



**ADENDA 2**  
**PROYECTO PUERTO CASTILLA**

**3302-0000-MM-ADD-002-0**

**ANEXO 7**  
**PLAN DE TRABAJO PARA FORMACIONES XEROFÍTICAS**

## ANEXO 7 PLAN DE TRABAJO PARA FORMACIONES XEROFÍTICAS

### CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>ANTECEDENTES DEL (DE LA) INTERESADO(A): .....</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>ANTECEDENTES PREDIALES .....</b>	<b>3</b>
<b>IV.</b>	<b>VIAS DE ACCESO.....</b>	<b>3</b>
<b>V.</b>	<b>USO ACTUAL DEL SUELO .....</b>	<b>4</b>
<b>VI.</b>	<b>DESCRIPCION DEL AREA A INTERVENIR.....</b>	<b>4</b>
	6.1 CLIMA.....	4
	6.2 FISIOGRAFIA.....	4
	6.3 HIDROGRAFIA.....	5
	6.4 SUELO .....	5
	6.5 FLORA TERRESTRE .....	5
	6.6 VEGETACIÓN TERRESTRE .....	6
<b>VII.</b>	<b>INFORMACIÓN SOBRE LAS FORMACIONES XEROFÍTICAS DEL ÁREA A INTERVENIR.....</b>	<b>7</b>
<b>VIII.</b>	<b>OBJETIVO DE LA INTERVENCION .....</b>	<b>10</b>
<b>IX.</b>	<b>PROGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>10</b>
	9.1 ÁREA DE INTERVENCIÓN.....	10
	9.2 ÁREA DE RELOCALIZACIÓN DE CACTÁCEAS Y REPOSICIÓN DE EJEMPLARES LEÑOSOS .....	12
	9.3 ACTIVIDADES A EJECUTAR .....	13
	9.4 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS .....	14
<b>X.</b>	<b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>19</b>
	10.1 MEDIDAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA... ..	19
	10.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE MASAS, CURSOS DE AGUA Y HUMEDALES .....	19
<b>XI.</b>	<b>OTROS COMPROMISOS .....</b>	<b>19</b>

## I. ANTECEDENTES GENERALES

NOMBRE DEL PREDIO: Hacienda Castilla  
ROL DE AVALÚO N°: 516-004  
COMUNA: Copiapó  
PROVINCIA: Copiapó  
REGIÓN: Región de Atacama

## II. ANTECEDENTES DEL (DE LA) INTERESADO(A):

NOMBRE: OMX Operaciones Marítimas Ltda.  
RUT: 76.912.310-5  
DOMICILIO: Avda. Kennedy 5735, Torre Poniente, Oficina 509, Las Condes

## III. ANTECEDENTES PREDIALES

Todos los antecedentes prediales del sitio donde se realizará la corta y revegetación de formaciones xerófitas serán debidamente acompañados a la solicitud de aprobación sectorial de este Plan de Trabajo, que se efectuará ante la CONAF de la III Región de Atacama, una vez que el proyecto cuente con su respectiva Resolución de Calificación Ambiental favorable, ajustándose a lo dispuesto en el artículo 26 del DS 93/08, del Ministerio de Agricultura, Reglamento General de la Ley 20.283. Lo anterior, por cuanto la solicitud de aprobación del Plan de Trabajo no constituye un permiso ambiental sectorial, de aquellos listados en los artículos 68 a 106, ambos inclusive, del Decreto Supremo N° 30/1997, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, cuyo texto fue fijado por el artículo 2 del DS 95/2001. En consecuencia, su aprobación sectorial no se otorga en el contexto del SEIA, por lo que en esta instancia no se acompañan los antecedentes a que se refiere el artículo 26 del DS 93/08.

En este contexto, los contenidos de este Plan de Trabajo se ajustan a lo dispuesto en el artículo 14 del señalado Reglamento General y se presenta en función de lo solicitado en el Informe Consolidado N° 2 de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y/o Ampliaciones al EIA del proyecto "Puerto Castilla" de la COREMA de la III Región de Atacama, el cual recoge las observaciones planteadas por la Dirección Regional de CONAF, III Región de Atacama.

## IV. VIAS DE ACCESO

Se accede al área del proyecto desde Copiapó, por ruta 5 Norte-ruta C-370-ruta 1 (ruta costera) en dirección Sur, para continuar por camino privado de acceso al recinto portuario. Desde Caldera, se accede por ruta C-302-ruta 1 (ruta costera) en dirección sur para empalmar con camino de acceso al recinto portuario, y desde Vallenar u otras localidades del sur, se realizará por ruta 5 en dirección norte, ruta C370 - ruta costera en dirección sur, para finalmente empalmar con la ruta de acceso al recinto portuario.

## V. USO ACTUAL DEL SUELO

Dadas las limitantes climáticas y de contenido de nutrientes, el suelo donde se emplazará el proyecto corresponde a **Yermosol Cálxico** (de paraje desértico, pobre en vegetación). De acuerdo a los instrumentos de planificación territorial, el uso de suelo está catalogado como zona portuaria industrial<sup>1</sup>, y no posee usos agrícolas ni ganaderos.

## VI. DESCRIPCION DEL AREA A INTERVENIR

### 6.1 CLIMA

De acuerdo a la clasificación de Koeppen, el área del Proyecto se enmarca dentro de un Clima desértico con nublados abundantes (BWn). Este tipo de clima se caracteriza por desarrollar estratocúmulos con espesor de algunos cientos de metros que cubren la zona del litoral durante la noche y se repliega durante el día (Fuenzalida, 1971). Esta secuencia de nubosidad y niebla tiene gran continuidad en el transcurso del año, según antecedentes meteorológicos de Caldera señala un promedio de 102 días nublado y 44 días despejados (los restantes días corresponde a parcialmente nublado).

El distrito agroclimático que corresponde al sector donde se emplaza este proyecto es el **Distrito Agroclimático Caldera**, el que se extiende entre los 24° S (al sur de Antofagasta) y el paralelo 30° S (al sur de La Serena).

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 16,5 °C, con una máxima media del mes más cálido (febrero) de 23,9 °C y una mínima media del mes más frío (julio) de 9,9 °C. El período de heladas es de 12 meses, éstas se presentan ocasionalmente distribuidas de enero a diciembre. La suma de temperaturas anuales, base 5 °C, es de 4.180 grados-días, con base 10 °C, es de 2.350 grados-días. Existe sólo un mes (julio), en que la temperatura es inferior a 10 °C; el resto de los meses no presenta limitaciones para el crecimiento de las plantas.

Las lluvias alcanzan los 27 mm, distribuidas principalmente entre los meses de mayo a agosto. Como la estación seca es de 12 meses, no es posible cultivar sin riegos.

### 6.2 FISIOGRAFIA

El área donde se emplaza el proyecto corresponde a una serie de relieves planos y lomas<sup>2</sup> resultantes de complejos procesos de erosión y acumulación de materiales por la acción fluvial durante paleoambientes más húmedos, así como también por la acción del viento en períodos actuales.

<sup>1</sup> El uso de suelo actual donde se emplazará el Proyecto, corresponde a "Zona Portuaria y Apoyo a Actividades Portuarias" y "Zona Industrial Productiva Costera", de acuerdo al Plan de Bahía Salado – Atacama y la última Modificación al Plan Regulador Comunal de Copiapó aprobado por Decreto Alcaldicio N° 2.810 del año 2008, publicada en el Diario Oficial el 10 de diciembre de 2008.

<sup>2</sup> Boergel, R 1983. Colección Geomorfología de Chile, Geomorfología Instituto Geográfico Militar

En el área en que específicamente se proyecta desarrollar el proyecto se observa un nivel aterrizado de aproximadamente dos kilómetros de ancho (sector más cercano al mar), para luego continuar un cordón de cerros denominados los Cachos.

En toda esta zona se observa la presencia de pequeñas dunas y microdunas activas como consecuencia de la acción del viento sobre la arena.

### 6.3 HIDROGRAFIA

El lugar donde se implementará el proyecto no presenta fuentes hídricas superficiales, y tampoco existen evidencias de afloramientos de aguas subterráneas. La quebrada más cercana corresponde a la de Pajonales, ubicada aproximadamente a 7 kilómetros al oeste del proyecto. Dicha quebrada es de régimen esporádico y desemboca en la caleta del mismo nombre.

### 6.4 SUELO

El suelo presente corresponde a una matriz edáfica principal arenosa, profunda de textura fina a muy fina, de rápida infiltración, pobre en materia orgánica y de baja retención de humedad en su perfil, esta matriz reposa sobre un sustrato de rocas intrusivas, como material base de soporte. Se observan pequeños afloramientos rocosos de origen erosivo.

Este desarrollo edafológico corresponde, en su totalidad, a material sedimentario marino y el aporte de material coluvial.

La caracterización de éste, en términos de Clase de capacidad de uso, corresponde a Clase de capacidad de uso VII, y clase de drenaje 6. Este último es un factor limitante importante para el establecimiento y manejo de la vegetación. La pendiente media en porcentaje varía entre 4 a 20%.

### 6.5 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 ha considerado revisar 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>

## 6.6 VEGETACIÓN TERRESTRE

De acuerdo a la información recogida en terreno para el presente Plan de Trabajo 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* y *Copiapoa echinata*.

## VII. INFORMACIÓN SOBRE LAS FORMACIONES XEROFÍTICAS DEL ÁREA A INTERVENIR

### 7.1 MARCO LEGAL Y DEFINICIONES

El artículo 2 N° 14 de Ley N° 20.283, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, define a la formación xerofítica como una *“Formación vegetal, constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas y semiáridas ubicadas entre las Regiones I y VI, incluidas la Metropolitana y la XV y en las depresiones interiores de las Regiones VII y VIII”*.

De este modo, para estar en presencia de formaciones de este tipo, se deben reunir copulativamente los siguientes requisitos:

- Debe tratarse de una formación vegetal.
- Debe estar constituida por especies autóctonas (o nativas).
- Las especies autóctonas (o nativas) en un área deben ser preferentemente arbustivas o suculentas.
- Debe ubicarse en áreas áridas o semiáridas de las regiones I a VI, RM, XV o en las depresiones interiores de las Regiones VII y VIII.

Ahora bien, la Ley 20.283 en su artículo 2 N° 13, define a su vez a las especies nativas o autóctonas (haciéndolas sinónimos) como:

*“Especie arbórea o arbustiva originaria del país, que ha sido reconocida oficialmente como tal mediante decreto supremo expedido por intermedio del Ministerio de Agricultura”*.

Por su parte, con fecha 02 de diciembre de 2009, se publicó en el Diario Oficial el Decreto Supremo N° 68/2009, del Ministerio de Agricultura que de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2 N°13 de la Ley 20.283, establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país, de forma tal que en dicho decreto se establece un listado de las especies autóctonas o nativas de Chile.

De lo anterior, se tiene que aquellas especies que no se encuentran incluidas en dicho listado, no son originarias del país, y por ende, no son autóctonas o nativas. En este sentido, como se señaló anteriormente, la presencia de alguna de las especies incluidas en la nómina o listado constituye un requisito legal esencial para que una determinada formación sea calificada como xerofítica de acuerdo a la Ley 20.283, toda vez que ésta debe estar constituida por especies autóctonas o nativas. Lo anterior fue ratificado por el Jefe del Departamento de Normativa de la Corporación Nacional Forestal (Dirección Ejecutiva), con fecha 06 de enero de 2010, con ocasión de una consulta efectuada en términos generales sobre esta materia.

De acuerdo con lo que establece el D.S. N° 68/2009 del MINAGRI, la única especie autóctona o nativa existente en el área a intervenir y que conforma formaciones xerofíticas, corresponde a la *Skythantus acutus*<sup>3</sup>, por lo que se concluye que la formación xerofítica a afectar estará definida por la formación de vegetación en donde se desarrolle esta especie.

## 7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA FORMACIÓN XEROFÍTICA A INTERVENIR

De acuerdo a la información recogida en terreno, se desprende que las superficies de formación xerofítica a intervenir se presentan en el sector donde se emplazará el Terminal Marítimo y el Campamento (Ver Lámina 1).

Las especies presentes en la formación xerofítica a intervenir y sus respectivas densidades se señalan a continuación:

**Tabla 2**  
**Especies Presentes en Formación Xerofítica a Intervenir por el Proyecto**

Especie	Tipo Biológico	Densidad (ind/ha) Terminal Marítimo	Densidad (ind/ha) Campamento
<i>Heliotropium floridum</i>	Arbusto	2462	1650
<i>Atriplex clivicola</i>	Arbusto	2100	1050
<i>Encelia canescens</i>	Arbusto	962	2300
<i>Cristaria cyanea</i>	Hierba	487	-
<i>Eulychnia breviflora</i>	Suculenta	88	-
<i>Nolana sedifolia</i>	Arbusto	88	-
<b><i>Skythantus acutus</i></b>	<b>Arbusto</b>	<b>63</b>	<b>100</b>
<i>Chuguiraga ulicina</i>	Arbusto	38	-
<i>Frankenia chilensis</i>	Arbusto	25	550
<i>Senecio myriophyllus</i>	Arbusto	25	50
<b>Total</b>		<b>6338</b>	<b>4650</b>

## 7.3 FLORA TERRESTRE EN CATEGORIA DE CONSERVACIÓN

En Chile las categorías de conservación de las especies silvestres están definidas en el artículo N° 37 de la Ley 19.300 (de bases del medio ambiente), el que establece que “El reglamento fijará el procedimiento para clasificar las especies de flora y fauna silvestres, sobre la base de antecedentes científico-técnicos, y según su estado de conservación, en las siguientes categorías: extinguidas, en peligro de extinción, vulnerables, raras, insuficientemente conocidas y fuera de peligro.”

<sup>3</sup> Antecedentes recogidos en terreno (Levantamiento para elaboración de Línea de Base componente flora y vegetación del EIA, y levantamiento para el presente Plan de Trabajo y Complemento de Línea de Base de Flora y Vegetación, presentada en el Anexo 9 del Adenda 1 del EIA.

El referido procedimiento administrativo para clasificar las especies de flora y fauna silvestres, sobre la base de antecedentes científico-técnicos, y según su estado de conservación, en las categorías mencionadas, se encuentra regulado por el Decreto Supremo N° 75/2004, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres.

Por su parte, los listados que definen las especies de flora y fauna en categoría de conservación han sido establecidos 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 ha considerado voluntariamente revisar también el Libro Rojo de la Flora terrestre de Chile, (CONAF, 1989). Lo anterior, por cuanto, tal como se indica en el artículo 2 transitorio de la Ley 20.283, dicha clasificación sólo es aplicable a las prohibiciones y regulaciones del artículo 19 de la mencionada ley, vale decir, cuando dichas especies formen parte de un bosque nativo, lo cual no resulta ser el caso.

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.

#### 7.4 FAUNA TERRESTRE EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN

Para fauna terrestre rigen los mismos decretos emanados de la ley 19.300. En el caso de aquellas especies no mencionadas en estos documentos, se consideró lo establecido en el Reglamento de la Ley de Caza (DS 5/1998, Ministerio de Agricultura).

**Tabla 3**  
**Fauna Terrestre en Categoría de Conservación**

Predio N°	Especies	Categoría de conservación
1	<i>Lama guanicoe</i> (guanaco)	En peligro
1	<i>Microlophus atacamensis</i> (corredor de Atacama)	Vulnerable
1	<i>Callopistes palluma</i> (liguano)	Vulnerable
1	<i>Tachymenis chilensis</i> (culebra de cola corta)	Vulnerable
1	<i>Falco peregrinus</i> (halcón peregrino)	Vulnerable
1	<i>Spheniscus humboldtii</i> (pingüino de Humboldt)	Vulnerable
1	<i>Phalacrocorax bouganvillii</i> (huanay)	Vulnerable
1	<i>Larus modesta</i> (garuma)	Vulnerable
1	<i>Liolaemus bisignatus</i> (lagartija de dos manchas)	Rara
1	<i>Homonota gaudichaudi</i> (salamanqueja)	Rara
1	<i>Pseudalopex griseus</i> (zorro chilla)	Inadecuadamente Conocida
1	<i>Lontra felina</i> (chungungo)	Inadecuadamente Conocida
1	<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (pato lile)	Inadecuadamente Conocida
1	<i>Sula variegata</i> (piquero)	Inadecuadamente Conocida

## VIII. OBJETIVO DE LA INTERVENCION

El objetivo de la intervención es habilitar las zonas requeridas para la implementación del Proyecto Puerto Castilla, el cual consiste en la construcción y operación de un puerto multipropósito, privado de uso público, con tres sitios de atraque que permitirán el embarque/desembarque de las cargas de carbón, petróleo diesel, caliza, mineral de hierro, concentrado de cobre, graneles limpios, y carga general utilizada para satisfacer las necesidades de las actividades económicas, especialmente la minería (metálica y no metálica), energía, alimenticia (graneles limpios) y de carga general, tanto a productores nacionales como extranjeros.

Las obras asociadas a este proyecto contemplan obras marítimas y terrestres. Las primeras corresponden principalmente a tres sitios de atraque para embarque/desembarque, y las obras terrestres corresponden a: explanada de recepción de las cargas, canchas de acopio y área de administración y servicios.

De acuerdo a los ajustes de superficies de las obras destinadas para la construcción del Terminal Marítimo, de las 115 ha declaradas en el EIA como superficies asociadas a la construcción del Proyecto, serán intervenidas 4,9 ha, de formación xerofítica en el sector del Terminal Marítimo (obra de carácter permanente), y 6,0 ha en el sector de campamento (obra de carácter temporal), lo que en total alcanza 10,9 ha.

## IX. PROGRAMA DE ACTIVIDADES

### 9.1 ÁREA DE INTERVENCIÓN

De acuerdo a lo señalado anteriormente las actividades de corta de la formación xerofítica corresponde a:

**Tabla 4**  
**Programa de Corta**

Sector	Año	Sup. afecta (ha)
Campamento	2010	6,0
Terminal Marítimo	2010	4,9
	<b>Total</b>	<b>10,9</b>

En consecuencia, de acuerdo a lo que establece el inciso tercero del artículo 3 del Decreto Supremo N° 93/2008, del Ministerio de Agricultura, se debe compensar esta superficie en 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, preliminarmente se considera realizar la reposición de especies arbustivas y relocalización de la especie suculenta *Eulychnia breviflora* en una superficie igual o mayor a la intervenida, cuyo valor estará definido en función de la selección de los sitios a efectuar la compensación.

En lo que respecta a las 6,0 ha que corresponde al área de campamento, como 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* 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.

Las densidades de plantación a utilizar dependerán de cada una de las áreas escogidas para realizar la reposición de estos individuos. Para esto, una vez escogidas e identificadas las áreas donde se realizará la reposición de especies leñosas, se presentará a la Corporación una propuesta con dichas áreas y las densidades de plantación de cada especie.

Con el objetivo de cumplir lo señalado anteriormente se realizarán las siguientes medidas:

- Con la finalidad de mantener el pool genético de las especies que conforman la formación xerofítica a intervenir se propone la recolección de semillas de las especies a intervenir *Skythantus acutus*, *Heliotropium floridum*, *Atriplex clivicola*, *Frankenia chilensis* y *Eulychnia breviflora*, de acuerdo a las pautas establecidas en el Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica<sup>4</sup> con los siguientes objetivos específicos:
  - Viverizar estas especies para su posterior uso en la restauración y reforestación de las zonas a intervenir, así como, compensar la superficie intervenida.
  - Recopilar el material de germoplasma para ser donado a una institución de investigación de zonas áridas con el fin preservar este material para su posterior empleo en la construcción de un jardín botánico.
- Además, 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 de los ejemplares juveniles de *Eulychnia breviflora*.

Las áreas de relocalización serán presentadas a CONAF (seleccionadas de los sectores indicados en punto 9.2 siguiente), a objeto de dar cumplimiento al Plan de Trabajo y legislación aplicable.

El número de ejemplares a relocalizar se determinó en función de los datos obtenidos en el levantamiento de parcelas de muestreo y cuyos resultados son:

---

<sup>4</sup> Boletín INIA 110 (Gold Kate, León-Lobos Pedro, Way Michel).

**Tabla 5**  
**Ejemplares de *Eulychinia Breviflora* a Relocalizar**

Unidad	Superficie ( ha)	Densidad Ind./ha	Porcentaje de ind. juveniles	Nº de juveniles a relocalizar ind/ha	Nº total de juveniles a relocalizar
Terminal marítimo <sup>5</sup>	4,9	88	28,4	25	123
<b>Total</b>	<b>4,9</b>	<b>88</b>	<b>28,4</b>	<b>25</b>	<b>123</b>

Junto a lo anterior y de forma voluntaria, como parte del compromiso de mantener la biodiversidad de la zona, se procederá a realizar rescate de ejemplares juveniles de *Copiapoa echinata* y de todos los individuos que se encuentren de *Telocephala odieri*. Dichas especies suculentas se encuentran catalogadas en categoría de conservación según el Libro Rojo Regional (Squeo et al, 2008) y se han detectado en algunas áreas donde se implementará el proyecto.

Las áreas de relocalización serán presentadas a CONAF (seleccionadas de los sectores indicados en punto 9.2 siguiente) con el objeto de dar cumplimiento al Plan de Trabajo y a la legislación aplicable.

El número de ejemplares a rescatar de *Copiapoa echinata* se determinó en función de los datos obtenidos en parcelas de muestreo en el área donde se presenta esta especie, cuyos resultados se entregan en tabla siguiente (Ver Lámina 2).

**Tabla 6**  
**Ejemplares de *Copiapoa Echinata* a Relocalizar**

Especie	Superficie afecta (ha)	Densidad total (Ind/ha)	Porcentaje de ind. juveniles (%)	Nº total de ind. Juveniles a relocalizar
<i>Copiapoa echinata</i>	22,9	1443	47	2336

## 9.2 ÁREA DE RELOCALIZACIÓN DE CACTÁCEAS Y REPOSICIÓN DE EJEMPLARES LEÑOSOS

Las áreas donde se realizará la relocalización de los ejemplares de cactáceas y la reposición de arbustos se ubicarán al interior de la Hacienda Castilla.

Las áreas escogidas estarán distribuidas preferentemente en el sector de Punta de Cachos, pero además se seleccionarán otras superficies para este objetivo, siempre dentro de la Hacienda Castilla, las que serán presentadas a la Corporación.

De lo anterior se puede inferir que los potenciales sitios para realizar la relocalización de cactáceas y la reposición de ejemplares arbustivos son:

<sup>5</sup> *Eulychinia Breviflora* sólo se identificó en el sector donde se proyecta el Terminal Marítimo

- Sector aledaño al Proyecto (Sector Punta Cachos)
- Futura Área de Protección Privada Quebrada del Morel
- Sitios aledaños a la futura APP Quebrada del Morel

### 9.3 ACTIVIDADES A EJECUTAR

Las actividades específicas para cumplir con lo anteriormente señalado, estarán en todo momento dirigidas por un equipo de especialistas, quienes indicarán las pautas específicas a seguir para el buen desarrollo de esta labor. Las actividades propuestas en el presente Plan de Trabajo corresponden a:

**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 señalarán 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) Selección y habilitación de los sectores para realizar el trasplante de cactáceas y la plantación de especies arbustivas:** Previo al inicio de las actividades de extracción, se deberán seleccionar las zonas donde serán relocalizados los individuos o explantes de cactáceas y donde serán plantados los ejemplares de especies leñosas producidas en vivero. Para esta actividad, se privilegiará seleccionar sectores cercanos a las zonas de alteración. De no ser posible, se seleccionarán otros sectores cercanos con características ambientales similares a los sectores de extracción de ejemplares, considerando variables como, exposición, tipo de sustrato, posición topográfica, etc.

Cabe considerar que el proyecto contempla destinar ciertas áreas para la construcción de áreas verdes de hermoseamiento 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.

## 9.4 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

### 9.4.1 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 que se encuentren en 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 (por ej. Furadan-Captan/Benlate-Benomyl). 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.

#### **9.4.2 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:
  - De ser necesario, de acuerdo a los resultados de los monitoreos periódicos, 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 consistente en casillas de plantación de dimensiones de 30 x 30 cm y 30 a 40 cm de profundidad.
  - Las plantas se dispondrán en las casillas de plantación dejando el cuello de los individuos bajo la cota del suelo aproximadamente 5 cm.
  - En el momento de la plantación se evaluará la necesidad de aplicar una fertilización.
  - A todo el personal que trabaje en las áreas de plantación y zonas aledañas, se le entregará una instrucción respecto del riesgo de las actividades que puedan generar

incendios forestales, como por ejemplo: cigarrillos mal apagados, fogatas para calentar alimentos o materiales de construcción, disposición de residuos, etc. A toda persona ajena que ingrese a los sectores de plantación se le deberá instruir del mismo modo señalado anteriormente.

## X. MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

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

El área donde se emplazará el Proyecto, de acuerdo a lo señalado en el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF) (el “Catastro del Bosque Nativo”), está clasificada como **Matorral muy abierto**, tipo vegetacional que de acuerdo a este mismo documento posee una superficie a nivel regional de 2.305.438 ha. Lo anterior, señala que el área que se está interviniendo se encuentra representada en gran parte de la región, en consecuencia, la superficie impactada por el proyecto en ningún caso afectaría la continuidad de las especies involucradas, ni produciría una disminución de la biodiversidad del sistema.

Sin embargo, a fin de conservar las condiciones del recurso, se efectuarán las siguientes labores:

- Exclusión de las zonas donde se efectuará el traslado de los ejemplares de especies suculentas o reforestaciones de especies arbustivas.
- Prohibición de las actividades de caza.
- Capacitación al personal que ejecutará el proyecto en el cuidado de la flora, vegetación y fauna terrestre de la zona.
- Capacitación a los lugareños del área donde se emplaza el proyecto con la finalidad de involucrarlos en el cuidado de su entorno.

### 10.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE MASAS, CURSOS DE AGUA Y HUMEDALES

En lo referente a las medidas específicas de protección ambiental es necesario destacar que en el área del proyecto no se encuentran zonas de glaciares, bosque nativo, ni humedales, como tampoco acogido al D.L. 701/74, por lo tanto no corresponde establecer medidas de protección al respecto.

## XI. OTROS COMPROMISOS

En la línea de promover el conocimiento de la biodiversidad de la Región, así como su permanencia, se realizarán las siguientes actividades:

- Elaboración de informe técnico que recoja la información de las actividades realizadas en el cumplimiento de las obligaciones del presente Plan de Trabajo para ser entregado a las instituciones académicas, científicas y servicios públicos de la Región de Atacama (100 ejemplares impresos). El informe técnico y las copias comprometidas serán entregadas

una vez finalizadas las labores obligatorias establecidas en el Plan de Trabajo de Formaciones Xerofíticas.

- Elaboración de cartillas explicativas con información general de las especies existentes en el área de intervención para ser repartidas en colegios de la Región de Atacama, a fin de que estos conozcan la vegetación que posee su región (500 ejemplares impresos). Las cartillas serán entregadas 6 meses después de la notificación de la RCA favorable al Titular del proyecto.
- Establecer con 10 colegios de la Región de Atacama, de preferencia cercanos al área del Proyecto, programas educativos, que permitan enseñar a los estudiantes las condiciones y características de la flora xerofítica de la Región de Atacama y de las especies de interés para la conservación de la biodiversidad. Los programas educativos contarán con experiencias prácticas de reproducción de plantas y germinación de semillas junto a la distribución de material ad-hoc para ello. Los colegios sujetos al programa serán seleccionados conjuntamente con Conama/Conaf Región de Atacama. Los programas serán implementados 12 meses después de notificada al Titular la RCA favorable del proyecto. En caso de coincidir ese plazo con período de vacaciones escolares u otras actividades de importancia en el calendario escolar, el Titular acordará con Conama/Conaf la mejor fecha para la implementación.