco de Arguineguín intersectarán el cauce y discurrirán parcialmente por su lecho. Un tramo de la línea aérea de media tensión en el entorno del embalse de Soria discurrirá paralela al barranco Cañada Honda y la apertura de sus accesos afectará en repetidas ocasiones a su cauce y lecho. El resto de las líneas no presentan una afección más allá de vadeos puntuales a torrenteras durante el montaje de apoyos.
- Depósito de inertes Barranco del Vento, Cañada de la Vaca Sur y otros. Se emplazarán sobre las vaguadas de los barrancos homónimos, torrenteras de escasa entidad.
- Instalaciones temporales de obra (zonas de ocupación temporal). Todas presentan afecciones directas o indirectas a los cauces del ámbito, en especial al barranco de Arguineguín.

Como se deduce, el barranco de Arguineguín es el cauce más afectado, al ser el elemento vertebrador de este territorio. Asimismo, es el único que presenta un riesgo de avenidas fluviales significativo, si bien el estudio hidrológico-hidráulico realizado dentro de este proyecto indica que las actuaciones del proyecto en su margen y lecho no supondrán un incremento de dicho riesgo. Su sección se ha visto afectada lo mínimo posible durante la fase de diseño.



2.3 Vegetación de ribera

Tras el tratamiento de erradicación del cañaveral, se procederá a la recuperación de la vegetación de ribera autóctona de la zona, siguiendo la cadena de vegetación potencial del área, en función de su proximidad al cauce principal y la orografía del entorno. Así, en los tramos alto y medio del barranco de Arguineguín se favorecerá la recuperación del palmeral (*Phoenix canariensis*) y el sauzal (*Salix canariensis*), mientras que en el tramo bajo se debe consolidar el tarayal discontinuo existente (*Tamarix canariensis*).

Dado que la conducción de impulsión de agua desde la estación desaladora hasta el túnel de acceso a la central hidroeléctrica discurrirá paralela al cauce del barranco de Arguineguín, este tratamiento de la vegetación de ribera se dará prácticamente desde aguas abajo de la presa de Soria hasta su desembocadura. Más de 20 kilómetros. Asimismo, este tratamiento se podrá dar en otros cauces de menor entidad afectados por el proyecto.

2.4 Movimiento de tierras

En el presente proyecto se generan gran cantidad de taludes procedentes de la necesidad de movimiento de tierras por el acusado relieve. Se producirán dos tipologías de taludes: en desmonte y en terraplén, cada uno de los cuales tiene sus condicionantes de cara a la restauración.

La estabilidad global y el control de la erosión serán fundamentales en los taludes de terraplén, mientras que la minimización del impacto visual y la posibilidad de revegetación serán el factor a tener en cuenta en los taludes de desmonte.

- Talud en terraplén.

Talud en terraplén, entendido este como *parte de la explanación situada sobre el terreno original*² En ingeniería civil se denomina terraplén a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra. Por lo que trataremos de taludes generados mediante la aportación de material granular, generalmente con menor cohesión que los taludes en desmonte y que suelen presentar mayores problemas de estabilidad en superficie.

Dentro de los terraplenes, se producirán dos casos con diferente tratamiento en función de su situación con respecto al terreno colindante.

- Talud en fondo de valle en las orillas del cauce del barranco.
- Talud sobre terreno seco y estable.

- Talud en desmonte.

Talud en desmonte, entendiendo éste como la *parte de la explanación situada bajo el terreno original*³. Por lo que estamos hablando de un talud generado por la excavación del terreno. Puede ser roca o material suelto con mayor o menor grado de cohesión.

Como en el caso anterior, en este proyecto se producen dos situaciones diferentes, en función de la ubicación de la intervención.

- A media ladera.
- Fondo de barranco.

² Definición según el Reglamento General de carreteras (R.D. 1812/1994)

³ Definición según el Reglamento General de carreteras (R.D. 1812/1994)



La compleja orografía del ámbito condiciona que todos los elementos del proyecto se sitúen sobre terrenos con cierta pendiente, pese al diseño de aquéllos de mayor extensión sobre espacios relativamente allanados. Por ello, todas las actuaciones conllevarán una alteración de la topografía en que se combinarán taludes de desmonte y en terraplén, con excepción de los elementos ubicados en la desembocadura del barranco de Arguineguín (estación desaladora e infraestructuras asociadas) y la mayor parte de las zonas de ocupación temporal, pues aprovecharán espacios dedicados a otros elementos del proyecto o cuya topografía ya está alterada.

- o Las actuaciones del proyecto que conllevarán mayores alteraciones topográficas, requiriendo de taludes de amplia extensión y altitud, se citan a continuación. La plataforma de Soria y la red de caminos y plataformas menores vinculadas a ésta. Se ubicarán sobre el Lomo del Conejo, un terreno de pendientes moderadas a altas.
- o El camino de acceso al túnel de la central hidroeléctrica y las plataformas vinculadas. En este caso, las alteraciones topográficas serán intermitentes, debidas a la presencia de afloramientos rocosos en el fondo del barranco de Arguineguín y a las elevadas pendientes del tramo alto de dicho barranco.
- o La red de caminos de la zona de cumbres. Incluye la red de accesos a las líneas eléctricas en esta zona. Al igual que el anterior, requerirá de alteraciones topográficas puntuales de magnitud por el desmonte de afloramientos rocosos y por pendientes elevadas.

2.5 Descompactación de suelos

La ocupación del suelo implica una afección al terreno de carácter temporal y reversible, de duración dependiente de cada actuación del proyecto. Esta afección suele expresarse a través de una compactación de los suelos que en caso de no revertirse puede modificar las propiedades edáficas, la infiltración, la escorrentía y la capacidad de la vegetación de recolonizar este terreno. También pueden darse afecciones por la alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo.

La ocupación se considera temporal cuando el suelo se libera tras la fase de construcción. La ocupación se considera permanente cuando se prolonga durante la fase de funcionamiento del proyecto.

En el marco de este documento, la restauración que es pertinente es la descompactación de las zonas ocupadas al final de la fase de construcción, eminentemente aquellas de tipo temporal. Esta ocupación habrá derivado de las instalaciones temporales de obra y los accesos temporales a las zonas de trabajo y en especial a las líneas eléctricas, así como de las zanjas y soterramientos. La restauración de los depósitos de inertes se trata en un punto aparte. La superficie total a descompactar y restituir tras las obras será, aproximadamente, de 251.500 m².

Los terrenos ocupados serán descompactados mediante labores de escarificado, subsolado o ripado, según cada caso particular. Estas labores deben seguir las curvas de nivel para reducir la erosión y arrastre del suelo. Sobre estos suelos se restituirá la tierra vegetal rescatada y acopiada.

2.6 Acumulaciones de materiales: depósitos de inertes

Los movimientos de tierras van a ser de los principales trabajos durante las obras. Se van a extraer importantes volúmenes de material volcánico procedentes de voladuras, perforaciones y excavaciones. Una fracción significativa se reaprovechará en otras actuaciones del Proyecto, pero la mayor parte irá destinada a dos depósitos de inertes.

El depósito de inertes de mayor capacidad será Barranco del Vento, que ocupará unos antiguos suelos agrícolas transformados hace muchos años en vertedero por la construcción de la autopista



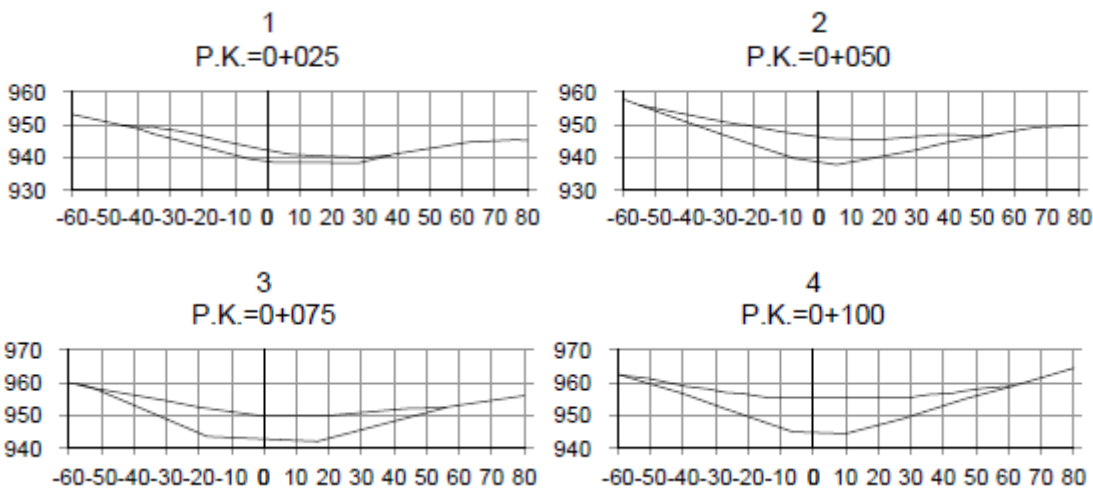
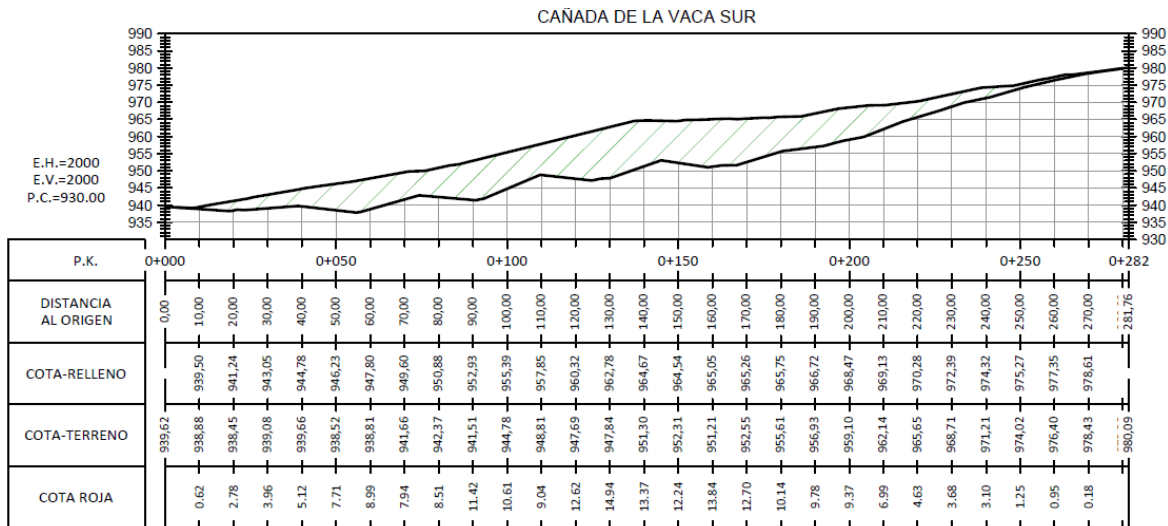
GC-1, próximos al núcleo de Arguineguín, en el litoral. Este acogerá la mayor parte de los excedentes extraídos.

El otro depósito se denomina Cañada de la Vaca Sur y se ubicará en la zona de cumbres. A él se destinarán los excedentes que no puedan ser trasladados al litoral, en concreto los generados en el entorno del embalse de Chira. El proyecto recoge otros depósitos de inertes adicionales, en caso de que estos dos seleccionados no cumplan con los requisitos exigidos durante la ejecución de las obras.

Los emplazamientos de los dos depósitos de inertes seleccionados serán en vaguadas de pendiente leve entre lomas redondeadas de escasa diferencia altitudinal.

Su relleno con los materiales extraídos permitirá generar una topografía final similar a la preexistente, pues en la fase de diseño se ha descartado su sobreelevación sobre el terreno a expensas de una ocupación superficial mayor.

La fracción deberá ser lo más homogénea posible y de una granulometría lo suficientemente gruesa como para generar intersticios por donde puede seguir circulando el agua infiltrada, asimilándose lo máximo posible a los propios del terreno que quedará sepultado. Esto permitirá a su vez la restitución posterior de la red de drenaje natural.



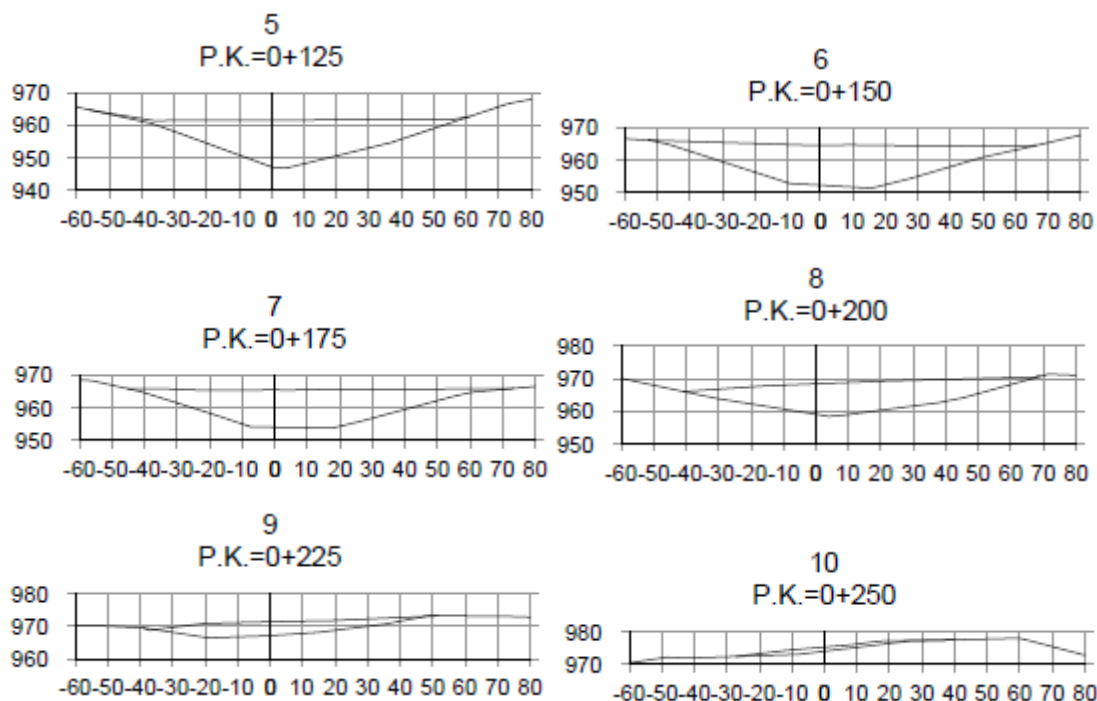


Figura 1: Perfiles longitudinales y transversales del depósito de inertes Cañada de la Vaca Sur.

Al finalizar la obra y una vez estabilizados los materiales vertidos, se extenderá una capa de acabado final de aspecto similar al del entorno y que permita el arraigo de la vegetación. La compactación de esta capa superficial debe ser de intensidad suficiente para evitar los arrastres de material, pero no para dificultar el restablecimiento de la vegetación natural. Dicho acabado favorecerá la infiltración del agua de lluvia en condiciones similares a las naturales. Además, se evitará extender un suelo de fracciones demasiado finas que puedan verse arrastradas por la escorrentía superficial o subterránea.

Desde el punto de vista de un correcto funcionamiento hidráulico, tras el fin de los vertidos y la estabilización de los materiales, se procederá a la eliminación de las zanjas perimetrales de los depósitos de inertes y de las balsas de decantación. Se sustituirán por un rebaje ventral de la cota del depósito que permita la restitución de la red de drenaje natural, coincidente con el eje de la vaguada y del cauce anterior a la obra.

Esta sección central de flujo preferente debe tener un trazado que favorezca un comportamiento hidráulico lo más naturalizado posible y que evite el arrastre de materiales aguas abajo. Para ello se desarrollará un sistema basado en la combinación de hileras de matorral y drenes, que favorezca la retención natural y la infiltración.

Dado que los depósitos de inertes se ejecutarán sobre vaguadas de pendientes leves, en sus márgenes inferiores ubicados aguas abajo se generará un terraplén de magnitud, que debe ser objeto de una restauración preferente.

Deben seguirse las pautas dadas para los desmontes, anteriormente expuestas, con el fin de evitar una movilización de los materiales por erosión eólica, hídrica u otros riesgos gravitacionales.

Desde el punto de vista de la economía circular y la utilidad pública de los materiales extraídos, se podría plantear un uso posterior de los materiales pétreos excedentarios ubicados en los depósitos de inertes, que dé cobertura a la necesidad de material de construcción que actualmente existe en la isla.

Este recurso puede ser utilizable por los habitantes y obra pública de la zona para la rehabilitación y reconstrucción de muros de mampostería. Esta disponibilidad de material facilitará la



restauración y el mantenimiento de la identidad cultural e historia arquitectónica de la isla, al mismo tiempo que minimiza la ocupación permanente de suelo.

2.7 Cobertura del suelo y vegetación climática

Tras la restitución de la tierra vegetal y la topografía en las zonas descompactadas, en los taludes y en los depósitos de inertes, se debe proceder a la restitución de los usos y coberturas del suelo previos al proyecto o, en su defecto, a la renaturalización del espacio alterado.

Las pautas para la renaturalización de las zonas de ribera y fondos de barranco ya se han descrito.

En relación con las zonas de vegetación climática, se deben estudiar las series de vegetación potencial de cada enclave, dada la variabilidad altitudinal y climática del ámbito.

La selección de especies debe hacerse de acuerdo con el estado de degradación que presenten los terrenos, a la cobertura vegetal del entorno circundante y a las especies florísticas, faunísticas y hábitats protegidos, que potencialmente podrían verse favorecidos por la recuperación de los terrenos.

Por ello, en las zonas de cumbres y laderas septentrionales se debe valorar la recuperación del bosque climático (pinares secos grancanarios y, localmente, bosque termófilo con sabinas, almácigos y acebuches).

En cualquier caso, se entiende que las actuaciones, en todos los contextos y hábitats de las zonas de obras, deben enfocarse a favorecer la autorrecuperación natural, de forma que progresivamente, desde el banco de semillas recuperado y extendido sobre los terrenos rehabilitados topográficamente y edáficamente, y desde la vegetación circundante no afectada por el proyecto, se posibiliten los procesos de sucesión.

Este enfoque permite adoptar, en condiciones concretas, medidas de apoyo y acompañamiento a partir de plantaciones selectivas, evitando en cualquier caso las actuaciones generalistas y masivas (hidrosiembras, etc.) tendentes al fracaso, tanto más en espacios áridos como el que atañe al proyecto.

En las laderas y llanos de la mitad meridional del ámbito, sin embargo, son el tabaibal dulce y el tabaibal-cardonal las formaciones climáticas, dada su mayor aridez. Deben ir acompañadas de siembras de apoyo a la recuperación natural en las zonas más degradadas, que ayuden a reducir la alta erosión de estos terrenos.

Esto es de especial consideración para restituir el depósito de inertes de Barranco del Vento, el elemento de mayor extensión superficial del proyecto.

3 Técnicas de bioingeniería para la restauración

3.1 Manejo y establecimiento de la vegetación

3.1.1 Vegetalización

La mejor forma de lograr una cobertura vegetal con especies apropiadas es la utilización de especies nativas de las comunidades vegetales en la zona del proyecto. Estas comunidades generalmente constan de una biodiversidad que incluye herbáceas, arbustos y árboles.

- Vegetalización por semillas: extendido directo, siembra individual, hidrosiembra (con especies nativas)



- Vegetalización por trasplante: de vivero, fuentes nativas, estacas o esquejes (sao, taray), ramas, etc.
 - Semillas: El uso de semillas es una de las prácticas más utilizadas para la siembra de pastos y está adquiriendo popularidad también para las especies de árboles. En ocasiones, como la nos que ocupa, se requieren semillas especiales determinadas y acopiadas específicamente para el proyecto.

Estas semillas deben recogerse en los entornos próximos a las zonas de obra, limpiarse, manejarse y guardarse adecuadamente. El método de siembra se elegirá una vez seleccionadas las zonas en las que se va a realizar este tipo de restauración.
 - Estacas: Deben tener un diámetro entre 1 y 4 cm y una longitud de 60 centímetros a 1 metro. Su utilización principalmente es para la plantación por esqueje de árboles y arbustos en taludes y cerca de los cauces de las corrientes. Las estacas vivas pueden utilizarse como un tratamiento primario conjuntamente con otros tipos de estabilización como siembra de herbáceas o mallas orgánicas. Si las estacas se preparan y colocan correctamente, se convierten tras un corto periodo de tiempo en plantas con raíces y hojas. El procedimiento de colocación de estacas vivas es simple, económico y rápido. A continuación, se muestra en imágenes el proceso de colocación de estacas en diferentes métodos de restauración.
 - Ramas: Las ramas tienen generalmente un diámetro no menor de 1 cm y pueden ser de longitudes diferentes, de acuerdo con las necesidades del sistema a utilizar. Generalmente las ramas tienen una longitud entre 1 y 3 metros. Con este material se construyen sistemas de enramados o lechos de ramaje. Se proponen para zonas con mayor potencial erosivo y pendiente inferior a 20°.
 - Lecho de ramaje para protección de taludes no vegetados: Las bases de las ramas deben estar en contacto con una zona húmeda o mejor bajo el agua. Se sujeta mediante estacas clavadas en el terreno y un cosido de alambre entre las mismas. Una vez construido se cubre de tierra vegetal y se puede colocar encima una malla de fibra vegetal para proteger y sostener el sistema mientras germinan las ramas. El diseño se deberá adaptar a cada caso, en función de las circunstancias que se aprecien en el terreno. Es un método adecuado para protección de taludes en terraplén en la margen del barranco.

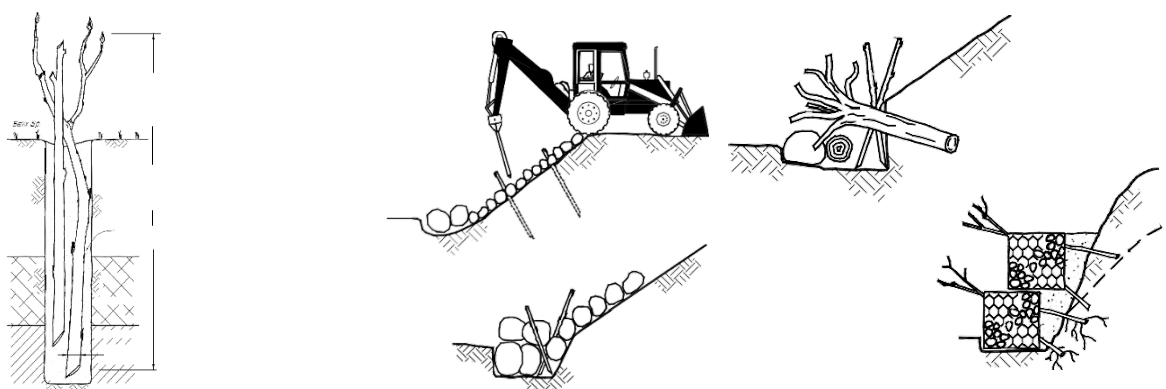


Figura 2: Control de la erosión con estacas y ramas.

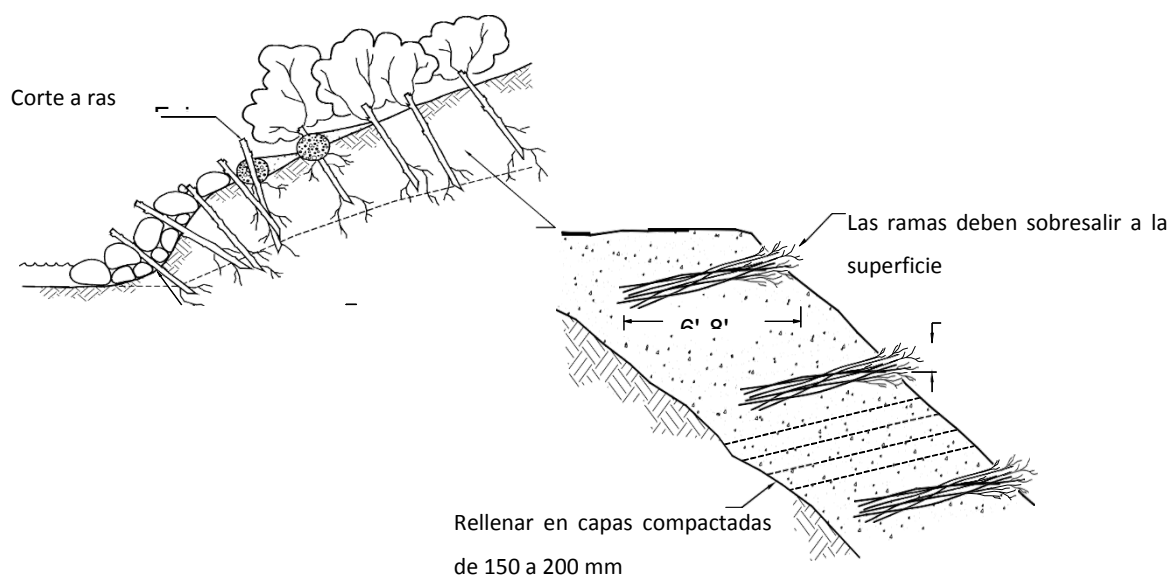


Figura 3: Control de la erosión con estacas vivas (izda.) y con ramas vivas en rellenos (dcha.).

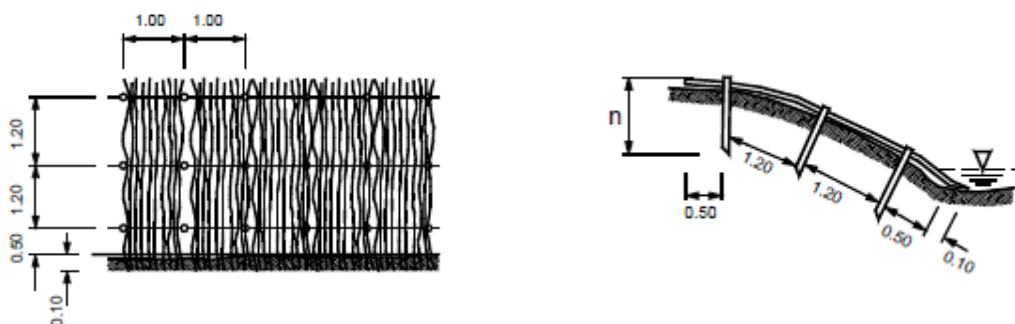


Figura 4: Lecho de ramaje en talud fluvial.

3.1.2 Conformación de taludes con bermas o bancales y escarificación para favorecer la restauración de la vegetación

Para revegetar taludes en las zonas secas, se debe tener presente que el principal requerimiento es maximizar la infiltración y acumulación de agua en el suelo, realizando una preparación adecuada del terreno. La siembra se realizará en los meses que presentan mayor índice de pluviosidad.

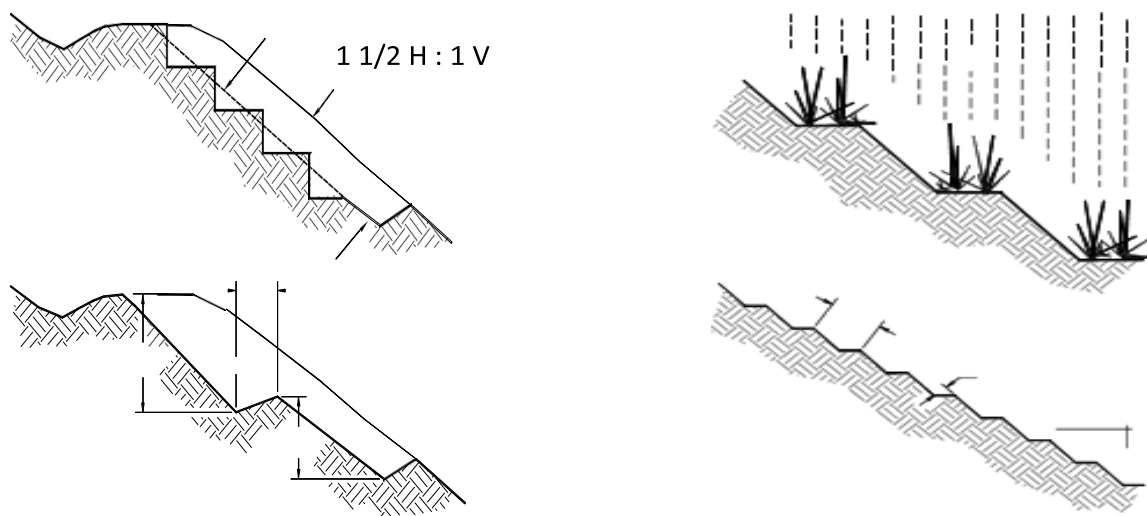


Figura 5: Taludes dentados.

Se favorecerá la instalación de la vegetación mediante la creación de superficies “aserradas” formadas por pequeños bancales con paso horizontal de 75 mm y vertical de 300 mm.

Para ayudar a mantener la humedad se pueden utilizar hidrorretenedores químicos, los cuales mejoran la capacidad de conservación de agua, pero su uso generalmente no se realiza a gran escala.

La colocación de diferentes tipos de *mulching*, especialmente adaptados a las condiciones predominantes en la zona, que favorezcan la acumulación de agua es una técnica muy utilizada, pero debe tenerse cuidado de no utilizar espesores demasiado altos que impidan el desarrollo de la vegetación.

No se realizarán taludes continuos de más de 4 metros de altura. En el caso que se supere dicha cota se deberá realizar una berma intermedia para facilitar la revegetación y el control de la erosión.

- Vegetación de taludes de fuerte pendiente: Se considera, como norma general, que no es posible establecer una buena cobertura vegetal en taludes de más de 60° de pendiente y es difícil de revegetar taludes de más de 45° de pendiente, porque el agua de lluvia no penetra en el suelo del talud en suficiente proporción para garantizar la humedad requerida por las raíces, ya que la infiltración es prácticamente nula.

En zonas de baja precipitación como el ámbito (menos de 600 mm/año) es prácticamente imposible establecer vegetación en taludes de pendiente superior a 1H:1V. (Helliwell, 1995).

Por ello se evitarán taludes de pendientes superiores a 45°, para favorecer, en lo posible, la instalación de la vegetación.

3.1.3 Sistemas de bioingeniería

3.1.3.1 Hileras de matorral

Las hileras de hierba son zanjas semitriangulares o terrazas dentro de las cuales se colocan o siembran hileras de ramas vivas de herbáceas o arbustivas. Sobre las plantas se coloca tierra vegetal o genérica del suelo de la zona.

Las zanjas tienen una profundidad entre 300 y 500 mm y la separación entre hileras es de 1 a 6 metros. Estas barreras actúan desde el mismo momento de su colocación como barreras para reducir la velocidad de la escorrentía y la sedimentación. Su uso es apropiado con taludes con una pendiente máxima 2H:1V.



Pendiente del talud	Separación entre hileras (metros)
1H:1V a 1.5H:1V	1 a 1.3
1.5H:1V a 2H:1V	1.3 a 1.5
2.1H:1V a 2.5H:1V	1.5 a 2
2.5H:1V a 4H:1V	1.8 a 2.4
3.5H:1V a 4H:1V	2.4 a 3.7
4.5H:1V a 5H:1V	3.1 a 6.1

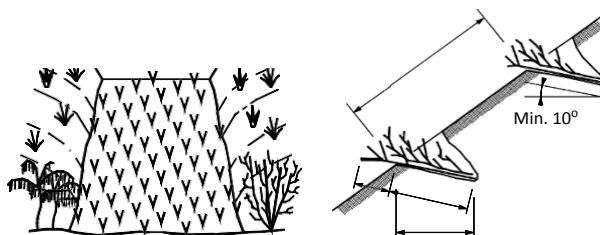


Figura 6: Separación recomendada para las hileras de matorral (McCullah, 2001).

3.1.3.2 Fajinas

Las fajinas son manojos semicilíndricos de ramas de material flexible de diámetro y longitud variable, (diámetro entre 0,20 y 0,40 m., longitudes entre 2 y 9 m), atadas con alambre o con soga de fibra orgánica o polipropileno cada 0,50 m aproximadamente. Las fajinas se elaboran con especies vegetales existentes en la región y que resisten las condiciones de trabajo, por lo general son *Salix*, lo que les aporta además la capacidad de germinar.

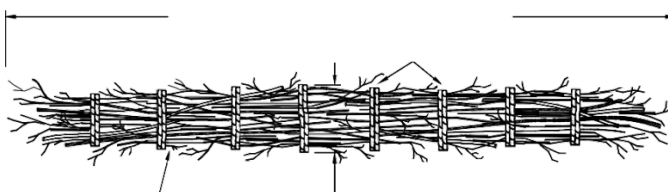


Figura 7: Esquema de una fajina.

Pendiente (nH:mH)	Distancia entre zanjas de fajinas (metros)	
	En líneas de igual nivel	Con pendiente para drenaje
1 : 1 a 1.5 : 1	1.0 a 1.2	0.6 a 1.0
1.5 : 1 a 2 : 1	1.2 a 1.5	1.0 a 1.5
2 : 1 a 2.5 : 1	1.5 a 1.8	1.0 a 1.5
2.5 : 1 a 3 : 1	1.8 a 2.4	1.2 a 1.5
3.5 : 1 a 4 : 1	2.4 a 2.7	1.5 a 2.0
4.5 : 1 a 5 : 1	2.7 a 3.0	1.8 a 2.4

Figura 8: Espaciamientos recomendados para fajinas (Gray y Sotir, 1996).

El uso de fajinas es muy versátil, pudiéndose adaptar como complemento a numerosas soluciones propuestas: estabilización de laderas, drenaje superficial, protección de estructuras frente a la erosión por transporte de finos, etc....



Figura 9: Colocación de fajina de drenaje con suelo en zanja.



En el caso de los depósitos de inertes pueden ser utilizadas en superficie como sistemas de drenaje (drenes subsuperficiales en espina de pez) para controlar la escorrentía superficial y evitar la erosión de la tierra vegetal.

3.1.3.3 Trenzado vivo

Son sistemas muy utilizados para la estabilización de taludes en cauces fluviales. Consiste en excavar una zanja por debajo del nivel de erosión transitoria. Seleccionar ramas de tarays y/o saos de grosor inferior a 5 cm. Clavar estacas de longitud 1,0-1,5 m y diámetro de 6-8 cm al tresbolillo y coser entre ellas con las ramas seleccionadas. Sirve para evitar la erosión y favorece la retención de finos.

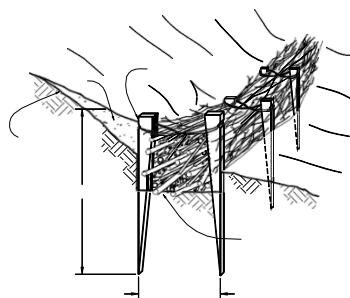


Figura 10: Trenzado vivo.

Un trezado vivo, deberá tener el material vegetal en contacto con el agua o zonas húmedas. El trezado en ladera podrá simplemente servir para disminuir la pendiente y permitir la instalación de la vegetación y la retención de humedad.

3.1.3.4 Características del suelo para los rellenos

El relleno de suelo a utilizarse en las capas de enramados debe ser de suelos mixtos compuestos por arena, grava y arcilla, y preferiblemente con materia orgánica o con nutrientes de abono. No se deben utilizar arenas, gravas limpias o arcillas plásticas.

Desde el punto de vista de Ingeniería el suelo a utilizar debe ser lo suficientemente permeable para permitir la presencia de aire y lo suficientemente impermeable para sostener la humedad por períodos largos de tiempo. Estas características las aporta el material de extracción previamente machacado a tamaños de árido de 0,5 a 2,5 cm.

3.1.3.5 Revestimiento con enramado vertical

Están constituidos por un cercado de estacas de seis a quince centímetros de diámetro y longitudes de 0,7 a 1,5 m., hincadas a distancias 0,3 a 0,5 m., y entretejidas con ramas o juncos de modo que formen un enrejado. Los enramados tienen altura de 0,3 a 0,6 m., y han de hincarse, por lo menos, 0,25 m. en el suelo. Tanto las estacas como las ramas o juncos han de enraizarse.

Para conseguir que todas las ramas del enramado enraícen, es necesario que todos los extremos enraizables penetren en la tierra.

3.1.3.6 Enramado horizontal:

Estos enramados consisten en mantas de ramas que cubren la totalidad de superficie del talud a proteger. Para su construcción se colocan estacas separadas aproximadamente 1,0 a 1,2 metros. Se extienden las ramas sobre la superficie del terreno y luego con alambres se amarran las ramas a las estacas, colocando si es necesario estacas adicionales para garantizar que las ramas estén en permanente contacto con la tierra.



Estas ramas después de que germinen generan una protección de hierbas con muy buena resistencia al flujo. Es muy importante que un especialista aconseje el tipo de ramas que se pueden utilizar para los enramados horizontales.

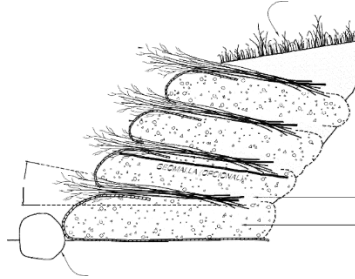


Figura 11: Enramado horizontal.

3.1.3.7 Enrejado vivo

El enzarzado consiste en estacas vivas enterradas, formando hileras, siguiendo aproximadamente las líneas de nivel. Entre las estacas se teje en el campo una red semivertical utilizando ramas y juncos.

Las ramas o paralés pueden sujetarse a las estacas con el sistema de tejido o adicionalmente mediante la utilización de alambres o sogas.

El enrejado tiene por objeto evitar la formación de surcos y sedimentar los materiales transportados por la escorrentía. Se realiza en zonas de mayor pendiente que las que resuelven las propuestas anteriores.

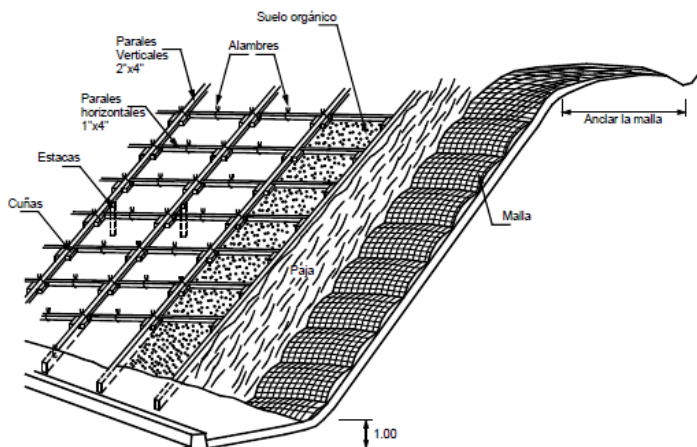


Figura 12: Enrejado vivo.

3.1.3.8 Sistema de escalera

Se realiza principalmente en zonas urbanas o periurbanas donde la estética del producto previo funcionamiento con el desarrollo de la vegetación es importante.

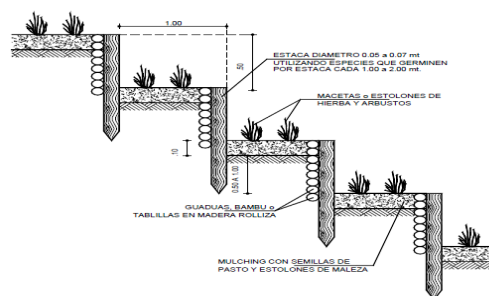


Figura 13: Sistema de escalera.

3.1.4 Especificaciones a tener en cuenta en la puesta en obra

La construcción de obras de bioingeniería requiere de una serie de cuidados con el objeto de garantizar la germinación y establecimiento de las especies vegetales y la eficiencia del control de erosión. Tanto el terreno como las plantas deben cuidarse para que no sean alterados. McCullah (2001) recomienda tener en cuenta entre otros los siguientes criterios:

- Temporada de siembra: Las especies vegetales deben ser cortadas y plantadas antes de la época de lluvias. Se recomienda analizar los datos de días lluviosos de las estaciones pluviométricas más cercanas. En todos los casos se requiere riego por lo menos durante el primer mes, con el objeto de garantizar la germinación de las especies vegetales.
- Selección de las plantas: Deben seleccionarse materiales de plantas que se adapten fácilmente a las condiciones del sitio y que además se establezcan fácilmente por estaca. Debe prescindirse ineludiblemente el uso de especies no nativas. Más del 50 % de las ramas deben encontrarse vivas, aunque se permiten algunas ramas muertas.
- Tamaño de las ramas: Para la mayoría de los casos las ramas deben tener 1,2 a 2,5 metros de longitud y un diámetro entre 20 y 50 milímetros. Para las fajinas los manojos deben tener de 2 a 10 metros de longitud y diámetros de 150 a 300 milímetros.
- Preparación de las ramas: Se recomienda presumergir en agua las ramas por un mínimo de 24 horas antes de colocarlas. En el caso de fajinas, éstas deben empacarse en manojos apretados. Las ramas deben mantenerse a la sombra hasta el momento de la siembra.
- Preparación de la superficie del terreno: La pendiente del talud debe ser lo suficientemente suave para impedir la erosión durante el periodo de germinación de las ramas. Generalmente se recomiendan taludes con pendientes inferiores a 2H: 1V. La superficie de la grada o zanja sobre la cual se van a colocar las ramas de vegetación debe tener una pendiente hacia dentro para facilitar la infiltración de humedad y al mismo tiempo garantizar la estabilidad del sistema.
- Colocación de las ramas: Las ramas deben colocarse inmediatamente después de que se realicen las excavaciones, para impedir la desecación del terreno. La disposición de las ramas será en espesores de aproximadamente 100 mm. en una configuración entrecruzada. Las puntas de las ramas deben sobresalir entre 150 y 300 mm de la superficie del terreno. Hay que cubrir las capas de vegetación con aproximadamente 150 mm de suelo orgánico de relleno o suelo fertilizado y compactar el suelo utilizando un pisón manual liviano.
 - En el caso de fajinas la profundidad de la zanja debe ser aproximadamente la mitad del diámetro de la fajina. No debe permitirse el paso de equipos de movimiento de tierras sobre los enramados. Por otro lado, si se especifica la colocación de estacas estas deben colocarse por debajo de las capas de ramas o fajinas. Las estacas deben tener mínimo 20 milímetros de diámetro.



- Colocación de las capas de suelo: Colocar las capas de suelo de relleno en espesores de 200 milímetros y compáctelas con equipo mecánico liviano. Tras la primera nueva capa de ramas a la altura especificada en el diseño, se repite el procedimiento.
- Protección de la superficie: Colocar sobre la superficie del terreno semillas y “mulching”, en tal forma que se genere una capa protectora de la superficie del talud. Para taludes de alta pendiente se debe colocar un manto sintético u orgánico anclado al terreno.
- Inspección y mantenimiento: Las obras de bioingeniería requieren de una inspección y mantenimiento muy estrictos, especialmente durante el primer año. Si se llegara a presentar un problema de erosión, éste debe corregirse inmediatamente.

3.2 Sistemas de protección de la vegetación

3.2.1 Sistemas sintéticos de confinamiento del suelo

Los sistemas de confinamiento del suelo consisten generalmente en una serie de celdas tipo panel, que forman una manta que al extenderse abre las celdas.

Las láminas de este material se anclan al suelo y se llenan con materiales orgánicos, creando una superficie parecida a la de un pavimento de celdas rellenas de suelo orgánico.

Estos productos son generalmente manufacturados con polietileno de alta densidad o poliéster no tejido. La instalación de estos sistemas es simple. Los elementos celulares pueden también construirse utilizando madera o elementos de hormigón.

El relleno se puede realizar con suelo vegetal, o con grava en función del tipo de terreno disponible. En este caso, el relleno con material de machaqueo de la extracción sería lo más apropiado.

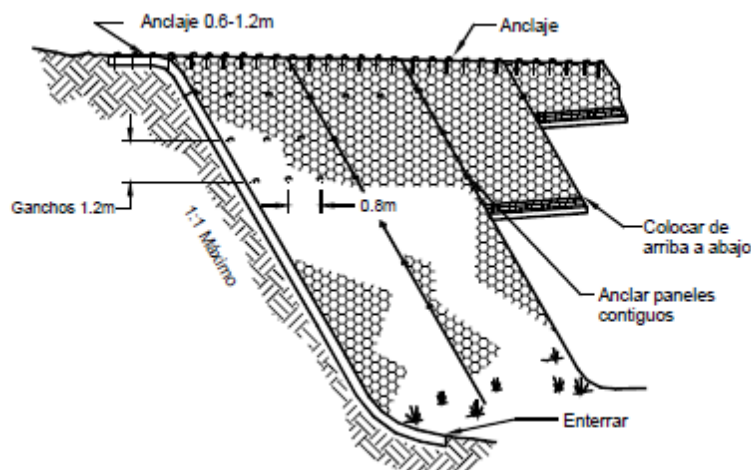


Figura 14: Sistemas sintéticos de confinamiento del suelo.

3.2.2 Revegetación de talud de gaviones

Los gaviones son cajas rectangulares de malla de alambre, rellenas de cantos o bloques de roca.

La vegetación de los muros de gaviones consiste en la colocación de ramas largas entre niveles de muro, en tal forma que éstas puedan enraizar en el suelo detrás del muro y sobresalgan de la superficie exterior del mismo.

Para facilitar el crecimiento de vegetación los gaviones deben rellenarse con cantos y suelo. El procedimiento de construcción es el siguiente:

- Se construye el primer nivel de gaviones relleno con tierra y suelo.
- Se cierran las mallas, se coloca una capa de suelo y sobre ellas una capa de ramas.



- Sobre las ramas se coloca nuevamente una capa de suelo.
- Se construye el segundo nivel de gaviones y se continúa con los niveles restantes siguiendo el mismo procedimiento.

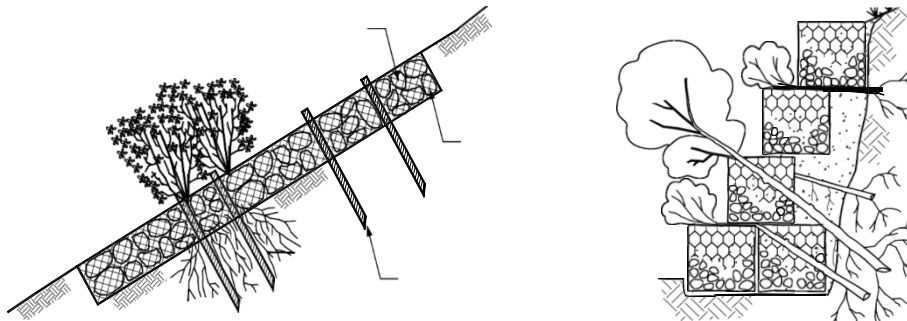


Figura 15: Revegetación de talud de gaviones.

Este sistema se presenta especialmente adecuado para zonas en las que no se dispone de suficiente espacio para colocar infraestructuras en la parte superior del muro, por lo que sería óptimo en el caso de taludes en el cauce del barranco de Arguinegún en su parte alta, una vez pasada Las Filipinas.

3.3 Alcance del proyecto de restauración

Se recomienda, más allá del presente documento, la realización de un proyecto de restauración detallado de las zonas afectadas. Este proyecto deberá contemplar los siguientes aspectos:

- Estudiar el territorio con el fin de obtener toda información descriptiva, a nivel de los factores condicionantes fundamentales como el clima, el suelo, la vegetación y el relieve.
- Describir, justificar y calcular las actuaciones y trabajos proyectados para la restauración, además de establecer un programa o calendario de trabajo para la realización de las mencionadas obras y trabajos.
- Evaluar los costes y elaborar los presupuestos necesarios para la ejecución de las obras y trabajos consignados en el proyecto.



3.3.1 Alternativas de modelos y técnicas de restauración por elementos protegidos

IMPACTOS DE LOS ELEMENTOS DEL PROYECTO	TÉCNICAS												
	Vegetalización sin semillas (plantación)	Vegetalización estacas	Vegetalización ramas	Taludes dentados	Hileras de matorral	Fajinas	Trenzado vivo	Trenzado	Enramado	Enrejado	Escalera	Suelo confinado	Gaviones revegetados
Estación desaladora e instalaciones aux.													
Afección a la vegetación													
Apertura de zanjas													
Camino a la central, senda turística y conducción													
Afección a la vegetación													
Desmonte en cauce													
Terraplén en cauce													
Desmonte en ladera													
Terraplén en ladera													
Embocadura del túnel													
Resto de caminos													
Afección a la vegetación													
Desmonte en ladera													
Terraplén en ladera													
Líneas eléctricas													
Afección a la vegetación													
Modificación topográfica													
Apertura de zanjas													
Zonas de ocupación permanente													
Eliminación de la vegetación													
Modificación topográfica													
Zonas de ocupación temporal													
Eliminación de la vegetación													
Modificación topográfica													
Depósitos de inertes													
Afección a la vegetación													
Modificación topográfica													



4 Resumen de los proyectos de restauración de los depósitos de inertes de Barranco del Vento y Cañada de la Vaca Sur

A continuación se exponen resumidamente los principales contenidos de los proyectos de restauración de los depósitos de Cañada de la Vaca Sur y Barranco del Vento, que pueden consultarse completamente en el documento “SCI2-GEN-AIN-MEAM-EST-020411-001-Proyectos de restauración de depósitos de inertes”, que incluye además las labores de preparación y rellenos de los depósitos.

4.1 Proyecto de restauración del depósito de Cañada de la Vaca Sur

4.1.1 Medidas de Restauración Superficial

El marco geobotánico en el que se encuadra el depósito de Cañada de la Vaca, cuyas características más determinantes, a grandes rasgos, son unas condiciones climáticas marcadas por las elevadas temperaturas medias en buena parte del año (por encima de 15°C entre marzo y diciembre, y entre 18°C-20°C entre mayo y noviembre; media anual de 18,5°C), la escasez de precipitaciones y su alta variabilidad interanual (200-400 mm/año), la fuerte insolación y escasa humedad ambiental y edáfica, ejercen de principio rector en la definición de las líneas estratégicas de las actuaciones tanto de revegetación, en tanto que las condiciones resultan a priori poco favorables para la aplicación de ciertos métodos (hidrosiembras, etc.), como de las acciones destinadas a la salvaguarda y mitigación de los riesgos ambientales, toda vez que los fenómenos climáticos extremos pueden conllevar aquí repercusiones significativas relacionadas con los procesos erosivos y la movilización de material por gravedad, jugando en este sentido un papel elemental en la reducción del riesgo la generación de una cubierta vegetal.

De esta forma, a bien de alcanzar exitosamente los objetivos de restauración superficial, se ha optado por un modelo apoyado en el concepto de *Regeneración Natural Asistida*. Esta aproximación, especialmente apropiada para actuaciones en entornos subáridos donde la implementación y mantenimiento, y en consecuencia la eficacia de las restauraciones suele conllevar elevados costes económicos y altas tasas de fracaso, se apoya en el principio de aplicar técnicas destinadas a favorecer la regeneración natural de las zonas afectadas. De esta forma se propicia el autosostenimiento en el tiempo de la propia vegetación, al focalizarse las acciones en la recuperación de las relaciones y dinámicas naturales intrínsecas a las comunidades de vegetación propias de este espacio.

Para ello, se pondrán en práctica distintas técnicas: protección y conservación de la vegetación natural (rodales de tabaibal amargo con retamar de cumbre) que orla la zona (futuros focos de propagación), plantaciones de apoyo, eliminación de elementos invasores identificados como pitas (*Agave americana*) y tuneras (*Opuntia spp.*) en la parte próxima al depósito, o al menos durante el seguimiento post-restauración, evitando que surjan estas especies, etc.

A largo plazo, se entiende como un método científicamente consistente y sensato para tratar de lograr las metas propuestas, y no caer en empresas y enfoques estandarizados y generalistas que profundizan en la banalización de las actuaciones de esta naturaleza.

Por último, es preciso indicar que todas las acciones de restauración superficial están encaminadas a preservar la estructura ecosistémica y la disponibilidad de puntos de refugio, cría y alimentación para la fauna existentes en la actualidad.

4.1.1.1 Preparación Previa de la Zona de Actuación

A continuación, y de forma adicional y complementaria a lo expuesto en apartados previos, se ponen de manifiesto las principales acciones a llevar a cabo con antelación a las labores de revegetación.



- Como parte del modelo de regeneración natural propuesto, se recomienda la recolección y conservación del suelo vegetal o broza superficial en la medida de lo posible. Esta estrategia favorece sustancialmente la disponibilidad de semillas, la recolonización efectiva con especies nativas y la magnificación del alcance de la revegetación en su conjunto. En las escuetas zonas con suelo vegetal, se rescatarán los primeros centímetros de suelo vegetal, con un mínimo de 5-10 cm y un máximo de 30 cm; la recolección se llevará a cabo con maquinaria específica y antes del paso de otros vehículos para evitar su compactación. Dado que en el entorno del depósito de cañada de la Vaca proliferan los suelos rocosos coherentes, delgados y/o esqueléticos, la disponibilidad de tierra vegetal será muy limitada, e imposibilitará localmente su recolección por métodos mecánicos convencionales. No obstante, en planos allanados el banco de semillas forma parte de la broza; bajo estas condiciones topográficamente favorables, se realizará el barrido localizado de la broza y capa superficial de suelo para su posterior dispersión.
- Conforme progresen las labores de adecuación topográfica del depósito, se procederá a la descompactación paulatina de los suelos afectados por el tránsito de maquinaria, movimientos de tierra, zonas de acopio, etc. Con esta medida se pretende evitar unas condiciones previas que limiten o impidan el posterior desarrollo de vegetación. Para ello se realizará un arado superficial pleno, mediante un tractor de ruedas o cadenas, equipado con grada de discos o apero de púas, siendo la profundidad de labor mínima de 15-20 cm. En la mayor parte de las zonas, tras su descompactación, el suelo quedará suelto y mullido, condiciones favorables para la instalación de la vegetación.
- El suelo vegetal, banco de semillas de la broza superficial, u otros materiales adecuados para la preparación de los suelos que se obtengan, deberán ser almacenados in situ, de forma que se conserven durante el tiempo necesario hasta su uso todas sus capacidades, impidiendo su dispersión y esparcimiento por la lluvia y el viento.
- En condiciones climáticas favorables, a ser posible en periodo de calma y tras las primeras lluvias otoñales (octubre-noviembre), se procederá a deposición y extendido en las zonas a restaurar del sustrato acopiado para mejorar la capacidad de arraigo de las plantaciones.
- Una vez depositado el suelo acopiado, para favorecer la estabilidad de este en las zonas con mayor desnivel, se valorará la idoneidad de usar fajinas hechas con ramillas secas transversales a la pendiente, para evitar su traslación gravitacional y acumulación en la base. De esta forma, se consigue impedir la pérdida de suelo aportado, y además mitigará la erosión y el transporte de finos. La distancia entre las fajinas y/o zanjas dependerá de la longitud de los taludes finales y su pendiente.

4.1.1.2 Modelos de Plantación

Para dar cobertura a la superficie a restaurar mediante plantaciones, se ha previsto un único modelo de plantación, dado que la escasa superficie del área de actuación (en torno a las 2 ha) y su homogeneidad ecosistémica, no requiere de planteamientos sustancialmente diferenciados. Se estima que este modelo de revegetación propuesto se aplicará de forma disgregada en los aproximadamente 20.000 m² de superficie máxima del depósito de inertes, alcanzando aproximadamente las plantaciones directas una ratio del orden de 2/5 partes de esta superficie: 8.000 - 9.000 m².

De esta forma, además de favorecer el restablecimiento de la vegetación natural en la nueva topografía generada (adaptada a las formas del entorno) y restituir su paisaje vegetal previo, se tratará de frenar y revertir las consecuencias negativas derivadas del efecto borde, situación actualmente patente en el entorno como consecuencia de la existencia de numerosas pistas, sendas, etc.



Respecto a la capacidad de la vegetación para integrar paisajísticamente el depósito previsto, se considera que el establecimiento de vegetación ayudará, por las formas ligeras y homogéneas características del tabaibal-retamar, a la obtención de composiciones formalmente naturalizadas en los nuevos perfiles generados. Se entiende que, la aplicación del modelo de plantación previsto (especies y densidades) no ha de cubrir necesariamente la totalidad de la superficie a restaurar, si no alcanzar en un orden de magnitud lógico y realizable, los objetivos planteados en el presente proyecto de restauración, pudiéndose adaptar las densidades de las plantaciones según las condiciones.

4.1.1.2.1 Modelo 1. Tabaibal Amargo con Retama de Cumbre en Condiciones de Aridez Ambiental y Edáfica

El modelo se aplicará en la totalidad de la superficie a restaurar, incluyendo las de mayor pendiente y aquellas de topografía alomada. En términos generales, desde un punto de vista topográfico el emplazamiento responderá a un contexto geomorfológico expuesto a la elevada insolación y los vientos propios de zonas culminantes, y presentará amplias zonas con suelos poco desarrollados y esqueléticos, donde de forma natural se desarrollan actualmente formaciones con baja a moderada densidad de ejemplares.

En estas condiciones se plantarán ejemplares de las siguientes especies con la densidad por metro cuadrado que se indican a continuación, en composiciones completas o variadas, según el caso:

- Tabaiba amarga (*Euphorbia regis-jubae*) – 0,4 plántulas.
- Retama de cumbre (*Teline microphylla*) – 0,4 plántulas.
- Bolillo (*Sonchus leptcephalus*) – 0,1 plántulas.
- Verode (*Kleinia neriifolia*) – 0,2 plántulas.
- Incienso canario (*Artemisia thuscula*) – 0,2 plántulas.
- Taginaste blanco (*Echium decaisnei*) – 0,1 plántulas.

A priori, y salvo que la administración considere lo contrario, se ha optado por no ejecutar hidrosiembras. Distintos estudios recientes (Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., y Alfaya, V., eds. 2011. *Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas. Fundación Biodiversidad, Madrid, España. Fundación Biodiversidad 2011*) desaconsejan esta técnica en entornos con ombroclimas poco favorables. Entre otras razones, parece probado que en situaciones de aridez las hidrosiembras (y en cierta medida también las plantaciones) muestran una gran incertidumbre sobre su viabilidad, siendo preciso evaluar el esfuerzo e inversión que conllevan en relación con las probabilidades de éxito. En un entorno como el que nos ocupa, donde las precipitaciones medias anuales apenas alcanzan los 200-400 mm, parece recomendable favorecer la recuperación de la cubierta vegetal mediante otras técnicas indirectas y directas, como la correcta conservación de las manchas de vegetación anexas (focos de propagación) y las plantaciones de apoyo; de hecho, el estudio citado especifica que la llegada de semillas de forma espontánea es de un orden de magnitud superior al del aporte por hidrosiembra, y que la mayoría de las semillas que alcanzan un talud proceden de fragmentos próximos de vegetación ya existente.

4.1.1.3 Procedencia y Conservación de las Plantas

Las plantas deberán proceder de vivero, serán suministradas con 1 ó 2 savias, en contenedor, y deberán disponer de certificación de especie y procedencia, a ser posible de las instalaciones acreditadas de la administración insular o regional. Para ciertas especies (balillo, incienso canario), podrá valorarse la idoneidad de realizar una campaña de adquisición y/o recolección de semillas



para su posterior dispersión en el entorno, en estrecha coordinación con el órgano ambiental competente.

El lugar de destino de los ejemplares obtenidos para la plantación deberá de estar debidamente acondicionado y contar con los recursos necesarios para su conservación hasta su plantación final.

El espacio seleccionado para recibir a las plantas deberá contar con una configuración que garantice la adecuada protección de estas:

- Frente al viento, la excesiva insolación y las lluvias torrenciales.
- Frente a la herbivoría.
- Frente a las plagas.

Contará con al menos alguno de los siguientes sistemas de riego convencionales:

- Por goteo.
- Por aspersión.
- Bandejas-marco inundables.
- Mangueras.

Se procederá al riego periódico de las plantas conforme dicten las necesidades, variables en función del desarrollo temporal de las actuaciones en relación con el régimen de evapotranspiración, las condiciones de las instalaciones receptoras y el comportamiento fenológico de cada especie. En cualquier caso, se garantizará la inexistencia de riegos deficientes.

De estimarse necesario, se aportarán abonos preferentemente de origen ecológico para fortalecer el estado de las plántulas de forma que se encuentre en su óptimo para afrontar su plantación con las mayores garantías.

En la medida que se presente como necesario realizar tratamientos fitosanitarios para el control de plagas, se primará el uso de productos ecológicos. De persistir los problemas se podrá proceder al uso de tratamientos químicos convencionales, conforme a la legislación aplicable vigente. En caso de daños a ejemplares se tratarán con podas de saneamiento, curación de heridas, etc.

Los contenedores y bandejas que alberguen las plantas deberán tener el tamaño y volumen y tipo de sustrato adecuados, en función del tipo de ejemplares. Se primará el uso de recipientes biodegradables y/o compuestos de material PET reciclado.

4.1.1.4 Técnicas de Plantación

- En paralelo al esparcimiento de los suelos, se procederá a las labores de apertura de hoyos para las plantaciones de apoyo que favorezcan la regeneración natural asistida, en los términos definidos en el apartado “Modelos de plantación”. En este sentido, la provisión se realizará en coordinación con autoridad ambiental de la isla, y en cualquier caso atenderá exclusivamente a especies que formen parte de los cortejos florísticos de las comunidades características del dominio bioclimático meso canario a sotavento de los alisios de Gran Canaria.
- La apertura de los hoyos y ejecución de las plantaciones será manual, con azada o herramienta similar, nunca por medios mecánicos, de forma que se evite la recompactación de los suelos.
- La siembra de ejemplares se realizará tras las primeras lluvias, una vez acabado el periodo estival. En caso de que las lluvias cesen o sean insuficientes tras las plantaciones, se aportarán riegos para mejorar las condiciones de arraigo y supervivencia. En cualquier caso, tras la plantación se aportará un riego inicial para mejorar las condiciones de arraigo



y supervivencia. En su caso, la dispersión de semillas podrá realizarse en cualquier época una vez el suelo esté descompactado.

- Deberán instalarse tubos protectores individuales para proteger los plantones de matorral de la herbivoría. Estos tubos protectores serán preferentemente biodegradables y de tipo malla, debido a que las altas temperaturas alcanzadas en verano desaconsejan el uso de tubos tipo invernadero. Adicionalmente, se valorará el uso de hidrogel u otras soluciones en la plantación para maximizar el éxito en un entorno con escasa precipitación media al que se añada un acusado estiaje.

4.1.1.5 Planificación Temporal Básica

- El rescate por barrido o con maquinaria de la tierra vegetal y la broza superficial que contiene el banco de semillas, se realizará con antelación a cualquier acción del proyecto, para evitar la compactación y deterioro del sustrato destinado a su posterior esparcimiento.
- El acopio de tierras a reutilizar posteriormente se llevará a cabo en paralelo a las acciones que conlleven movimientos de tierra, por lo que estas acciones deberán ajustarse al cronograma general del proyecto de restauración, pudiéndose realizar en cualquier mes.
- Para los trabajos previos de preparación de los terrenos mediante la descompactación de los mismos, el extendido y deposición de tierras, así como para la preparación de las zonas donde se realizarán las plantaciones, si será necesario que hayan terminado las acciones previas, para evitar el pisoteo de los mismos, así como para replantar estas con el proyecto *as built*. Estas acciones deberían realizarse preferentemente a lo largo de los meses previos a las lluvias otoñales, para que el terreno estuviera listo para empezar a recibir plantas con las primeras precipitaciones. Se recomienda que el ahoyado se realice preferentemente 1-2 meses antes de la plantación, para que así el material pueda empezar a disgregarse y evitar la aparición de bolsas de aire que dificulten el futuro desarrollo de las plantas.
- Las plantaciones deben realizarse una vez que se haya finalizado la instalación del vallado perimetral, para evitar posibles daños, y siempre en periodo hídricamente favorable, preferiblemente en los meses con mayores precipitaciones medias en el entorno (noviembre a febrero). La base de la toma de decisión sobre estas fechas se fundamenta en que la capacidad de las plantas jóvenes para sobrevivir a la aridez estival depende en buena medida del desarrollo de un adecuado sistema radical; en consecuencia, estas fechas deberán ser determinadas con mayor exactitud una vez se cuente con más información sobre las condiciones climáticas reinantes (balance hídrico, humedad del suelo, tendencia estimada, etc.) y el momento de ejecución de los trabajos esté más próximo.

4.1.2 Mantenimiento y Seguimiento

A fin de garantizar la viabilidad de la restauración superficial y evaluar la eficacia de las acciones para favorecer la cubierta vegetal en las zonas intervenidas, se exponen la siguiente serie de directrices a seguir:

- Se deberá realizar un correcto mantenimiento y seguimiento de las zonas a revegetar, garantizando el riego periódico durante un mínimo de los primeros 2-3 años para favorecer la supervivencia de las plantaciones, mejorando las condiciones de arraigo, en especial durante el estío o bajo condiciones climatológicas estacionales adversas. Se realizarán riegos de mantenimiento con una periodicidad mínima de dos veces mensuales en aquellos meses con precipitación inferior a 15-20 mm, que por lo general corresponden, en el entorno de las actuaciones, con buena parte de los meses del año (de mayo a



septiembre). En caso de que se dilaten los periodos de sequía severos, se practicarán cuantos riegos de emergencia sean oportunos.

- Se vigilará periódicamente la adecuada sujeción y conservación de los tubos protectores de las plantas. Tras dos años, en función del crecimiento alcanzado por cada ejemplar, se practicará su retirada y correcta gestión, o bien se mantendrán o sustituirán por otros en caso de encontrarse en mal estado.
- Pasado un año, en las zonas donde sea evidente que la restauración vegetal no está siendo exitosa, se estudiará la idoneidad de volver a replantar a partir de otras técnicas, o de realizar revegetaciones en zonas o condiciones más favorables.
- Se realizará una evaluación de los resultados de la restitución vegetal pasados 4 años desde la su realización para valorar la eficacia de las acciones llevadas a cabo y determinar la necesidad o no de ampliar con labores de refuerzo (marras).
- Se prestará especial atención a la no aparición de rodales de especies pioneras invasoras como el venenero (*Nicotiana glauca*), tuneras (*Opuntia ficus-indica*) o pitas (*Agave americana*) una vez transcurridos unos meses desde la finalización de la revegetación. En caso de detectarse la presencia de estas u otras especies invasoras, se programará una campaña de control y erradicación conforme a las directrices contenidas en los documentos técnicos de referencia de rango regional y nacional, y en estrecha coordinación con el órgano ambiental competente.

4.2 Proyecto de restauración del depósito de Barranco del Vento

4.2.1 Medidas de Restauración Superficial

El marco geobotánico en el que se encuadra el depósito previsto, cuyas características más determinantes, a grandes rasgos, son unas condiciones climáticas marcadas por la estabilidad térmica y la acentuada escasez de precipitaciones, ejerce de principio rector en la definición de las líneas estratégicas de las actuaciones tanto de revegetación, en tanto que las condiciones resultan a priori poco favorables para la aplicación de ciertos métodos (hidrosiembras, etc.), como de las acciones destinadas a la salvaguarda y mitigación de los riesgos ambientales, toda vez que los fenómenos climáticos extremos pueden conllevar aquí repercusiones significativas relacionadas con los procesos erosivos y la movilización de material por gravedad, jugando en este sentido un papel elemental en la reducción del riesgo la generación de una cubierta vegetal.

De esta forma, a bien de alcanzar exitosamente los objetivos de restauración superficial, mejorando incluso las condiciones ambientales y paisajísticas actuales, se ha optado por un modelo apoyado en el concepto de *Regeneración Natural Asistida*. Esta aproximación, especialmente apropiada para actuaciones en entornos áridos donde la implementación y mantenimiento, y en consecuencia la eficacia de las restauraciones suele conllevar elevados costes económicos y altas tasas de fracaso, se apoya en el principio rector de aplicar técnicas destinadas a favorecer la regeneración natural de las zonas afectadas. De esta forma se propicia el autosostenimiento en el tiempo de la propia vegetación, al focalizarse las acciones en la recuperación de las relaciones y dinámicas naturales intrínsecas a las comunidades de vegetación propias de este espacio.

Para ello, se pondrán en práctica distintas técnicas: protección y conservación de la vegetación natural (algunos rodales de tabaibal dulce) que orla la zona (futuros focos de propagación), plantaciones de apoyos, eliminación de elementos invasores, etc.

A largo plazo, se entiende como un método científicamente consistente y sensato para tratar de lograr las metas propuestas, y no caer en empresas y enfoques estandarizados y generalistas que profundizan en la banalización de las actuaciones de esta naturaleza.



Por último, es preciso indicar que todas las acciones de restauración superficial previstas favorecerán la diversificación de la estructura ecosistémica y la disponibilidad de puntos de refugio, cría y alimentación para la fauna.

4.2.1.1 Preparación previa de la Zona de Actuación

A continuación, y de forma adicional y complementaria a lo expuesto en apartados previos, se ponen de manifiesto las principales acciones a llevar a cabo con antelación a las labores de revegetación.

- Conforme progresen las labores de adecuación topográfica del depósito, se procederá a la descompactación paulatina de los suelos afectados por el tránsito de maquinaria, movimientos de tierra, zonas de acopio, etc. Con esta medida se pretende evitar unas condiciones previas que limiten o impidan el posterior desarrollo de vegetación. Para ello se realizará un arado superficial pleno, mediante un tractor de ruedas o cadenas, equipado con grada de discos o apero de púas, siendo la profundidad de labor mínima de 15-20 cm. En la mayor parte de las zonas, tras su descompactación, el suelo quedará suelto y mullido, condiciones favorables para la instalación de la vegetación.
- El suelo vegetal, banco de semillas de la broza superficial, u otros materiales adecuados para la preparación de los suelos que se obtengan, deberán ser almacenados in situ, de forma que se conserven durante el tiempo necesario hasta su uso todas sus capacidades, impidiendo su dispersión y esparcimiento por la lluvia y el viento.
- En condiciones climáticas favorables, a ser posible en periodo de calma y tras las primeras lluvias otoñales, se procederá a deposición y extendido en las zonas a restaurar del sustrato acopiado para mejorar la capacidad de arraigo de las plantaciones.
- Una vez depositado el suelo acopiado, para favorecer la estabilidad del mismo en las zonas con mayor pendiente (superiores al 50-70 %), se valorará la idoneidad de usar fajinas hechas con ramillas secas transversales a la pendiente, para evitar su traslación gravitacional y acumulación en la base. De esta forma, se consigue impedir la pérdida de suelo aportado, y además mitigará la erosión y el transporte de finos. La distancia entre las fajinas y/o zanjas dependerá de la longitud de los taludes finales y su pendiente.

4.2.1.2 Modelos de Plantación

Para dar cobertura a la superficie a restaurar mediante plantaciones, se trazan dos modelos de restauración diferenciados. Se estima que los distintos modelos de revegetación propuestos se aplicarán de forma disgregada en los aproximadamente 69.000 m² de superficie máxima del depósito de inertes, alcanzando aproximadamente las plantaciones directas una ratio aproximado de 2/5 partes de esta superficie: 18.000 - 20.000 m².

De esta forma, además de favorecer el establecimiento de la vegetación natural en la nueva topografía generada y recuperar una zona actualmente muy degradada, se tratará de frenar y revertir las consecuencias negativas derivadas del efecto borde, situación actualmente patente en el entorno como consecuencia de la existencia de vías de comunicación, pistas, etc.

Respecto a la capacidad de la vegetación para integrar paisajísticamente la actuación prevista, se considera que el establecimiento de vegetación en toda la superficie ayudará, por las formas almohadilladas características de, por ejemplo, las tabaibas, a la obtención de composiciones formalmente naturalizadas en los nuevos perfiles generados. Se entiende que, dada la magnitud de las zonas a restaurar, la aplicación de los distintos modelos (número de ejemplares, especies y densidades de la revegetación) no ha de cubrir la totalidad de la superficie a restaurar, si no alcanzar en un orden de magnitud lógico y realizable, los objetivos planteados en el presente proyecto de restauración, pudiéndose adaptar las densidades de las plantaciones según las condiciones.



4.2.1.2.1 Modelo 1. Tabaibal Dulce en Condiciones de Aridez Ambiental y Edáfica

Este modelo se aplicará en la práctica totalidad de la superficie a restaurar, incluyendo las de mayor pendiente y aquellas de topografía más allanada. Por lo general, estas zonas corresponderán con posiciones expuestas y suelos esqueléticos, donde de forma natural se desarrollan formaciones y con escasa a moderada densidad de ejemplares.

En estas condiciones se plantarán ejemplares de las siguientes especies con la densidad por metro cuadrado que se indican a continuación, en composiciones completas o variadas, según el caso:

- Tabaiba dulce (*Euphorbia balsamifera*) – 0,4 plántulas.
- Cardoncillo (*Ceropegia fusca*) – 0,2 plántulas.
- Balo (*Plocama pendula*) – 0,2 plántulas.
- Verode (*Kleinia neriifolia*) – 0,2 plántulas.
- Cardón (*Euphorbia canariensis*) – 0,2 plántulas. Exclusivamente en las pendientes más resguardadas orientados al E.
- Cornical (*Periplica laevigata*) – 0,2 plántulas. Al pie de los cardones.

4.2.1.2.2 Modelo 2. Comunidades de Fondo de Barranco

Modelo especialmente dirigido a las vaguadas, donde tratará de recrear el paisaje vegetal potencial de barranquillos y otras líneas de drenaje menores.

En estas condiciones se plantarán ejemplares de las siguientes especies con la densidad por metro cuadrado que se indican a continuación:

- Taray (*Tamarix canariensis*) – 0,3 plántulas. Exclusivamente en fondos y bordes de vaguadas sometidas a suficiente insolación.
- Balo (*Plocama pendula*) – 0,5 plántulas. En todos los bordes del fondo de vaguadas y ejes drenantes.
- Verode (*Kleinia neriifolia*) – 0,1 plántulas. Al pie de las vaguadas.

A priori, y salvo que la administración considere lo contrario, se ha optado por no ejecutar hidrosiembras. Distintos estudios recientes (Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., y Alfaya, V., eds. 2011. *Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas. Fundación Biodiversidad, Madrid, España. Fundación Biodiversidad 2011*) desaconsejan esta técnica en entornos con ombroclimas poco favorables. Entre otras razones, parece probado que en situaciones de aridez las hidrosiembras (y en cierta medida también las plantaciones) muestran una gran incertidumbre sobre su viabilidad, siendo preciso evaluar el esfuerzo e inversión que conllevan en relación con las probabilidades de éxito. En un entorno como el que nos ocupa, donde las precipitaciones medias anuales apenas alcanzan los 100-200 mm, parece recomendable favorecer la recuperación de la cubierta vegetal mediante otras técnicas indirectas y directas, como la correcta conservación de las manchas de vegetación anexas y las plantaciones de apoyo; de hecho, el estudio citado especifica que la llegada de semillas de forma espontánea es de un orden de magnitud superior al del aporte por hidrosiembra, y que la mayoría de las semillas que alcanzan un talud proceden de fragmentos próximos de vegetación ya existente.



4.2.1.3 Procedencia y Conservación de las Plantas

Las plantas deberán proceder de vivero, serán suministradas con 1 ó 2 savias, en contenedor, y deberán disponer de certificación de especie y procedencia, a ser posible de las instalaciones acreditadas de la administración insular o regional.

El lugar de destino de los ejemplares obtenidos para la plantación deberá de estar debidamente acondicionado y contar con los recursos necesarios para su conservación hasta su plantación final.

El espacio seleccionado para recibir a las plantas deberá contar con una configuración que garantice la adecuada protección de estas:

- Frente al viento, la excesiva insolación y las lluvias torrenciales.
- Frente a la herbivoría.
- Frente a las plagas.

Contará con al menos alguno de los siguientes sistemas de riego convencionales:

- Por goteo.
- Por aspersión.
- Bandejas-marco inundables.
- Mangueras.

Se procederá al riego periódico de las plantas conforme dicten las necesidades, variables en función del desarrollo temporal de las actuaciones en relación con el régimen de evapotranspiración, las condiciones de las instalaciones receptoras y el comportamiento fenológico de cada especie. En cualquier caso, se garantizará la inexistencia de riegos deficientes.

De estimarse necesario, se aportarán abonos preferentemente de origen ecológico para fortalecer el estado de las plántulas de forma que se encuentre en su óptimo para afrontar su plantación con las mayores garantías.

En la medida que se presente como necesario realizar tratamientos fitosanitarios para el control de plagas, se primará el uso de productos ecológicos. De persistir los problemas se podrá proceder al uso de tratamientos químicos convencionales, conforme a la legislación aplicable vigente. En caso de daños a ejemplares se tratarán con podas de saneamiento, curación de heridas, etc.

Los contenedores y bandejas que alberguen las plantas deberán tener el tamaño y volumen y tipo de sustrato adecuados, en función del tipo de ejemplares. Se primará el uso de recipientes biodegradables y/o compuestos de material PET reciclado.

4.2.1.4 Técnicas de Plantación

- En paralelo al esparcimiento de los suelos, se procederá a las labores de apertura de hoyos para las plantaciones de apoyo que favorezcan la regeneración natural asistida, en los términos definidos en el apartado “Modelos de plantación”. En este sentido, la provisión se realizará en coordinación con autoridad ambiental de la isla, y en cualquier caso atenderá exclusivamente a especies que formen parte de los cortejos florísticos de las comunidades características del dominio bioclimático infracanario de S de Gran Canaria.
- La apertura de los hoyos y ejecución de las plantaciones será manual, con azada o herramienta similar, nunca por medios mecánicos, de forma que se evite la recompactación de los suelos.
- La siembra de ejemplares se realizará tras las primeras lluvias, una vez acabado el periodo estival. En caso de que las lluvias cesen o sean insuficientes tras las plantaciones, se aportarán riegos para mejorar las condiciones de arraigo y supervivencia. En cualquier



caso, tras la plantación se aportará un riego inicial para mejorar las condiciones de arraigo y supervivencia.

- Deberán instalarse tubos protectores individuales para proteger los plantones de matorral de la herbivoría. Estos tubos protectores serán preferentemente biodegradables y de tipo malla, debido a que las altas temperaturas alcanzadas en verano desaconsejan el uso de tubos tipo invernadero. Adicionalmente, se valorará el uso de hidrogel u otras soluciones en la plantación para maximizar el éxito en un entorno con escasa precipitación media al que se añade un acusado estiaje.

4.2.1.5 Planificación Temporal Básica

- El acopio de tierras a reutilizar posteriormente se llevará a cabo en paralelo a las acciones que conlleven movimientos de tierra, por lo que estas acciones deberán ajustarse al cronograma general del proyecto de restauración, pudiéndose realizar en cualquier mes.
- Para los trabajos previos de preparación de los terrenos mediante la descompactación de los mismos, el extendido y deposición de tierras, así como para la preparación de las zonas donde se realizarán las plantaciones, si será necesario que hayan terminado las acciones previas, para evitar el pisoteo de los mismos, así como para replantar estas con el proyecto *as built*. Estas acciones deberían realizarse preferentemente a lo largo de los meses previos a las lluvias otoñales, para que el terreno estuviera listo para empezar a recibir plantas con las primeras precipitaciones. Se recomienda que el ahoyado se realice preferentemente 1-2 meses antes de la plantación, para que así el material pueda empezar a disgregarse y evitar la aparición de bolsas de aire que dificulten el futuro desarrollo de las plantas.
- Las plantaciones deben realizarse una vez que se haya finalizado la instalación del vallado perimetral, para evitar posibles daños, y siempre en periodo hídricamente favorable, preferiblemente en los meses con mayores precipitaciones medias en el entorno. La base de la toma de decisión sobre estas fechas se fundamenta en que la capacidad de las plantas jóvenes para sobrevivir a la aridez estival depende en buena medida del desarrollo de un adecuado sistema radical; en consecuencia, estas fechas deberán ser determinadas con mayor exactitud una vez se cuente con más información sobre las condiciones climáticas reinantes (balance hídrico, humedad del suelo, tendencia estimada, etc.) y el momento de ejecución de los trabajos esté más próximo.

4.2.1.6 Mantenimiento y Seguimiento

A fin de garantizar la viabilidad de la restauración superficial y evaluar la eficacia de las acciones para favorecer la cubierta vegetal en las zonas intervenidas, se exponen la siguiente serie de directrices a seguir:

- Se deberá realizar un correcto mantenimiento y seguimiento de las zonas a revegetar, garantizando el riego periódico durante un mínimo de los primeros 2-3 años para favorecer la supervivencia de las plantaciones, mejorando las condiciones de arraigo, en especial durante el estío o bajo condiciones climatológicas estacionales adversas. Se realizarán riegos de mantenimiento con una periodicidad mínima de dos veces mensuales en aquellos meses con precipitación inferior a 15-20 mm, que por lo general corresponden, en el entorno de las actuaciones, con buena parte de los meses del año. En caso de que se dilaten los periodos de sequía severos, se practicarán cuantos riegos de emergencia sean oportunos.
- Se vigilará periódicamente la adecuada sujeción y conservación de los tubos protectores de las plantas. Tras dos años, en función del crecimiento alcanzado por cada ejemplar, se



Actualización del Estudio de Impacto Ambiental. Modificado II
Modelos y alternativas de restauración

practicará su retirada y correcta gestión, o bien se mantendrán o sustituirán por otros en caso de encontrarse en mal estado.

- Pasado un año, en las zonas donde sea evidente que la restauración vegetal no está siendo exitosa, se estudiará la idoneidad de volver a replantar a partir de otras técnicas, o de realizar revegetaciones en zonas más favorables.
- Se realizará una evaluación de los resultados de la restitución vegetal pasados 4 años desde la su realización para valorar la eficacia de las acciones llevadas a cabo y determinar la necesidad o no de ampliar con labores de refuerzo (marras).
- Se prestará especial atención a la no aparición de rodales de especies pioneras invasoras como el rabogato (*Pennisetum setaceum*) o el venenero (*Nicotiana glauca*) una vez transcurridos unos meses desde la finalización de la revegetación. En caso de detectarse la presencia de estas u otras especies invasoras, se programará una campaña de control y erradicación conforme a las directrices contenidas en los documentos técnicos de referencia de rango regional y nacional.