



**ADENDA N°3  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PUERTO CASTILLA**

**3302-0000-MM-ADD-003**

**ANEXO A-1  
COMPLEMENTO A PLAN DE TRABAJO PARA EL  
APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE FORMACIONES  
XEROFÍTICAS**

**ARCADIS Geotécnica / ARCADIS Idetec**  
Eliodoro Yáñez 1893, Providencia. Santiago  
Teléfono: 56-02-3816000  
Fax: 56-02-3816001  
[www.arcadis.cl](http://www.arcadis.cl)

**ARCADIS Idesol**  
María Luisa Santander 0440, Providencia. Santiago  
Teléfono: 56-02-3783540  
Fax: 56-02-2250603  
[www.idesol.cl](http://www.idesol.cl)

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a un complemento al Plan de Trabajo para el Aprovechamiento Sustentable de Formaciones Xerofíticas del proyecto “Puerto Castilla”, actualmente en proceso de evaluación ambiental en el SEIA.

Este documento contiene los antecedentes presentados en el Plan de Trabajo para Formaciones Xerofíticas (Anexo 7 de la Adenda 2 del proyecto en evaluación) que no fueron incluidos en el documento “*Plan de Trabajo para el Aprovechamiento Sustentable de Formaciones Xerofíticas*”, adjuntado en el presente Adenda como Anexo A, por cuando éste no considera algunos ítems desarrollados en el Anexo 7 ya evaluado por la Corporación, tales como, flora protegida y prescripciones técnicas.

## 2 ANTECEDENTES GENERALES DE LA FLORA Y VEGETACIÓN

### 2.1 FLORA TERRESTRE

En el recorrido de terreno efectuado a toda el área en estudio del proyecto Puerto Castilla, conforme al área prospectada en la línea base de esta componente (Anexo 9 del Adenda 1), se detectaron 101 especies de flora terrestre, las que se segregan en 80 géneros y 49 familias. Las familias con mayor representación son: **Asteraceae** (Compositae) con 14 especies, **Cactaceae** con 7, **Nolanaceae** con 6, y **Solanaceae** y **Chenopodiaceae** con 5.

En toda el área en estudio no existen especies de flora terrestre en categoría de conservación. Lo anterior, teniendo en cuenta las clasificaciones elaboradas en arreglo al Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres de la Ley de Bases de Medio Ambiente (DS 75/2004), cuyos listados se encuentran contenidos en los Decretos Supremos N° 151/2007, N° 50/2008, N° 51/2008 y N° 23/2009, todos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

En el caso de aquellas especies no incluidas en dichos decretos, se consideró el Libro Rojo de la Flora terrestre de Chile, (CONAF, 1989). Al respecto, no se encontraron especies clasificadas en alguna categoría de conservación de acuerdo al mencionado Libro.

Por otro lado, también se revisó la existencia de especies de flora terrestre declaradas como monumentos natural en la legislación vigente.

De acuerdo a las normas citadas, clasificaciones y a los datos obtenidos en terreno se determinó que en el área a intervenir no existen especies de flora terrestre en categoría de conservación.

Ahora bien, según la forma de crecimiento de las 101 especies de flora terrestre observadas: 36 corresponden a arbustos, 10 a sub – arbustos, 28 a hierbas perennes, 17 a hierbas anuales, 3 a parásitas y 7 a suculentas.

De estas especies, 46 pertenecen al tipo biológico leñoso bajo, 48 al herbáceo y 7 al suculento. En la Tabla 1 se señala el número total de especies detectadas en el área de estudio, según su tipo biológico.

**Tabla 1**  
**Número de Especies de Flora Terrestre Según Tipo Biológico, ubicadas en toda el Área de Estudio del Proyecto Puerto Castilla**

Tipo biológico	Total especies	
	Número	%
Leñoso alto	0	0
Leñoso bajo	46	45,6
Herbáceo	48	47,5
Suculento	7	6,9
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>100</b>

## 2.2 VEGETACIÓN TERRESTRE

De acuerdo a la información recogida en terreno para la elaboración del *Plan de Trabajo* (Anexos 7 del Adenda 2) y del documento *Complemento de Línea de Base de Flora y Vegetación*, presentado en Anexo 9 del Adenda 1, la única formación vegetacional que será afectada por el proyecto corresponde a matorral desértico.

Este matorral se caracteriza por presentar un tipo biológico leñoso bajo de cobertura muy clara (10 a 25%), con dominancia de *Frankenia chilensis*, *Atriplex clivicola* y *Heliotropium floridum*.

En esta formación de matorral desértico, también se observan ejemplares del tipo biológico suculento, lo que le da una fisonomía muy particular. La cobertura de este tipo biológico es muy escasa (menor a 5%), con dominancia de *Eulychnia breviflora*, *Copiapoa echinata* y muy ocasionalmente se presenta *Telocephala odieri*.

## 3 PROGRAMA DE REVEGETACIÓN

De acuerdo a lo que establece el inciso tercero del artículo 3 del Decreto Supremo N° 93/2008, del Ministerio de Agricultura, al intervenir una formación xerofítica se debe compensar una superficie, a lo menos, igual a la intervenida. En este sentido, para las 4,9 ha de formación xerofítica intervenida en el sector del Terminal Marítimo, se considera realizar la reposición de especies leñosas en una superficie 4,9 ha aledañas al área del proyecto.

En lo que respecta a las 6,0 ha que se proyectan como superficie destinada para campamento, debido a que esta corresponde a una obra temporal, una vez terminada su vida útil, se procederá a efectuar las labores de repoblación y restauración de la formación xerofítica intervenida.

Las especies a emplear para la reproducción de especies leñosas consideran a *Atriplex clivicola*, *Frankenia chilensis*, *Encelia canescens* y *Heliotropium floridum*, debido a que son las que más abundan en la zona, situación que nos indica que son las más adaptadas a las condiciones de sitio. Por su parte, también se considera reproducir ejemplares de *Skythantus acutus*, debido a que esta especie define la formación xerofíticas a intervenir.

Con el objetivo de cumplir lo señalado anteriormente y mantener el pool genético de las especies que conforman la formación xerofítica a intervenir se realizarán las siguientes medidas:

- Recolección de semillas.
- Reproducción de especies para su posterior uso en la restauración y revegetación de las zonas a intervenir, así como compensar la superficie intervenida.

#### 4 MEDIDAS PARA LA CONSERVACIÓN DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Como parte de las medidas de compensación por la intervención de la formación xerofítica que se presenta en el Terminal Marítimo, se efectuará una relocalización del 100% los ejemplares juveniles de *Eulychnia breviflora*, de un 20% de los ejemplares juveniles de *Copiapoa echinata*, y de un 100% de los ejemplares de *Telocephala odieri*<sup>1</sup> que se encuentren en el área a intervenir por el Proyecto.

El número de ejemplares juveniles identificados en el área a intervenir, se presentó en el Anexo 7 de la Adenda 2 del presente EIA, y se determinó en función de los datos obtenidos en el levantamiento de parcelas de muestreo. La tabla siguiente muestra el número de individuos que serán relocalizados por especie y los rodales donde se realizará, tanto el rescate como la relocalización de éstos. Para la relocalización se propone utilizar una superficie de 60 ha donde serán distribuidos los ejemplares rescatados. Esta superficie se encuentra dentro del área destinada como Zona de Área Verde Punta Cachos, definido como tal en el Plano Regulador Comunal de Copiapó, sector Bahía Salado.

**Tabla 2**  
**Ejemplares de Cactáceas a Relocalizar**

Rodal donde se realizará el Rescate	Especie a rescatar y relocalizar	Sup. ( ha)	Nº de individuos a relocalizar	Rodal donde se realizará la Relocalización	Superficie (ha)
R4	<i>Eulychnia breviflora</i>	4,9	123	R7	60,0
R5	<i>Copiapoa echinata</i>	22,9	2336	R7	60,0
R6	<i>Telocephala odieri</i>	61,0	<50	R/	60,0

<sup>1</sup> De acuerdo a los recorridos realizados en terreno por los especialistas, el número de individuos de *Telocephala odieri* presentes en el área a intervenir se estima menor a 50 individuos.

## 5 PRESCRIPCIONES TECNICAS DE LAS ACTIVIDADES A EJECUTAR

Las actividades para cumplir con el rescate, relocalización y reposición de especies se describen a continuación. Estas actividades estarán en todo momento dirigidas por un equipo de especialistas, quienes indicarán las pautas específicas a seguir para el buen desarrollo de éstas.

### 5.1 ACTIVIDADES GENERALES

**a) Capacitación del personal:** Todo el personal que participará en las actividades a desarrollar será instruido en terreno respecto de las técnicas específicas a implementar para realizar el rescate, manejo, y replante de cactáceas, colecta de germoplasma, viverización y trasplante de individuos reproducidos.

**b) Colecta de germoplasma:** Se realizará la colección de germoplasma (semillas o estacas) en sitios excluidos para tal fin, con el objeto de propagar las especies arbustivas (viverizar), para luego proceder a plantar los individuos en áreas debidamente seleccionadas.

**c) Rescate de ejemplares de cactáceas (Extracción):** Una vez identificados y marcados los sectores en donde se realizarán las actividades de rescate, se procederá a la extracción de los ejemplares juveniles de *Eulychnia breviflora* que conforman la formación xerofítica; de un porcentaje de los ejemplares juveniles de *Copiapoa echinata*, y de un 100 % de los ejemplares de *Telocephala odieri*, todo ello de acuerdo a prescripciones técnicas y criterios establecidos para este tipo de especies, los cuales se señalan más adelante.

El hecho de concentrarse en el rescate de ejemplares juveniles se basa en que en esos estadios de la especie, las probabilidades de éxito en la relocalización aumentan significativamente.

**d) Habilitación de los sectores para realizar el trasplante de cactáceas y la plantación de especies arbustivas:** Las áreas destinadas para realizar, tanto la reposición de especies leñosas, como la relocalización de cactáceas será delimitadas con objetos visibles a objeto de resguardar estas áreas.

Cabe considerar que el proyecto contempla destinar ciertas áreas para la construcción de áreas verdes de hermoceamiento al interior del Terminal Marítimo, por lo que no se descarta considerar el replante de un grupo de estos individuos en estas áreas.

**e) Relocalización de los ejemplares de cactáceas extraídos:** Una vez identificados y marcados las áreas de traslado, se procederá a la relocalización de las especies de cactáceas, de acuerdo a las prescripciones técnicas que se describen más adelante.

**f) Plan de Seguimiento:** Dadas las condiciones existentes, se propone realizar un plan de seguimiento por un período de 3 años, tanto para las relocalizaciones de cactáceas como para las plantaciones con especies arbustivas. Durante este período se generarán informes anuales, los que darán cuenta del estado del trasplante y de la plantación realizada conforme al Plan de Trabajo.

Dadas las condiciones del área, el porcentaje de prendimiento se determinará en función de los resultados obtenidos en sus primeros estadíos, ya que no se cuenta con antecedentes técnicos que avalen un resultado específico.

## 5.2 ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

### 5.2.1 Rescate y Relocalización de Cactáceas

#### a) Selección de los grupos e individuos

Para realizar esta actividad se seleccionará un porcentaje de los ejemplares juveniles que potencialmente se verán afectados.

Para el caso de *Eulychnia breviflora* se seleccionarán los individuos a intervenir presentes en la formación xerofítica, que posean un diámetro de copa inferior a 1 metro. Para el caso de *Copiapoa echinata* se rescatará un 20% de los ejemplares juveniles que se encuentren en el área a intervenir, con un diámetro de copa igual o menor a 10 centímetros.

Lo anterior se basa en que en esos estados de la especie, las probabilidades de éxito en la relocalización aumentan significativamente.

Esta actividad se definió como resultado de lo observado durante la recolección de antecedentes en el sector del proyecto, donde se identificaron áreas en que varios ejemplares de las especies suculentas (particularmente *Copiapoa echinata*) se encontraban muertas, situación producida en forma natural, ya sea por la edad fisiológica del ejemplar o por la intensificación de las condiciones climáticas adversas (sequías prolongadas).

Se seleccionará aquellos individuos que se presenten sanos y/o vigorosos (activo crecimiento), descartándose aquellos que muestren procesos de senescencia natural o provocada por predadores naturales. Otro criterio de selección será el de mantener la variabilidad poblacional seleccionando ejemplares diversos según características morfológicas (color, longitud y grosor de espinas, etc.).

#### b) Obtención de individuos y/o explantes

Una vez seleccionados los ejemplares a extraer, y tal como se señaló anteriormente, la obtención de los materiales vegetales puede ser mediante dos procedimientos: obtención de individuos con su sistema radical o porciones de éstos sin el sistema radical central, denominados explantes (extracción parcial o fraccionada).

Para la obtención de individuos con su sistema radical, es decir, el rescate completo de ellos, se procederá a liberar las raíces del sustrato, mediante una picota, intentando evitar dañar la raíz central, sin que preocupe la condición de las raíces secundarias o de mayor grado.

Para el caso de sectores con altas densidades donde no sea posible su extracción individual o donde este método ponga en riesgo el estado del ejemplar, se realizará la obtención de explantes que representen porciones de individuos sin el sistema radical central, mediante corte directo o fragmentación involuntaria del ejemplar, dejando el fuste principal con el sistema radicular central.

c) Limpieza y manejo de los individuos y explantes

Una vez obtenidos los individuos o los explantes, éstos deberán ser sometidos a una revisión sanitaria, eliminándose los sectores senescentes o muertos, y verificándose la ausencia de predadores (insectos). Para el caso de los sistemas radicales de los individuos con raíz central, se deben efectuar cortes limpios de todos los tejidos que hayan sufrido fracturas y desgarros para evitar el posible desarrollo posterior de patógenos (hongos y bacterias).

Todos los explantes e individuos serán sometidos a un baño en una solución insecticida-fungicida-bactericida. Los explantes sin sistema radical serán sometidos, además, a una aplicación de producto enraizante, con la finalidad de aumentar la probabilidad de crecimiento de raíces adventicias.

La disposición de los explantes deberá ser, en la medida de lo posible, en un sector cercano al sitio de relocalización, hacia un lugar de acopio especialmente habilitado para estos efectos.

Cada individuo y sus explantes serán identificados mediante una etiqueta, registrándose una serie de parámetros, tanto de los ejemplares como del sitio de extracción:

- Parámetros del sitio: ubicación (en coordenadas UTM), situación topográfica, tipo sustrato y exposición.
- Parámetros de los individuos: ubicación (en coordenadas UTM), altura promedio, diámetro promedio, número de ramificaciones, vigor, fenología, estado desarrollo y estado sanitario.

d) Estimulación de enraizamiento

A diferencia de otras especies para las cuales se han diseñado procedimientos de rescate, para estas especies no es conveniente el tratamiento con productos químicos estimulantes de la formación de raíces, dado que las concentraciones comerciales normales inhiben este proceso en este tipo de plantas (corresponden a productos formulados principalmente para el tratamiento de explantes leñosos o herbáceos no suculentos). En este sentido, la aplicación de enraizante se realizará solamente a los individuos o explantes sin sistema radical. Posteriormente, se realizará el "curado" durante un período de 3 a 4 meses, para que los individuos con sistema radical central y restos de las raíces laterales, induzcan naturalmente nuevas raíces absorbentes, que les permiten arraigarse adecuadamente en su nueva posición.



e) Relocalización y replante

En primer lugar, se debe caracterizar las áreas donde serán llevados los individuos o explantes, considerando los siguientes descriptores: situación topográfica, tipo sustrato y exposición, principalmente. Además, cada individuo o explante deberá ser marcado, mediante etiqueta metálica, indicando el código de replante.

En cuanto al procedimiento para la disposición de los individuos o explantes en el sitio definitivo, este considera la preparación del sustrato que debe consistir en una remoción ligera en profundidad (5 a 10 cm) y una disminución de la pendiente natural, formando un pretil en la parte baja, de modo de aumentar la oportunidad de infiltración, en caso de eventuales precipitaciones en el sector de implantación.

La disposición de los explantes o individuos completos será superficial, sin agregar sustrato (no se deben enterrar inicialmente), de modo tal que la escorrentía natural sea la que vaya, progresivamente, en la medida que se generen raíces, “enterrando las raíces”. Al sepultar las plantas, normalmente, se favorece la entrada de patógenos que provocan la muerte del individuo o de una porción significativa de él.

La manera más apropiada, especialmente con individuos de gran tamaño, resulta el disponer las plantas sobre la superficie, apoyada entre rocas o piedras, de modo tal de asegurar su estabilidad, manteniendo una zona en la cual el aire húmedo especialmente del período otoño-invierno-primavera, generalmente cargado de humedad costera, favorezca la formación de raíces.

De ser necesario, todos los sectores donde se relocalizarán los ejemplares serán cercados, a fin de favorecer el establecimiento de los ejemplares y evitar un posible daño externo.

## **5.2.2 Reproducción y Plantación de Especies Arbustivas**

La colecta de germoplasma se efectuará de acuerdo al protocolo establecido en el manual de recolección de semillas de plantas silvestres y en función de su disponibilidad, procurando recolectar semillas en un amplio universo de ejemplares que actualmente se desarrollan en los sectores de donde se planifica el proyecto.

Para la colecta de materiales se deberá seguir los siguientes lineamientos:

- Se privilegiará la propagación por semillas para la obtención de plantas de las especies seleccionadas.
- Las semillas serán recolectadas en los mismos ambientes de los sectores afectados.
- Para cada especie, las semillas serán recolectadas en forma aleatoria dentro de la población, lo mismo debe cumplirse para el material vegetativo.



- Las muestras recolectadas se mantendrán separadas y etiquetadas en todas las etapas del procesamiento y producción de plantas. Esto también es válido para el material recolectado para propagación vegetativa.
- La cantidad recolectada deberá superar la cantidad necesaria para cumplir con el número final de plantas a producir
- Para cada muestra, además se recolectará información asociada a las especies, así como información de localización y de sitio.

Posteriormente, el material recolectado será viverizado y replicado de manera de producir, a lo menos, la cantidad de ejemplares requeridos. Para esto se aplicarán distintos métodos, los que deberán ser evaluados periódicamente de manera de corregir o complementar, de acuerdo a los avances de la actividad.

De esta manera, para la actividad de germinación y propagación se seguirán los siguientes lineamientos:

- Se realizarán pruebas de laboratorio antes de iniciar la propagación masiva, con el fin de analizar la calidad de las semillas y las condiciones más adecuadas para su germinación.
- Se evaluará, además, el en-raizamiento de estacas a nivel experimental, en caso de no obtener plantas desde semilla o si su cantidad es insuficiente.
- Se realizará la propagación masiva, una vez determinadas las mejores condiciones para generar plántulas.
- Las plantas serán propagadas en macetas individuales (tubetes o bolsas). Su tamaño y características dependerán de las especies, beneficiando, en todos los casos, el desarrollo radicular.
- Como sustrato, se utilizarán mezclas compuestas principalmente por compost de tipo comercial, y si es posible, sustrato proveniente del sitio a ser afectado.
- Las plántulas se mantendrán durante 1 o 2 años hasta que alcancen un tamaño adecuado para su trasplante en terreno.

Posteriormente, todos los ejemplares requeridos serán plantados en los sectores seleccionados para este efecto, siendo transportados desde el vivero de producción.

Para realizar la plantación se establecen las siguientes directrices:

- Para efectuar las labores de plantación, todo el personal contará con las herramientas e insumos necesarios para realizar la actividad y resguardar la seguridad personal.

- Respecto a las plantas provistas por vivero, éstas deberán cumplir con características, tales como, ejemplares adecuadamente lignificados, sin evidencias de problemas sanitarios significativos, follaje vigoroso y en una proporción adecuada a cada especie de acuerdo con las condiciones normales de desarrollo de las mismas en vivero, el pan de tierra de cada planta debe estar firme al interior de la maceta, las raíces principales de los ejemplares no pueden estar fuera de la maceta.
- Respecto de la distribución espacial de las especies al interior de cada uno de los sitios de plantación, el diseño de plantación se ajustará de acuerdo con los requerimientos ambientales de cada especie, considerando sitios sin cobertura de vegetación por sobre la altura de los individuos a plantar), sectores con abrigo lateral (sitios donde las plantas pueden contar con otra vegetación de protección) y sectores bajo nodriza (en estos las plantas se deben poner a menos de 0,5 metros o directamente bajo la vegetación de protección).
- Para todas las zonas de plantación se considera realizar actividades de acondicionamiento y habilitación, las cuales tienen un carácter general e independiente del tipo de especie que se establecerán. Estas medidas son:
  - El perímetro de todas las áreas de plantación serán cerrados con un cerco de protección.
  - En todos los sitios de plantación se mantendrá, cuando sea necesario, la vegetación presente, la cual se utilizará como nodriza para el establecimiento de las plantas.
  - En cada una de las plantas se instalará una protección individual, la cual consiste en una malla porosa tipo raschel que envuelva externamente a la planta de manera de minimizar la evapotranspiración en la casilla.
  - Se realizará una preparación puntual de sitio, removiendo el suelo a objeto de preparar la casilla de plantación.
  - Las plantas se dispondrán en las casillas de plantación dejando el cuello de los individuos bajo la cota del suelo aproximadamente 5 cm.
  - Se aplicará riego manual cuya periodicidad estará sujeta a las condiciones ambientales.
  - En el momento de la plantación se evaluará la necesidad de aplicar una fertilización.