

**OMX**

**ADENDA 1  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PROYECTO PUERTO CASTILLA**

**3302-0000-MM-ADD-001-0**

**ANEXO 11  
ANÁLISIS PARA DETERMINAR LA POTENCIAL EXISTENCIA DE  
FORMACIONES XEROFITICAS**

## ANEXO 11 ANÁLISIS PARA DETERMINAR LA POTENCIAL EXISTENCIA DE FORMACIONES XEROFITICAS

### CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPCION DEL ÁREA DE ANÁLISIS .....</b>	<b>3</b>
2.1	CLIMA.....	3
2.2	FISIOGRAFIA.....	3
2.3	HIDROGRAFIA.....	4
2.4	SUELO .....	4
2.5	FLORA TERRESTRE .....	4
2.5.1	<b>Antecedentes Generales.....</b>	<b>4</b>
2.6	VEGETACIÓN TERRESTRE .....	5
2.6.1	<b>Marco Legal y Definiciones .....</b>	<b>5</b>
2.6.2	<b>Antecedentes de Carta de Ocupación de Tierras (COT).....</b>	<b>6</b>
2.6.3	<b>Unidades Vegetacionales .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>10</b>
	AUTORES DEL ESTUDIO TÉCNICO .....	10

### LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1	Características del suelo presente en el área de análisis.
Tabla 2.2	Número de Especies de Flora Terrestre Según Origen, por Tipo Biológico, ubicadas en toda el área de Estudio del proyecto Puerto Castilla.
Tabla 2.3	Cobertura, Densidad y Estadígrafos de Unidad de <i>Copiapoa echinata</i> .
Tabla 2.4	Cobertura, Densidad y Estadígrafos de Unidad <i>Eulychnia breviflora</i> de Baja Densidad.
Tabla 2.5	Cobertura, Densidad y Estadígrafos de Unidad <i>Eulychnia breviflora</i> de Alta densidad (UEAd).
Tabla 2.6	Superficie y densidad de las Unidades Vegetacionales estudiadas

## 1 INTRODUCCIÓN

En atención a la observación N° 2.1.1 del ICSARA N°1 al Estudio de Impacto Ambiental “Puerto Castilla”, presentado a evaluación ambiental por OMX Operaciones Marítimas Ltda., se presenta el siguiente análisis a objeto de determinar la eventual presencia de formaciones xerofíticas en el área a intervenir por el Proyecto.

## 2 DESCRIPCION DEL ÁREA DE ANÁLISIS

### 2.1 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 heladas es de 12 meses, aún cuando pueden haber heladas excepcionales. 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 26,9 mm, distribuidas principalmente entre los meses de mayo a agosto. Como la estación seca es de 12 meses, no es posible cultivar sin riegos.

### 2.2 FISIOGRAFIA

El área donde se emplaza el proyecto corresponde a una serie de relieves planos y lomas<sup>1</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.

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.

<sup>1</sup> Boergel, R 1983 Colección Geomorfología de Chile, Geomorfología Instituto Geográfico Militar

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

## 2.3 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.

## 2.4 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.

**Tabla 2.1**  
**Características del Suelo Presente en el Área de Análisis**

Predio N°	Unidad	Clase capacidad de uso de los suelos	Pendiente media (%)	Superficie (ha)
1	UC	VII	4 a 12	22,9
	UEBd	VII	6 a 15	4,9
	UEAd	VII	6 a 20	3,2
<b>Total</b>				<b>31,0</b>

UC: Unidad de *Copiapoa echinata*

UEBd: Unidad de *Eulychnia breviflora* de Baja densidad

UEAd: Unidad de *Eulychnia breviflora* de Alta densidad

## 2.5 FLORA TERRESTRE

### 2.5.1 Antecedentes Generales

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 presente Adenda), 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.

Considerando su origen, 97 de estas especies son nativas de Chile (96 % son autóctonas) y 4 son introducidas (4 % son alóctonas). De las especies autóctonas 69 son endémicas a Chile.

En toda el área en estudio no existen especies de flora terrestre en categoría de conservación, de acuerdo a lo establecido legalmente en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres de la Ley de Bases de Medio Ambiente, cuyos listados han sido promulgados en los Decretos Supremos N° 151 (MINSEGPRES, 2007), N° 50 (MINSEGPRES, 2008), N° 51 (MINSEGPRES, 2008) y N° 23 (MINSEGPRES, 2009) y en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989), En esta área tampoco se registraron especies que se encuentren declaradas como monumento natural.

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 2.2 se señala el número total de especies detectadas en el área de estudio, según su origen geográfico y su tipo biológico.

**Tabla 2.2**  
**Número de Especies de Flora Terrestre Según Origen, por Tipo Biológico, ubicadas en toda el Área de Estudio del Proyecto Puerto Castilla**

Tipo biológico	Nativas endémicas		Nativas no endémicas		Introducidas		Total especies	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Leñoso alto	0	0	0	0	0	0	0	0
Leñoso bajo	37	53,6	9	32,1	0	0	46	45,6
Herbáceo	26	37,7	18	64,3	4	100	48	47,5
Suculento	6	8,7	1	3,6	0	0	7	6,9
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>100</b>

## 2.6 VEGETACIÓN TERRESTRE

### 2.6.1 Marco Legal y Definiciones

La Ley 20.283, Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, define como Formación Xerofítica la “formación vegetal, constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas o 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”.

Como la definición antes señalada no contiene parámetros necesarios para determinar en qué situación una formación cumple con los requisitos para ser considerada como xerófitica, como por ejemplo, cobertura de las especies presentes en estas condiciones, superficie mínima, densidad mínima, etc., la CONAF ha utilizado como parámetros aquellos contenidos en el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF) (el "Catastro del Bosque Nativo"). Lo anterior consta en el Oficio Ordinario N° 890, de fecha 11 de septiembre de 2009, de la CONAMA/CONAF, VI Región, en relación a la DIA del Proyecto "Optimización de Obras de la Central Hidroeléctrica El Paso", presentada por HydroChile S.A. El Catastro del Bosque Nativo constituye una fuente importante en la determinación de los tipos vegetacionales existentes en cada región del país. En conformidad al Catastro del Bosque Nativo, los posibles tipos vegetacionales aplicables a la zona son Matorral abierto, Matorral muy abierto, Matorral con suculenta, abierto y muy abierto, y Formaciones suculentas.

Dadas las características específicas de la vegetación del sector a intervenir, se ha considerado que la vegetación existente en ella se asemeja al tipo **Matorral con suculentas**, cuya definición indica:

*"Formación vegetal donde la presencia de suculentas es > 5% la cobertura del tipo biológico árbol es menor al 10% en las regiones del norte y menor al 25% para el resto del territorio, la cobertura de arbustos puede estar entre el 10-100%, lo que dará la denominación de muy abierto, abierto, semidenso o denso".*

## 2.6.2 Antecedentes de Carta de Ocupación de Tierras (COT)

De acuerdo a la información obtenida en el complemento de la línea base de vegetación terrestre (Anexo 9 de la presente Adenda), la única formación vegetal 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*, *Heliotropium floridum* y *Tetragonia marítima*.

En las unidades que serán incluidas en este análisis, 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*.

Es necesario señalar que esta información es obtenida a nivel de estudio general de la zona mediante la aplicación de la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT), presentada en Anexo 9 de esta Adenda, la que se basa en criterios de dominancia, fisonomía y cobertura (estimada visualmente). En este último parámetro se basa la clasificación establecida para el presente análisis.

En virtud de que la cobertura es estimada visualmente en la COT, y para establecer de manera más precisa las características de la vegetación existente en el área, se levantaron parcelas de 20 por 20 metros (400 metros cuadrados), subdivididas en 4 sub parcelas de 10 por 10 metros (100 metros cuadrados). Una vez instaladas las parcelas, se procedió a censar y a medir diámetro de copa a todos los ejemplares de las especies presentes en cada una de ellas.

Con este nivel de detalle se obtuvo como resultado antecedentes de: cobertura, densidad y dominancia, lo que permite asimilar con datos concretos a las formaciones definidas en el Catastro del Bosque Nativo.

### 2.6.3 Unidades Vegetacionales

Como resultado del muestreo realizado en el área donde se emplazará el proyecto, se lograron segregar las siguientes unidades vegetacionales:

**Unidad de *Copiapoa echinata* (UC):** Se caracteriza por la presencia de ésta especie suculenta, con una cobertura de 0,03 % acompañada de las especies arbustivas *Atriplex clivicola*, *Frankenia chilensis*, *Encelia canescens* y *Heliotropium floridum*. En la Tabla 2.3 se presenta los valores de cobertura y densidad de esta unidad y sus correspondientes estadígrafos.

**Tabla 2.3**  
**Cobertura, Densidad y Estadígrafos de Unidad de *Copiapoa echinata***

Espece	Cobertura de copa (%)	Densidad (Nº indv/ ha)
<i>Frankenia chilensis</i>	0,68351	1971
<i>Atriplex clivicola</i>	2,51123	1814
<i>Copiapoa echinata</i>	0,24993	1443
<i>Heliotropium floridum</i>	0,62203	729
<i>Chuguiraga ulicina</i>	0,18064	343
<i>Nolana sedifolia</i>	0,09912	143
<i>Stipa tortuosa</i>	0,00361	71
<i>Encelia canescens</i>	0,00729	57
<i>Senecio myriophyllus</i>	0,00112	14
<b>Total</b>	<b>4,35848</b>	<b>6586</b>

Estadígrafos	Cobertura de copa	Densidad
Media	4,35848	6586
Desviación estándar	1,16807	1961,65625
Coefficiente de variación (%)	26,8	29,7
Numero de parcela	7	7
Error de muestreo (%)	14,5	16,2

**Unidad de *Eulychnia breviflora* de Baja densidad (cobertura): (UEBd)** Esta unidad se caracteriza por presentar ejemplares de la especie suculenta *Eulychnia breviflora* con una extremadamente baja cobertura, siendo su valor promedio de 0,56 %. También posee un estrato arbustivo dominado por *Atriplex clivicola*, *Chuguiraga ulicina*, *Frankenia chilensis*, *Nolana sedifolia* y *Heliotropium floridum*.

En la Tabla 2.4 se entregan los valores de cobertura y densidad de esta unidad y sus correspondientes estadígrafos.

**Tabla 2.4**  
**Cobertura, Densidad y Estadígrafos de Unidad *Eulychnia breviflora* de Baja Densidad (UEBd).**

Espece	Cobertura de copa (%)	Densidad (Nº indv/ ha)
<i>Heliotropium floridum</i>	0,60730	2462
<i>Atriplex clivicola</i>	1,91551	2100
<i>Encelia canescens</i>	0,01276	962
<i>Cristaria cyanea</i>	0,01816	487
<b><i>Eulychnia breviflora</i></b>	<b>0,56156</b>	<b>88</b>
<i>Nolana sedifolia</i>	0,04320	88
<i>Skythantus acutus</i>	0,03093	63
<i>Chuguiraga ulicina</i>	0,41700	38
<i>Frankenia chilensis</i>	1,00215	25
<i>Senecio myriophyllus</i>	0,00096	25
<b>Total</b>	<b>4,60953</b>	<b>6338</b>

Estadígrafos	Cobertura de copa	Densidad
Media	4,60953	6338
Desviación estándar	1,03306	988,4150
Coeficiente de variación (%)	0,22411	0,1560
Numero de parcela	8	8
Error de muestreo (%)	11,21	7,8



**Unidad de *Eulychnia breviflora* de Alta densidad (cobertura) (UEAd):** Los sectores en donde se desarrolla esta unidad suman un total de 3,2 hectáreas. Aún cuando su cobertura en términos absolutos es muy baja, se diferencia de la unidad anterior por presentar una mayor cobertura y densidad de la especie suculenta *Eulychnia breviflora*, con un promedio de cobertura de 1,81 %. También se encuentra acompañada por un estrato del tipo biológico leñoso bajo (arbustivo), con dominancia de *Atriplex clivicola*, *Chuguiraga ulicina*, *Frankenia chilensis*, *Nolana sedifolia* y *Heliotropium floridum*. En la Tabla 2.5 se entregan los parámetros de cobertura y densidad de esta unidad con sus respectivos estadígrafos.

**Tabla 2.5  
Cobertura, Densidad y Estadígrafos de Unidad *Eulychnia breviflora* de Alta densidad (UEAd)**

Espece	Cobertura de copa (%)	Densidad (N° indv/ ha)
<i>Frankenia chilensis</i>	0,76118	2417
<i>Atriplex clivicola</i>	0,98972	1367
<i>Heliotropium floridum</i>	0,84325	967
<b><i>Copiapoa echinata</i></b>	<b>0,16446</b>	<b>917</b>
<i>Chuguiraga ulicina</i>	0,17524	267
<b><i>Eulychnia breviflora</i></b>	<b>1,81882</b>	<b>117</b>
<i>Nolana sedifolia</i>	0,03786	83
<i>Encelia canescens</i>	0,04365	75
<i>Stipa tortuosa</i>	0,00376	75
<i>Cristaria cyanea</i>	0,00091	33
<i>Polyachyrus fuscus</i>	0,00016	8
<i>Senecio myriophyllus</i>	0,00000	8
<b>Total</b>	<b>4,83901</b>	<b>6334</b>

Estadígrafos	Cobertura de copa	Densidad
Media	4,83901	6334
Desviación estándar	3,59175	1974,99
Coeficiente de variación (%)	74,22	31,18
Numero de parcela	12	12
Error de muestreo (%)	38,4	16,16

Con los antecedentes expuestos se pudo establecer que la presencia de especies suculentas en el área a intervenir por el Proyecto representa menos del 5 % de cobertura de la vegetación.

Estas unidades fueron segregadas de acuerdo a los antecedentes obtenidos por el levantamiento de parcelas en terreno, y empleando como criterio de selección la presencia de especies suculentas, independiente de que su cobertura ni siquiera alcance el 5%. La Tabla a continuación muestra las superficies de cada una de las Unidades estudiadas así como el número de individuos por hectárea.

**Tabla 2.6**  
**Superficie y Densidad de las Unidades Vegetacionales Estudiadas**

<b>Unidad vegetacional</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Densidad (ind/ha)</b>
<b>UC</b>	22,9	1.443
<b>UEBd</b>	4,9	88
<b>UEAd</b>	3,2	117
	<b>31,0</b>	

### **3 CONCLUSIÓN**

Este resultado, y con los demás antecedentes señalados anteriormente, permite concluir que la vegetación que sería intervenida por el proyecto no corresponde a una formación xerofítica.

#### **AUTORES DEL ESTUDIO TÉCNICO**

- Gustavo Mieres Urquieta  
Rut: 6.291.846-2  
Ingeniero Forestal
- Verónica Palavicino Baeza  
Rut: 7.020.598-K  
Ingeniero Forestal