



## GUÍA

# PARA DESARROLLAR PROGRAMAS DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES (PCE) POR MP10, EN ÁREAS VERDES Y MASAS DE VEGETACIÓN, EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO (RMS)

---





# Índice de Contenido

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Presentación</b> .....                                                                                        | <b>4</b>  |
| <b>1. Introducción</b> .....                                                                                     | <b>7</b>  |
| 1.1 Antecedentes Técnicos .....                                                                                  | 7         |
| 1.2 Antecedentes Normativos .....                                                                                | 9         |
| 1.3 Objetivo y alcances de la Guía .....                                                                         | 11        |
| <b>2. Contenidos Programa de Compensación de Emisiones</b> .....                                                 | <b>13</b> |
| <b>3. Lineamientos, metodologías y criterios para implementar un PCE</b> .....                                   | <b>17</b> |
| 3.1 Cálculo de la Superficie a compensar .....                                                                   | 17        |
| 3.2.1 Áreas Verdes .....                                                                                         | 18        |
| 3.2 Lineamientos para Compensar en Áreas .....                                                                   | 18        |
| 3.2.2 Masa de Vegetación .....                                                                                   | 19        |
| 3.3 Metodología para la Compensación de Emisiones en Mantenimiento de Áreas Verdes y/o Masas de Vegetación ..... | 19        |
| 3.4 Criterios para Ejecutar Compensación en Generación de Áreas Verdes .....                                     | 26        |
| 3.5 Métodos para Reforestación de Masas de Vegetación .....                                                      | 28        |
| <b>4. Bibliografía</b> .....                                                                                     | <b>29</b> |
| <b>5. Anexos</b> .....                                                                                           | <b>30</b> |

## GUÍA

PARA DESARROLLAR PROGRAMAS DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES (PCE) POR MP10, EN ÁREAS VERDES Y MASAS DE VEGETACIÓN, EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO (RMS)

En el marco del D.S. N°31 del 2016, del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que dicta el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para Santiago

### Equipo Desarrollador:

Área de Recursos Naturales y Biodiversidad, Seremi del Medio Ambiente RMS

### Diseño:

Oficina Comunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente

### Revisión:

Área de Comunicaciones Seremi del Medio Ambiente RM

ISBN: 2020

# I Presentación

Los Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA) son instrumentos de gestión ambiental que, a través de la definición e implementación de estrategias específicas, tienen por finalidad reducir los niveles de contaminación del aire, con el objeto de resguardar la salud de la población.

La Región Metropolitana de Santiago (RMS) fue declarada Zona Latente por Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Zona Saturada por Material Particulado Respirable (MP10), Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>) y Monóxido de Carbono (CO), mediante el Decreto Supremo N°131 de 1996, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Una vez que la RMS fue declarada como Zona Latente y Saturada y según lo dispuesto en la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el Decreto Supremo N° 94, de 1995, de MINSEGPRES, correspondió la dictación del primer Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para Santiago. El PPDA para la RMS fue aprobado mediante Decreto Supremo N°16, de 1998, de MINSEGPRES, el cual fue actualizado, por primera vez, mediante el Decreto Supremo N°58, de 2003 y posteriormente, fue reformulado mediante el Decreto Supremo N°66, de 2009, ambos del MINSEGPRES. Finalmente, la última actualización se formuló mediante el Decreto Supremo N° 31, de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Dentro de las estrategias de control de los niveles de contaminación del aire, el PPDA vigente establece que: (i) deberá existir compensación de emisiones para la Región Metropolitana de Santiago, lo cual se hará por medio de Programas de Compensación de Emisiones (PCE) aprobados por la SEREMI del Medio Ambiente y fiscalizados por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) (artículo 63); y (ii) todos aquellos proyectos o actividades nuevas y las modificaciones de los proyectos existentes que ingresan al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y que en cualquiera de sus etapas generen un aumento sobre la situación base de emisiones, deberán compensar sus emisiones totales anuales, directas e indirectas (artículo 64).

Se entiende como medida de compensación ambiental aquella que tiene como finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar (artículo 100, Decreto Supremo N° 40, de 2012, del MMA). Como medida de compensación a la emisión de Material articulado, el PPDA de la RMS establece la mantención y generación de áreas verdes y masas de vegetación y, mandata a la SEREMI del Medio Ambiente, aprobar los PCE mediante esas acciones (Artículo 100, DS 31/2016 MMA).

Esta Guía entrega los lineamientos para la presentación de los Programas de Compensación de Emisiones de MP10 mediante la Mantención y Generación de Áreas Verdes y Masas de Vegetación, con énfasis en la metodología para el proceso de diseño, ejecución y evaluación del PCE.

# 1. Introducción



## 1.1 ANTECEDENTES TÉCNICOS

Es ampliamente conocido que los bosques proveen variados servicios ecosistémicos que mantienen o mejoran el bienestar humano, tales como, regulación de la temperatura, mitigación de la escorrentía, recreación, sentimiento de pertenencia, purificación o descontaminación del aire, entre otros (Dobbs et al., 2011; Ninan y Inoue, 2013). Según el estudio "The Effects of Urban Tree on Air Quality" (falta referencia), la vegetación urbana puede afectar positivamente a la calidad del aire a través de la remoción de contaminantes atmosféricos (O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, MP<sub>2.5</sub> y MP<sub>10</sub>) y, en consecuencia, contribuir a mejorar la salud y el bienestar de los habitantes de una ciudad.

El mecanismo de los bosques para reducir la contaminación ambiental o purificar el aire, es la deposición seca, que consiste en la deposición natural de contaminantes sobre las superficies foliares, donde estos contaminantes, tanto gases como Material Particulado, son captados vía estomas de las hojas, produciéndose un efecto de limpieza del aire y convirtiendo a los bosques en verdaderos filtros biológicos (Nowak et al., 2006; Hirabayashi et al., 2014).

El modelo más ampliamente utilizado para la estimación de la deposición seca de Material Particulado es I-Tree ECO, modelo que utiliza variables de área foliar de la vegetación, datos meteorológicos y datos de contaminación diaria. A partir de esas variables, el modelo estima la capacidad de remoción de Material Particulado por deposición seca en un periodo anual (Hirabayashi et al., 2014). El modelo I-Tree Eco ha reconocido las diferencias que se producen en la deposición de acuerdo con el clima y el nivel de contaminación de la ciudad, y la cobertura de árboles que ésta tenga. Nowak et al. (2006) estimó la deposición para varias ciudades de USA, donde encontró grandes diferencias entre éstas. Así, Miami con 30% de cobertura arbórea presentaba deposiciones de 88 [t/año], Nueva York con una cobertura arbórea de 17% depositaba 493 [t/año], mientras que San Diego con una cobertura de 9% presentaba deposiciones de 400 [t/año].

En el caso de Santiago, existe aún poca información sobre la capacidad de deposición de la cobertura arbórea. De un primer estudio al respecto (FONDEF Idea ID15110104), se pudo tener estimaciones de la capacidad de remoción por deposición seca de los árboles para las comunas de Vitacura y Pudahuel, donde las tasas de deposición alcanzaron 0,736 [g/m<sup>2</sup>/año]. En Vitacura con un 32% de cobertura arbórea, ésta alcanza a 4,1 [t/año], mientras que en Pudahuel con un 7% de cobertura arbórea, la deposición llega a 7,7 [t/año]. Estas estimaciones fueron obtenidas a partir del muestreo y análisis hecho para tres especies comúnmente encontradas en la Región Metropolitana de Santiago, tales como Quillay, Ligustro y Ciruelo.

Adicionalmente, existen otros servicios ambientales con impactos positivos asociados a la mantención de áreas naturales de masas de vegetación, tanto en las ciudades como en sus entornos, tales como: (i) reducción de la temperatura y otros efectos microclimáticos; (ii) reducción del uso de energía en zonas edificadas, por ejemplo, calefacción residencial y aire acondicionado; (iii) protección de las cuencas hidrográficas a través de la captura de las precipitaciones a través de su copa y corteza, lo que conlleva a un control de escorrentía pluvial y mitigación de las inundaciones; (iv) participación en el ciclo del agua, estimándose que un 65% aproximado de las lluvias proviene de la evapotranspiración de la biomasa vegetal existente en las cuencas (Gimeno et al., 2012); (v) disminución del riesgo de remoción en masa; (vi) hábitat para la fauna silvestre que conlleva al sostén y aumento de la biodiversidad, entre los principales.

Por lo anteriormente expuesto, la mantención y enriquecimiento de las masas de vegetación que rodean la cuenca de Santiago, son un importante apoyo para el control del levantamiento de polvo, es decir, para la fracción gruesa del MP10. Junto con ello, las masas vegetacionales son vitales para la conservación de la Biodiversidad de la región, generando diversos servicios ecosistémicos importantes para la calidad de vida de los seres humanos como el ser reguladores térmicos (Cambio Climático), entregar protección contra los desastres naturales como aluviones y alud, el poder capturar las precipitaciones, las que posteriormente son situadas en las napas freáticas, y el generar un hábitat para la fauna regional, entre otros servicios.



## 1.2 ANTECEDENTES NORMATIVOS

Con el fin contribuir a la reducción de la contaminación atmosférica en la RMS, el PPDA (D.S. N°31/2016 del MMA) establece en los siguientes artículos:

- **Artículo 99:** *“El Gobierno Regional Metropolitano de Santiago continuará con la meta de aumentar la dotación de áreas verdes, construcción de parques, plazas y masas de vegetación que rodean la Cuenca de Santiago de la Región Metropolitana de Santiago, en 100 nuevas hectáreas, PROCURANDO OBTENER LA APROBACIÓN de recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) u otras fuentes de financiamiento. Para ello, se priorizarán los siguientes tipos de programas:*

a) *Programa para la gestión de áreas verdes. Se procurará la habilitación prioritaria de áreas verdes y espacios públicos en aquellas comunas más deficitarias en este tipo de áreas y espacios, según las definiciones señaladas en el Artículo 1.1.2 del D.S. N°47, de 1992, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que fija Nuevo texto de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Se entenderá por “comunas más deficitarias” aquellas comunas emplazadas en la Región Metropolitana de Santiago y que sean definidas como tales por la Seremi de Vivienda y Urbanismo RM.*

b) *Programa para la gestión de masas de vegetación que rodean la Cuenca de Santiago. Con la finalidad de favorecer la circulación de los vientos en la cuenca de Santiago, se promoverá la mantención y reforestación de las masas de vegetación que rodean la cuenca de Santiago, y de los corredores verdes, los que adicionalmente contribuirán a la conectividad ecológica entre los diferentes ecosistemas presentes en la región. Se entenderá por “corredores verdes” el cordón de vegetación continuo que ayuda a restablecer la estabilidad dinámica*

*de los ecosistemas naturales, asegurando la conservación de los componentes y servicios ambientales entre las masas de vegetación que rodea la cuenca de Santiago”.*

- **Artículo 100:** *“La SEREMI del Medio Ambiente apoyará el aumento de las áreas verdes mediante la exigencia de compensación de emisión de material particulado según lo estipulado en el artículo 63, mediante la mantención y generación de áreas verdes y masas de vegetación”.*

Dentro de las estrategias de control de emisiones que contempla el PPDA vigente, se establecen los siguientes artículos:

- **Artículo 63:** *“La compensación de emisiones para la Región Metropolitana de Santiago se hará por medio de Programas de Compensación de Emisiones aprobados por la Seremi del Medio Ambiente y fiscalizados por la Superintendencia del Medio Ambiente”.*

- **Artículo 64:** *“Todos aquellos proyectos y actividades que ingresan al SEIA, deberán cumplir las siguientes condiciones”:*  
*“Deberán compensar sus emisiones totales anuales, directa e indirectas, aquellos proyectos o actividades nuevas y las modificaciones de los proyectos existentes, que en cualquiera de sus etapas generen un aumento sobre la situación base, en valores iguales o superiores a los que se presentan en la siguiente tabla”:*

**Tabla 1.**  
**Emisión máxima proyectos**

Fuente: Elaboración propia a partir de D.S N°31/16 del MMA

| CONTAMINANTE | EMISIÓN MÁXIMA [t/año] |
|--------------|------------------------|
| MP10         | 2,5                    |
| MP 2,5       | 2,0                    |
| NOx          | 8                      |
| SO2          | 10                     |



## 1.3 OBJETIVO Y ALCANCES DE LA GUÍA

La presente Guía tiene por objetivo entregar lineamientos para la presentación del Programa de Compensación de Emisiones (PCE) de MP10<sup>1</sup>, mediante la mantención y generación de áreas verdes y masas de vegetación, con énfasis en la metodología para el proceso de diseño, ejecución y evaluación del PCE, en el marco legal del artículo 100 del D.S N°31/2016 del MMA.

La Guía tiene como objeto ser una herramienta práctica para los Titulares de proyectos que deban formular PCE, donde puedan encontrar los antecedentes, criterios y exigencias técnicas para la presentación de sus programas, de manera de facilitar la presentación, posterior evaluación y seguimiento por parte de los profesionales de la SEREMI MMA RMS.

A su vez, espera contribuir a establecer criterios que permitan implementar compensaciones medibles y verificables, para la protección del medio ambiente y la salud de la población en la Región Metropolitana de Santiago.

1- Material particulado respirable MP10, con diámetro aerodinámico menor o igual que 10 micrones (µm)

## 2. Contenidos Programa de Compensación de Emisiones

De acuerdo con lo establecido previamente, los proyectos y actividades que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) que en cualquiera de sus etapas generen emisiones totales anuales, directas e indirectas, en valores iguales o superiores a la situación base determinada en la Tabla 1 "Emisión máxima proyectos" del artículo 64 del PPDA de la RMS, deberán compensar esas emisiones a través de la formulación y ejecución de un Programa de Compensación de Emisiones. A continuación, se presentan los contenidos que debe contemplar dicho PCE.

Se indican los numerales (o acápite) donde se explicitarán en detalle los lineamientos, metodologías y/o criterios necesarios para el desarrollo de los contenidos del documento a presentar:

**Tabla 2.**  
**Contenidos en PCE**

Fuente: Elaboración propia

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1. Antecedentes del Proyecto</b></p>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>› Nombre del proyecto que se evaluó en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA)</li> <li>› Nombre y Rut del Titular</li> <li>› Datos de contacto del Titular</li> <li>› Resolución de Calificación Ambiental (RCA) (Número y fecha de la RCA)</li> <li>› Tipología del proyecto</li> <li>› Límites geográficos del área del proyecto</li> <li>› Inversión del proyecto</li> </ul> |
| <p><b>2. Antecedentes de la Compensación</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>› Contaminante a compensar</li> <li>› Fase del Proyecto que supera la norma</li> <li>› Cálculo de emisiones atmosféricas a compensar (acápite 3.1)</li> <li>› Cálculo de la superficie a compensación (acápite 3.2)</li> <li>› Año de la compensación</li> </ul>                                                                                                                   |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>3. Identificación de la zona a Compensar</b></p> | <p>3.1 Identificación de la zona a compensar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Nombre de la zona a compensar</li> <li>› Comuna de la zona a compensar</li> <li>› Identificación de la zona a compensar según criterio de priorización del instructivo. (acápite 3.3)</li> <li>› Descripción general de la zona a compensar</li> <li>› Fotografías del entorno donde se desarrollará la compensación</li> </ul> <p>3.2. Caracterización de la superficie a compensar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Superficie a compensar</li> <li>› Características de la estructura y composición de las unidades de bosque identificadas en las zonas a compensar, con la finalidad que se justifique las acciones a realizar por el PCE.</li> <li>› Set fotográfico del área a compensar, identificar el antes y después de la compensación.</li> </ul> |
| <p><b>4. Metodología de la Compensación</b></p>        | <p>Desarrollo de los Ejes (acápites 3.4; 3.5; 3.6)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Identificación y desarrollo de las Medidas de Rehabilitación y Restauración Ecológica</li> <li>› Identificación y desarrollo de las Medidas Protección, Control y Vigilancia</li> <li>› Identificación y desarrollo de las Medidas Educación Ambiental</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>5. Carta Gantt</b></p>                           | <p>La Carta Gantt deberá especificar el hito de inicio del PCE y todas las etapas para la implementación de la compensación de emisiones (celebración de convenios, desarrollo de los ejes, programa de seguimiento, informar al consejo de monumentos, entre otros).</p> <p>Deberá indicar la periodicidad en que informará a la SMA sobre el estado de avance de las actividades. Todo lo anterior, según lo establecido en el punto iv del artículo 63 del actual PPDA.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>6. Mapa de ubicación</b></p>                     | <p>El mapa deberá contener la información establecida en el anexo "Especificaciones Entrega Productos Cartográficos", según lo establecido en el artículo 63 del D.S. N°31/20016. Deberá entregar la ubicación en coordenadas WGS84, en caso de no considerar este formato puede ser producto de no admisibilidad del PCE.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>7. Programa de Seguimiento</b></p> | <p>En este capítulo se debe contener al menos los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Informar a la SEREMI de Medio Ambiente el Hito de inicio. Éste deberá estar en función a la primera jornada de enriquecimiento.</li> <li>› Visita de terreno con la SEREMI de Medio Ambiente, con el objeto de verificar el estado de avance de las medidas implementadas y evaluar el cumplimiento del programa.</li> <li>› Informes de control que incluirá el estado de mantención del área a compensar. Los informes deberán establecer indicadores de la gestión para el cumplimiento del PCE pues en el punto iii del PPDA indica que "...indicador de cumplimiento del programa de compensación". Esta etapa es fundamental para determinar el cumplimiento de las metas y objetivos -a fin de determinar el éxito del proceso de compensación de acuerdo a los indicadores seleccionados-, generar nuevos conocimientos e introducir las modificaciones necesarias bajo el concepto de manejo adaptativo (Hobbs y Norton, 1996; Vallauri et al., 2005).</li> <li>› Informe final, que incorpora la evaluación realizada en el primer periodo. Debe incluir una evaluación final de todas las medidas de compensación implementadas por este programa y dar cuenta del estado mediante indicadores.</li> <li>› Todos los documentos deberán ser presentados ante esta Secretaría, en formato digital y Plano en formato A2. Según anexo "Especificaciones Entrega Productos Cartográficos".</li> </ul> |
| <p><b>8. Anexos</b></p>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>› Carta de compromiso de los representantes del terreno o de un tercero que mantendrá las acciones por un periodo no inferior a dos años.</li> <li>› Especificaciones Entrega Productos Cartográficos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

# 3. Lineamientos, metodologías y criterios para implementar un PCE



## 3.1 CÁLCULO DE LA SUPERFICIE A COMPENSAR

Para el cálculo de la superficie a compensar (hectáreas), se deberá considerar los siguientes criterios:

- Cantidad de MP10 que supera la norma [ton/año]
- Incremento de las emisiones en porcentaje según lo determinado por el PPDA:
  - › 120% para proyectos evaluados por el D.S. N°31/2016 del MMA.
  - › 150% para proyecto evaluados por el DS N°66/2009 del MINSEGPRES
- Utilización del factor 2,15 [ha] que equivale a 1 tonelada de MP10- emisión anual

De lo anterior, se puede ejemplificar con la siguiente fórmula, para el caso de 120% (1,2%):

$$(MP10 [t] \times 1,2\%) \times 2,15 \frac{[ha]}{[t]} = (3 \times 1,2) \times 2,15 [ha]$$
$$= 7,74 [ha]$$

2- El modelo de depositación utilizado en la presente guía, se ajustó para especies coníferas del hemisferio norte, específicamente norte de USA por Baldocchi et al. (1997, 1998).





### 3.2 LINEAMIENTOS PARA COMPENSAR EN ÁREAS

Esta Secretaría Ministerial priorizará y validará las siguientes formas de compensar:

- Mantenimiento de Áreas Verdes y/o Masas de Vegetación
- Generación de Áreas Verdes
- Reforestación de Masas de Vegetación



#### 3.2.1 Áreas Verdes

De acuerdo a Nowak (1994), los árboles en áreas urbanas, especialmente aquellos con hojas de gran superficie, absorben y atrapan partículas en suspensión. Adicionalmente, ayudan a reducir la velocidad de los vientos, haciendo que estas partículas caigan (Harris, 1992). Por lo tanto, al plantar y conservar árboles, las ciudades no sólo contribuyen a mejorar la calidad del aire, sino que también ahorran en gastos para el control de la calidad del aire (USDA Forest Service, 2001).

En este contexto, para efectos de la gestión en áreas verdes, se priorizarán las siguientes zonas:

- Creación y/o mantenimiento de **áreas verdes en Cerros Islas**
- Creación y/o mantenimiento **Corredores Verdes Urbanos y/o Ribereños**
- Creación de áreas verdes que no están consolidadas según PRMS<sup>3</sup> o PRC<sup>4</sup> que son iguales o mayores a 2 [ha]
- Mantenimiento en Parques Urbanos que requieran cambiar su arbolado de especies exóticas invasoras o alérgenos, por especies nativas o por árboles perennes.
- Creación de áreas verdes en "Comunas más Deficitarias", entendiéndose como aquellas comunas emplazadas en el Santiago Metropolitano y que sean definidas como tales por la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la Región Metropolitana de Santiago.
- Creación de áreas verdes en suelos que han sido erradicados de vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS) o que presenten una amenaza de convertirse en vertederos ilegales de residuos sólidos.

3- Plan Regional Metropolitano de Santiago.

4- Plan Regulador Comunal.



#### 3.2.2 Masa de Vegetación

Con la finalidad de favorecer la circulación del viento en la cuenca de Santiago, se promoverá la mantención y reforestación de las masas de vegetación que rodean la cuenca de Santiago. Se priorizarán los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad establecidos en la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad de la Región Metropolitana de Santiago, cuyas zonas cuentan a lo menos con las siguientes características:

- Zonas destinadas para la Conservación que cuenten con **"bosque y renewal nativo"** y/o **"matorral"** que incluye las categorías de matorral arborescente, matorral pradera y matorral con suculenta, según el "Catastro de Bosque Nativo de CONAF, 2013". Por ejemplo, Parques Naturales y Reservas Naturales, tanto públicas como privadas.
- Zonas con **"áreas silvestres protegidas"**, por ejemplo, los Santuarios de la Naturaleza presentes en la Región Metropolitana de Santiago.



### 3.3 METODOLOGÍA PARA LA COMPENSACIÓN DE EMISIONES EN MANTENCIÓN DE ÁREAS VERDES Y/O MASAS DE VEGETACIÓN

El PCE deberá tener como fin el aumento, la rehabilitación, la restauración y la protección de la masa de vegetación en las zonas a compensar. Lo anterior, deberá contener acciones que se enmarquen en tres ejes que establece la SEREMI MA-RMS:

- I. **"REHABILITACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA"**
- II. **"PROTECCIÓN, CONTROL Y VIGILANCIA"**
- III. **"EDUCACIÓN AMBIENTAL"**

A continuación, se especifican los ejes de acción:



## I. EJE REHABILITACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

El PCE deberá promover acciones que contribuyan a recuperar la vegetación y ecosistemas históricos o de referencia del área a intervenir, con el fin de generar un ecosistema más resiliente, es decir, que sea capaz de mantener su estructura, composición de especies y procesos ecológicos frente a variaciones ambientales. Estas acciones, deberán tener como objetivos recuperar y aumentar la masa de vegetación.

Todos los PCE deberán contener a lo menos 3 acciones descritas a continuación:

### a) Enriquecimiento:

Es la acción de restauración más directa que se puede implementar para recuperar un ecosistema. Esta medida fortalece aquellas zonas con presencia de individuos arbóreos y arbustivos, aumenta la composición de especies, potencia el proceso de facilitación entre éstas y modifica de forma progresiva las condiciones micro ambientales del área. Asimismo, los PCE deben considerar diversas especies nativas a objeto de que éste no se transforme en un monocultivo. Esta acción deberá indicar los tipos de especies nativas (diversidad), especies predominantes y el número de individuos a plantar. Por otro lado, el PCE deberá indicar el potencial "Bosque" que se espera obtener, considerando la estructura del bosque deseado y el tratamiento silvícola adecuado. Para ello, deberá documentar con fotografías el antes y después del enriquecimiento.

Los **PCE deberán contener siempre la acción de enriquecimiento**, detallando la siguiente información:

- Distribución de la Plantación –preferencia Plantación en cluster<sup>5</sup>-. Para ello deberá considerar separación mínima de individuos, según las características del ecosistema donde se ejecutará el PCE. Junto con ello, no deberá compartir hoyaduras para más de un individuo y considerar requerimientos de riego o luminosidad al formar el cluster.
- Especies (dominantes y secundarias), indicar el nombre científico de las especies arbóreas dominantes y secundarias que componen la zona a compensar, considerando parámetros como abundancia, entre otros.
- Indicar el diámetro de la copa [m] potencial
- Cobertura de copas por individuo [m2]
- Crecimiento completo o máxima expresión [m]
- Procedencia de los individuos a plantar (viveros, otros). Los individuos deben ser de la misma Región Metropolitana.
- Fecha aproximada de la plantación, sugiriendo la estacionalidad adecuada para la especie. Se sugiere que sea en el periodo otoñal posterior a la primera lluvia.
- Identificación de las zonas a enriquecer mediante coordenadas GPS (UTM)

5- Saha (2012), indica que la plantación en cluster asegura que grandes áreas puedan ser cubiertas con un número limitado de plantas

- Técnica del sistema de riego (tecnificado, por goteo, entre otros) y procedencia del recurso hídrico.
- Hoyadura según el tipo de especie. De manera estándar, el tamaño de la hoyadura debe ser al menos de 50 [cm] de profundidad. El suelo con que se rellene la hoyadura debe contener al menos el 50% de aportes de materia orgánica como compost debidamente madurado, bokashi, humus, entre otros. Cabe señalar, que el aporte de esta materia orgánica debe orientarse a la parte más profunda de la hoyadura, puesto que las grandes raíces crecen hacia abajo.
- Protección a herbívora para evitar su depredación y daño a los diferentes componentes (área foliar, tallo, raíces)
- Tutores de coligüe, los que serán enterrados dejando una altura libre sobre el suelo de aproximadamente 1,2 [m]. Considerar la unión del tutor con el árbol, el que debe ser utilizando una cinta con poca tensión, de manera de no estrangular el tallo a medida que éste crece. Finalmente, la cinta debe ser retirada cuando el árbol esté orientado verticalmente.
- Perímetros de exclusión, según zonas a enriquecer.
- Incorporar metodología de riego. Señalar cuando el sitio tenga pendiente, para ello deberá realizar la casilla de riego considerando uso del nivel entre la hoyadura. Mientras que, en terrenos planos, el desnivel no debe superar los 5 [cm]. El PCE deberá considerar imprevistos para abordar dificultades derivadas de la variabilidad climática, tales como sequías, fenómenos climáticos extremos (heladas o nevazones), ataques de plagas o enfermedades, y los grados de incertidumbre propios de los ecosistemas naturales.
- Promover el uso de mulch (cobertura de hojarasca o chips de madera) sobre la superficie del suelo de la hoyadura, para prevenir erosión por lluvia o riego, protegiendo a las raíces.

### b) Manejo Silvicultural<sup>6</sup> y Fitosanitario:

La Intervención silvicultura se realiza con el propósito de aumentar y mantener la tasa de follaje, sotobosque (flores, hongos y arbustos). En este sentido, un PCE deberá dar cuenta de la necesidad de hacer algunas acciones de manejo silvicultural y fitosanitario, con sus respectivos indicadores de seguimiento. Asimismo, deberán indicar el estado sanitario general de los individuos en la zona a compensar, clasificando su estado como "bueno", "regular" o "malo".

El manejo silvicultural debe cuidar de no eliminar más del 30% de la copa viva del árbol. Debe enfocarse a la eliminación de ramas muertas o suprimidas. En este contexto, es importante que el PCE deba indicar el manejo de los residuos asociados a esta actividad, por ejemplo, si se utilizará chipeadora y si estos residuos serán transportados a otro lugar. Para el caso de enriquecimiento o reforestación realizados a través de un PCE, el manejo silvicultural o fitosanitario deberá tener un especial énfasis en podas de formación durante los primeros 4 años desde la plantación. El uso de guías para orientar crecimiento podría ahorrar labores de poda.

6- Las intervenciones propuestas deben conducir principalmente a la erradicación de las especies exóticas identificadas en las unidades a restaurar; enriquecer las áreas a restaurar con especies nativas, idealmente de procedencia local y, además, realizar las intervenciones necesarias para regular el régimen hídrico de los cursos de agua y cuencas.

**BUENO**

**Sano \* Follaje con buen color o aspecto sano.**



**Tabla 3.**  
**Clasificación Estado Sanitario General de los Individuos**

Fuente: Elaboración Propia, a través de fotografías enviadas del Santuario Quebrada La Plata y U. Mayor.

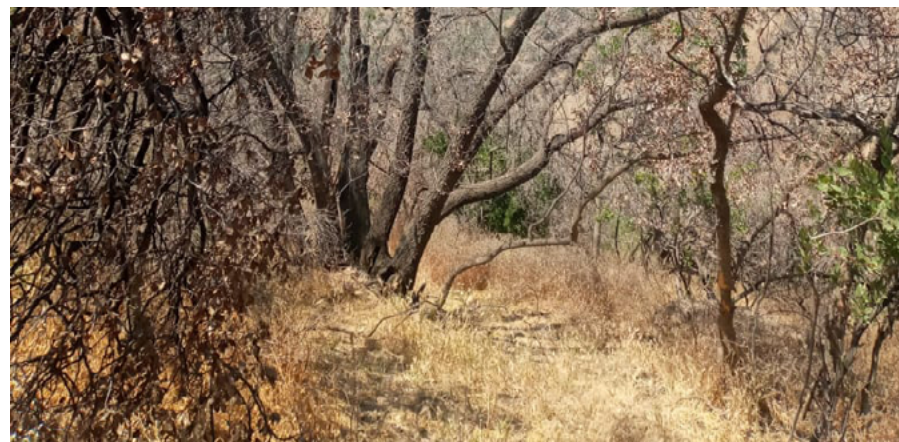
**REGULAR**

**Estrés hídrico**



**MALO**

**Seco \* Afectado por plaga, hongo, defoliado, incendios, entre otras causas.**



**c) Recolección de Semilla y Viverización:**

Esta acción aplicará solo en zonas de alto valor ambiental y cuyo objetivo es conservar la biodiversidad genética del lugar. Deberá contener al menos los siguientes antecedentes:

- Identificación de árboles semilleros dentro o cercanos al sitio de restauración
- Nombre científico y común de la especie a recolectar
- Justificación de la época de inicio de recolección de semilla viverización
- Se requiere la identificación de la ubicación, donde realizarán la recolección de semilla y la viverización mediante georreferenciación.
- Indicar número de Individuos a viverizar
- Elaborar un programa de cosecha de semillas por temporada, el que incluya un calendario de cosecha para cada especie y el índice de madurez.

**d) Acciones Control de Erosión y/o Cárcavas:**

Se debe poner especial atención a la vegetación natural adyacente, repoblando bordes de las laderas con material vegetal local (especies herbáceas, luego arbustivas y posteriormente especies arbóreas). El PCE puede proponer diversos métodos de control de erosión en base a las metodologías propuestas por Vargas et al., (1998), Pizarro (2005) y Vega (2013):

- Tratamiento lineal con sacos rellenos de tierra
- Tratamiento lineal con fajina en ramas
- Tratamiento de cubierta superficial con ramas
- Tratamiento de cubierta superficial con malla (vegetal u otros)

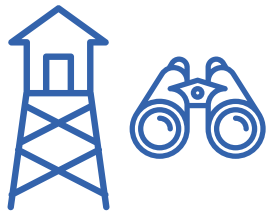
**e) Control de Especies Invasoras:**

El control o eliminación de especies vegetales exóticas invasoras, se deberá entender como una actividad que busca controlar o eliminar poblaciones o individuos de especies vegetales exóticas invasoras generadas naturalmente, que perturban o amenazan el equilibrio ecológico. Preferir control de estas especies mediante uso de mulch o manejo mecánico. Nunca promover uso de agroquímicos fitotóxicos, pues pueden afectar dramáticamente a la especie de interés<sup>7</sup>.

**f) Cosecha y Almacenamiento de Agua:**

El PCE podrá generar actividades relacionadas a la eficiencia del recurso hídrico para la mantención de las masas de vegetación, por ejemplo, zanjas de infiltración, mallas atrapanieblas, captura aguas lluvias desde los techos (habilitación de infraestructura), reciclaje de aguas que se utilizan en el lugar, entre otras ideas que serán evaluadas desde el área de Recursos Naturales y Biodiversidad de la Seremi del Medio Ambiente.

<sup>7</sup>- Ver casos especiales definir



## II. EJE DE PROTECCIÓN, CONTROL Y VIGILANCIA

El PCE deberá promover acciones pertinentes para asegurar y mejorar la protección de la zona a compensar. Todos los PCE deberán contener dentro de sus acciones a lo menos dos de las siguientes acciones, descritas a continuación:

### a) Construcción y/o Reparación de Cercos Perimetrales:

Construir o reparar un cerco perimetral para excluir el ganado doméstico, animales asilvestrados o animales silvestres, y personas que, por sus comportamientos o hábitos, pudiesen poner en riesgo el establecimiento de la regeneración natural o el éxito de las actividades de enriquecimiento ecológico, siembra directa, plantación suplementaria, entre otras. La acción de cercos perimetrales deberá contar con al menos la siguiente información:

- Metros lineales del cerco
- Coordenadas UTM, DATUM WGS84 y HUSO 19
- Tipo de Cerco (ovejero, verde u otro)
- La justificación de la construcción de un cerco perimetral

### b) Implementar Medidas de Protección contra Incendios Forestales:

Se podrán proponer actividades de protección de incendios forestales, en cuyo caso, se deberán complementar con otras acciones en la zona a compensar. Para efecto de un PCE se recomiendan las siguientes medidas:

- **Detección:** Definir un modo de alerta predial y vecinal con la finalidad de dar una alarma oportuna frente a un foco de incendios forestales, como también, tener la claridad del aviso a los sistemas de control de incendios forestales estructurados.
- **Primer control:** Definir tipos de capacitación básica para enfrentar las primeras acciones de control del fuego.
- **Prevención:** Con la finalidad de manejar las cargas de combustibles, se pueden ejecutar labores de silvicultura preventiva, las cuales deben propender a proteger la integridad del bosque.
- **Construcción de Cortafuegos o Cortacombustible:** Para el que se requiere incluir longitud y la identificación del lugar en coordenadas UTM, DATUM WGS84 y HUSO 19.

### c) Caseta, Torres y/o Miradores de Control y Vigilancia:

El PCE deberá especificar la funcionalidad e importancia de su construcción. Indicando al menos con las siguientes especificaciones:

- Se requiere la identificación del lugar de instalación de la caseta, torres y/o miradores en coordenadas UTM, DATUM, WGS84 y HUSO 19.
- Entregar especificaciones sobre construcción de la caseta, torres y/o miradores.
- Registro del personal que utilizó la caseta y/o torres de control y vigilancia.

### d) Construcción y/o Mantenimiento de Sendero y/o Camino de Vigilancia:

Deberán cumplir al menos el objetivo de cortafuego, protección de la vegetación de la zona a compensar y educación ambiental. El sendero y/o camino debe ser apto para el tránsito peatonal en forma expedita y segura, la cual debe estar debidamente señalizada y poseer información relevante para dichos objetivos. En este sentido el sendero deberá contar al menos con la siguiente información:

- Dar detalle de la construcción de aterramiento, escalones del sendero de vigilancia y las zanjas, si corresponde para la evacuación de aguas lluvias hacia la pendiente natural del cerro, esto con el objeto de verificar la no afectación a cauces naturales.
- Se requiere incluir longitud y la identificación del lugar en coordenadas UTM, DATUM, WGS84 y HUSO 19.

### e) Instalación de Señalética:

El Sistema de señalización que se implemente en un PCE debe ser de fácil interpretación, ordenado, educativo, con un diseño amigable y de confección simple, que vaya en la línea del entorno en donde se emplazará. Deberá utilizar materiales resistentes -idealmente reciclables- para soportar las condiciones climáticas, y posibles destrozos a consecuencia de usos irresponsables de los visitantes. Además, debe ser transportable e instalación simple en terreno. Finalmente, el objetivo de estas señaléticas deberá ser preventivo, educativo y prohibitivo (se anexa el formato del tipo de señalética).

### f) Construcción de Vivero y/o Invernadero:

La construcción de viveros deberá estar asociada a una cantidad representativa de individuos, según el área a compensar. Una vez que la planta esté en condiciones de ser trasplantada, ésta deberá ser en la zona destinada para la compensación.



### III. EJE TRANSVERSAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

De forma adicional, el PCE podrá complementar con los dos ejes antes mencionados, actividades de Educación Ambiental enfocadas en tres grandes temas:

- La importancia de las masas de vegetación para la biodiversidad
- El rol de los servicios ecosistémicos que ofrece la zona a compensar (regulación del aire)
- La prevención de los Incendios Forestales

Estas acciones se podrán desarrollar en el marco de la educación formal, no formal e informal, y podrán ser complemento del capítulo XI "Educación Ambiental y Gestión Local" del PPDA.



#### 3.4 CRITERIOS PARA EJECUTAR COMPENSACIÓN EN GENERACIÓN DE ÁREAS VERDES

Según la Zona Prioritaria a compensar, la Creación de Áreas Verdes deberá contar con las siguientes características:

| ZONA PRIORITARIA                        | ESTÁNDAR DE LOS ÁRBOLES                                  | % ESPECIES                                                               | PRENDIMIENTO MÍNIMO | CANTIDAD MÍNIMA DE ÁRBOLES  |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Cerros Islas                            | > 100 [cm] de altura y fuste sobre 5 [cm] de diámetro    | 100% nativos                                                             | 85% prendimiento    | 100 a 330 individuos x [ha] |
| Áreas Verde Urbanas <sup>8</sup>        | > 100 cm de altura y fuste sobre 5 [cm] de diámetro      | 85% nativas y 15% de árboles perenne (que capturan Material Particulado) | 100% prendimiento   | 150 x [ha]                  |
| Corredores Verdes Urbanos y/o Ribereños | >100 [cm] de altura con fuste y sobre 5 [cm] de diámetro | 85% nativas y 15% de árboles perenne                                     | 100% prendimiento   | 100 x 1.000 [m] lineal      |

**Tabla 4.**  
Características de los individuos

Fuente: Elaboración propia SEREMI MA-RMS

8- Creación de Áreas verdes que no están consolidadas según PRMS o PRC que son iguales o mayores a 2 hectáreas; Creación de Área Verde en suelos que han sido erradicados como Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos (VIRS) o que presenten una amenaza de convertirse en Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos y Creación de Áreas Verdes en "comunas más deficitarias", entendiéndose como aquellas comunas emplazadas en el Santiago Metropolitano.

Independiente de la Zona Prioritaria a compensar, todo PCE que adopte la opción de Creación de Áreas Verdes, deberá contar con la siguiente información:

- Distribución de la plantación (preferencia plantación en clúster)
- Especies (dominantes y secundarias), indicando el nombre científico de las especies arbóreas dominantes y secundarias que componen la zona a compensar, considerando parámetros como abundancia, entre otros.
- Tipo de diámetro y radio de copa [m]
- Cobertura de copas por individuo [m2]
- Crecimiento completo o máxima expresión [m]
- Procedencia de los individuos a plantar (viveros, otros)
- Fecha aproximada de plantación, sugiriendo la estacionalidad adecuada para la especie.
- Identificación de las zonas a enriquecer mediante coordenadas GPS
- Técnica del Sistema de Riego (tecnificado, por goteo, entre otros) y procedencia del recurso hídrico
- Hoyadura según el tipo de especies
- Protección herbivoría, a objeto de evitar su depredación y daño a los diferentes componentes (área foliar, tallo y raíces).
- Tutores de coligüe, los que serán enterrados dejando una altura libre sobre el suelo de aproximadamente 1,2 [m]. Perímetros de exclusión según zonas a enriquecer.



### 3.5 MÉTODOS PARA REFORESTACIÓN DE MASAS DE VEGETACIÓN

Se entenderá como reforestación, la acción de repoblar con especies arbóreas o arbustivas, por siembra, plantación o manejo de la regeneración natural, a un terreno que haya estado cubierto con bosque<sup>9</sup>. En este sentido, el PCE deberá indicar el potencial bosque futuro que se espera obtener, considerando la estructura de bosque deseada y el tratamiento silvícola. Para su mantención, deberá contar con la siguiente información:

- Estándar de los árboles > 50 [cm] de altura
- Prendimiento mínimo 85%
- Densidad de Nº plantas/ha entre 100 a 330 individuos. Lo anterior, dependerá de la densidad original, exposición, especie, suelo y cobertura.
- Distribución de la plantación (preferencia plantación en clúster)
- Especies (dominantes y secundarias): indicar el nombre científico de las especies arbóreas dominantes y secundarias, que componen la zona a compensar, considerando parámetros como abundancia.
- Relativa y estrato en que éstas se ubican
- Tipo diámetro y radio de copa (m)
- Cobertura de copas por individuo (m2) y especie (m2)
- Velocidad de crecimiento completo o máxima expresión
- Procedencia de los individuos a plantar
- Fecha aproximada de plantación, sugiriendo la estacionalidad adecuada para la especie.
- Identificación de las zonas a enriquecer mediante coordenadas GPS
- Sistema de riego y procedencia del recurso hídrico
- Hoyadura según el tipo de especies
- Protección a herbívora para evitar su depredación y daño a los diferentes componentes (área foliar, tallo, raíces).
- Tutores de coligüe, los que deberán ser enterrados, dejando una altura libre sobre el suelo de aproximadamente 1,2 m.
- Perímetros de exclusión según zonas a enriquecer.

9- DECRETO LEY Nº 701, DE 1974.

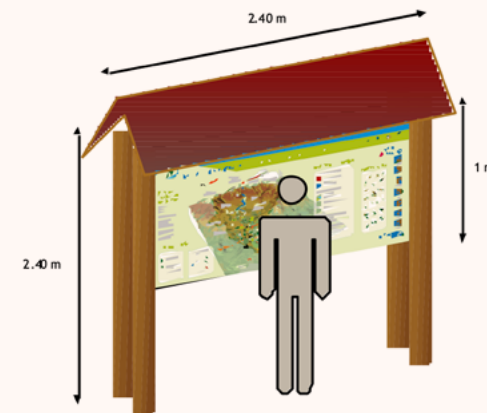
## 4. Bibliografía

- Determinación del Servicio Ecosistémico de Purificación del Aire en el Área del Proyecto GEF Montaña, Departamento de Ecosistema y Medio Ambiente Pontificia Universidad Católica de Chile, 2018.
- Documento Marco para la Restauración Ecológica, Ministerio del Medio Ambiente.
- D.S Nº58/2003. Decreto Supremo Nº 58 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la Republica. Reformula y Actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana.
- D.S Nº66/2009. Decreto Supremo Nº66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la Republica. Revisa, Reformula y Actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana.
- D.S. Nº31/2016. Decreto Supremo Nº31 del Ministerio del Medio Ambiente. Establece Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana.
- DT Nº 230. Ley de Bosque Nativo Tabla de Valores, 2017.
- Guía Básica de Buenas Practicas para Plantaciones Forestales de Pequeños y Medianos Propietarios, CONAF 2013.
- Guía Práctica Campesina Manejo Sustentable del Bosque Nativo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016.
- Ley Nº 20.283 "Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal", del Ministerio de Agricultura.
- CHEPIL, W., 1945. Dynamics of Wind Erosion, Nature of Movement of Soil by Wind en w. chepil, Nature of Movement of Soil by Wind, 305-332. USA: i:soil sci.
- DE LA MAZA, C RODRÍGUEZ R. Sustentabilidad y Biodiversidad Urbana, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.
- DOBBS C., ESCOBEDO F., y ZIPPERER W., 2011. A framework for developing urban forestecosystem services and goods. Landscape and Urban Planning. 99(3-4):196-206.
- FOREST, A., 2007. Urban summaries of american forests. Urban Ecosystem Analysis. USA: makin.
- HEISLER, G. A., 1998. Semi-empirical modeling of spatial differences in below canopy urban air temperature using gis analysis of satellite images, onsite photography. en g. a. heisler, semi-empirical modeling of spatial differences in below canopy urban air temperature using gis analysis of satellite images, onsite photography and meteorological measurements (págs. 206-209). usa: he 23rd conf. on agricultural & forest meteorology, and 2nd urban environment symp.
- HERNÁNDEZ, J., 2008. la Situación del Arbolado Urbano en Santiago. Revista de Urbanismo, 16 y 18.
- HERNÁNDEZ, J. S., 2004. Manejo de Vegetación Urbana. en j. s. Hernández, Biodiversidad: Manejo y Conservación de Recursos Forestales. (págs. 693-719). Chile: Universitaria.
- Hirabayashi S., Kroll C.N., y Nowak D.J., 2014. I Tree Eco dry deposition model descriptions. www.itreetools.org.
- IRAGORRI., 2001. Plan de arborización. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- KAPLAN, R. A., 1989. The Experience of Nature. USA: Cambridge University Press.
- MCPHERSON G, N. D., 1994. Chicago's urban forest ecosystem. United States: USDA forest service.
- NOWAK D., et al 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States.

# 5. Anexos

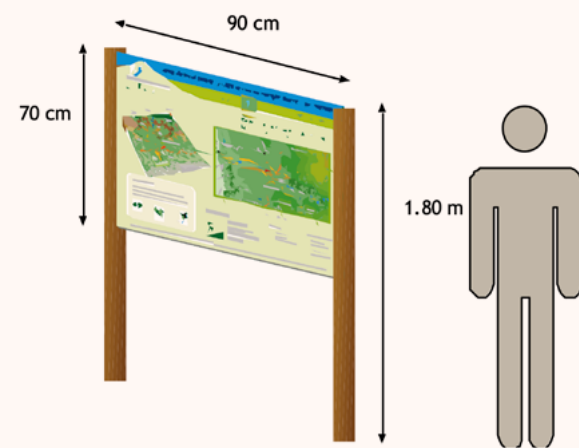
## a) Diseño y confección de señalética

1. Un panel o cartel general (2.40 m X 2.40 m x 1 m) ubicado al inicio de los senderos que contiene un mapa con toda la información general del área a visitar.



1.1 Panel de Información General: mapa con detalle general de rutas, restricciones de uso, flora y fauna, seguridad en montaña.

2. Tres mapas de tramos del sendero (90 cm. x 70 cm.) con información específica del tramo a recorrer. Además, se debe diseñar y confeccionar paneles de información específica, como de seguridad o de técnicas de "No Deje Rastro".



2.2. Panel de Información Específica: mapas con detalle específico del tramo a recorrer; panel de seguridad en montaña; panel educativo de técnicas No Deje Rastro.

Mapa de senderos por tramo

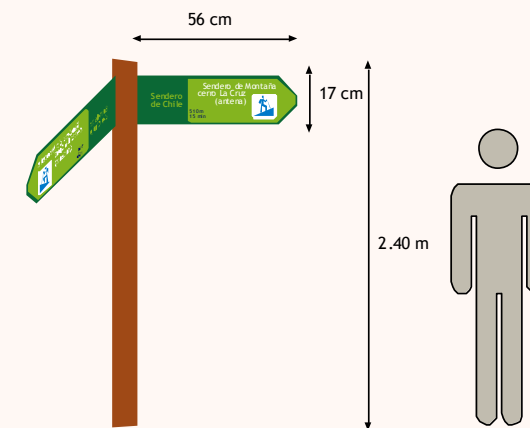


Panel de seguridad en montaña

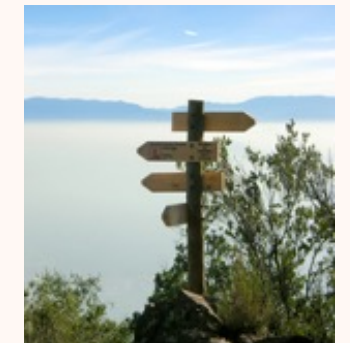


Panel No Deje Rastro

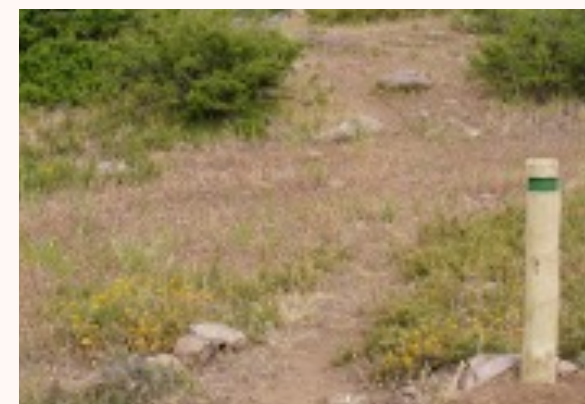
3. Pilotes direccionales para ser instalados en aquellos lugares donde exista confusión de la ruta; su diseño quedó definido con la confección de tablas flechadas (de 6"x2"x 57 cm.) talladas en bajo relieve, pintadas según color del sendero y apernadas a un rollizo de pino impregnado (5" a 6" x 3 m).



Pilote Direccional o de Cruce de Senderos: con información de rutas, distancia y tiempos aproximados.



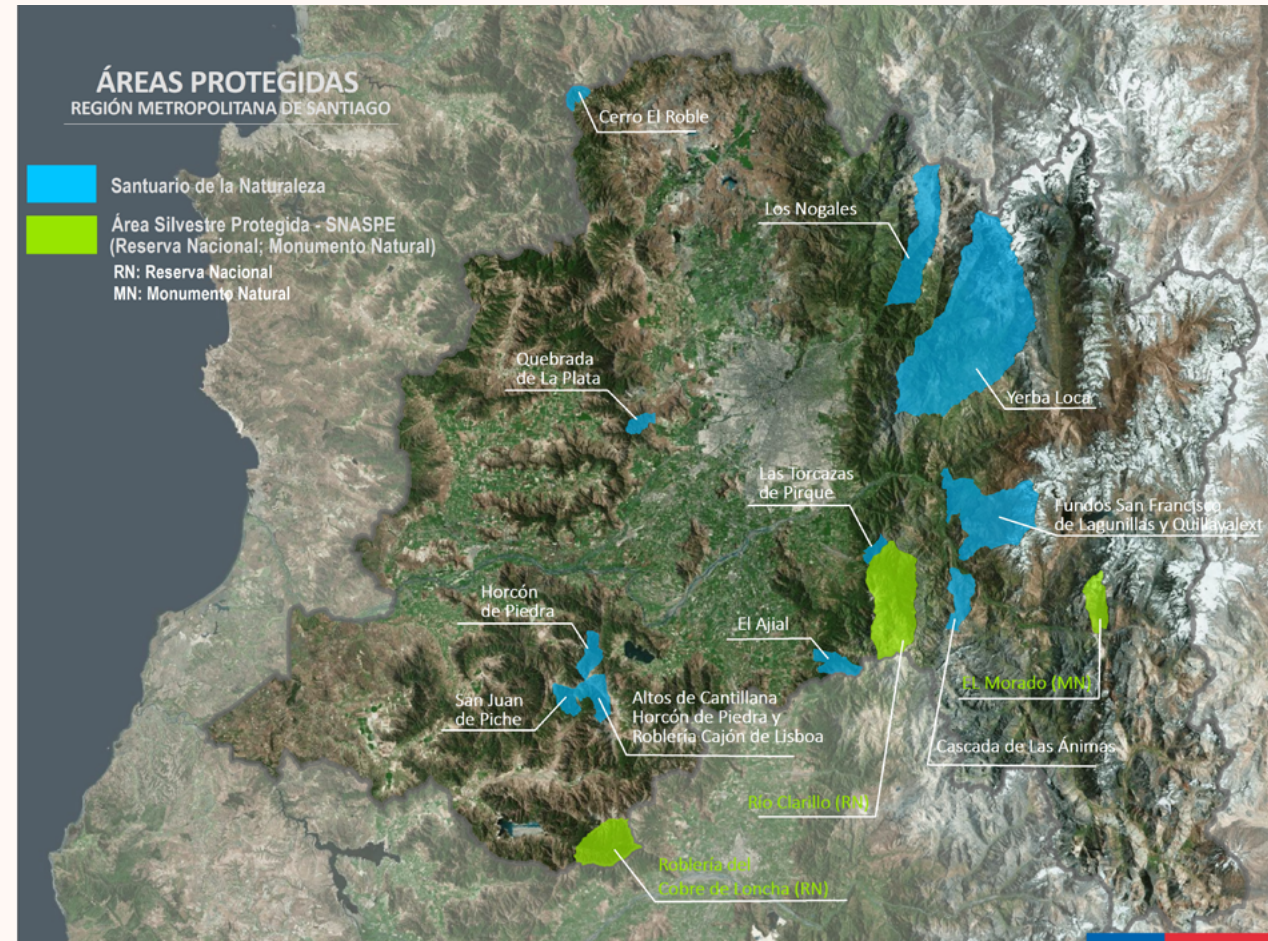
4. Pilotes de recorridos instalados a lo largo de los senderos, destinados a reforzar el sistema de señalética orientativa en terreno.



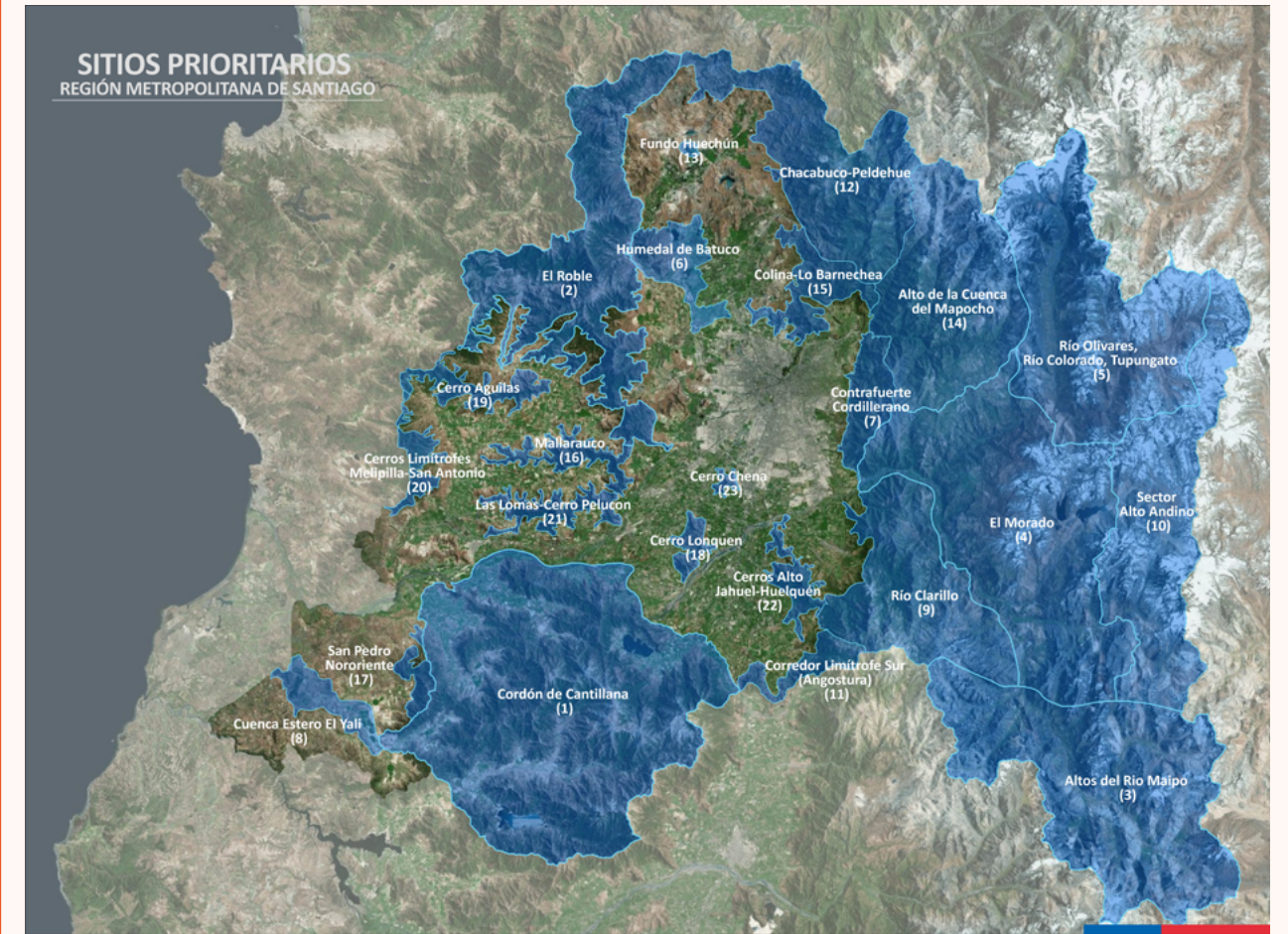
Pilotes de Recorrido: instalados a lo largo de las rutas para apoyar la orientación en terreno.

b) Áreas donde se pueden desarrollar PCE en la RMS

1. ÁREAS PROTEGIDAS



2. SITIOS PRIORITARIOS





### c) Especificaciones productos cartográficos

La Cartografía será elaborada en formato A2, estará conformada por cinco cuadros complementarios y, se anexará doblada y almacenada en fundas plásticas tamaño carta.

Contenido y característica de cada cuadro de la Figura N° 1

#### Cuadro N° 1:

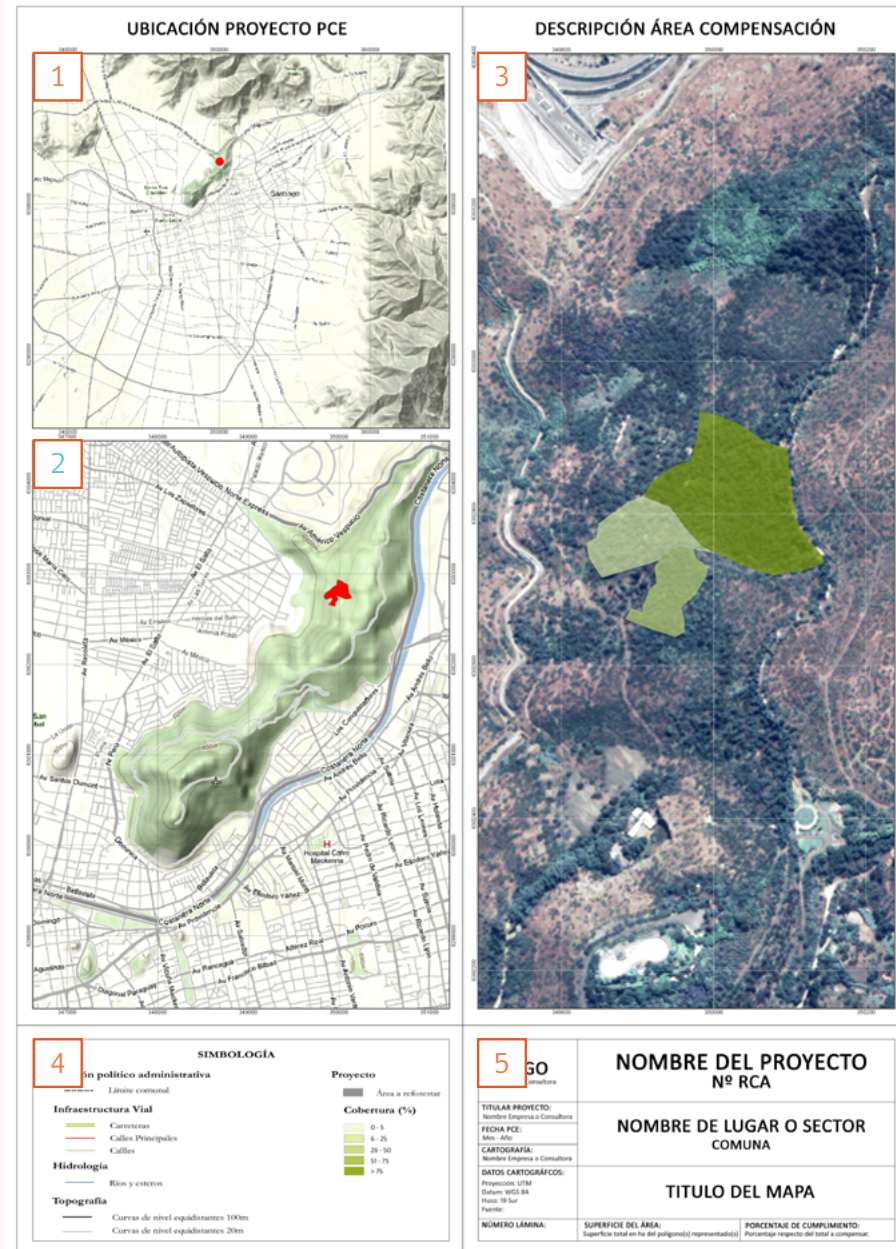
- Plano de ubicación a escala intercomunal
- Escala entre 1:100.000 y 1:200.000
- Dimensión aproximada: 165x185 mm
- Identifica: Ciudades, principales vialidades, relieve (imagen satelital, modelo de elevación o curva de nivel), principales cursos y cuerpos de agua, ubicación puntual del proyecto y toponimia de la información incluida.

#### Cuadro N° 2:

- Plano de ubicación a escala comunal
- Escala entre 1:15.000 y 1:40.000
- Dimensión aproximada: 250x185 mm
- Identifica: Límite comunal, vías de acceso y/o vialidad, relieve (imagen satelital, modelo de elevación o curvas de nivel), cursos y cuerpos de agua, límite del proyecto y las toponimias más importantes de vialidad, comunas, cerros, hidrografía, parques y obras de infraestructura.

#### Cuadro N° 3:

- Plano Área de Compensación
- Escala 1:1.000 a 1:7.000 (dependiendo dimensiones del proyecto)
- Dimensión aproximada: 422x185mm
- Incluye: Imagen satelital (imagen Google earth), polígono(s) del área a compensar, zonificación de las medidas compensatorias, toponimia relevante, texto o etiquetas con superficies por zonificación.



#### Cuadro N° 4:

- Simbología del mapa
- Dimensión aproximada: 90x185mm
- Incluye: simbología de los cuadros de ubicación, diferenciando los contenidos o convenciones utilizadas en ellos. Se incluye también una simbología temática (se utiliza como ejemplo en la figura N°1 la cobertura vegetal del Catastro de Bosque Nativo de CONAF).

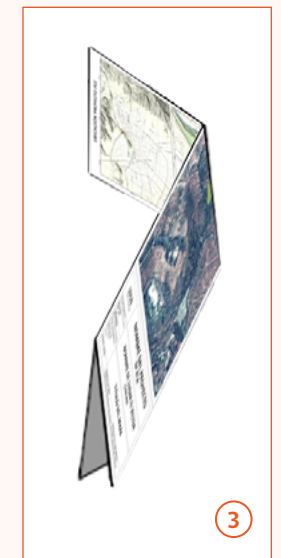
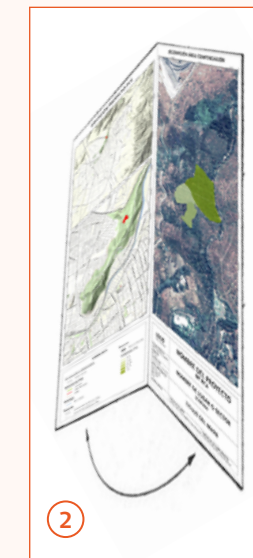
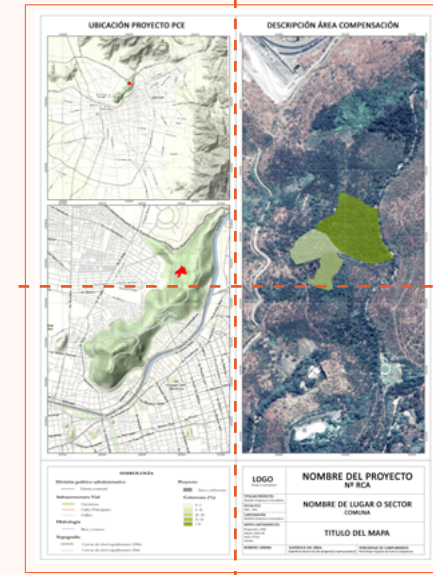
| COBERTURA (%) | DENSIDAD       |
|---------------|----------------|
| 0-5           | Sin Vegetación |
| 6-25          | Abierto        |
| 26-50         | Semi denso     |
| 51-75         | Denso          |
| > 75          | Muy Denso      |

#### Cuadro N° 5:

- Viñeta del plano
- Dimensión aproximada: 90x185mm
- Elementos principales:
  - **Nombre del Proyecto:** nombre del proyecto que da lugar al Plan de Compensaciones de Emisiones (PCE), incluye en segunda línea el número de Resolución de Calificación Ambiental (RCA).
  - **Nombre del lugar:** nombre del lugar, sector, parcela, predio, hijuela, etc. con que se conoce el lugar a compensar (Santuarios de la Naturaleza Lo Nogales, Cerro Rojo, entre otros). Adicionalmente debe incluir en segunda línea el nombre de la comuna.
  - **Título del mapa:** Título o nombre específico del contenido del mapa (Plan de Compensación Los Rojos...).
  - **Logo:** imagen con el logo del titular del PCE o de la consultora que realiza la cartografía o ambos.
  - **Titular del Proyecto:** nombre de la empresa o consultora del Proyecto. Adicionalmente se agrega el nombre de la empresa que elabora y/o ejecuta la compensación.
  - **Fecha PCE:** fecha en que se presenta el plan de compensación de emisiones.
  - **Cartografía:** Nombre de la empresa, consultora o profesional que elabora la cartografía.
  - **Datos Cartográficos:** Los datos cartográficos se encuentran predefinidos que corresponde a proyección UTM en metros, Datum WGS84; Huso 19 Sur. Además, se agrega la fuente cartográfica utilizada.
  - **Superficie del Área:** Superficie total del área del PCE representada en la cartografía.
  - **Porcentaje de Cumplimiento:** Porcentaje del área representada respecto del total a compensar.

#### • Plegado de la Cartografía:

El plegado de la cartografía es formato carta (8 1/2 x 11) y el procedimiento se gráfica a continuación en cuatro pasos:



Si se requiere de mayores dimensiones gráficas para respetar los rangos de escala solicitada, se puede reemplazar el formato A2 por formato A1 o A0, aplicando los pliegues necesarios hasta lograr el tamaño final especificado.

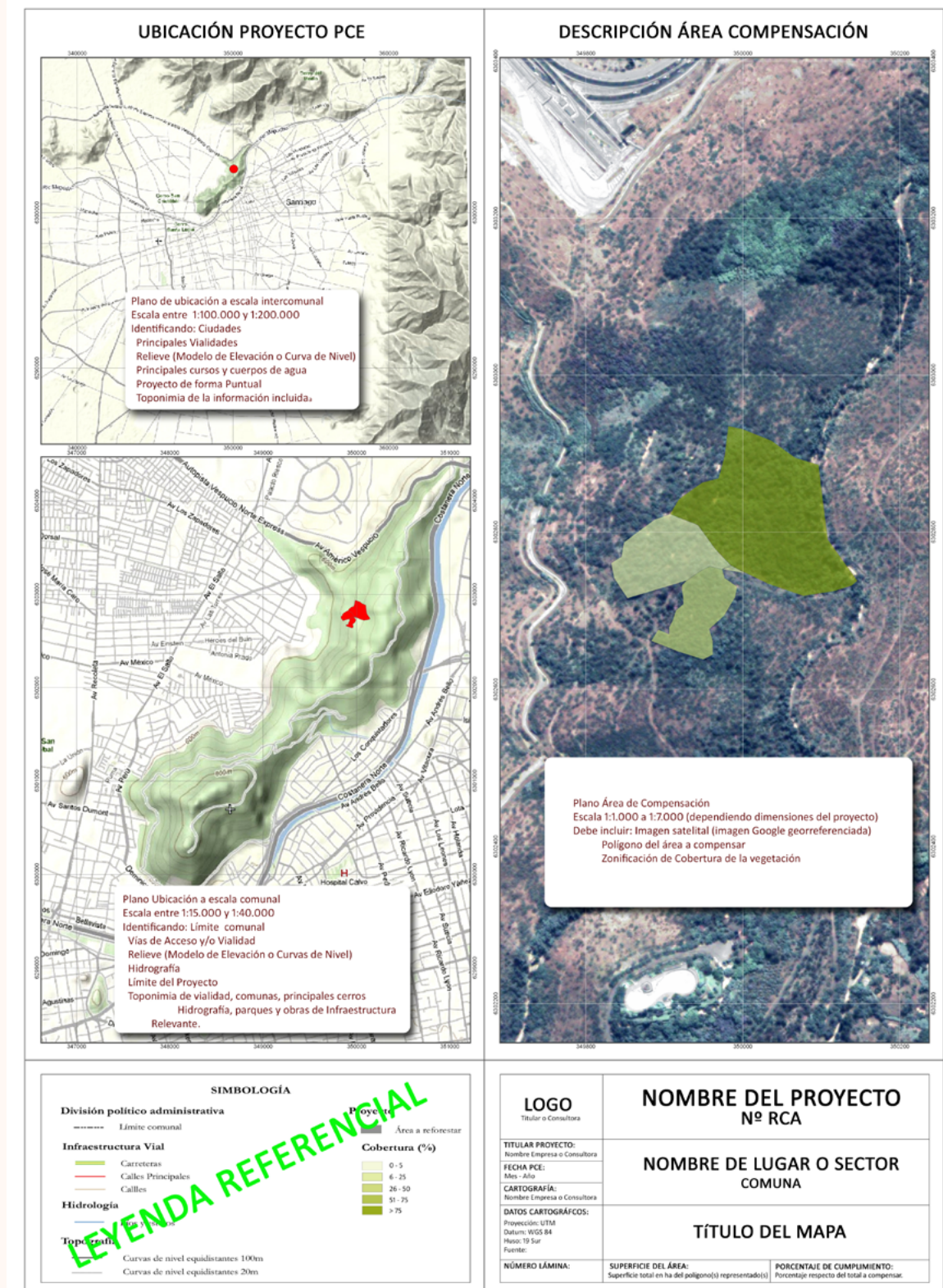
• Archivo digital de entrega:

Se entregará un archivo digital en formato shape, georreferenciado en Datum WGS84, Huso 19 Sur, proyección UTM (metros) del polígono total del área a compensar. Este archivo debe incluir como mínimo una base de datos relacional. Adicionalmente, se puede entregar y/o reemplazar dicho archivo digital con un KML de Google Earth.

Base de datos relacional del archivo de entrega:

| CAMPO                   | DESCRIPCIÓN                                                | EJEMPLO                         |
|-------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Nombre                  | Nombre del Proyecto que origina el PCE                     | DIA "Proyecto Inmobiliario"     |
| RCA                     | Resolución de Calificación Ambiental                       | XX / AÑO                        |
| Año Aprobación          | Año en que se aprueba el PCE                               | 2011                            |
| Total Toneladas         | Total de toneladas a Compensar                             | 3,2                             |
| Superficie              | Área del polígono en hectáreas (ha)                        | 300 [ha]                        |
| Porcentaje Compensación | Porcentaje de superficie del total a compensar             | 30%                             |
| Localización            | Dirección o referencia del área a compensar                | Av. Los Maitenes con Las Palmas |
| Comuna                  | Comuna en que se ubica el área a compensar                 | Pirque                          |
| Especies                | Especies dominantes a implementar                          | Quillay                         |
| Nº de Árboles           | Número total de árboles a plantar                          | 2.000                           |
| Año de Construcción     | Año en que se pretende ejecutar/ construir la compensación | 2012                            |

• Se adjunta imagen con cartografía de referencia a tamaño real



### COLABORADORES

- Cynnamon Dobbs, Profesora Asociada, Centro Modelación y Monitoreo de Ecosistemas. Universidad Mayor
- Ivonne Molina, Ingeniero Forestal
- Rosa Peralta, Administradora del Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. Universidad de Chile
- Red de Santuarios de la Naturaleza de la Región Metropolitana de Santiago

### FOTOGRAFÍAS

- Solange Lobos, Universidad de Chile.
- Cynnamon Dobbs, Universidad Mayor.

