

## **MANUAL PARA MONITORES AMBIENTALES**

PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DEL VALLE CENTRAL DE LA  
REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS

Programa Capacitación Disminución de la Contaminación por Material Particulado

Plan de Descontaminación Atmosférica del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente  
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

Manual de monitores ambientales

Elaborado por:

Rosa Flores Z.  
Ada Jorquera  
Consultora Buena Comuna

Edición. Secretaría Ministerial del Medio Ambiente Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Diseño, diagramación e ilustraciones:

Lagatotuerta  
[www.lagatotuerta.com](http://www.lagatotuerta.com)  
Camila Bahamondes, Fernanda Villarroel.

Impreso en:

Santiago de Chile, diciembre de 2014

|   | <b>Páginas:</b> |
|---|-----------------|
| <b>Presentación</b>   | <b>4</b>        |
| <b>Capítulo 1</b><br>Contaminación atmosférica en el valle central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.                                    | <b>5 - 26</b>   |
| <b>Capítulo 2</b><br>Alternativas para la descontaminación atmosférica del valle central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.              | <b>27 - 55</b>  |
| <b>Capítulo 3</b><br>Líderes ambientales para la descontaminación atmosférica.  | <b>56 - 73</b>  |
| <b>Capítulo 4</b><br>Acción local para la descontaminación atmosférica.   | <b>74 - 83</b>  |
| <b>Capítulo 5</b><br>Proyecto de gestión local para la descontaminación atmosférica del valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. | <b>84 - 87</b>  |
| <b>Referencias Bibliográficas</b>   | <b>88 - 89</b>  |



**Giovanna Amaya Peña**

Seremi del Medio Ambiente

Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

La puesta en marcha del Plan de Descontaminación Atmosférica PDA del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, no sólo ha sido un tema de gran importancia durante el primer año de mi gestión, si no también, un compromiso adquirido para con cada uno de los habitantes de las 17 comunas saturadas de la zona, en el que, tanto ellos como nosotros, jugamos un rol protagónico en la realización de prácticas sustentables que favorezcan y mejoren la calidad de nuestro medio ambiente.

Este plan, establecido por Decreto Supremo N°15 del Ministerio del Medio Ambiente y que entró en vigencia el 5 de agosto de 2013, es una herramienta de gestión ambiental del Estado de Chile, cuyo propósito es recuperar la calidad del aire de las comunas declaradas saturadas en la Región. Esto, como resultado de una búsqueda constante, que hacemos como Gobierno, para desarrollar acciones basadas en políticas, planes y programas referidos a materia ambiental, teniendo como eje central la protección y conservación de los recursos naturales de nuestro país. En reconocimiento del rol de la educación en el cambio de conductas de la ciudadanía, el PDA considera entre sus medidas, un Programa anual de difusión y educación durante toda su vigencia.

El Manual para Monitores Ambientales, forma parte de los materiales del Curso de formación de monitores ambientales para la descontaminación atmosférica de la Región e incluye los contenidos considerados necesarios para el desarrollo de los conocimientos, actitudes y habilidades que se requiere para impulsar acciones comunitarias locales que contribuyan a disminuir los niveles de contaminación y mejorar la calidad de vida de los habitantes, todo esto, basados en el compromiso que tenemos con el medio ambiente, en beneficio de cada ciudadano, como parte de la labor encomendada por la Presidenta Michelle Bachelet, en la búsqueda incansable de una sociedad que pueda vivir en un ambiente limpio y sano.

Como equipo, liderado por nuestro Ministro Pablo Badener, hemos trabajado sin descanso en el cumplimiento de los objetivos propuestos, sin embargo, se hace fundamental la labor mancomunada con la ciudadanía, pues son ustedes quienes, con nuestras herramientas, llevan a cabo la acción y forjan así el futuro de las próximas generaciones.

Los capítulos de este libro, se han ordenado desde los contenidos necesarios para la comprensión del fenómeno de la contaminación, hasta los requeridos para desempeñarse de manera práctica. Cada Capítulo se inicia con un relato que lo contextualiza y enuncia el paso a una nueva etapa, que sin duda los llevará a entender en profundidad este tema que es responsabilidad de todos.

## Capítulo 1

# Contaminación atmosférica en el valle central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.



Es un día muy frío en Codegua, la Sra. Rosario cocina mientras escucha la radio y coloca alrededor de la estufa a leña la ropa que sus hijos necesitan seca para el día siguiente. El locutor informa: ... "La intendencia ha declarado alerta ambiental debido a que el nivel de material particulado ha sobrepasado la norma y rige la prohibición de uso de calefactores a leña". Mientras escucha, llega su hija muy molesta porque en el colegio suspendieron las clases de gimnasia, que es su asignatura favorita. La Sra. Rosario está sorprendida, ella no pensaba que la leña podía provocar eso y piensa en que tal vez sea mejor ocupar otro tipo de calefacción. "Pero en realidad la leña es lo que más calienta", piensa Rosario.

Al día siguiente pasa frente a la Junta de Vecinos y ve un cartel que invita a una charla sobre el Plan de Descontaminación Atmosférica. El día anunciado, se arregla y se dirige a la sede para plantear sus inquietudes y entender lo que está pasando. Mientras camina, mira los techos del barrio. Cientos o miles de chimeneas arrojan su humo invernal. El chofer de un bus aprieta el acelerador para partir y frente a sus ojos arroja una gran bocanada de humo negro de olor penetrante. La Sra. Rosario se tapa las narices y entra a la sede.

### 1. Importancia de la atmósfera en la vida del planeta.

La biósfera es el gran ecosistema terrestre donde se desarrolla la vida, comprende todos los seres vivos, y su hábitat: la litósfera (tierra), la hidrósfera (aguas) y la atmósfera (aire). La biósfera tal cual la conocemos hoy es producto de una evolución de millones de años. Ella se modifica a partir de su propia dinámica, sin embargo muy recientemente, las actividades humanas han alcanzado una dimensión tal que impactan profundamente sus componentes y atributos, produciendo crisis ambientales de diverso tipo.

Todos sabemos que el aire es esencial en nuestra vida, sin aire podemos fallecer a los pocos minutos. A través de la respiración llevamos oxígeno a nuestras células y este participa en la conversión de nutrientes a energía. El aire que respiramos en la actualidad forma parte de una combinación de gases y aerosoles (partículas sólidas y líquidas en suspensión) que llamamos atmósfera y que rodea la litósfera e hidrósfera. En ella, se producen los fenómenos climáticos y meteorológicos que afectan al planeta; se regula la entrada y salida de energía de la tierra y es el principal medio de transferencia del calor. La atmósfera, es componente esencial para la realización del ciclo del agua, los ciclos biogeoquímicos y en la fotosíntesis. A través del aire se transportan aves, insectos, semillas y polen, así como los aparatos creados por el ser humano. Se estima que la atmósfera primigenia debió estar compuesta únicamente de emanaciones volcánicas, es decir, vapor de agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre y nitrógeno, sin rastro apenas de oxígeno. La composición empezó a cambiar hace unos 3.000 millones de años, cuando apareció la vida en los océanos, bacterias anaeróbicas y bacterias fotosintéticas que producen oxígeno que luego es liberado a la atmósfera. Más tarde, hace 400 millones de años, con la formación de los grandes bosques y selvas, se produjo un aumento en los niveles de oxígeno y la formación de la capa de ozono que actúa como filtro de las radiaciones ultra violeta.

**Cuadro 1: Composición química del aire en las proximidades del suelo.**

| Gases                                    | % volumen |
|--|-----------|
| Nitrógeno N <sub>2</sub>                 | 78,08     |
| Oxígeno O <sub>2</sub>                   | 20,95     |
| Argón Ar                                 | 0,93      |
| Helio He                                 | 0,00052   |
| Neón Ne                                  | 0,00018   |
| Krypton Kr                               | 0,0001    |
| Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>       | 0,03      |
| Metano CH <sub>4</sub>                   | 0,00015   |
| Hidrógeno H <sub>2</sub>                 | 0,00005   |
| Monóxido de dinitrógeno N <sub>2</sub> O | 0,00002   |
| Ozono O <sub>3</sub>                     | 0,000002  |

Fuente. Orozco et al. Contaminación atmosférica, 2004.

lo que favoreció la expansión de la vida en la tierra.

La atmósfera puede dividirse en capas altitudinales según presión, temperatura, densidad, composición química, estado molecular, eléctrico y magnético. Todas estas capas revisten alguna importancia para la vida ya sea con funciones de filtro, protección, regulación térmica, reacciones químicas, o circulación de elementos.

Las capas bajas de la atmósfera, la Tropósfera y la Estratosfera, son las que inciden más directamente en la vida de las comunidades humanas.

**Tropósfera:** Tiene un espesor máximo de 17 kms y un mínimo de 7 kms. Es la capa más densa de la atmósfera. Contiene un 75% de la masa total de la atmósfera y prácticamente todo el vapor de agua y los aerosoles. En ella ocurren la mayor parte de los fenómenos climáticos y meteorológicos. Tanto la densidad como la temperatura disminuyen con la altura.

**Estratósfera:** Va de los 10 a los 50 kms de altura aproximadamente. En esta capa la gradiente de temperatura se invierte, desde los  $-60^{\circ}\text{C}$  a los  $0^{\circ}\text{C}$ . En ella se encuentra la capa de ozono que contribuye a aumentar la temperatura por absorción de la luz ultravioleta UV.

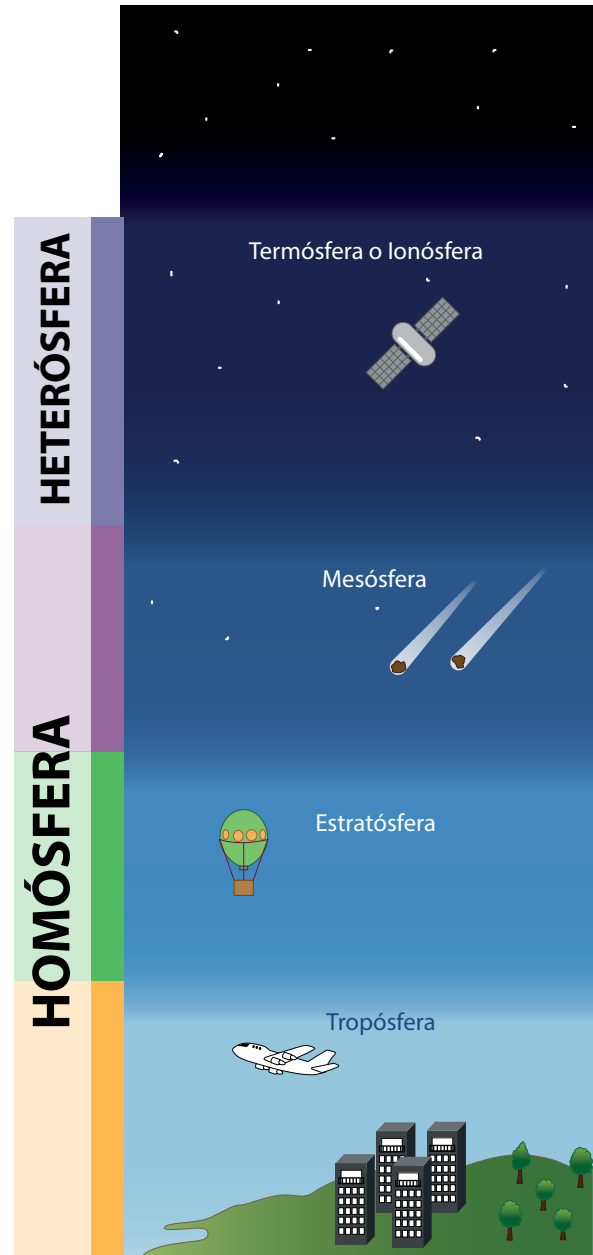
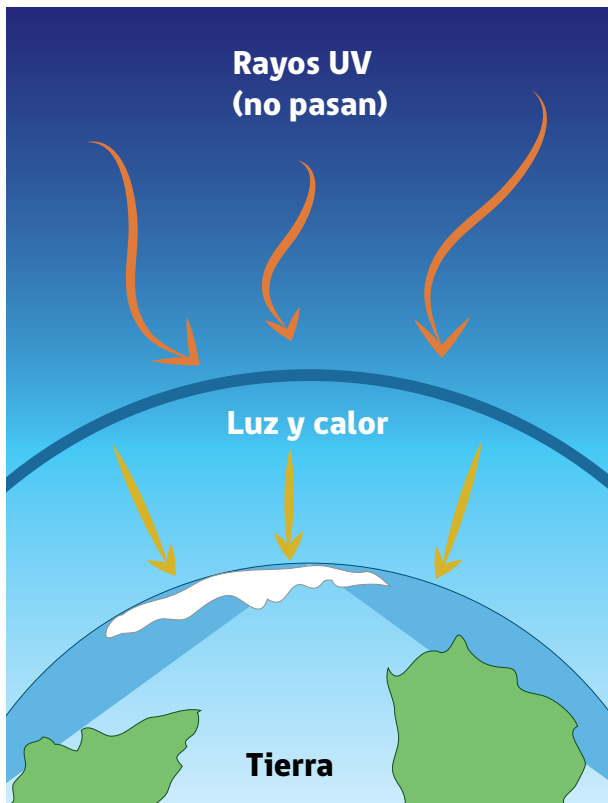


Figura 1. Capas de la atmósfera

La capa de ozono es una faja en la atmósfera, donde por acción de los rayos ultravioletas provenientes del sol (radiación electromagnética de longitud de onda entre los 400 y 15 nm) se forma y destruye el ozono  $\text{O}_3$  en un proceso de equilibrio dinámico. Se estima que la capa de ozono filtra entre el 97 y el 99% de la radiación UV. Por efecto de contaminantes producto de la actividad humana se han detectado adelgazamientos de esta capa lo que significa graves riesgos para la vida. Una mayor incidencia de la radiación en la superficie terrestre, provocaría un aumento de los casos de cáncer de piel, y de cataratas oculares a corto plazo. Tanto en humanos como animales provoca la supresión del sistema inmunitario, haciéndolos más vulnerables a otras enfermedades. A gran escala puede afectar a la temperatura del planeta y al deshielo de los polos, contribuyendo al fenómeno de cambio climático.





### 1.1 El Clima.

El clima es el resultado de la interacción de factores atmosféricos, biofísicos y geográficos variables en el tiempo y en el espacio. El clima es determinante en el tipo de ecosistemas naturales presentes en el planeta.

**Clima de desierto:** Gran sequedad atmosférica, sin precipitaciones. Grandes oscilaciones térmicas diarias.

**Clima tropical:** Abundantes precipitaciones a lo largo del año y temperaturas cálidas sin grandes variaciones anuales.



La vida es parte de un flujo permanente de elementos, de los cuales, los más presentes son carbono, nitrógeno y oxígeno. Esta circulación de elementos entre los seres vivos y el ambiente físico permite mantener la concentración de cada uno, en niveles prácticamente constantes. En la biósfera, la materia es limitada por lo que se recicla naturalmente, de otro modo se agotaría y la vida desaparecería.

### Ciclo del carbono:

La principal fuente de carbono para los productores es el  $\text{CO}_2$  del aire atmosférico, que también se haya disuelto en lagos y océanos. Además hay carbono en las rocas carbonatadas (calizas, coral) y en los combustibles fósiles (carbón mineral y petróleo).

Durante la fotosíntesis, las plantas verdes toman  $\text{CO}_2$  del ambiente abiótico e incorporan el carbono en los carbohidratos que sintetizan. Parte de estos carbohidratos son metabolizados por los mismos productores en su respiración, devolviendo carbono al medio circundante en forma de  $\text{CO}_2$ . Otra parte de esos carbohidratos son transferidos a los animales y demás heterótrofos



cuando estos se alimentan, los que también liberan  $\text{CO}_2$  al respirar.

El ciclo completo del carbono requiere que los descomponedores metabolicen los compuestos orgánicos de los organismos muertos y agreguen nuevas cantidades de  $\text{CO}_2$  al ambiente. A todo lo anterior debe sumarse la enorme cantidad de  $\text{CO}_2$  que llega a la atmósfera como producto de la actividad volcánica, la erosión de las rocas carbonatadas y, sobre todo, la quema de combustibles fósiles por el hombre.

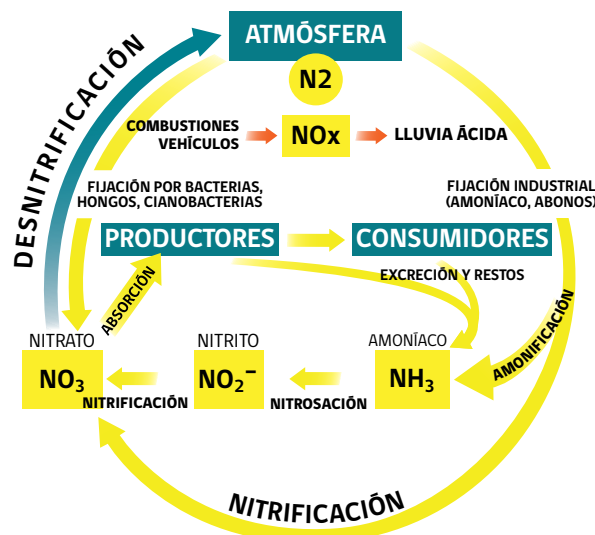
### CICLO DEL CARBONO



### Ciclo del Nitrógeno:

La reserva fundamental de nitrógeno es la atmósfera, en donde se encuentra en forma de  $\text{N}_2$ , pero esta molécula no puede ser utilizada directamente por la mayoría de los seres vivos (exceptuando algunas bacterias). Esas bacterias y algas cianofíceas que pueden usar el  $\text{N}_2$  del aire juegan un papel muy importante en el ciclo de este elemento al hacer la fijación del nitrógeno. De esta forma convierten el  $\text{N}_2$  en otras formas químicas (nitratos y amonio) asimilables por las plantas. Los animales obtienen nitrógeno al comer las plantas u otros animales. Luego, a través de sus excreciones, eliminan compuestos nitrogenados, los que por proceso de desnitrificación pasan de  $\text{N}$  a  $\text{N}_2$  que hace posible el retorno del nitrógeno desde la tierra a la atmósfera.

### CICLO DEL NITRÓGENO

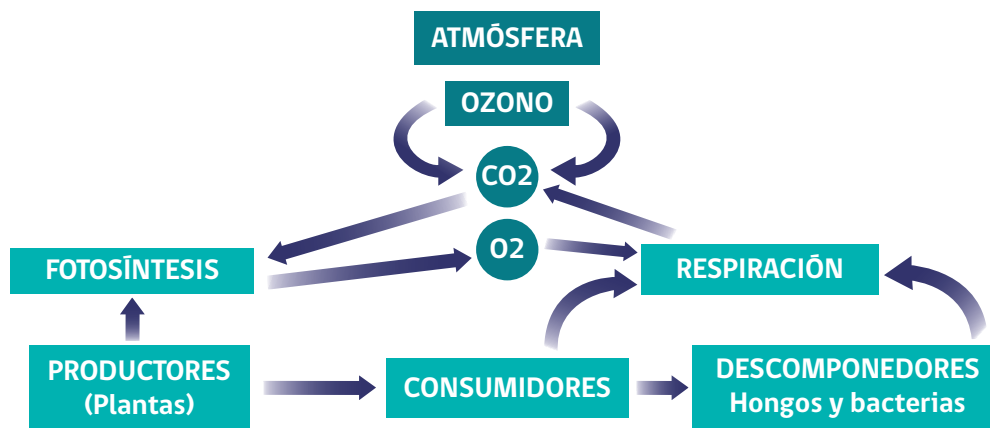


### Ciclo del oxígeno. Fotosíntesis y Respiración.

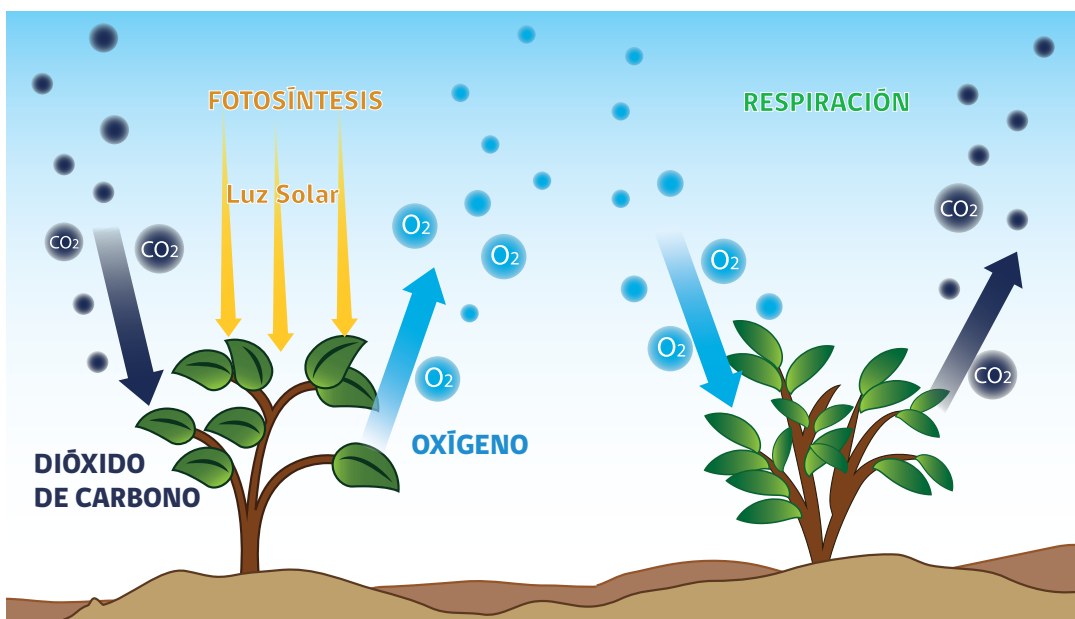
La reserva fundamental de oxígeno utilizable por los seres vivos está en la atmósfera. Su ciclo está estrechamente vinculado al del carbono pues el proceso por el que el C es asimilado por las plantas la fotosíntesis, supone también devolución del oxígeno a la atmósfera, mientras que el proceso de respiración ocasiona el efecto contrario.

Otra parte del ciclo natural del oxígeno es que las moléculas de  $O_2$ , activadas por las radiaciones energéticas de onda corta, se rompen en átomos libres de oxígeno que reaccionan con otras moléculas de  $O_2$ , formando  $O_3$  (ozono). Así se ha formado la capa de ozono. Esta reacción es reversible, de forma que el ozono, absorbiendo radiaciones ultravioletas en la atmósfera, vuelve a convertirse en  $O_2$ .

### CICLO DEL OXÍGENO



Fotosíntesis. Es el proceso a través del cual algunos organismos capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. En la fotosíntesis se toma  $CO_2$  de la atmósfera y se libera oxígeno  $O_2$ .



En la **respiración vegetal**, con presencia de oxígeno, los carbohidratos producidos por la fotosíntesis se oxidan y con la ayuda de enzimas se produce  $\text{CO}_2$ , agua y energía.

### Respiración de los mamíferos.

Las funciones que permiten la vida, incluida la respiración, están adaptadas a las condiciones en que vive cada organismo. En el caso de los mamíferos incluyendo a los seres humanos, respiran por medio de los órganos llamados pulmones. Esto tiene dos etapas:

La **Inhalación**, que es el proceso mediante el cual ingresa el oxígeno del aire por las fosas nasales, la tráquea y finalmente llega a los

pulmones. Allí están los alveolos rodeados de vasos sanguíneos donde se produce el intercambio gaseoso. El oxígeno pasa a la sangre y el  $\text{CO}_2$  producto de la respiración celular, sale del organismo a través del segundo proceso que es la **exhalación**.

La caja torácica constituye la estructura de protección de los pulmones y el corazón. Asimismo, el propio sistema respiratorio tiene mecanismos internos de protección, como los cilios, que son estructuras que se mueven y empujan los gérmenes y mucosas fuera de las vías respiratorias. Los glóbulos blancos por su parte, destruyen virus y bacterias.

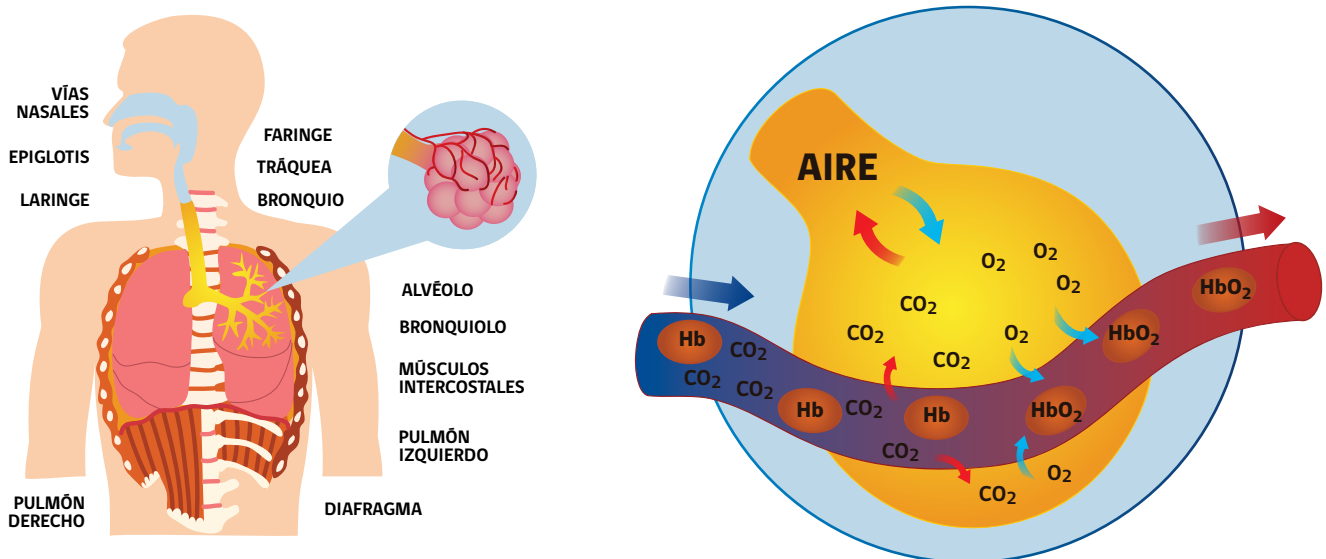


Figura 2. Respiración de los mamíferos, Intercambio de gases en el alveolo. Fuente Proyecto Biosfera, bajo licencia Creative Commons

Comprender que la vida de los ecosistemas y la vida humana dependen de afinados procesos cíclicos de circulación de energía, elementos y agua es vital para dimensionar el impacto de actividades contaminantes en el equilibrio dinámico que la naturaleza logró forjar en millones de años. El concepto de biósfera permite asimismo comprender mejor el encadenamiento planetario de los fenómenos y la incidencia de nuestras acciones locales en el sistema global.

### 2.- Contaminación atmosférica en el valle central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

#### 2.1.- Contaminación atmosférica.

La Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente que fue modificada por la Ley 20.417 establece como contaminación a "la presencia en el ambiente de sustancias, energía o combinación de ellos, en concentraciones y permanencias superiores o inferiores, según corresponda a las establecidas en la legislación vigente".

La contaminación constituye un desequilibrio que resulta de la adición de sustancias al medio ambiente, en cantidad tal, que causa efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o en los materiales expuestos a dosis que sobrepasan los niveles aceptables en la naturaleza. Este fenómeno puede ocurrir por causas naturales o como resultado de las actividades humanas (antropogénica). La contaminación es hoy uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestra sociedad.

La contaminación antropogénica del aire es producto fundamentalmente de procesos de combustión producidos por fuentes fijas tales como las que se sitúan en los hogares, en la actividad agrícola o la industria o, por fuentes móviles como el transporte.

Fuentes fijas son toda instalación o actividad establecida en un solo lugar o área que desarrolle operaciones o procesos industriales, comerciales y/o de servicios que emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera, al agua o al suelo. Fuentes móviles corresponden a emisiones provenientes de gases de escape, desgaste de frenos y neumáticos de distintos tipos de transporte, automóviles, camiones, buses y motocicletas.

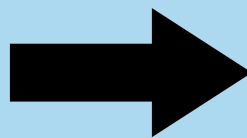
**[www.mma.gob.cl](http://www.mma.gob.cl)**

En épocas recientes grandes desastres ambientales han ocurrido debido a la actividad humana. En Inglaterra por ejemplo, 12.000 personas fallecieron en 1952 a partir de un episodio de niebla contaminada e inversión térmica. Un episodio similar ocurrió en el año 1956 donde hubo aproximadamente otros 1.000 muertos por la contaminación del aire en Londres. Más recientemente, el 22 de abril de 1992 en Guadalajara, México, se reportó otro episodio de contaminación atmosférica, donde una empresa aceitera sufrió una explosión de gas hexano por una alta concentración de gases en el drenaje dejando 1.200 casas destruidas, 600 heridos y 189 muertos.

### The Great Smog.

El **Great Smog** es el nombre con el que hoy se recuerdan los acontecimientos ocurridos entre el **5 de diciembre al 9 de diciembre de 1952**. Gran Bretaña siempre ha sido afectada por la niebla, pero estas empezaron a empeorar en los 1700 con la Revolución Industrial, donde las fábricas expulsaban gases y gran número de partículas a la atmósfera. El invierno de 1952 fue extremadamente frío, al punto de que las fuentes públicas se congelaban dando un espectáculo bello y aterrador. La costumbre popular de utilizar estufas de carbón y braseros, llevaron a que se quemaran miles de toneladas de carbón, queroseno y leños durante tres meses en prácticamente todas las hogares y establecimientos de Londres; mientras que a su vez la quema de combustibles fósiles en fábricas y el sector de transporte se vio fuertemente incrementada. La intensidad del frío fue tal que terminó causando una inversión térmica (impidiendo circulación atmosférica vertical). El aire sucio atrapado comenzó a enfriarse y a acercarse a pocos metros del suelo.

El 5 de diciembre de 1952, la población nota durante la mañana que la niebla se encontraba curiosamente oscurecida y espesa, y ya para el siguiente día era evidente que se trataba de un gran problema. Los hospitales comenzaron a llenarse debido a la cantidad de personas sufriendo de complicaciones respiratorias -algo agravado debido a la alta cantidad de azufre presente en el carbón de baja calidad utilizado-, los restaurantes, cines y tiendas comerciales comenzaron a cerrar sus puertas en masa y las autoridades incluso establecieron planes de contingencia para contener a la población en caso de disturbios masivos. Al 7 de diciembre, el peor día, ya no sólo se trataba de una enorme catástrofe económica y ambiental, sino que además era una tragedia con una cantidad de muertos tal que Londres no veía algo así desde la Segunda Guerra Mundial. Los casos por infecciones respiratorias y obstrucción de las vías nasales se contaban en decenas de miles, y lo mismo ocurría con las infecciones pulmonares. Murieron 12 mil personas, cuatro mil durante el transcurso de la crisis y luego ocho mil por infecciones pulmonares y respiratorias durante las semanas siguientes. La tragedia tuvo un impacto tal que Inglaterra se vio obligada a tomar fuertes medidas de cambios tecnológicos para bajar sus niveles de contaminación atmosférica.



Fuente: <http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science>

"Nelson's Column during the Great Smog of 1952" by N T Stobbs - From [geograph.org.uk](http://geograph.org.uk). Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 via Wikimedia Commons

«Nelson's Column Looking Towards Westminster - Trafalgar Square - London - 240404». Publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 vía Wikimedia Commons

### 2.2.- Tipos de contaminantes del aire y sus efectos en la salud.

La contaminación del aire puede tener diferentes naturalezas: Física, química y microbiológica.

**Contaminantes físicos:** Pueden ser los ruidos, ondas de sonido y vibraciones, ondas electromagnéticas y radioactividad.

**Contaminantes microbiológicos:** Virus y bacterias cuyas poblaciones se expanden bajo determinadas condiciones.

**Contaminantes químicos:** Aquellos que pueden reaccionar con otros elementos. Estos son:

**Primarios:** Que proceden directamente de las fuentes de emisión como plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos (HC), material particulado, entre otros.

**Secundarios:** Aquellos originados en el aire por la interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los componentes naturales de la atmósfera. Por ejemplo: ozono (O<sub>3</sub>), peroxiacetilnitrato (PAN), hidrocarburos (HC), sulfatos (SO<sub>4</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), material particulado (MP), entre otros.

Los niveles de contaminación se expresan habitualmente en

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Unidad volumen / volumen = | cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (ppm) ó, mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (ppb) |
| Unidad masa / volumen =    | mg/m <sup>3</sup> o µg/m <sup>3</sup>  |

**Material Particulado MP10:** Son partículas de diámetro menor o igual a 10 micrones (un micrón es la milésima parte de un milímetro). Podemos subdividir al Material Particulado en:

**Fración gruesa:** de 2,5 a 10 micrones. Pueden llegar hasta la región torácica. Por su tamaño sedimentan más rápidamente y su acción es más local.

**Fración fina:** menor a 2,5 micrones. Puede ingresar hasta los alvéolos de los pulmones y luego a la sangre. Permanecen más tiempo en la atmósfera, por lo que se transportan y tienen alcance regional.

Mientras menor sea el diámetro de estas partículas, mayor será el potencial daño en la salud. Se han identificado como efectos del MP 2,5: mortalidad y admisiones hospitalarias en pacientes con enfermedad pulmonar crónica y con enfermedad cardiovascular, incremen-

to del asma, aumento de riesgo de infartos al miocardio, inflamación pulmonar, desarrollo de aterosclerosis, aumento en la incidencia de infecciones y cáncer pulmonar. Estudios muestran aumento de riesgo de mortalidad de 6% por cada 10 µg/m<sup>3</sup> de MP 2,5 para concentraciones anuales y de 1% por cada 10 µg/m<sup>3</sup> para concentraciones diarias.

**Monóxido de Carbono (CO):** Es un contaminante gaseoso que se produce por la combustión incompleta de los compuestos carbonados (leña, carbón, parafina, petróleo). Se genera especialmente por las emisiones vehiculares. También se produce al interior del hogar por la combustión de estufas, cocinas, humo de cigarrillo y cálefontes. El monóxido de carbono, una vez en los pulmones, reacciona con la hemoglobina en lugar del oxígeno, para formar carboxihemoglobina. Afecta a la salud interfiriendo en el transporte de oxí-

geno al corazón, a otros músculos y también al cerebro. Por tal motivo, las personas con enfermedades coronarias sufren un riesgo mayor frente a las exposiciones a este contaminante. Otros efectos: Aumento de angina, disminución de las funciones neuroconductoras, menor peso en niños recién nacidos y retardo en el desarrollo postnatal.

**Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** Es de color café amarillento y soluble en agua, se origina principalmente por la quema de combustibles fósiles a altas temperaturas y por erupciones volcánicas. Es un importante precursor del Ozono. Sus efectos en la salud están relacionados con la inducción al edema pulmonar, aumento de la susceptibilidad a las infecciones, daño celular, irritación, pérdida de las muco-

sas y puede empeorar cuadros asmáticos.

**Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>):** Durante su proceso de oxidación en la atmósfera, este gas forma sulfatos, es decir, sales que pueden ser transportadas en el material particulado respirable (MP10) y que en presencia de humedad forman ácidos. Luego, estos ácidos constituyen una parte importante del material particulado secundario o fino (MP2,5). Tanto la exposición a sulfatos como a los ácidos derivados del SO<sub>2</sub>, es de extremo riesgo para la salud debido a que éstos ingresan directamente al sistema circulatorio humano a través de las vías respiratorias. El SO<sub>2</sub> es higroscópico, es decir, cuando está en la atmósfera reacciona con la humedad y forma aerosoles de ácido sulfúrico y sulfuroso que luego forman parte de la lla-

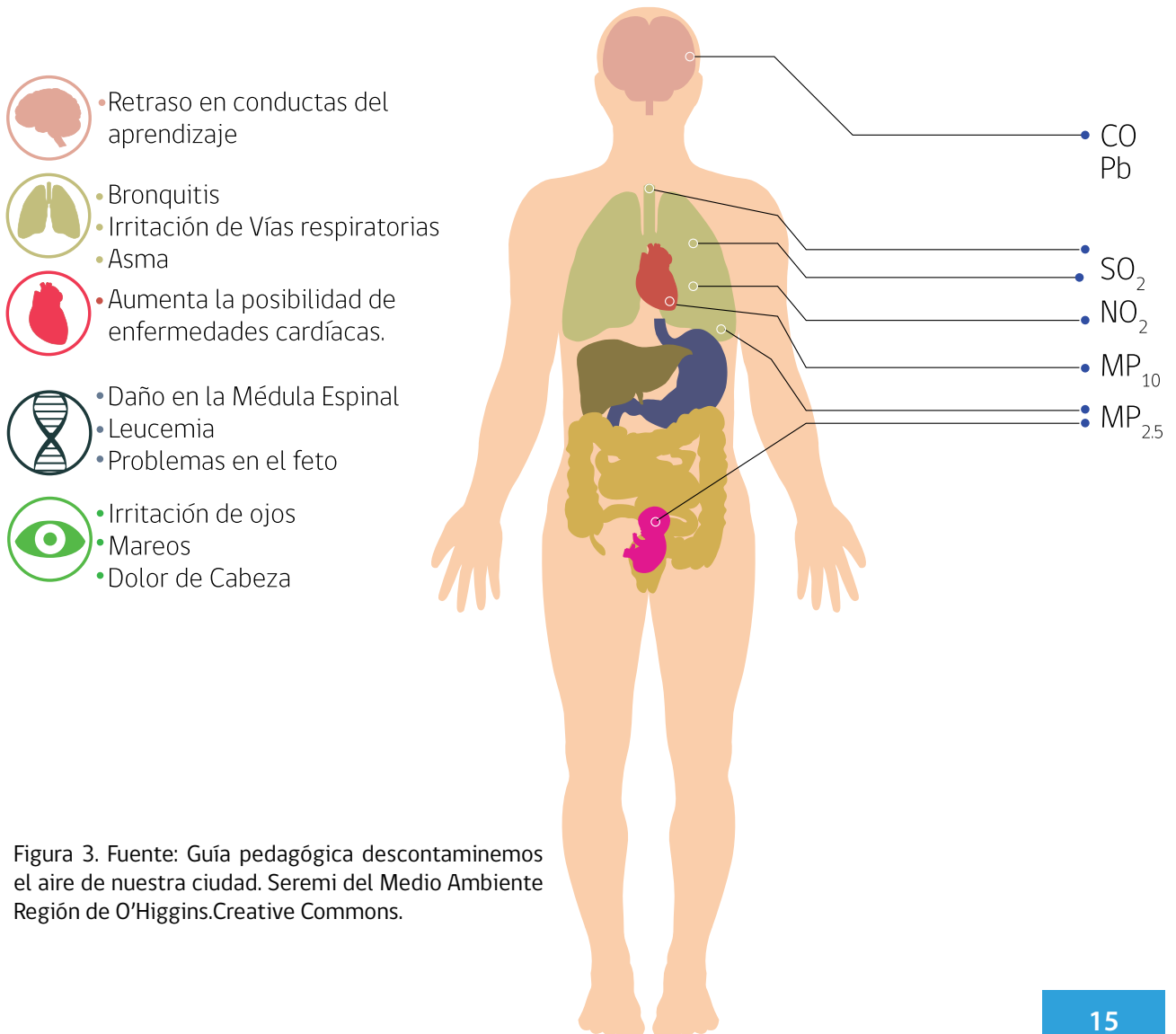


Figura 3. Fuente: Guía pedagógica descontaminemos el aire de nuestra ciudad. Seremi del Medio Ambiente Región de O'Higgins. Creative Commons.



mada lluvia ácida. La intensidad de formación de aerosoles y el período de permanencia de ellos en la atmósfera depende de las condiciones meteorológicas reinantes y de la cantidad de impurezas catalíticas (sustancias que aceleran los procesos) presentes en el aire. Pero en general, el tiempo medio de permanencia en la atmósfera asciende a unos 3-5 días, de modo que puede ser transportado hasta grandes distancias. La contaminación del aire por  $\text{SO}_2$  causa los siguientes efectos a la salud:

- Opacamiento de la córnea (queratitis).
- Dificultad para respirar.
- Inflamación de las vías respiratorias.
- Irritación ocular por formación de ácido sulfuroso sobre las mucosas húmedas.
- Alteraciones psíquicas.
- Edema pulmonar.
- Paro cardíaco.
- Colapso circulatorio.

### 3.- Los efectos en el medioambiente natural y construido.

Los animales y las plantas también son afectados por los elementos contaminantes, al igual que el medioambiente construido. Los animales con sistema respiratorio similar al ser humano se verían afectados en la misma forma que éste. En el caso de los vegetales se producen alteraciones en diversos mecanismos que pueden disminuir su productividad. Dióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, pueden causar degeneración de los tejidos de las hojas llamadas necrosis o clorosis. También se pueden producir manchas blancas por efecto del ozono. Los materiales de las construcciones se afectan por corrosión y por oxidaciones. El hollín se deposita en techos y paredes deteriorando su aspecto.

**El dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )** también se ha asociado a problemas de asma y bronquitis crónica, aumentando la morbilidad y mortalidad en personas mayores y niños. El azufre es un veneno altamente nocivo para la salud de las personas, aunque podemos ser más resistentes que otras criaturas que cohabitan con nosotros en esta región. Por ejemplo, el nivel de  $0,3 \mu\text{g}$  por metro cúbico de aire es un valor que implica potencial riesgo para la salud humana, pero para los árboles, un valor de  $0,2 \mu\text{g}$  ya es muy grave. Por lo mismo, tanto los óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ) como el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) están relacionados con el daño y la destrucción de la vegetación, deterioro de los suelos, materiales de construcción y cursos de agua.



## 4.- La combustión.

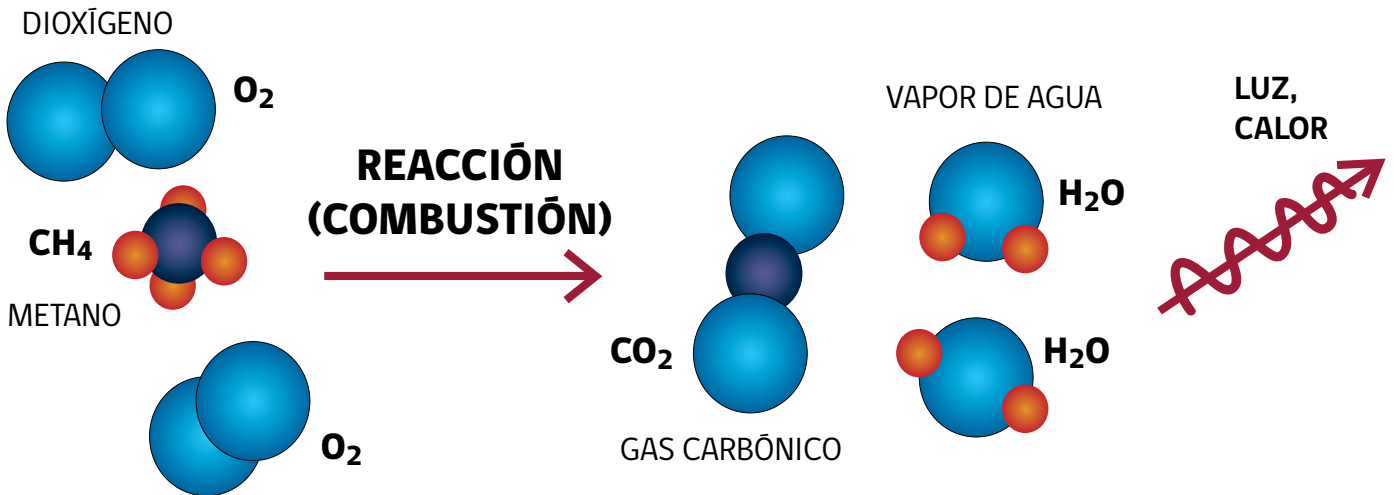
Como se puede observar, en base de la mayor parte de los procesos de contaminación del aire están los mecanismos de combustión a través de los cuales el ser humano obtiene energía calórica, lumínica, de movimiento y de transformación. A lo largo de su historia, la humanidad ha desarrollado diversas tecnologías para producir reacciones de combustión las que tienen también distintos niveles de eficiencia en términos de la energía que producen y los residuos que generan.

El oxígeno es un elemento que reacciona con muchos otros. Esa combinación del oxígeno con otra sustancia oxidable es lo que se denomina oxidación. Existen oxidaciones que son sumamente lentas, como por ejemplo la del hierro mientras que otras son rápidas. La combustión es una reacción de oxidación rápida.

El material que arde, como el kerosén o la leña, es el combustible y, el material que hace arder, como el oxígeno del aire, se llama comburente. Para que se produzca la combustión se requiere alcanzar una temperatura de ignición. Esta es aquella temperatura que debe presentar el sistema para que se pueda dar la combustión de manera natural. El proceso termina cuando se consigue el equilibrio entre la energía de los compuestos que reaccionan y la de los productos de la reacción.

A través de la combustión se libera energía en forma de calor y de luz y, se forman nuevas sustancias.

Ej.: Quema de un papel. El combustible es el papel, el comburente es el oxígeno del aire, la llama del fósforo aporta la energía para la ignición. Como productos de la reacción química, se obtiene  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , cenizas y partículas que corresponden al residuo mineral del papel, además de energía en forma de calor y luz, todo lo cual es liberado en el ambiente.



Según la cantidad de oxígeno disponible, la combustión puede ser completa e incompleta.

### Combustión completa:

Toda combustión completa libera, como producto de la reacción, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua en estado de vapor ( $\text{H}_2\text{O}$ ); no importa cuál sea el combustible a quemar.

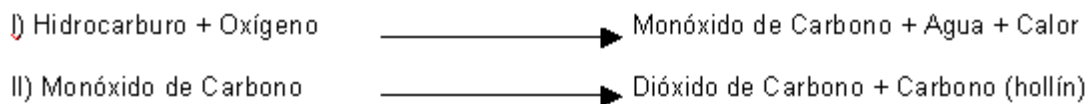


La combustión completa presenta llama azul pálido, y es la que libera la mayor cantidad de calor comparada con la combustión incompleta del mismo combustible.

### Combustión incompleta:

La combustión es incompleta cuando la cantidad de  $O_2$  no es suficiente para quemar de modo completo al combustible. Los productos de la combustión incompleta varían según la cantidad de oxígeno disponible. Generalmente se forma monóxido de carbono (CO), gas sumamente tóxico. Otro producto de una combustión incompleta es el carbón sólido, que por acción del calor se pone incandescente y da un color amarillo-anaranjado a la llama. Este carbón, finamente dividido, se eleva por el calor que desprende la combustión, y se va enfriando a medida que se aleja de la fuente de calor, formando humo negro u hollín, que se deposita en los objetos cercanos.

La combustión incompleta no solo es peligrosa por su producción de monóxido de carbono, sino que libera menor cantidad de calor que la combustión completa del mismo combustible, o sea que lo malgasta.



Los combustibles no renovables son los más difundidos, entre ellos están los derivados del petróleo y carbón. Entre los combustibles renovables están los derivados de la madera.

El hombre ha creado diversos artefactos que actúan mediante procesos de combustión: calderas, salamandras, motores, secadoras, calefactores, etc. Cada uno con diferente eficiencia en términos de energía y de control de la emisión de contaminantes.



### 5.- Situación de la contaminación atmosférica en el valle central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

#### 5.1.- Antecedentes para la declaración de zona saturada.

La Región del Libertador General Bernardo O'Higgins se ubica en la zona central de Chile, caracterizada por un clima templado-cálido, con lluvias invernales y estación seca en verano. Es una región con importante actividad minera y sobre todo agroindustrial.

Desde el año 2004 en adelante los registros obtenidos mediante el monitoreo oficial de material particulado en la región, constataron superación de la norma primaria de MP10, tanto en su métrica diaria como anual.

#### ¿Que son las Normas de Calidad Ambiental?

Son instrumentos de gestión ambiental para prevenir o atender problemas ambientales. Las normas primarias de calidad del aire están destinadas a proteger la salud de la población a nivel nacional, mientras que las normas secundarias están destinadas a proteger o conservar el medio ambiente o la naturaleza.

**Cuadro 2. Normas de calidad según contaminante.**

| CONTAMINANTE                               | NORMA  | UNIDAD                   | TIPO DE NORMA       |
|--|--------|--------------------------|---------------------|
| Material particulado respirable MP10       | 50     | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media Anual         |
|  | 150    | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media Diaria        |
| Dióxido de Azufre                          | 80     | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media Anual         |
|  | 250    | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media Diaria        |
| Ozono                                      | 120    | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Promedio de 8 horas |
| Monóxido de Carbono                        | 10.000 | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Promedio de 8 horas |
|  | 30.000 | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media de 1 hora     |
| Dióxido de Nitrógeno                       | 100    | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media Anual         |
|  | 400    | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media de 1 hora     |
| Material particulado respirable fino MP2,5 | 20     | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media Anual         |
|  | 50     | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media Diaria        |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región de O'Higgins. Guía Pedagógica.

La Red de vigilancia de la calidad del aire en la región cuenta con 13 estaciones de monitoreo públicas y privadas. Las mediciones para MP10 entre los años 2004 y 2011 dan cuenta de valo-

res que sobrepasan la norma diaria para ese parámetro, es decir el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas es mayor o igual que 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como se muestra en el Cuadro 3

**Cuadro 3. Evolución de la norma diaria de MP10 en red de vigilancia.**  
Percentil 98  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Año  | Rancagua | San Francisco de Mostazal | Codegua | Casas de Peuco |
|------|----------|---------------------------|---------|----------------|
| 2004 | 172      | 152                       | 151     | 105            |
| 2005 | 143      | 128                       | 100     | 81             |
| 2006 | 153      | 146                       | 134     | 112            |
| 2007 | 186      | 154                       | 157     | 110            |
| 2008 | 149      | 129                       | 113     | 78             |
| 2009 | 162      | 141                       | 136     | 101            |
| 2010 | 272      | 127                       | 105     | 82             |
| 2011 | 206      | 151                       | 115     | 79             |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Dos. 2013.

La norma anual de MP10 se considera sobrepasada cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos es mayor o igual a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , por ende, para su evaluación se requiere tres años consecutivos de monitoreo. El Cuadro 4 muestra los valores trianuales que sobrepasan la norma, en Rancagua, San Francisco de Mostazal y Codegua.

**Cuadro 4. Evolución de la norma MP10 regional en red de vigilancia (promedio trianual)**  
Promedio Trianual  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Estación                  | 2004-2006 | 2005-2007 | 2006-2008 | 2007-2009 | 2008-2010 | 2009-2011 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rancagua                  | 76        | 78        | 74        | 76        | ..        | ..        |
| San Francisco de Mostazal | 61        | 61        | 63        | 63        | 64        | 65        |
| Codegua                   | 44        | 60        | 64        | 63        | 62        | 60        |
| Casas de Peuco            | 44        | 44        | 46        | 48        | 46        | 45        |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Dos. 2013.

Fundado en los antecedentes señalados, se estableció el año 2007, por ser el más crítico, como año de referencia para la solicitud de declaración de zona saturada y del diseño del Plan de Descontaminación Atmosférica. La zona saturada corresponde a un área que abarca 17 comunas

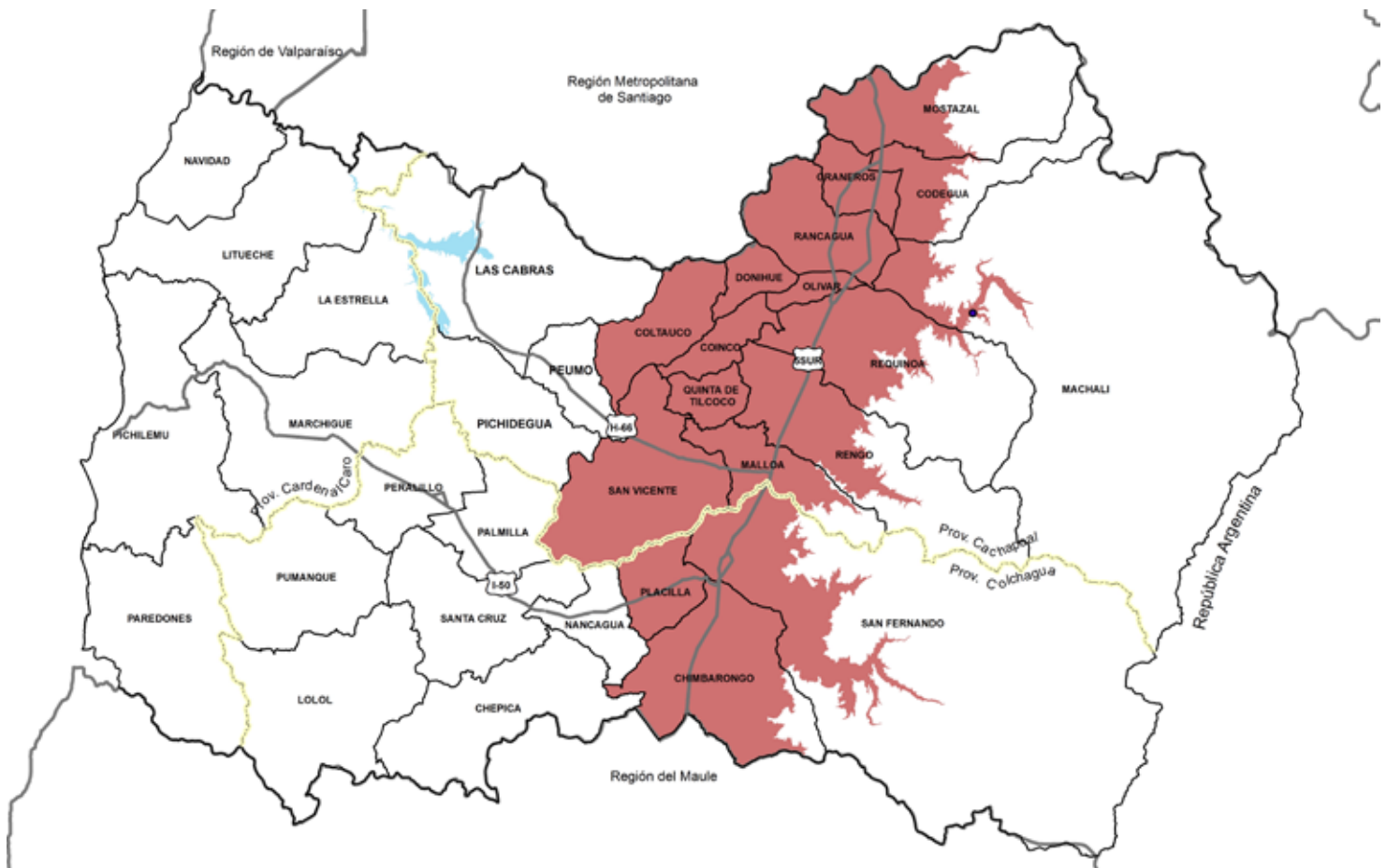


ubicadas en el valle central de la región y afecta a 688.364 habitantes, el 78% de la región según información del Instituto Nacional de Estadísticas de 2011.

La declaración de zona saturada fue establecida por decreto supremo N°7 del 3 de febrero de 2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, para un área que comprende las comunas de: Graneros, Rancagua, Doñihue, Olivar, Coltauco, Coínco, Quinta de Tilcoco, San Vicente, Placilla, Mostazal, Codegua, Machalí, Malloa, Rengo, Requínoa, San Fernando y Chimbarongo.

Zona saturada es el área donde una o más Normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.

### Zona saturada MP10 valle central de la Región de O'Higgins.



Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. 2013.

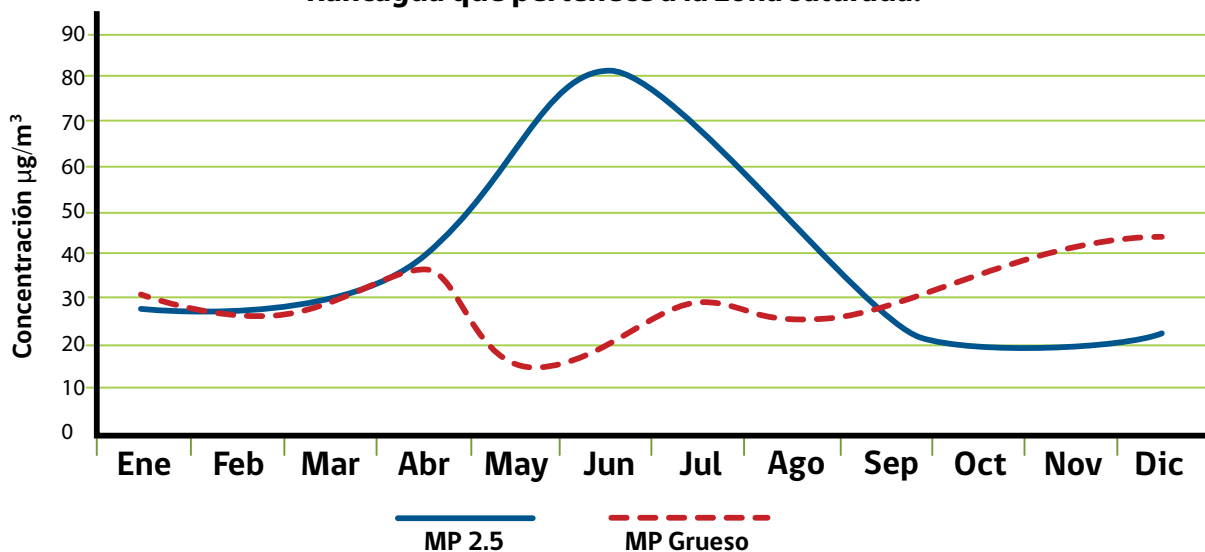
### 5.2.- Factores geográficos y climáticos que inciden en la contaminación atmosférica del valle central de la Región de O'Higgins.

En la zona saturada, las concentraciones de MP10 tienen un fuerte comportamiento estacional. Hay un aumento notorio en los meses de otoño e invierno. En la ciudad de Rancagua los niveles

de MP10 se mantienen todo el año por sobre el valor de la norma anual de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  para este contaminante.

Los antecedentes disponibles muestran que mientras la fracción gruesa de MP10 mayor de 2,5 se mantiene sin variaciones significativas durante el año, la fracción MP2,5 que representa un 61,5% del material particulado respirable, aumenta entre abril y agosto, llegando en junio a representar más del 75% del MP10.

### Perfil anual de concentración de material particulado en sus fracciones fina y gruesa en Rancagua que pertenece a la zona saturada.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Dos. 2013.

Los factores que determinan la contaminación del aire en el valle central de la Región tienen su origen tanto en condiciones antropogénicas como naturales. Entre éstas últimas se encuentran los factores geográficos y climáticos.

- **Factor geográfico:** La Región de O'Higgins, comprende una superficie de  $3.443,6 \text{ km}^2$  con un relieve de cuatro fajas longitudinales importantes: Cordillera de los andes, depresión intermedia, cordillera de la costa y planicies costeras. Las características geográficas del valle central propician las condiciones para impedir la dispersión de los contaminantes al encontrarse éste entre los cordones mon-

tañosos que dificultan la circulación de los vientos y por ende la renovación del aire. De allí que en épocas de estabilidad atmosférica y en condiciones de frío, los contaminantes generados por la actividad humana quedan atrapados en el valle.

- **Factor climático:** El clima del valle central es templado- cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada. Se encuentra influenciado por la alternancia de dos factores: el anticiclón del pacífico y los sistemas de bajas presiones (Sistemas Frontales).

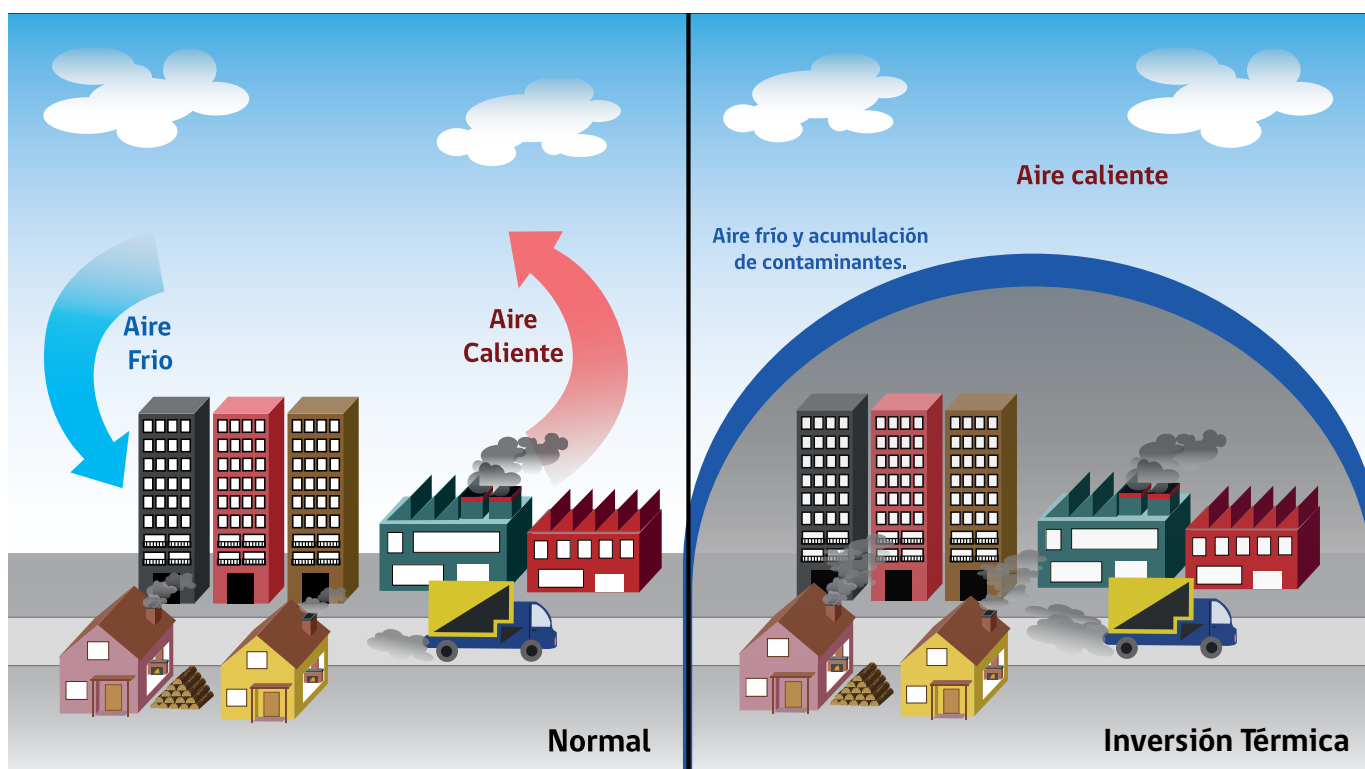
Como se ha señalado, en la tropósfera la temperatura disminuye con la altitud. Sin embar-



go, en la región existe un patrón de inversión térmica de subsidencia, es decir, capas de aire frío se sitúan a baja altura e impiden la circulación atmosférica y por tanto impiden también la dispersión de los contaminantes con lo que la población se expone a respirar un aire con mayor concentración de contaminantes. Este fenómeno se produce con más frecuencia en noches despejadas de invierno, cuando el suelo ha perdido calor por radiación.



Las concentraciones de MP10 se incrementan en los meses de otoño e invierno, especialmente durante la noche. Además la variación anual de las concentraciones se ven afectadas por la ocurrencia de quemas agrícolas entre los meses de marzo y octubre y por las emisiones de combustión residencial de leña entre abril y agosto.



### 5.3.- Fuentes de emisión de contaminantes.

El estudio Diagnóstico y Plan de Gestión Calidad del Aire VI Región financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional del Gobierno Regional de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, hizo un inventario de emisiones en la región para el año 2006 que incorpora el aporte de los sectores residencial, industrial, quemas agrícolas, incendios forestales y el transporte. Sus resultados se presentan en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Principales actividades que impactan la calidad del aire en la Región.**

| Categoría de Fuente        | MP10<br>ton/año | MP 2,5<br>ton/año | CO<br>ton/año  | NO <sub>x</sub><br>ton/año | COV<br>ton/año | SO <sub>x</sub><br>ton/año | NH <sub>3</sub><br>ton/año |
|----------------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| Industria (Otras)          | 214             | 159               | 704            | 1.186                      | 11             | 2.138                      | 335                        |
| Industria Cobre            | 1.565           | 1.322             | 476            | 2.051                      | 42             | 116.412                    | 57                         |
| Combustión de Leña         | 5.261           | 5.113             | 48.275         | 557                        | 21.700         | 73                         | 442                        |
| Otras Residenciales        | 4               | 4                 | 18             | 83                         | 3.492          | 22                         | 237                        |
| Evaporativas Comerciales   |                 |                   |                |                            | 15.011         |                            |                            |
| Quemas Agrícolas           | 2.257           | 2.157             | 14.584         | 636                        | 1.320          | 84                         |                            |
| Incendios Forestales       | 5.505           | 4.675             | 52.308         | 1.925                      | 3.620          | 582                        | 526                        |
| Otras Areales              | 5               | 4                 | 17             | 1                          | 41.122         |                            | 111.364                    |
| <b>Total Estacionarias</b> | <b>14.811</b>   | <b>13.434</b>     | <b>116.382</b> | <b>6.439</b>               | <b>86.319</b>  | <b>119.312</b>             | <b>112.960</b>             |
| Buses Licitados            | 8               | 7                 | 41             | 145                        | 13             | 3                          | 0                          |
| Otros Buses                | 64              | 57                | 288            | 1.256                      | 149            | 31                         | 1                          |
| Camiones                   | 134             | 118               | 580            | 1.978                      | 308            | 68                         | 1                          |
| Vehículos Livianos         | 47              | 26                | 19.171         | 2.009                      | 1.244          | 26                         | 61                         |
| Fuera de Ruta              | 67              | 61                | 347            | 376                        | 60             | 0                          | 0                          |
| <b>Total Móviles</b>       | <b>321</b>      | <b>269</b>        | <b>20.427</b>  | <b>5.764</b>               | <b>1.774</b>   | <b>127</b>                 | <b>63</b>                  |
| <b>TOTAL</b>               | <b>15.132</b>   | <b>13.703</b>     | <b>136.809</b> | <b>12.203</b>              | <b>88.093</b>  | <b>119.439</b>             | <b>113.023</b>             |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región de O'Higgins. Guía Pedagógica.

De acuerdo a estos antecedentes, la combustión de leña, los incendios forestales y las quemas agrícolas son las principales causas de la contaminación atmosférica por partículas en la Región de O'Higgins.

Las fuentes industriales aportan a las emisiones de material particulado, por la emisión de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), precursores en la formación de aerosoles secundarios, que impactan directamente a la fracción fina del material particulado.

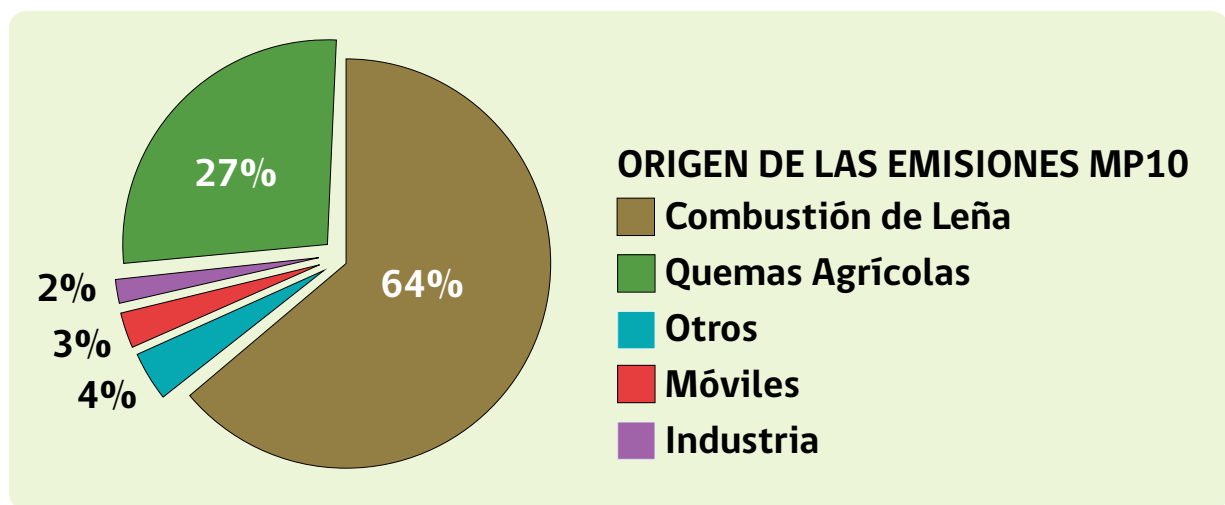
A su vez, las fuentes móviles son responsables de la mayor parte de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y de ozono troposférico, aportando también de forma importante a las emisiones de polvo suspendido.

Finalmente, la categoría denominada "otras emisiones estacionarias" representa un aporte muy significativo en las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), principalmente por las emisiones evaporativas, y un aporte que supera el 98% a las emisiones de Amoníaco (NH<sub>3</sub>), proveniente de las actividades agropecuarias. Ambos contaminantes, son precursores de material particulado fino por la formación de aerosoles secundarios de la fracción fina del material particulado.

### Origen de las emisiones de contaminantes atmosféricos en la zona saturada.

Según antecedentes del estudio "Apoyo en formulación de Plan de Descontaminación Valle Central Región de O'Higgins" (2008), que realizó una actualización del inventario de emisiones con base en el año 2006 para el año 2007, la combustión residencial de leña y las quemas agrícolas son las fuentes principales de las emisiones directas de MP10 a la atmósfera en la zona saturada del valle central. A su vez, la industria tiene un significativo aporte en emisiones de  $SO_x$  y  $NO_x$  y las fuentes móviles en las emisiones de  $NO_x$  principalmente.

### Principales actividades que impactan la calidad del aire en la zona saturada.



### Actividades de integración

Responda las siguientes consultas.

- 1.- Señale al menos tres funciones que cumple la atmósfera y que la hacen importante para la vida del planeta.
- 2.- ¿Qué enfermedades se pueden asociar a la contaminación del aire?
- 3.- ¿Quiénes contaminan el aire?
  - En su casa
  - En su barrio
  - En su ciudad
- 4.- Señale cuál es la norma para material particulado MP10
  - 24 horas
  - Anual



**“Ahora entiendo, el aire es vida ¡y lo vamos a recuperar!”**

## Capítulo 2

# Alternativas para la descontaminación atmosférica del valle central de la Región del Libertador General Bernardo O`Higgins.



Como resultado de la charla sobre descontaminación, varios vecinos toman la iniciativa de buscar soluciones para mejorar su ambiente. Uno de ellos les dice que hay que conocer bien el Plan de Descontaminación Atmosférica.

Los vecinos deciden juntarse nuevamente para analizar qué podrían hacer. La Sra. Rosario expone su problema "Entiendo que la leña húmeda contamina más, pero ¿qué puedo hacer? Dura más y es más barata".

"Yo estaría dispuesto a esperar y vender más seca", agrega el distribuidor de leña, "pero ¿qué saco si mi colega no lo hace y salgo perdiendo?". Don René pide la palabra y comenta: "Yo no creo que esto resulte, está muy bien que se limiten las emisiones de las industrias y en lo agrícola, ¿pero quién controla eso?"

"Bueno..." dice Don Benito, "lo que está claro es que en este lío estamos todos y cada uno debe aportar su cuota. Opino que pidamos a la muni que plante más árboles que absorben el CO<sub>2</sub>". "¡Claro!", dice otro vecino, "pero antes hay que tratar de que se emitan menos partículas. Formemos una brigada de fiscalización de la humedad de la leña". "O una campaña de difusión", dice otro, "¿Y por qué no aprendemos de energías alternativas?" agrega la Sra. Cecilia.

Los vecinos siguen conversando en busca de soluciones para descontaminar su entorno.



### 2.1. El Plan de descontaminación atmosférica PDA para el valle central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

El Plan de Descontaminación Atmosférica PDA de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins es un instrumento de gestión ambiental cuyo objetivo es recuperar la calidad del aire y contribuir a crear una región y un Chile más sustentable. El PDA fue aprobado por Decreto Supremo N° 15 y entró en vigencia con su publicación en el Diario Oficial, el 5 de agosto de 2013. El documento incluye los antecedentes que llevaron a definir 17 comunas como zona saturada, luego se detallan las medidas de control de emisiones, mecanismos de compensación para nuevas actividades, el plan operacional para enfrentar episodios críticos, programa de difusión y educación, fiscalización, así como la vigencia y programas complementarios. En la implementación del plan participan servicios públicos que conforman el comité operativo entre los cuales se encuentran: Intendencia, Gobernaciones de Cachapoal y Colchagua, SEREMI de Agricultura, SEREMI de Economía, SEREMI de Salud, SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones, SEREMI de Educación, SEREMI de Vivienda y Urbanismo, SEREMI de Energía, SEREMI de Deportes, SAG, CONAF, INDAP, SERVIU, JUNJI, IND y el Consejo de Producción Limpia. Asimismo se realizan periódicamente reuniones con los 17 municipios que conforman la zona saturada.

#### La meta global.

Fundado en el principio preventivo que fija la Ley de Bases del Medio Ambiente, se tomó la condición más crítica como base para la meta de reducciones. Esto ocurrió en el año 2007, y se fijó un horizonte de 10 años para implementar tal reducción a partir de la entrada en vigencia del Plan.

#### Meta de reducción de concentraciones de MP10

| Norma de material particulado MP10   | Norma ug/m3 | Año base 2007 ug/m3 | Meta de calidad del aire ug/m3 | Reducción ug/m3 | Reducción % |
|--------------------------------------|-------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|-------------|
| MP10 anual. Media trianual 2005-2007 | 50          | 78                  | 49                             | 29              | 37          |
| MP10 24 horas. P98                   | 150         | 186                 | 149                            | 37              | 20          |

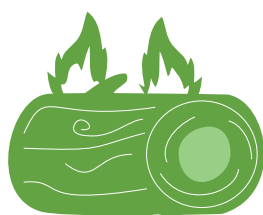
Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Dos. 2013.

#### 2.1.1. Medidas del Plan de Descontaminación Atmosférica.

##### 2.1.1.1. Control de Emisiones Asociadas a la Combustión Residencial de Leña.

##### Uso y mejoramiento de la calidad de la leña.

Luego de 6 meses de la entrada en vigencia del PDA toda la leña comercializada en la zona saturada debe cumplir los requerimientos técnicos de la Norma Chilena Oficial N°2907/2005, de acuerdo a la especificación de "leña seca". Para la fiscalización, se utilizará la metodología señalada en



la misma norma. Los comerciantes deben contar con un xilohigrómetro o medidor de humedad que permita a los compradores requerir la verificación del cumplimiento de la norma. En la zona saturada, la leña deberá ser comercializada por unidad de volumen. Los comerciantes de leña deberán contar en sus locales con información al consumidor y con una tabla que indique la conversión de las unidades de comercialización de leña más utilizadas, tales como kilo, canasto, saco, metro cúbico y metro cúbico estéreo.

Luego de 12 meses de la entrada en vigencia del PDA, la Seremi de Economía, Fomento y Turismo a través de la Secretaría Regional del Consejo Nacional de Producción Limpia, propondrá a los comerciantes de leña de la Región, la suscripción de un Acuerdo de Producción Limpia APL.

Luego de 12 meses de la entrada en vigencia del PDA, la Seremi del Medio Ambiente postulará al Fondo Nacional de Desarrollo Regional FNDR, un estudio para evaluar las emisiones de la combustión de leña provenientes de huertos sometidos a aplicaciones de plaguicidas.

### **Uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos.**

Se prohíbe en las áreas urbanas de la zona saturada usar chimeneas de hogar abierto. Durante la vigencia del Decreto, la Seremi del Medio Ambiente ejecutará en la zona saturada, un programa de recambio voluntario de al menos 12.000 artefactos existentes que combustionen leña o derivados de la madera. Transcurridos doce meses desde la publicación del Plan, los órganos de administración del Estado, municipalidades, establecimientos educacionales municipales, salas de espera de consultorios y centros comunitarios de salud familiar de la zona saturada, deberán reemplazar sus actuales equipos de calefacción a leña por artefactos que utilicen otros combustibles menos contaminantes.

### **Mejoramiento térmico de las viviendas.**

Las viviendas que se construyan en la zona saturada deberán acreditar cumplimiento de las nuevas exigencias de acondicionamiento térmico que son mayores a las establecidas antes de la publicación del PDA.

La Seremi de Vivienda y Urbanismo entregará al menos 6.000 subsidios para acondicionamiento térmico de las viviendas existentes, del Programa de Protección del Patrimonio Familiar PPPF, en la zona saturada, conforme al Reglamento del PPPF.







### 2.1.1.2. Control de emisiones asociadas a quemas agrícolas, forestales y domiciliarias.

- Transcurridos doce meses de la entrada en vigencia del PDA se prohíbe el uso del fuego para la quema de rastrojos y de cualquier tipo de vegetación, en los terrenos agrícolas, ganaderos o de aptitud preferentemente forestal de las comunas de las provincias de Cachapoal y Colchagua, comprendidas en la zona saturada, en el período entre el 15 de abril al 15 de

septiembre, para el primer año de vigencia de la medida, y entre el 1 de abril al 15 de septiembre, el segundo año de la medida.

- El Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, podrá autorizar quemas en cualquier época del año, por motivos de seguridad fitosanitaria de la región.

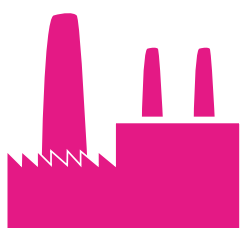
- Se prohíbe durante todo el año quemar neumáticos u otros elementos contaminantes para prevenir heladas o cualquier otro fin, en la zona saturada.

- Transcurridos doce meses de la entrada en vigencia del PDA, tanto la CONAF como el SAG regional, realizarán un plan de difusión sobre las prohibiciones relativas al uso del fuego.

- Se prohíbe la quema libre de hojas secas y todo tipo de residuos en las vías públicas o en recintos privados en la zona saturada.

- Luego de 24 meses de entrada en vigencia del PDA, la Seremi de Agricultura postulará al financiamiento del FNDR un programa que considere como líneas de incentivos aquellas prácticas que contribuyan a la disminución de la contaminación atmosférica, a través de la incorporación de rastrojos. Aprobados los fondos, el programa operará a través del Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario INDAP para los agricultores usuarios de INDAP y a través del SAG para los agricultores que no clasifican para INDAP.

- La Seremi de Economía, Fomento y Turismo, a través de la Secretaría Regional del Consejo de Producción Limpia CPL, incluirá en las APL regionales del rubro agrícola, la implementación de Mejores Técnicas Disponibles para el control de heladas y manejo de residuos orgánicos, como alternativa a las quemas.



### 2.1.1.3. Control de Emisiones Industriales.

#### Reducción de emisiones en calderas

El Artículo 19 del Plan de Descontaminación Atmosférica señala que las calderas, nuevas o existentes, con capacidad térmica nominal entre tres y menos de cincuenta megavatios térmicos se restringen en su emisión de material particulado según su tamaño y tipo de combustible utilizado.

**Cuadro 6. Límite de emisión para calderas existentes entre 3 < y 50 MWt,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

| Caldera | MP   | Corrección de oxígeno (%) |
|---------|------|---------------------------|
| Sólido  | 50   | 6                         |
| Líquido | 50   | 3                         |
| Gas     | n.a. | n.a.                      |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Diecinueve. 2013.

**Cuadro 7. Límite de emisión para calderas nuevas entre 3< y 50 MWt, mg/Nm3**

| Caldera | MP   | Corrección de oxígeno (%) |
|---------|------|---------------------------|
| Sólido  | 30   | 6                         |
| Líquido | 30   | 3                         |
| Gas     | n.a. | n.a.                      |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Diecinueve. 2013.

Las fuentes nuevas deben cumplir la norma desde la entrada en vigencia del PDA y las fuentes existentes, tienen 24 meses para dar cumplimiento a los límites de emisión. El Artículo 20 del Plan establece las formas de verificación y seguimiento anual de las emisiones según tipo de combustible.

### Reducción de emisiones en secadores que procesan granos y semillas.

Deben adecuarse a lo señalado en el Cuadro 8. El plazo para dar cumplimiento es de 24 meses para las fuentes existentes y desde la entrada en vigencia del Plan de Descontaminación Atmosférica para las fuentes nuevas.

**Cuadro 8. Límites de emisión para secadores que procesan granos y semillas nuevos y existentes.**

| Contaminante | Límite de emisión fuentes existentes $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Límite de emisión fuentes nuevas $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--------------|---|---|
| MP           | 50  | 50  |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Veintiuno. 2013.

Transcurridos doce meses, las industrias que cuenten con estos secadores deben confinar las partes del proceso productivo referido a: recepción, acopio, secado, desgranado, y traslado de semillas y/o granos al interior de las plantas de secado con objeto de minimizar emisiones fugitivas.

### Reducción de emisiones de hierro y acero.

Las fundiciones de hierro y acero, nuevas y existentes, cuya capacidad de fusión sea igual o superior a 1.000 toneladas mensuales deben cumplir con el límite de emisión del siguiente Cuadro.

**Cuadro 9. Límites de emisión para hornos de fundiciones de hierro y acero.**

| Contaminante | Límite de emisión $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--------------|--|
| MP           | 30   |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Veintitres. 2013.

El plazo de cumplimiento es de 24 meses para las fuentes existentes y desde la entrada en vigencia del PDA para las nuevas.

Se enuncian medidas para disminuir las emisiones fugitivas las que deben reducirse en un plazo de 12 meses.

### Medidas para el sector panaderías.

Las panaderías nuevas o existentes deben cumplir con los límites del siguiente Cuadro:

**Cuadro 10. Límites de emisión para panaderías**

| Contaminante | Límite de emisión<br>mg/Nm <sup>3</sup> |
|--------------|---|
| MP           | 50                                      |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Veinticinco. 2013.

El plazo de cumplimiento de la normativa es de 24 meses para las fuentes existentes y para las nuevas, a partir de la vigencia del Plan.

Después de 12 meses desde la publicación del Plan la Seremi de Economía, Fomento y Turismo a través de la Secretaría Regional del Consejo de Nacional de Producción Limpia, propondrá a los representantes del sector panaderías de la región la celebración de un APL que tendrá por objeto el mejoramiento tecnológico para reducir las emisiones de material particulado.

### Medidas para grupos electrógenos.

Transcurridos doce meses desde la entrada en vigencia del Plan, los grupos electrógenos existentes o nuevos deberán contar con un horómetro digital, con el cual se medirán sus horas de funcionamiento, las que deberán ser registradas e informadas anualmente a la Superintendencia del Medio Ambiente.



#### 2.1.1.4. Control de emisiones del transporte.

- El Gobierno Regional de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins a través del Programa de Renovación de Buses, vigente desde el año 2011 al 2016, dispondrá los recursos para el recambio de un mínimo de 583 buses.

- El Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones deberá incorporar en las medidas de ordenamiento del transporte público de las comunas de la zona saturada, exigencias orientadas a reducir las emisiones de MP y NO<sub>x</sub> provenientes del sistema de transporte público en un 37% cada uno, dentro de un plazo de cinco años desde el inicio de la operación de los servicios.

Entre otras: normas de ingreso para vehículos nuevos, incentivos para incorporación a flotas de vehículos con menores emisiones, incorporación de sistemas de post tratamiento de emisiones y otras alternativas a los combustibles tradicionales.

- Transcurridos seis meses desde la entrada en vigencia del PDA, la Seremi de Transportes y Telecomunicaciones, establecerá una zona de protección ambiental en el damero central de Rancagua, entre Ramón Freire, Av. Viña del Mar, Estación, Av. Libertador Bernardo O'Higgins y Antonio Millán, en la que se privilegiará el uso del transporte público y se deberán establecer las siguientes medidas:



- a.- Plan de redes de ciclovías
- b.- Sistemas que permitan integrar modos no motorizados y el transporte público (estación intermodal metro, otras).
- c.- Vías exclusivas permanentes por parte de la Seremi de Transporte y Telecomunicaciones.
- d.- Paraderos diferidos permanentes
- e.- Restricción al horario de descarga en el damero central.

El Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones incorporará en las bases de licitación para las plantas de revisión técnica, la exigencia de implementar la primera fase del ASM (Acceleration Simulation Mode) que hace efectiva la Norma de emisión de NO, HC y CO para el control de encendido por chispa (ciclo Otto).

La Seremi de Transporte y Telecomunicaciones implementará en la ciudad de Rancagua, el proyecto de Unidad Operativa de Control de Tránsito UOCT.



### 2.1.1.5. Compensación de Emisiones.

A partir de la entrada en vigencia del Plan, todos los proyectos nuevos y la modificación de los existentes que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental SEIA deben cumplir lo siguiente:

Proyectos o actividades nuevas y sus modificaciones que tengan asociadas una emisión total anual que implique un aumento sobre la situación-base, superior a los valores que se presentan en el siguiente Cuadro, deberán compensar sus emisiones en un 120%.

Para modificaciones de proyectos o actividades existentes, que deben someterse a evaluación de impacto ambiental, se entenderá como situación base, las emisiones previas a la vigencia de este decreto.

Existe una guía para orientar a los titulares de proyectos que requieran ocupar el mecanismo de compensación de emisiones en la página web: [www.mma.gob.cl/ohiggins](http://www.mma.gob.cl/ohiggins).

**Cuadro 11. Límites para la compensación de emisiones.**

| Contaminante    | Emisión máxima<br>Ton/año |
|-----------------|---------------------------|
| MP10            | 5                         |
| SO <sub>x</sub> | 30                        |
| NO <sub>x</sub> | 15                        |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Treinta y tres. 2013.



### 2.1.1.6. Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos.

La Seremi del Medio Ambiente implementará un Plan Operacional de Gestión de Episodios Críticos para el período comprendido desde el 1° de abril al 31 de agosto. El Plan Operacional tendrá los siguientes componentes:

- a.- Sistema de seguimiento de la calidad del aire
- b.- Sistema de pronóstico de la calidad del aire para MP10
- c.- Plan comunicacional de difusión a la ciudadanía
- d.- Procedimiento para la declaración de episodios
- e.- Medidas de prevención y mitigación durante el período de gestión de episodios

El Ministerio del Medio Ambiente mantendrá de manera permanente el monitoreo oficial de MP10 junto a parámetros meteorológicos en estaciones clasificadas como estación de monitoreo de MP10, con representatividad poblacional EMRP de acuerdo al DS 59 de 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, en la zona declarada saturada.

La red de monitoreo proporcionará información de la evolución horaria de los índices de calidad del aire referido a partículas ICAP, los que estarán disponibles en tiempo real para ser consultados por la ciudadanía en portales de internet o de los medios de comunicación ([www.mma.gob.cl/ohiggins](http://www.mma.gob.cl/ohiggins)).

Las medidas rigen desde la medianoche del día en que se declara el episodio y por 24 horas. La Seremi del Medio Ambiente deberá desarrollar un plan comunicacional durante la gestión de episodios críticos, con las siguientes acciones:

- a.- Poner a disposición de la comunidad información de calidad del aire levantada desde la red de monitoreo.
- b.- Informar diariamente el pronóstico de calidad del aire.
- c.- Informar diariamente de las medidas y/o acciones de prevención y mitigación implementadas por los servicios competentes.
- d.- Enviar diariamente información a los organismos que deben implementar medidas y/o acciones definidas en el Plan Operacional.





#### **El procedimiento para la declaración de un episodio crítico será el siguiente:**

- a.- La Seremi del Medio Ambiente informará diariamente a la Intendencia regional la evolución de la calidad del aire, condiciones de ventilación y pronóstico.
- b.- La Intendencia regional declarará la condición de episodio crítico cuando corresponda a través de una Resolución. La Intendencia hará pública las medidas de prevención y/o mitigación.
- c.- En el caso relativo a la superación de los niveles que definen situaciones de emergencia, que no hubieran sido previstas por la metodología de pronóstico de calidad del aire, corresponderá al Intendente informar de la situación.
- d.- En el caso previsto que contemple la posibilidad de un cambio en las condiciones meteorológicas en forma posterior a la hora de comunicación del pronóstico que asegure una mejoría tal que invalide los resultados entregados por el sistema de pronóstico, el Intendente(a) podrá dejar sin efecto la declaración de episodio crítico o adoptar las medidas correspondientes a los niveles menos estrictos.

#### **Durante el período de gestión de episodios críticos se contemplarán las siguientes medidas:**

- a.- Se prohíbe el uso de artefactos a leña de uso residencial que no cumplan con lo establecido en la norma de emisión de material particulado para artefactos a leña y derivados de la manera, contenida en el D.S. 39/2011, del Ministerio del Medio Ambiente.
- b.- La Seremi de Educación comunicará a los establecimientos educacionales de la zona saturada, el inicio del Plan Operacional de Gestión de Episodios Críticos y las medidas que éstos deberán ejecutar en caso de declaración de un episodio crítico. Cada establecimiento educacional será responsable de mantenerse informado diariamente sobre la evolución de los niveles de calidad del aire y de las condiciones de ventilación, así como sobre la implementación de medidas de prevención y mitigación, en el caso en que se haya declarado una condición de episodio crítico.
- c.- La Seremi de Educación podrá suspender las actividades físicas y deportivas al aire libre para la totalidad de la comunidad escolar de las comunas de la zona saturada en aquellos días en que se declare un episodio crítico.
- d.- El Instituto Nacional de Deportes de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins informará el inicio del Plan Operacional de Gestión de Episodios Críticos a las organizaciones con las cuales trabaja en la zona saturada, y en aquellos días en que se declare un Episodio Crítico podrá suspender las actividades deportivas al aire libre organizadas por dicho Instituto en las comunas de la zona saturada.

Los rangos de episodio crítico son los indicados en el Artículo 3, del DS N° 59, de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece la Norma de calidad primaria para Material Particulado Respirable MP10.



**Cuadro 12. Límites para la compensación de emisiones.**

| Contaminante    | Emisión máxima<br>Ton/año |
|-----------------|---------------------------|
| MP10            | 5                         |
| SO <sub>x</sub> | 30                        |
| NO <sub>x</sub> | 15                        |

Fuente. Seremi del Medio Ambiente. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Artículo Treinta y tres. 2013.

### Informe de calidad del aire. Pronóstico de tipo Regular.

**Fecha de Emisión: Miércoles 25 de Junio de 2014, 18:00 Horas**

**CONDICION DE CALIDAD DEL AIRE PARA MAÑANA**

**REGULAR**

**CONDICIÓN METEOROLÓGICA**

Hoy miércoles 25 de junio, se observó circulación ciclónica débil durante la mañana que varió a régimen anticiclónico en superficie por la tarde y una vaguada de onda corta en altura. El PMCA estuvo en el nivel de **REGULAR**.

Para el día de mañana jueves 26 de junio, se espera régimen anticiclónico en superficie y el paso de una vaguada de onda corta en altura. El PMCA se mantendrá en el nivel de **REGULAR**.

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

Índice de Calidad del Aire referido a Partículas (ICAP) según D.S. N° 20/2013 del Ministerio del Medio Ambiente que establece la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10 y en especial los niveles que definen situaciones de Emergencia Ambiental.

|                |                    |                      |                         |
|----------------|--------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>BUENO</b>   | <b>: 0 – 99</b>    | <b>ALERTA</b>        | <b>: 200 – 299</b>      |
| <b>REGULAR</b> | <b>: 100 – 199</b> | <b>PREEMERGENCIA</b> | <b>: 300 – 499</b>      |
|                |                    | <b>EMERGENCIA</b>    | <b>: 500 – Superior</b> |

Las actividades de fiscalización asociadas al Plan Operacional serán informadas por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el mes de marzo de cada año, antes de su puesta en marcha. Asimismo, cada año, dicha Superintendencia deberá elaborar un reporte consolidado de los resultados del cumplimiento de las medidas de control al término del período de vigencia del Plan Operacional, el que será publicado en la página web de la Seremi del Medio Ambiente durante el mes de octubre de cada año.



### 2.1.1.7. Programa de Educación y Difusión.

La Seremi del Medio Ambiente desarrollará anualmente, durante todo el período de vigencia del presente decreto, un Programa de Difusión y Educación que considere los siguientes contenidos:

- a.- Mejores prácticas para usuarios de leña.
- b.- Mejoramiento térmico de las viviendas, aislación térmica y sistemas de calefacción.
- c.- Alternativas a las quemas en eliminación de rastrojos, eliminación de restos de poda, limpieza de caminos, canales y cercos, control de heladas y otros usos del fuego en la actividad agrícola y forestal.
- d.- Incentivo a los medios de transporte no motorizados y uso del transporte público.



### Los organismos públicos de la zona saturada desarrollarán las siguientes acciones:

- a.- La Seremi de Educación oficiará anualmente a los establecimientos educacionales de las comunas de la zona saturada para que incorporen en su Proyecto Educativo Institucional PEI las temáticas de calidad del aire y su aplicación en las planificaciones anuales.
- b.- La Seremi de Educación en cada una de las reuniones y actividades relacionadas con el tema ambiental que formen parte de su programación anual, destinará un módulo para informar respecto de los problemas de calidad del aire en la zona saturada y sobre el Plan.

c.- La Seremi de Educación, Junta de Jardines Infantiles, Seremi de Salud e Instituto Nacional de Deportes, transcurridos seis meses desde la publicación del PDA, elaborarán un plan de acción anual con actividades y plazos asociados por institución para abordar la temática de calidad del aire.

d.- El Instituto Nacional de Deportes de la Región incorporará en todas sus actividades de capacitación a beneficiarios herramientas de promoción, tales como videos, dípticos, pendón u otros, sobre recomendaciones para mejorar la calidad del aire. El material de promoción para estas actividades será provisto por la Seremi del Medio Ambiente.

e.- La Seremi de Salud incorporará anualmente dentro del Programa Regional de Promoción de la Salud un objetivo referido a la temática de calidad del aire, que comprenda la elaboración de herramientas de difusión de los problemas de calidad del aire en la zona saturada y el Plan de Descontaminación con la comunidad.

f.- Transcurridos seis meses desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, la Seremi de Salud incorporará herramientas de promoción como dípticos, videos u otras, respecto a temáticas de calidad del aire, en salas IRA (Infecciones respiratorias agudas), salas ERA (enfermedades respiratorias adultos), salas de espera, servicios de urgencia y otros que forman parte de la red de atención de salud pública en las comunas de la zona saturada.

g.- La Seremi de Salud en cada una de las reuniones y actividades relacionadas con el tema ambiental que forman parte de su programación anual, durante todo el período de implementación del Plan, destinará un módulo para informar respecto de los problemas de calidad del aire en la zona saturada y el PDA.

h.- La Seremi de Economía, a través de la Secretaría Regional del CPL, desarrollará acciones de capacitación y difusión del PDA a las empresas adheridas a los APL regionales.

Transcurridos doce meses de la vigencia del PDA, la Mesa Regional de Educación para el Desarrollo Sustentable generará en cada período de vigencia de la gestión de episodios, material pedagógico impreso o virtual y herramientas educativas para trabajar la temática de calidad del aire con las familias, docentes y alumnos. Transcurridos dieciocho meses desde la publicación del presente decreto, la Seremi de Educación y la Junta Nacional de Jardines Infantiles realizarán la distribución anual del material y herramientas generadas por la Mesa Regional de EDS a los establecimientos educacionales de la zona saturada.

La Seremi del Medio Ambiente incorporará la calidad del aire y el PDA como principal línea temática en la zona saturada, en los siguientes programas de la Unidad de Educación Ambiental:

a.- Certificación ambiental de municipios. La Seremi del Medio Ambiente trabajará con los 17 municipios de la zona saturada para promover su certificación ambiental.

b.- Certificación ambiental de escuelas. La Seremi del Medio Ambiente orientará el trabajo de certificación de escuelas en la zona saturada a las problemáticas de calidad del aire.

c.- Fondo de Protección Ambiental. La Seremi del Medio Ambiente promoverá en la comunidad el desarrollo de iniciativas de mejoramiento de calidad del aire en la zona saturada.

La Seremi del Medio Ambiente realizará anualmente un taller de capacitación a los municipios y representantes de organizaciones sociales de la zona saturada para dar a conocer alternativas en el manejo de los residuos, con la finalidad de reducir progresivamente las quemas libres.



### **2.1.1.8. Fiscalización, Verificación del Cumplimiento del Plan, Actualización.**

De acuerdo a la ley 20.417 corresponde a la Superintendencia del Medio Ambiente la fiscalización de las medidas del PDA, la que deberá establecer el Sub programa de fiscalización del PDA identificando las actividades de fiscalización para cada servicio u organismo competente.

La Superintendencia remitirá anualmente un informe de avance de las medidas del Plan y le corresponde la potestad sancionadora respecto del incumplimiento de las medidas e instrumentos previstos por el Plan.

#### **Actualización**

Se prevé un plazo de 5 años desde su publicación para la revisión y actualización del PDA.

### **2.1.1.9. Programas Complementarios.**

El Ministerio del Medio Ambiente, cada cinco años actualizará un inventario de las emisiones de principales contaminantes.

Los organismos y servicios públicos deberán determinar anualmente los requerimientos asociados al cumplimiento de las medidas para solicitar su financiamiento.

## **2.2. Institucionalidad y legislación ambiental asociada a la contaminación atmosférica.**

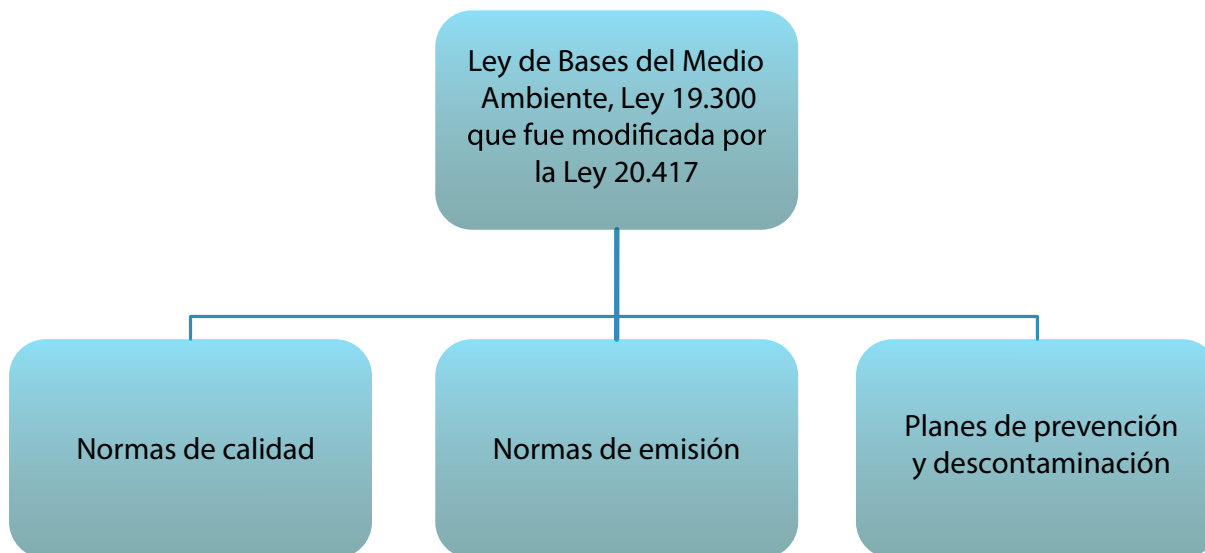
**Constitución Política de la República de Chile de 1980.** Asegura el derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de todas las personas; el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y el derecho a la protección de la salud.

### **MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA**

Ley 19.300. Bases Generales del Medio Ambiente del 9 de marzo de 1994. Regula el derecho constitucional a vivir en un medioambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. Establece que todo el que cause daño al medio ambiente está obligado a hacer una reparación. Asimismo señala que es deber del Estado facilitar la participación ciudadana, permitir el acceso a la información ambiental y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente. Define Instrumentos de **gestión ambiental**: Educación e investigación, evaluación ambiental estratégica, sistema de evaluación de impacto ambiental, sistema nacional de información ambiental, normas de calidad ambiental, sistema nacional de áreas silvestres protegidas, planes de manejo de recursos naturales, de prevención o descontaminación, normas de emisión y declaración de zona saturada o latente. La fiscalización se la entrega a la Superintendencia del Medio Ambiente, sin perjuicio de ello, las municipalidades recibirán las denuncias formuladas por ciudadanos y las cursarán a la Superintendencia. Crea el Fondo de Protección Ambiental para financiar acciones orientadas a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

Ley 20.417. Modifica la Ley 19.300. Crea el Ministerio del Medio Ambiente, Secretaría de Evaluación Ambiental y Superintendencia del Medio Ambiente. Publicada el 26 de enero de 2010.

### Instrumentos de la legislación ambiental para regular la calidad del aire que establece la Ley de Bases del Medio Ambiente.



**Norma Primaria de Calidad Ambiental:** Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.

**Norma Secundaria de Calidad Ambiental:** aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía, o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

#### Normas de calidad primaria

Decreto Supremo N° 20, de 2013. Norma de calidad primaria para material particulado respirable MP10 en especial de los valores que definen situaciones de emergencia y deroga Decreto N° 59, de 1998. Ministerio del Medio Ambiente.

Decreto Supremo N° 12, de 2010. Norma de calidad del aire para MP2,5. Ministerio de Medio Ambiente.

Decreto Supremo N° 113, de 2002. Norma de calidad del aire para SO<sub>2</sub>. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Decreto Supremo N° 114, de 2002. Norma de calidad del aire para NO<sub>2</sub>. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Decreto Supremo N° 115, de 2002. Norma de calidad del aire para CO. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Decreto Supremo N° 136, de 2000. Norma de calidad del aire para plomo. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.



### Normas de calidad secundaria

Decreto Supremo N° 22, de 2010. Norma de calidad secundaria de aire para anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>). Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

**Normas de emisión:** las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora.

### Normas de emisión

Decreto Supremo N° 28, de 2013. Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico. Ministerio del Medio Ambiente. Regula emisiones de MP10, SO<sub>2</sub>, As y Hg.

Decreto Supremo N° 39, de 2011. Norma de emisión de material particulado para los artefactos que combustioneen o puedan combustionar leña y derivados de la madera. Ministerio del Medio Ambiente.

Decreto Supremo N° 46, de 2014. Revisa Norma de emisión de material particulado, para los artefactos que combustioneen o puedan combustionar leña y derivados de la madera, contenida en el Decreto N° 39, de 2011. Ministerio del Medio Ambiente.

Decreto Supremo N° 13, de 2011. Norma de emisión para centrales termoeléctricas. Ministerio del Medio Ambiente. Regula la emisión de MP, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, y HG.

**Planes de prevención y descontaminación.** El **plan de descontaminación** es un instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona saturada. Por su parte, el **plan de prevención** es un instrumento de gestión ambiental que tiene por objeto evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente. Diversas regiones del país tienen zonas declaradas como saturadas, por lo que algunas de estas ya cuentan con sus planes de descontaminación.

Decreto Supremo N° 7 del 27 de marzo de 2009. Declara zona saturada por material particulado respirable MP10 como concentración anual y de 24 horas el valle central de la VI Región. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Decreto Supremo N° 15 del 5 de agosto de 2013. Plan de descontaminación atmosférica PDA para el valle central de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Ministerio del Medio Ambiente.

## MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES CONVENCIÓN INTERNACIONALES FIRMADAS POR CHILE

Decreto Supremo N° 719 de 1990. Convención de Viena para la protección de la capa de ozono.  
Decreto Supremo N°238 de 1990. Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Decreto Supremo N°123 de 1995. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.



Decreto Supremo N°349 de 2004. Protocolo de Kyoto. Cuenta con medidas más jurídicamente vinculantes respecto de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Decreto Supremo N° 38 de 2005. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COPs) y sus anexos.

### **MINISTERIO DEL INTERIOR**

Ley 18.695 del 26 de julio de 2006. Orgánica Constitucional de Municipalidades. Las municipalidades pueden colaborar en la fiscalización y cumplimiento de las disposiciones legales sobre medio ambiente dentro de los límites comunales.

Ley 19.175 del 8 de noviembre de 2005. Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional. Señala que corresponde al Intendente(a) las labores de fiscalización y supervigilancia de los servicios públicos en la Región; adoptar las medidas necesarias para prevenir y enfrentar situaciones de emergencia o catástrofe.

### **MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES**

DFL 1. Del 29 de octubre de 2009. Texto Refundido, coordinado y sistematizado de la Ley de Tránsito 18.290. Señala que los vehículos motorizados deben estar ajustados de modo de no emitir gases o materiales contaminantes en un índice superior a lo permitido.

Decreto 42 del 24 de julio de 2009. Modifica D.S. N°130, de 2001 que establece normas de Emisión de Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos Totales (HCT), Hidrocarburos No Metánicos (HCNM), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Material Particulado (MP), para Motores de Buses de Locomoción Colectiva de la Ciudad de Santiago.

Decreto 104 (15-SEP-2000), Establece norma de emisión para motocicletas.

Decreto 54 (03-MAY-1994) Establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados medianos.

Decreto 55 (16-ABR-1994) Establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados pesados.

Decreto 82 (24-JUN-1993) Establece normas de emisión a vehículos y motores.

Decreto 211 (11-DIC-1991) Normas sobre emisiones de vehículos motorizados livianos.

#### **MINISTERIO DE AGRICULTURA**

Decreto N° 464 del 24 de septiembre de 2001. Modifica Decreto N°100, de 1990, que prohíbe el empleo del fuego para destruir vegetación en las provincias que indica. Rige entre el 1 de mayo al 31 de agosto para la provincia de Cachapoal de la Región del Libertador General Bernardo O`Higgins.

Decreto N° 276 del 4 de noviembre de 1980. Reglamento sobre roce a fuego. Establece condiciones en que se podrán hacer quemas controladas, para lo cual se requiere informar a la Corporación Nacional Forestal CONAF, la que a su vez debe dar aviso a Carabineros. CONAF fija los calendarios de quemas.

#### **MINISTERIO DE MINERÍA**

Decreto N° 185 del 16 de enero de 1992. Reglamenta funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico en todo el territorio de la república.

#### **MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO**

Consejo Nacional de Producción Limpia. Se crea en el año 2000 por acuerdo del Consejo de la Corporación de Fomento de la Producción CORFO. Su misión es impulsar la producción limpia para lograr mayor sustentabilidad, modernización productiva y competitividad de las empresas, con énfasis en la pequeña y mediana, a través de la cooperación público-privada y la articulación de las políticas y decisiones de los diversos actores. Contempla un conjunto de instrumentos de apoyos, como fondos de promoción, asistencia técnica, apoyo a la innovación y financiamiento.

Resolución exenta N° 569 del 23 de septiembre de 2005. Norma Chilena Oficial NCh 2907 sobre combustible sólido-leña-requisitos. Establece clasificación y requisitos de calidad para leña de uso residencial, comercial e institucional. Describe procedimientos de muestreo e inspección.

#### **MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO**

Decreto Supremo N° 255 de 2006. Reglamenta Programa de Protección del Patrimonio Familiar.

**Cuadro 13. Principales servicios públicos para la gestión ambiental.**

| Institución                           | Dependencia                                   | Facultad  |
|---------------------------------------|---|---|
| Corporación Nacional Forestal (CONAF) | Ministerio de Agricultura                     | Contribuir a la conservación, incremento, manejo y aprovechamiento de los recursos forestales del país. También, debe procurar el adecuado manejo y aprovechamiento de los bosques que se establezcan por acción directa o indirecta de la Corporación, y elaborar y ejecutar planes nacionales y regionales de protección y conservación de los recursos forestales del país.  |
| Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)    | Ministerio de Agricultura                     | Contribuir tanto al desarrollo silvoagropecuario del país mediante la protección, mantención e incremento de la salud de los animales y vegetales, así como el control del estado sanitario de éstos y de los productos, subproductos y derivados que puedan ser causantes o portadores de enfermedades o plagas que afecten tales recursos.  |
| Subsecretaría del Medio ambiente      | Ministerio del Medio Ambiente                 | Liderar el desarrollo sustentable, a través de la generación de políticas públicas y regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana.  |
| Servicios de Salud                    | Ministerio de Salud                           | Asegurar a todos los ciudadanos el derecho a la protección de la salud. Le corresponde velar para que se eliminen o controlen todos los factores, elementos o agentes del medio ambiente que afecten la salud, seguridad y bienestar de los habitantes.   |
| Subsecretaría de Transportes          | Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones | Encargada de determinar los requisitos que deberán cumplir los establecimientos que realicen revisiones técnicas de vehículos, así como de los procedimientos técnicos a que deberán ceñirse tales revisiones y los niveles máximos de emisión de contaminantes que se permitirá.   |
| Instituto Nacional del Deporte        | Ministerio del Deporte                        | Desarrollar la cultura deportiva de la población a través de la ejecución de planes y programas de fomento e infraestructura, y el financiamiento de proyectos, orientados a masificar la actividad física y la práctica deportiva y a apoyar a los deportistas tomando como eje su crecimiento dentro del Sistema de Competencias Deportivas, con una perspectiva territorial, intersectorial y de acceso equitativo a toda la población.                            |
| Subsecretaría de Vivienda y Urbanismo | Ministerio de Vivienda y Urbanismo            | Contribuir a mejorar la calidad de vida de los hombres y mujeres que habitan el país, especialmente de los sectores más vulnerables, respetando su diversidad, favoreciendo la integración social, reduciendo inequidades y fortaleciendo la participación ciudadana a través de políticas, programas e iniciativas destinadas a asegurar viviendas de mejor calidad, barrios equipados y ciudades integradas social y territorialmente, competitivas y sustentables. |

|                                       |  |   |
|---------------------------------------|--|---|
| Servicio de Vivienda y Urbanismo.     | Ministerio de Vivienda y Urbanismo   | Contribuir a la misión del Ministerio.  |
| Consejo Nacional de Producción Limpia | Corporación de Fomento de la Producción, CORFO del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo | Instancia de diálogo y acción conjunta entre el sector público, la empresa y sus trabajadores, con el fin de difundir y establecer un enfoque de la gestión ambiental que coloca el acento en la prevención de la contaminación, más que en su control final. |
| Subsecretaría de Educación            | Ministerio de Educación  | Asegurar un sistema educativo equitativo y de calidad que contribuya a la formación integral y permanente de las personas y al desarrollo del país, mediante la formulación e implementación de políticas, normas y regulación sectorial.                     |

Fuente: Informe del Estado del Medio Ambiente 2011, Ministerio del Medio Ambiente.

### 2.3. Alternativas de acción que puede tomar la comunidad para disminuir la contaminación atmosférica por material particulado en el valle central.

#### 2.3.1. Uso de energías renovables.

En la actualidad se hace cada vez más accesible el uso de energías renovables, como son la energía solar, eólica, geotérmica, hidráulica y del movimiento de las olas para obtener calefacción, calentamiento de agua y generación de electricidad entre otros. Aunque se requiere una cierta inversión inicial, ésta se recupera en pocos años y se emiten menos contaminantes. Asimismo, al utilizar energía renovable por ejemplo solar para calentar el agua de la ducha, se elimina el gasto en un combustible fósil (gas licuado) y ese ahorro puede ser destinado a mejorar el combustible para calefacción, pasando de leña a gas o electricidad.

Energía es la propiedad o capacidad de la materia de producir trabajo en sus diversas formas, sea para transformación de la materia, generación de luz, calor, etc. La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Por ello, ha sido una tarea humana el crear mecanismos para convertir energías. Por ejemplo, un motor de vehículo convierte energía química (combustible fósil) en energía cinética para que el vehículo se desplace. El desarrollo tecnológico de convertidores es crucial en el aprovechamiento de la energía disponible en la naturaleza.

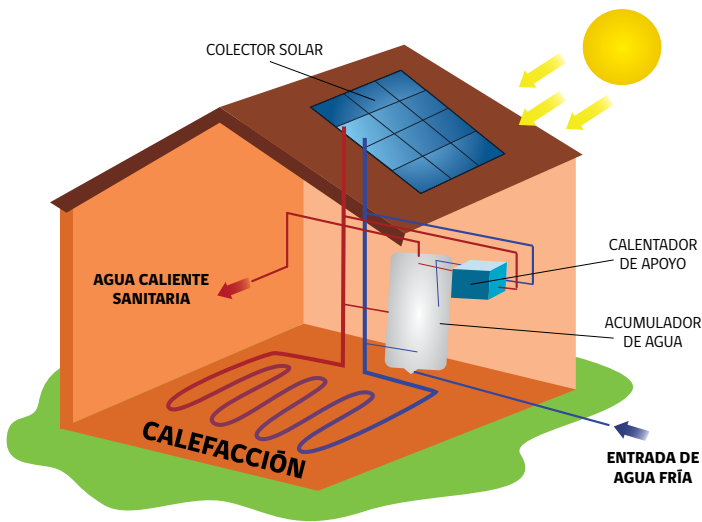
Países como Alemania, Dinamarca o China muestran un gran desarrollo en el uso de energías renovables con el establecimiento de parques eólicos y plantas solares que proveen tanto a la industria como a los hogares.

#### Uso de energía solar.

Esta energía es aprovechada mediante tecnologías activas o pasivas. Pasivas se refiere al aprovechamiento de la energía a través por ejemplo de los diseños arquitectónicos, orientación de los edificios, materiales seleccionados, diseño de los espacios. Las principales tecnologías

activas de recolección de energía actualmente en desarrollo, se refieren a paneles solares para obtener calor y placas fotovoltaicas para obtener luz.

Los diseños para recolectar la radiación del sol son varios. Los colectores de baja temperatura (menores de 60°C) constan de una cubierta transparente, canal de aire, placa absorbente, tubos o conductos por donde circula el líquido que se calentará al contactarse con la placa absorbente, capa aislante, de baja conductividad térmica para evitar fugas de calor.

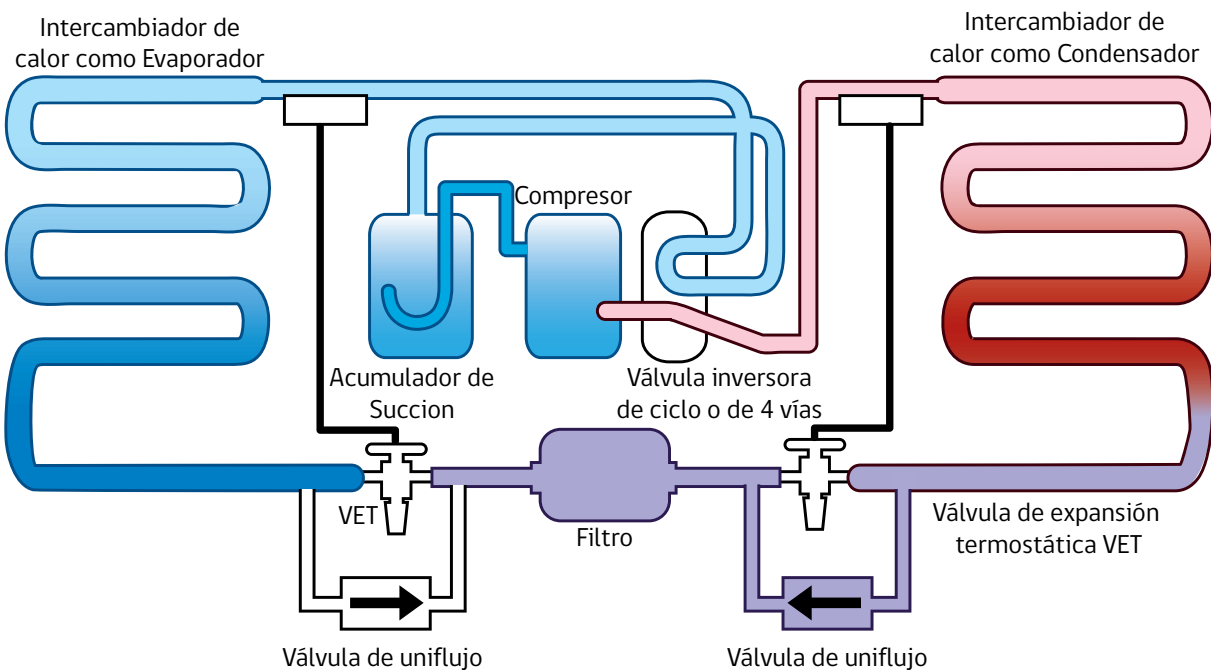


### Colector solar.

La energía solar térmica tiene como aplicación principal la producción de agua caliente sanitaria para uso doméstico o industrial, calentamiento de agua en piscinas, calefacción a baja temperatura con suelo radiante. Las bombas de calor usadas en edificios, son máquinas que transfieren energía térmica desde una fuente fría (de bajo nivel térmico o baja temperatura) a otra más caliente. El nombre es una analogía con las bombas de agua, que permiten subir agua desde un nivel bajo a otro más alto.

### Bomba de calor

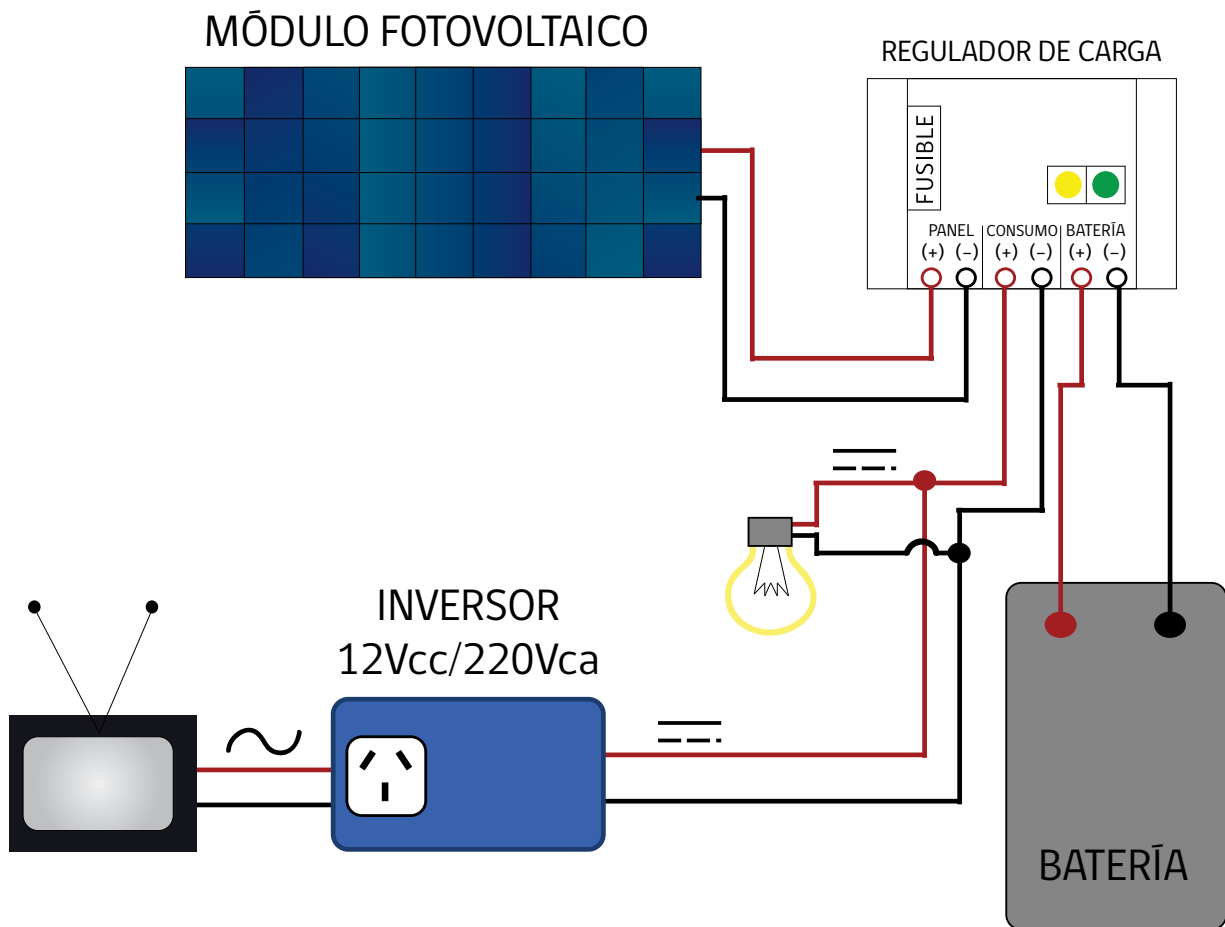
Diagrama de flujo en frío



### Panel fotovoltaico.

Es un dispositivo que recoge la energía solar y la transforma en energía lumínica. Las placas están formadas por varias celdas normalmente células de silicio, que convierten la luz en electricidad. Las celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía luminosa produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo un campo eléctrico capaz de generar una corriente. La energía generada, luego es recogida en una batería de almacenamiento.

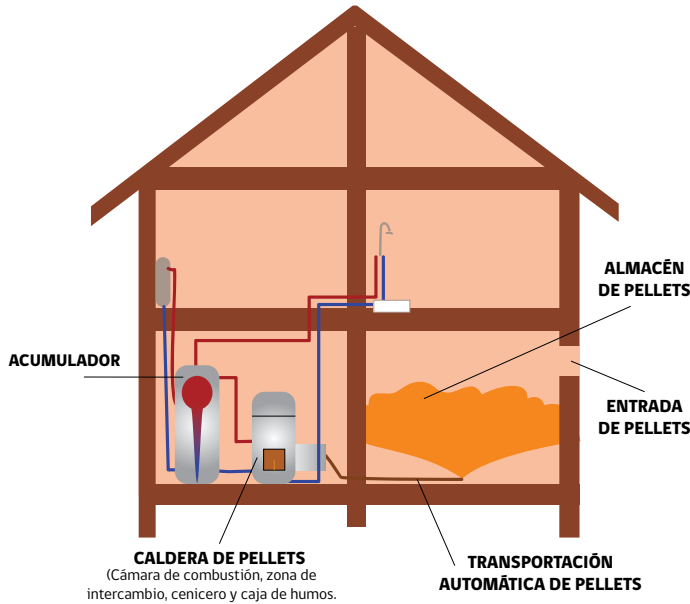
Los sistemas de calefacción convencionales, esto es, los que fueron diseñados para funcionar con energía eléctrica, también pueden ser usados con calefacción solar pues la mayoría son adaptables a esta energía. Sin embargo, la cantidad de energía que se necesita para calefacción puede hacerlo costoso y por tanto poco viable para este fin. El uso de placas fotovoltaicas puede utilizarse para la generación de luz con uso de ampolletas de bajo consumo y por esa vía hacer ahorros que permitan cambiar de combustibles más contaminantes como la leña a menos contaminantes.



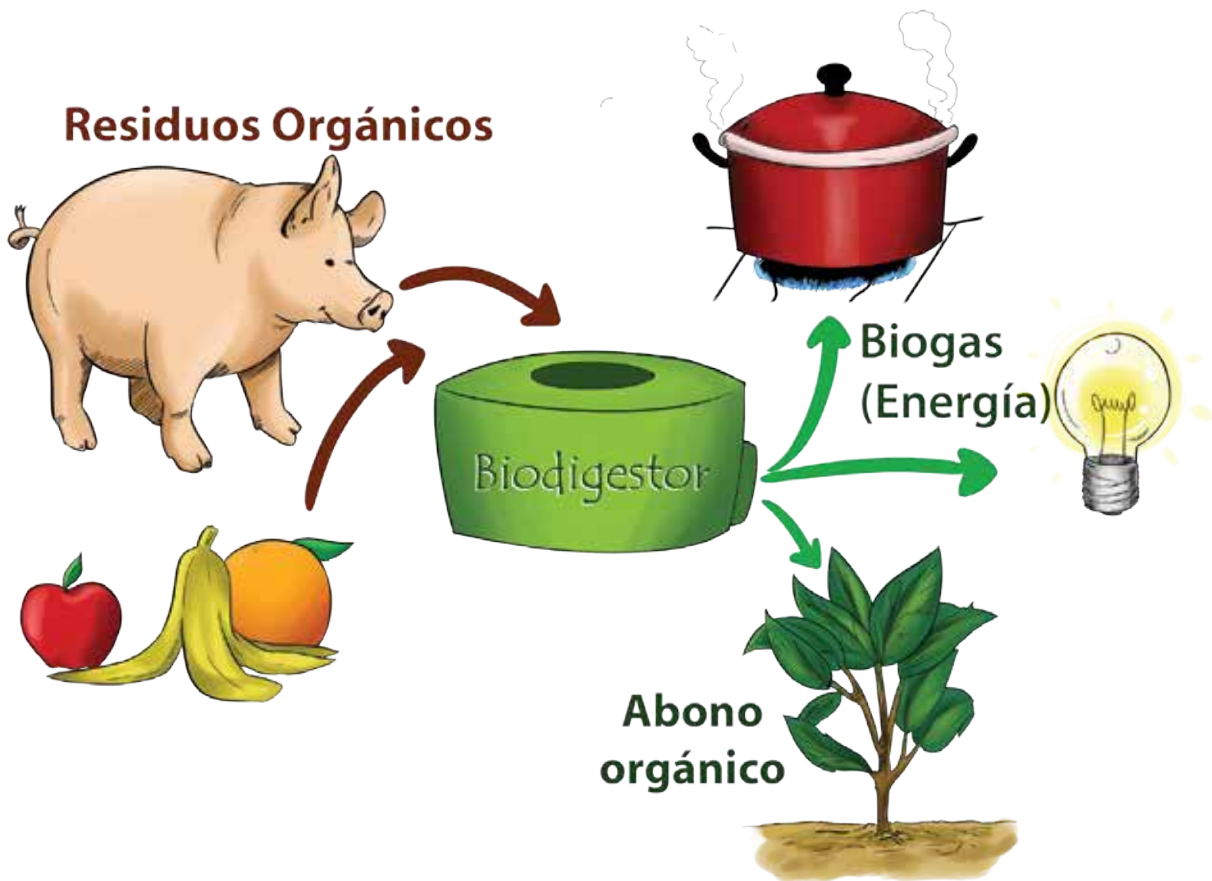


### Energía de la biomasa.

Biomasa se refiere a la materia orgánica proveniente de restos de poda, cáscaras, leña en general residuos de actividades agrícolas y forestales o subproductos de la transformación de la madera. Se obtiene energía térmica para agua caliente sanitaria y calefacción mediante el uso de artefactos de combustión directa como calderas, calefactores, etc. También por procesos bioquímicos en que intervienen organismos microbianos para producir combustible gaseoso o líquido, por ejemplo biogás.



Biogas. Se coloca la biomasa, generalmente vegetales y desechos de animales en un contenedor cerrado (digestor) y se deja fermentar. Se produce un gas mezcla de metano y dióxido de carbono que puede ser utilizado por ejemplo en una cocina.



### 2.3.2. Manejo de leña.

La leña es una fuente de energía renovable puesto que los bosques crecen cada año y si se extrae de ellos una cantidad menor a su crecimiento se puede aprovechar el recurso indefinidamente. La calefacción con leña es hasta 4,5 veces más barata que con electricidad, 3,8 veces más barata que con gas y 3,3 veces más barata que con petróleo. Sin embargo, el crecimiento poblacional ha llevado a un gran aumento en el uso de leña y de la cantidad de contaminantes producto de esa combustión, sobre todo en ciudades y áreas en que por condiciones climáticas y geográficas se dificulta su dispersión. Ello hace necesario buscar alternativas para la generación de energía, así como hacer un manejo eficiente de la leña que se consume.

Fuente: Ministerio de Energía

El uso ineficiente de la leña considera los siguientes aspectos:

Mala calidad del combustible. Mientras más húmeda la leña, mayor cantidad de contaminantes se emiten a la atmósfera y se genera menos calor.

Uso de tecnologías poco eficientes. Se utilizan equipos que poseen un bajo rendimiento y altas emisiones de partículas contaminantes.

Usuario desinformado. El usuario desconoce cómo manipular la leña y los equipos de combustión.

Condición térmica de las viviendas. Parte importante de las viviendas donde se usa calefactores a leña no cuentan con una aislación que ayude a disminuir el consumo de energía.

**Calidad del combustible.** Las diferencias entre un leño seco y uno húmedo se establecen en base a peso, color, desprendimiento de corteza y presencia de grietas.

La Norma chilena oficial de la leña (NCh 2907/2005) señala que leña seca es aquella que posee un contenido de humedad menor al 25%. Mientras más seca la leña, más calor se obtiene de ella y contamina menos. A mayor humedad, menos energía y más contaminación.

La leña seca es más liviana con la corteza agrietada y semi desprendida, sin manchas de color gris o blanco y tiene un color opaco.

Se recomienda primavera-verano como la mejor época para comprar leña de modo de llegar al invierno con bajos niveles de humedad. Para un secado más rápido, la leña debe picarse y disponerla en trozos.

Durante el verano, la leña puede ser apilada al sol y al viento para acelerar su secado. Para esto, se recomienda ordenarla en forma "encastillada", aislarla del suelo y protegerla en la parte superior, dejando los espacios necesarios entre los trozos de leña para su aireación. Durante el invierno, el lugar donde se almacena la leña debe ser un espacio seco, con ventilación, protegido de la lluvia y aislado del suelo. Esto ayudará a mantenerla más seca y más segura de la proliferación de hongos.

Para evitar la destrucción del bosque, se debe consumir leña que provenga de un buen manejo forestal, esto es que la cantidad de ma-

CONAF está a cargo de evaluar los Planes de Manejo de acuerdo a lo establecido en el artículo 21 del Decreto Ley N°701, de 1974, sobre Fomento forestal y toda acción de corta establecida en el artículo 5° de la Ley 20.283 sobre Recuperación del bosque nativo y fomento forestal.

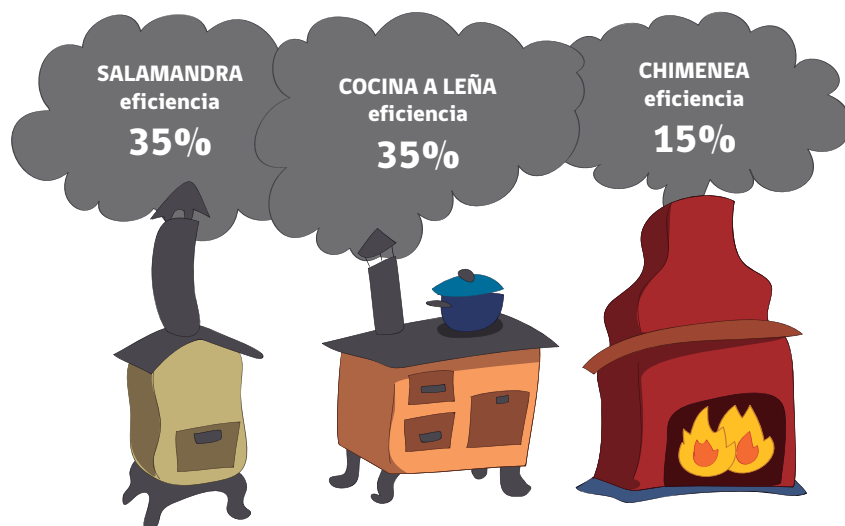
dera que se extrae del bosque sea inferior al crecimiento de los árboles de ese bosque. Y que cuente con la autorización de la CONAF.

### **Calefactor eficiente.**

La eficiencia de un calefactor se mide por el porcentaje de calor que es capaz de aprovechar de la leña seca, el resto se pierde.

No todos los tipos de calefacción tienen la misma eficiencia:

Chimenea 15%, Cocina a leña 35%, Salamandra 35%, Calefactor de doble cámara 65-70%



Decreto Supremo N° 46, de 2014. Revisa Norma de emisión de material particulado, para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y derivados de la madera, contenida en el Decreto N° 39, de 2011. Ministerio del Medio Ambiente.

Permite a la Superintendencia de electricidad y combustibles (SEC) certificar y por tanto fiscalizar los calefactores disponibles en el comercio que utilicen madera para generar combustión. Los calefactores certificados tienen una eficiencia energética sobre 70% mientras que los normales 15 – 25%. También se certifica la seguridad de los calefactores a leña.

Dado que uno de los principales problemas es la combustión residencial de leña en artefactos de alta emisión y baja eficiencia, el Ministerio del Medio Ambiente, desde el año 2011 está implementando el Programa de recambio de calefactores, el que tiene por objetivo eliminar los calefactores que son altamente contaminantes y de baja eficiencia y reemplazarlos por calefactores de baja emisión de material particulado y alta eficiencia térmica.

Comportamiento del usuario de leña

- Utilizar un calefactor eficiente y con leña seca
- Encender el fuego sólo con papel y astillas
- No usar ceras ni parafina, ni quemar basuras o madera con pinturas
- Mantener el cañón limpio para prevenir incendios
- No hacer durar el fuego cerrando todas las entradas de aire. Un fuego ahogado genera más contaminantes, ensucia el equipo y no genera calor.



### 2.3.3. Acondicionamiento térmico de hogares.

Aislación térmica es la capacidad que tiene un material para oponerse al paso del calor. En construcción se refiere al intercambio de energía calórica entre el ambiente interior y el exterior. Una buena aislación térmica mejora la calidad de vida porque da mayor habitabilidad, mejor salud, menos contaminación e influye en la reducción del consumo de combustibles destinados a calefacción.

Chile es el primer país de América Latina que ha incorporado en su reglamento de construcción, exigencias de acondicionamiento térmico de las viviendas. La Norma que regula el acondicionamiento térmico es el decreto N° 192 de la Ordenanza General de Urbanismo y construcciones.

Si se quiere mejorar la aislación de una casa se debe considerar que un 25 a un 30% del calor se pierde a través de puertas y ventanas, 25-30% por techos y cielos, 20-25% por muros, 3-5% por pisos y 10% por renovación de aire.

Los materiales más usados para aislar son: poliestireno expandido, fibras minerales, lana mineral, lana de vidrio, espumas de poliuretano, membranas de aluminio.

El Servicio de Vivienda y Urbanismo a través de su Programa de Protección del Patrimonio Familiar PPPF entrega subsidios para el acondicionamiento térmico de viviendas sociales o de tasación menor a 650 UF, pertenecientes a familias con máximo de 13.484 puntos en su Ficha de protección social. Las comunas de la zona saturada se encuentran en el tramo 1 de acuerdo al DS 255/2006 que reglamenta el Programa de Protección del Patrimonio Familiar, correspondiéndoles un subsidio de 100 UF. El usuario debe aportar un mínimo de 3 UF.

Se postula a los llamados en forma individual o colectiva, a través de un Prestador de Servicios de Asesoría Técnica PSAT que ingresa la documentación al Serviu. El certificado del subsidio otorgado incorpora un valor adicional para el pago del PSAT.

#### Recomendaciones para la aislación térmica de una casa.

- Aislar el techo. Instalar aislante de lana de vidrio o plumavit.

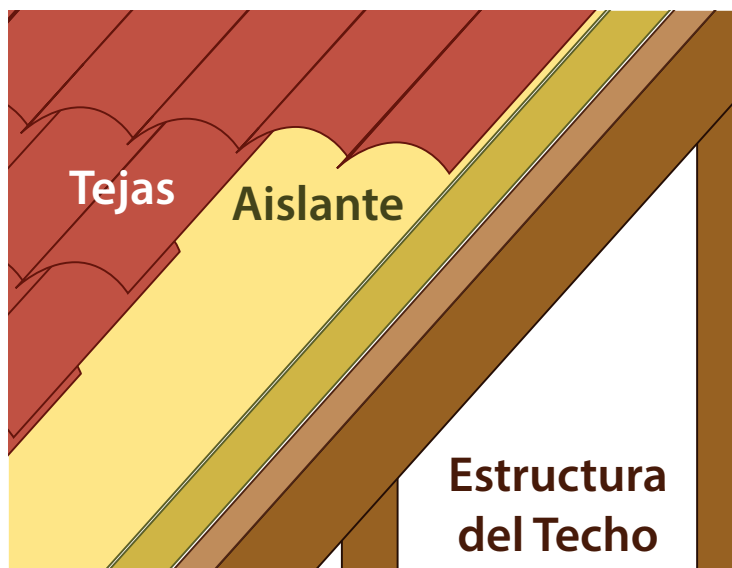
- Incorporar ventanas de doble vidrio (termopanel) en marco de pvc o madera. En seis meses se habrá pagado la inversión inicial. En las ventanas de vidrio simple se escapa el 25% del calor de la casa.

- Aislar las ventanas con cortinas pesadas que evitan que por los vidrios escape o entre el calor o el frío.

- Para calentar la casa, abrir las cortinas cuando hay sol y cerrarlas cuando baje la temperatura.

- Para detectar ventilaciones, recorrer puertas y ventanas con un hilo colgante. Si este se mueve es signo de filtración de aire.

- Aplicar cintas adhesivas, masilla o silicona en los bordes de las ventanas y material aislante a la estructura del cemento del interior. Si las ventanas no cierran herméticamente poner cintas adhesivas, masillas, o algodón para cubrir las rendijas.



### 2.3.4. Transporte.

La necesidad de transporte es una característica de la sociedad moderna. Nos movemos al trabajo, para socializar o entretenernos, por turismo, para acceder a servicios. Cuando millones de personas se trasladan en vehículos las emisiones contaminantes al ambiente aumentan fuertemente, lo cual se hace más notorio en las ciudades.

#### Recomendaciones:

- Uso discreto del automóvil
- Elegir vehículos adecuados a su necesidad y de buena eficiencia energética. La etiqueta de eficiencia energética que se muestra en los vehículos livianos en venta, entrega información sobre el consumo energético y emisiones.
- Contar con la revisión técnica al día.
- Usar transporte colectivo y elegir habitar cerca de sus principales sitios de desplazamiento.
- Aprovechar las ciclovías existentes.
- Caminar. Es mejor para la salud.
- Denunciar situaciones fuera de norma, como es la presencia de humos visibles en los vehículos.

**1** Rendimiento de combustible en ciudad, carretera y mixto. Valor expresado en kilómetros recorridos por cada litro de combustible consumido (km/l)

**2** Valores obtenidos en laboratorio bajo condiciones estandarizadas de circulación (velocidad, temperatura y humedad)

**3** Código QR que te permitirá acceder fácilmente al sitio web [www.consumovehicular.cl](http://www.consumovehicular.cl)

**4** Marca/Modelo Combustible: Gasolina o Diésel

**5** Norma de Emisión que el vehículo cumple

**6** Código de informe técnico, otorgado al modelo del vehículo en el proceso de homologación y contenido en el certificado de homologación

**7** Emisiones de CO<sub>2</sub> expresadas en gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro recorrido que se emite al medio ambiente (g/km)

**Etiqueta de Eficiencia Energética**

**Rendimiento de Combustible**

Marca:   
 Modelo:   
 Combustible:   
 Norma de Emisión:   
 Código de Informe Técnico:

Emisiones de CO<sub>2</sub> xxx g/km

Ciudad x,x km/l   
 Mixto x,x km/l   
 Carretera x,x km/l

Los valores reportados en esta etiqueta son referenciales.

El rendimiento de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> corresponde al valor constatado en el proceso de homologación desarrollado por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, a través del Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV).

El rendimiento efectivamente obtenido por cada conductor dependerá de sus hábitos de conducción, de la frecuencia de mantención del vehículo, de las condiciones ambientales y geográficas, entre otras.

El CO<sub>2</sub> es el principal gas efecto invernadero responsable del cambio climático.

Infórmate en [www.consumovehicular.cl](http://www.consumovehicular.cl)

Ministerio de Energía   
 Ministerio del Medio Ambiente   
 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Santiago de Chile   
 Santiago de Chile   
 Santiago de Chile



### 2.3.5. Quemas agrícolas y urbanas.

Se denomina quemas agrícolas a la acción de usar fuego para eliminar desechos agrícolas y forestales.

#### Alternativas a las quemas:

##### Incorporación de los rastrojos al suelo:

###### - Con pasada de maquinaria.

Esto permite incorporar materia orgánica al suelo y mejora su condición de humedad.

###### - Compostaje.

El compost es el producto final obtenido por fermentación aerobia de materia orgánica que es transformada por microorganismos.

##### Trituración de residuos:

###### - Con maquinaria.

Para acelerar la incorporación al suelo o utilizados para obtener otros productos combustibles como pellets o briquetas.

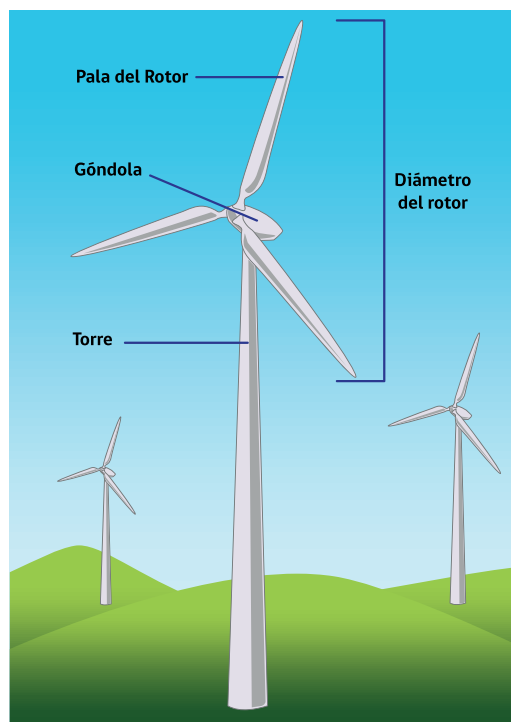
##### Aprovechamiento semi industrial:

También se puede utilizar desechos agrícolas en procesos semi industriales como tableros para construcción, carbón activado, papel, briquetas, barreras antiruidos, cultivo de lombrices, producción de bioetanol, etc.

### 2.3.6. Cambios en el consumo.

Nuestras sociedades son sociedades de consumo. El consumo facilita el crecimiento económico, sin embargo se ejerce gran presión sobre los recursos naturales, se generan residuos, contaminación y se requiere mucha energía. Necesitamos hacer un consumo más inteligente, por ejemplo:

- Hacer un uso eficiente de la energía que usamos actualmente: apagar luces cuando no las estemos usando, aislamiento térmica en nuestros hogares.
- No comprar artículos o productos que no necesitamos.
- Cambiar a aparatos más eficientes: calefactores de doble cámara, uso de leña seca. Diversificar las fuentes energéticas: como energía solar para calefacción e iluminación, energía eólica, geotermia, pequeñas centrales hidroeléctricas, biogás.





### 2.3.7. Educación y difusión.

En el campo de la educación y la difusión existe un amplio espectro de posibilidades de acción para superar la situación de contaminación en la zona saturada tales como: Inclusión del tema en el trabajo de las escuelas y en el currículum de carreras de institutos de formación técnica y universitarias que corresponda, educación no formal a través de campañas de difusión a la ciudadanía y uso de redes sociales.

### 2.3.8. Acciones de participación y control ciudadano.

La Ley de Bases del Medio Ambiente establece como deber del Estado facilitar la participación ciudadana, permitir el acceso a la información ambiental y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente. Asimismo se garantiza la participación informada de la comunidad organizada en el proceso de calificación de los Estudios de Impacto Ambiental.

La dimensión de los problemas ambientales requiere que todos los sectores se involucren, a todo nivel en las acciones necesarias para su solución: En la creación de acuerdos de producción limpia, en los comités ambientales, en clubes ambientales y todo tipo de organizaciones. Haciendo las denuncias a la autoridad correspondiente en caso de daño ambiental y faltas a las normativas vigentes.

### ¿Cómo realizar una denuncia ambiental?

1. Descargar el formulario de denuncia del sitio web de la Superintendencia del Medio Ambiente.
2. Adjuntar los antecedentes que disponga junto al formulario.
3. Enviar los documentos por carta certificada o entrega presencial en las oficinas de la Superintendencia.

En regiones, también se pueden entregar en oficinas del Servicio de Evaluación Ambiental o en las Seremis del Medio Ambiente. Campos #241, piso 7, Rancagua.

#### Denuncia por quemas agrícolas (SAG)

- Rancagua 072 - 224 02 35.
- San Vicente de Tagua Tagua 072 - 257 11 53.
- Celular 09 - 5 216 79 74 (24 hrs).
- CONAF 130 o 072 - 241 35 89.

#### Denuncias por quemas de basura, venta de leña húmeda, uso de chimeneas de hogar abierto, uso de calefactores a leña en caso de episodios críticos (SEREMI de Salud)

- Rancagua 072 - 233 53 00, 233 56 00, 233 53 12.
- Celular 09 - 8 903 69 74.
- oirs.ohiggins@redsalud.gob.cl

#### Denuncia de emisión de contaminantes por vehículos, calidad de servicio en plantas de revisión técnica.

- Fonoacción 22360000

## 2.4. Actividades de integración.

- 1.- Haga una lista con las medidas que contempla el PDA de la Región del Libertador B. O'Higgins.
- 2.- ¿A qué entidad se le ha asignado la responsabilidad de fiscalizar el Plan?
- 3.- ¿Cómo pueden participar los vecinos en el éxito del Plan? Mencione 5 posibles acciones.
- 4.- ¿Qué es un Acuerdo de Producción Limpia?
- 5.- Señale la meta principal del Plan de Descontaminación Atmosférica de la Región de O'Higgins.

**"Ahora que tenemos clarito lo que podemos hacer para descontaminar el aire ¡vamos a la acción!"**



## Capítulo 3.

# Líderes ambientales para la descontaminación atmosférica.



La Sra. Carla, Presidenta del comité ambiental, y Don Pedro se encuentran en la plaza. Éste le comenta: “Los del comité quieren difundir las restricciones del PDA, pero Don Lucho, el que vende leña, dice que para qué gastamos papel, si él vende leña verde es porque no tiene dónde guardarla. Así que aunque lo prohíban va a vender así no más”.

“Mmh”, la Sra. Carla le da la razón, “El marido de la Sra. María es agricultor y dice que qué quieren que hagan con los rastrojos. En su familia siempre los han quemado”.

“Me parece que no vamos a avanzar mucho diciendo lo que no hay que hacer”, observa Pedro, “es que los problemas ambientales tienen muchas aristas, ¿no nos quedará grande el poncho? ¿Cómo podemos enseñar a cuidar el ambiente si todos los días usamos cosas que contaminan? ¿Cuál debería ser nuestro rol?”.

Mientras conversaban se acercó Juanita, que es experta en temas ambientales, y les dice: “Cierto Don Pedro, cada problema ambiental tiene un componente social y económico, pero estamos habituados a hacer las cosas sin considerar sus relaciones. La buena noticia es que tenemos una gran herramienta para el cambio, la educación ambiental o educación para el desarrollo sostenible”.

“¿Educación para el desarrollo sostenible?, a ver cuéntenos cómo es eso”, le piden Don Pedro y la Sra. Clara.

## **3.1. El contexto de trabajo del líder ambiental es el desafío de transformación cultural para un desarrollo sostenible.**

### **3.1.1. Los problemas ambientales tienen que ver con la cultura humana y el estilo de desarrollo.**

El contexto del trabajo del líder ambiental es el desafío de cambio cultural de nuestras sociedades, donde la educación ha sido señalada como instrumento de transformación fundamental. La naturaleza se ha cuidado a sí misma desde millones de años. Se estima que la Tierra tiene más de 4.500 millones de años en los que fue construyendo el ambiente que posibilitó, que hace sólo 40.000 años, por el planeta se dispersara el ser humano, quien por sus peculiares facultades mentales y físicas ha podido modificar el medioambiente para adaptarlo a sus necesidades. Por miles de años, el tamaño de las poblaciones humanas y su nivel tecnológico produjeron impactos menores y locales sin embargo, posterior a la Revolución Industrial, se ha alcanzado un nivel de impacto de dimensión planetaria. La promesa de que el progreso basado en el crecimiento económico traería bienestar no ha podido cumplirse para todos. La carga que este crecimiento conlleva sobre los recursos naturales y los ecosistemas ha hecho notorio en menos de cien años los profundos deterioros en la trama de vida que tomó tanto tiempo forjar y que ha hecho posible nuestra propia existencia como especie. Desertificación, pérdidas de biodiversidad, contaminación, cambio climático y profundos problemas sociales afectan hoy la vida de las comunidades humanas.

Hay quienes señalan que nuestra civilización se encuentra en un punto de inflexión donde los paradigmas (creencias y conocimientos) dominantes han perdido terreno a partir de los avances en la física, la biología, la teoría de sistemas y la cibernética. Hoy sabemos que la dicotomía emoción-razón es falsa, que vivimos inmersos en mundos complejos donde el todo no necesariamente es la suma de las partes, que no tenemos acceso directo a la verdad como fenómeno absoluto sino que interpretamos o construimos la realidad mediante el lenguaje y de acuerdo a nuestras experiencias y cultura. Los nuevos paradigmas abren una enorme gama de posibilidades para el desafío de cambio cultural que la problemática ambiental impone a nuestra especie.

“Si en un conjunto de elementos comienzan a conservarse ciertas relaciones, se abre espacio para que todo cambie en torno a las relaciones que se conservan” Leyes sistémicas. Instituto Matríztico.

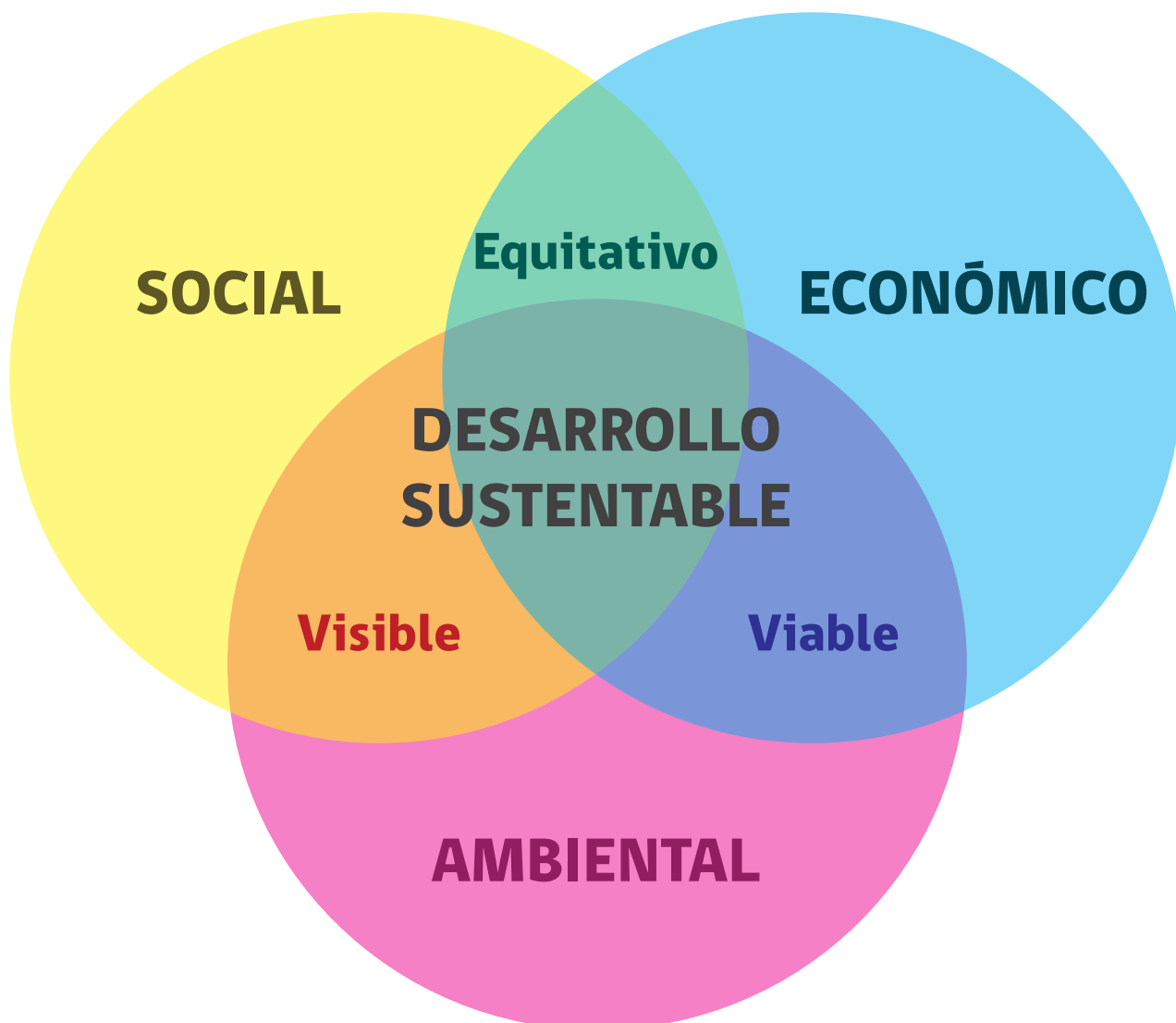
### **3.1.2. Antecedentes históricos y desafío de dar sostenibilidad al desarrollo.**





La aspiración de desplegar sus potencialidades en la búsqueda de bienestar individual y colectivo ha sido el motor permanente de la existencia humana. La revolución industrial abrió una era de posibilidades tecnológicas insospechadas que posibilitó la expansión de la producción de bienes y consolidó una economía basada en el crecimiento. El desarrollo de la industria y sus posibilidades de empleabilidad, la localización de los asentamientos humanos en urbes que facilitan el acceso a bienes y servicios traerían el progreso y bienestar. Los recursos naturales parecían inagotables. Sin embargo, ya a mediados del siglo pasado con los signos evidentes del efecto de esta depredación, la comunidad internacional debe iniciar una serie de encuentros destinados a analizar la problemática ambiental. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo 1972) marca un hito en este camino.

Su declaración final examina los diversos problemas causado por el hombre sobre el planeta e insta a los gobiernos a que, sin renunciar al progreso, orienten su política de desarrollo considerando el impacto que cualquier proyecto tecnológico pueda tener sobre el ambiente nacional y mundial, y procurando disminuir la brecha entre países industrializados y los del Tercer Mundo. Ya desde estos inicios se le otorga a la educación un rol relevante en el cambio de conducta y se establece su carácter, -ésta debe ser interdisciplinaria, permanente, formal y no formal-.



Señala la Declaración. "Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales." Y recomienda, "Establecer un Programa internacional de educación sobre el medio, de enfoque interdisciplinario y con carácter escolar y extraescolar, que abarque todos los niveles de enseñanza y se dirija al público en general, especialmente al ciudadano corriente que vive en las zonas rurales y urbanas, al joven y al adulto indistintamente, con miras a enseñarle las medidas sencillas que, dentro de sus posibilidades, pueda tomar para ordenar y controlar su medio".

En la década de los 80s, la Comisión Brundtland da un paso adelante al ser encargada de hacer diagnósticos en varios países y analizar en forma interrelacionada los problemas ambientales que afectan al planeta. Como resultado, emite su Informe "Nuestro Futuro Común" donde deja definitivamente establecida la relación entre los modelos de desarrollo existentes y la problemática ambiental. Asimismo formula una manera distinta de encarar el desarrollo, que se plantea como desarrollo sustentable y que se define como:

"El proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medioambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras".

El desarrollo sustentable establece la necesidad de abordar de manera integrada los aspectos económicos, sociales y ambientales, contemplando las necesidades de las futuras generaciones. Desde ese momento se pone énfasis en la incorporación de los principios del desarrollo sostenible a la educación ambiental, esto es, la consideración relacionada de los aspectos económicos, socio-culturales y ecológicos.

| Económico   | Socio cultural   | Ecológico  |
|---|--|--|
| Reducción de la pobreza, responsabilidad corporativa, crecimiento y desarrollo económico. | Derechos humanos, paz y seguridad humanas, igualdad de género, diversidad cultural y entendimiento intercultural, salud, gobernabilidad. | Recursos naturales, cambio climático, transformación rural, urbanización sustentable, prevención y mitigación de desastres |

En la década de los 90, lejos de detenerse, los problemas ambientales se profundizan. La Cumbre de Río (1992) busca integrar el desarrollo y la protección ambiental, como componentes básicos a tener en cuenta en las decisiones políticas y económicas. Además de las recomendaciones de Río se firmaron acuerdos vinculantes relativos a problemas ambientales de alcance global: Convenio sobre la Diversidad Biológica, Convención Marco sobre el Cambio Climático, Convención sobre la Desertificación y Programa 21 que establece orientaciones para la transición hacia modelos de desarrollo sostenible. Cada uno de estos acuerdos releva la importancia de la educación ambiental y la participación ciudadana.

En las décadas siguientes se ha seguido en el esfuerzo de enriquecer el contenido del desarrollo sostenible y promover la acción de los gobiernos, particularmente en el desarrollo de una institucionalidad y legislación que los provea de instrumentos para la gestión ambiental con el propósito de que esta dimensión se incorpore transversalmente a todos los ámbitos de la sociedad.



### **3.1.3. La educación es un instrumento para un cambio cultural que lleve a un desarrollo sustentable.**

La necesidad de una educación ambiental transformadora se hace presente en el momento que los avances de las ciencias biológicas y las neurociencias entre otros cuerpos del conocimiento cuestionaban la educación tradicional, aquella en que el alumno se consideraba un receptor de conocimientos y la escuela separada de su entorno. En su desarrollo ésta asume una postura constructivista, sistémica, participativa y práctica. Su intención es clara: contribuir a la protección del medioambiente y dar sustentabilidad al desarrollo. El educador es un facilitador o mediador de los aprendizajes y la acción.

### **3.1.4 Los grandes lineamientos de la educación para el desarrollo sustentable a nivel internacional.**

#### **3.1.4.1 Situación en Chile.**

#### **Carta de Belgrano. Seminario Internacional de Educación Ambiental en 1975. Propone:**

“Lograr que la población mundial tenga conciencia del medio ambiente y se interese por él y por sus problemas conexos y que cuente con los conocimientos, aptitudes, actitudes, motivaciones y deseos necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas actuales y para prevenir los que pudieran aparecer en lo sucesivo”  
Los objetivos son: Conciencia, Conocimientos, Actitudes, Aptitudes, Capacidad de evaluación, Participación.

#### **Capítulo 36 de la Agenda 21. Cumbre de Río 1992. Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia:**

Reorientación de la educación hacia el desarrollo sustentable.

“Tanto la educación académica como la no académica son indispensables para modificar las actitudes de las personas de manera que éstas tengan la capacidad de evaluar los problemas del desarrollo sostenible y abordarlos. La educación es igualmente fundamental para adquirir conciencia, valores y actitudes, técnicas y comportamiento ecológicos y éticos en consonancia con el desarrollo sustentable y que favorezcan la participación pública efectiva en el proceso de adopción de decisiones. Para ser eficaz, la educación en materia de medio ambiente y desarrollo debe ocuparse de la dinámica del medio físico/biológico y del medio socioeconómico y el desarrollo humano (que podría comprender el desarrollo espiritual), integrarse en todas las disciplinas y utilizar métodos académicos y no académicos y medios efectivos de comunicación”.

#### **Aumento de la conciencia del público.**

“Aún hay muy poca conciencia de la interrelación existente entre todas las actividades humanas y el medio ambiente, debido a la insuficiencia o la inexactitud de la información. Los países

en desarrollo en particular carecen de la tecnología y los especialistas pertinentes. Es necesario sensibilizar al público sobre los problemas del medio ambiente y el desarrollo, hacerlo participar en su solución y fomentar un sentido de responsabilidad personal respecto del medio ambiente y una mayor motivación y dedicación respecto del desarrollo sostenible”.

### **Fomento de la capacitación**

“La capacitación es uno de los instrumentos más importantes para desarrollar los recursos humanos y facilitar la transición hacia un mundo más sostenible. La capacitación debería apuntar a impartir conocimientos que ayuden a conseguir empleo y a participar en actividades relativas al medio ambiente y el desarrollo. Al mismo tiempo, los programas de capacitación deberían fomentar una mayor conciencia de los asuntos relativos al medio ambiente y el desarrollo como proceso de aprendizaje dual”.

### **Principio 10 de la Declaración de Río 1992, en relación a la participación de los ciudadanos.**

“El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes”.

Al igual que en otras partes del mundo, en Chile la preocupación por el deterioro ambiental cobra fuerza alrededor de los años sesenta. Se publica la Sobrevivencia de Chile, documento que da cuenta de la situación de los recursos naturales en el país. Y personalidades del mundo científico forman en 1968 El Comité Pro Defensa de la Fauna y Flora CODEFF. Las acciones de educación ambiental asumen los lineamientos internacionales, en una primera etapa es básicamente una educación no formal que busca despertar la conciencia ciudadana para la protección de la biodiversidad y los recursos naturales.

En 1994 con la dictación de la Ley de Bases del Medio Ambiente, el Estado asume la educación ambiental como herramienta de gestión ambiental, definiéndola como: “Proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre los seres humanos, su cultura y su medio bio-físico circundante”.

En la reforma educacional que se inició en 1994 la dimensión ambiental se incluye formalmente entre sus Objetivos Fundamentales Transversales OFT señalando “la necesidad por parte del niño / niña , de valoración, conocimiento y comprensión de su entorno natural y cultural”. Diversos aprendizajes relativos a lo ambiental se enuncian también por asignaturas, en sus Objetivos Fundamentales Verticales OFV y Contenidos Mínimos Obligatorios CMO.

### **Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable. PNEDS.**

La Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable aprobada el 9 de abril de 2009 se crea a partir de los Acuerdos de la Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable realizada en Johannesburgo, Sudáfrica de 2002. En esta reunión los gobiernos se comprometieron a mejorar y fortalecer la incorporación de la dimensión ambiental en la educación formal y no formal, en la economía y en la sociedad.

La política es un referente para todos los sectores de la sociedad que aclara conceptos y declara las grandes líneas de acción respecto a un tema. La PNEDS Incluye principios, objetivos y líneas estratégicas orientadas a lograr una educación que promueva una ciudadanía activa en la construcción del desarrollo sustentable del país.

### **Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable.**

#### **Objetivo general:**

Formar personas y ciudadanos capaces de asumir individual y colectivamente la responsabilidad de crear y disfrutar de una sociedad sustentable y contribuir al fortalecimiento de procesos educativos que permitan instalar y desarrollar valores, conceptos, habilidades, competencias y actitudes en la ciudadanía en su conjunto.

#### **Objetivos específicos:**

- Identificar y fortalecer los contenidos curriculares, pedagógicos y evaluativos que permitan formar en los contenidos y prácticas propios de la EDS.
- Instaurar procesos de educación permanente que promuevan una sociedad civil empoderada y comprometida con la construcción de una sociedad sustentable.
- Articular la coordinación intersectorial e interinstitucional y el trabajo en red, maximizando el impacto de los programas de EDS.
- Introducir consideraciones sobre la EDS al mundo del trabajo (empresas-trabajadores), en el ámbito de la capacitación del personal, producción y la gestión empresarial en general.
- Fomentar y ejecutar transversalmente las temáticas público, privada y de la sociedad civil, relacionadas con la EDS, en los planes de acción regionales.

La SEREMI de Medio Ambiente cuenta con los siguientes programas para desarrollar su labor en el ámbito de la educación.

#### **Forjadores ambientales.**

Es una iniciativa del Ministerio del Medioambiente que motiva la co-responsabilidad ciudadana en la solución de los problemas ambientales. El Programa creado en 1999 es impulsado por el Ministerio del Medioambiente quien ha dispuesto una página web ([www.forjadoresambientales.cl](http://www.forjadoresambientales.cl)) donde se publica una pauta para la confección de un Plan de trabajo del club.

#### **Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos SNCAE**

Tiene como propósito fomentar la incorporación de variables ambientales en los establecimientos educacionales en tres ámbitos: pedagógico, en la gestión de la escuela, y en la relación de la comunidad educativa con el entorno. El sistema, creado en 2003 bajo la coordinación del Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Educación, la Corporación Nacional Forestal y

la Corporación de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura UNESCO, entrega una certificación a los establecimientos que implementen metodologías y/o estrategias adecuadas a su entorno socio ambiental

### **Fondo de Protección ambiental.**

Primer y único Fondo concursable de carácter ambiental que existe en el Estado, para apoyar iniciativas ciudadanas y financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientados a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

### **Capacitación en Gestión ambiental municipal.**

Charlas, diálogos y talleres de carácter educativo con el propósito de fomentar prácticas y acciones sustentables en la comunidad. Dirigidas preferentemente a funcionarios municipales y e integrantes del comité ambiental local.

## **3.2. Principios orientadores de la implementación de acciones de educación para el desarrollo sostenible.**

*"Somos seres biológicos y culturales. Hay que entender eso para nosotros como educadores y para los estudiantes". Humberto Maturana*

Las prácticas educativas pueden ser clasificadas en tres tipos:

**Educación formal:** La educación curricular que se imparte en establecimientos aprobados por el Ministerio de Educación.

**Educación no formal:** Es la educación extracurricular o fuera del sistema formal.

**Educación informal:** La que la persona recibe espontáneamente en su contexto de vida.



Cada uno de estos ámbitos, aporta diferentes posibilidades y restricciones en el desarrollo de acciones educativas que el monitor debe considerar.

En general, somos conscientes de la educación formal y no formal, pero no de la enorme importancia de la educación informal que recibimos día a día a través de los medios de comunicación masivos, la señalética, publicidad, además de la familia y las relaciones, los que junto a internet tienen cada vez más relevancia en nuestro bagaje cultural. Los jóvenes progresivamente tienen más información y aprenden más, fuera de la escuela.

### 3.2.1. La educación para el desarrollo sostenible es sistémica y holística.

El temprano reconocimiento en los foros internacionales de que la educación ambiental debía ser interdisciplinaria es una muestra de la comprensión de que los fenómenos ambientales necesitan analizarse en forma sistémica.

#### ¿Qué es un sistema?

Conjunto de elementos en interacción, que siendo susceptible de ser dividido en partes, adquiere entidad en la medida que tales partes se integren en una totalidad. Las relaciones pueden verse influidas por factores exteriores que constituyen el **entorno**.

Los sistemas son más que las partes en tanto tienen emergencias, atributos que sólo son del conjunto, no contenidos en las partes. Y son menos, porque el conjunto organizado impone límites a sus partes que no pueden realizar todas sus potencialidades. Son abiertos cuando intercambian flujos con su entorno adaptando su comportamiento de acuerdo a esto, cerrados, cuando no hay intercambio de flujos con su entorno. Los sistemas que cambian con el tiempo son dinámicos.

Los sistemas vivos tienen propiedades homeostáticas es decir tienen la capacidad de mantener una condición interna estable compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior.

**Ecosistema.** Es una unidad formada por factores bióticos (o seres vivos) y abióticos (componentes físicos) en la que existen interacciones vitales, fluye energía y circula materia.



#### Medioambiente:

“El sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”. Ley 19.300 modificada por la Ley 20.417.



Del paradigma sistémico, se desprenden las orientaciones fundamentales a considerar en cualquier acción de educación ambiental. El ser humano como una entidad compleja de componentes físicos, intelectuales y emocionales interrelacionados, la multidisciplinariedad de cualquier fenómeno social o problemática ambiental, la interconexión entre distintos sistemas donde fenómenos que se sitúan en un sistema pueden impactar en otros o amplificarse como queda reflejado en la difundida frase “el aleteo de una mariposa en Hong Kong puede causar una tormenta en Nueva York”.

Los programas de educación ambiental requieren preocuparse tanto de la sensibilización o desarrollo de valores como de los conocimientos y habilidades prácticas; del abordaje holístico o interdisciplinar de las problemáticas, relacionando los aspectos ambientales, socio-culturales y económicos. Se preocupa de favorecer y comprender las relaciones con el entorno y valora la diversidad. En su accionar busca la **sinergia** (situación en que la potencia de los elementos asociados es mayor que y distinta de los elementos tomados aisladamente).

### 3.2.2. Construcción del conocimiento.

La educación tradicional asumía un profesor con conocimientos que debía entregar a un estudiante. En la actualidad la biología ha definido que somos sujetos en permanente interacción con un medio cambiante y que en nuestro vivir en continua adaptación, mostramos conductas (cambios) que se observan como aprendizajes. Es decir, el medio no es indicativo, sino que nos modificamos en una dinámica relacional.

La educación “es un proceso de transformación en la convivencia en el que el estudiante se transforma en su vivir de manera coherente con el vivir del educador”

“... todo quehacer humano ocurre en conversaciones, esto es un entrelazamiento del lenguaje con el emocionar”. Humberto Maturana.

El asumir que es el estudiante el que aprende tiene consecuencias importantes para el diseño de experiencias educativas y la definición del rol del educador. En primer lugar, el estudiante tiene experiencias previas que constituyen la base de sus nuevos aprendizajes. El educador es un mediador de los aprendizajes, su rol es generar el espacio relacional y las condiciones para que el estudiante aprenda. Asimismo define que los conocimientos de cada sujeto serán diferentes de acuerdo a sus propias características.

### 3.2.3. La ética.

Es en el siglo XX que la explotación de los recursos naturales alcanzó dimensiones críticas, acompañada de una ética basada en el despilfarro y el beneficio inmediato. Se estima que de algún modo la humanidad contemporánea se comprende a sí misma aislada de la naturaleza e independiente de ella, que obnubilados por los avances científicos y tecnológicos olvidamos nuestra condición de seres interdependientes. Hemos asumido al hombre como centro y dominador del planeta; la naturaleza como bien inagotable, la identificación del progreso como el mero crecimiento económico y la posesión de bienes, la sobrevaloración del modo de vida urbano, la primacía del presente sobre el mediano y largo plazo. Dadas las consecuencias de esta mirada se hace necesario un replanteamiento ético sobre cómo los seres humanos nos



comprendemos a nosotros mismos en relación a estos temas, tarea a la cual la educación ambiental está llamada a contribuir.

### 3.2.4. La participación.

El carácter complejo de las problemáticas ambientales requiere la concurrencia de los diversos actores sociales para su solución. La educación ambiental está llamada a motivar la participación, entregar las herramientas conceptuales y metodológicas necesarias para la participación y el trabajo colaborativo, así como favorecer la articulación de actores, generar proyectos locales, o fortalecer procesos organizacionales comunitarios entre otros.

### 3.3. Técnicas de trabajo en la educación para el desarrollo sustentable.

Existen innumerables técnicas y metodologías para el trabajo participativo, muchas, como los juegos, son parte de nuestro acervo cultural y el monitor ambiental puede adaptarlas a los temas y situaciones en que las necesita contemplando la aplicación de los criterios ya señalados. Si aceptamos la educación como transformación en la convivencia, el rol del educador es diseñar situaciones y disponer de medios que permita a los estudiantes “vivir” y reflexionar lo que se espera que aprenda, sean estos conocimientos, aptitudes o valores.

#### 3.3.1. Técnicas de animación.

Su propósito es generar un ambiente adecuado para el trabajo: presentar a los participantes, socializar las expectativas, generar los primeros vínculos, introducir los temas, relajar.

##### Presentación y expectativas.

Se divide el curso en grupos de 4 a 6 personas y se les indica que en una ronda de conversación de 15 minutos se presenten con su nombre, lo que hacen o de dónde vienen y las expectativas respecto al curso. En plenaria, un participante de cada grupo presenta a su grupo en plenaria. El monitor comenta sus propias expectativas y aclara aquellas del grupo que no serán posibles de satisfacer en el marco de la actividad.



##### Complementos.

Se tira una pelota o madeja de lana al participante que se va a presentar. Antes de presentarse el participante debe recordar todos los nombres de sus compañeros anteriores.

Los grupos se conforman a través de una actividad lúdica anterior. (Ver técnicas de trabajo)

#### 3.3.2. Técnicas y metodologías de trabajo.

En éste ámbito están las metodologías y técnicas de conformación de grupos, diagnóstico, planificación, difusión, fortalecimiento de la confianza y el trabajo en equipo, indagación, etc. Conformación de grupos

##### Por número.

De acuerdo a la cantidad de grupos que se necesitan, el monitor les pide a los participantes que se numeren. Por ejemplo si son 4 grupos se numeran del 1 al cuatro y van repitiendo. Una vez que todos tienen su número, los grupos se conforman con quienes tienen la misma numeración.

### **A partir de una actividad lúdica.**

Se les pide a los participantes que se desplacen por la sala al ritmo de un tambor o música y sigan las instrucciones. En algún momento el monitor detiene la música y manda a reunir 6 manos izquierdas. Los participantes se juntan en grupos de 6 y unen sus manos izquierdas. Los que queden fuera deben esperar una próxima instrucción para volver a incluirse. El monitor va jugando con unir partes del cuerpo que sean graciosas, como 3 frentes, 5 rodillas derechas, etc. El juego finaliza al agrupar el número de personas que se necesitan por grupo.

### **Por tema.**

A cada participante se le entrega una tarjeta o un cintillo con un cartel que se pone en la frente y debe buscar a los participantes que tienen su mismo tema. Ej.: temas para la descontaminación atmosférica: contaminantes, enfermedades que causa la contaminación, funciones de la atmósfera, medidas para descontaminar. Aún cuando los participantes no tengan mucha información su capacidad de asociación les permitirá encontrar sus compañeros.

### **Diagnóstico.**

El diagnóstico participativo es un proceso a través del cual una comunidad hace una construcción colaborativa de conocimiento de la realidad en que conviven, estableciendo a través del análisis los asuntos que constituyen problemas; recursos o fortalezas con las que cuentan, debilidades, oportunidades y obstáculos o potenciales conflictos en la resolución de sus problemas. En muchos casos el diagnóstico tiene una mirada comunitaria y una institucional o de asesores, es importante el diálogo que transparente las diferentes miradas de manera de los diversos actores interesados de manera de llegar a la mejor solución.

### **La encuesta.**

Se elabora un cuestionario que se aplica a un número representativo de personas. Se procesan los datos y a través de una reunión se comentan los resultados.

### **Pasos en la elaboración de una encuesta:**

- Definir los objetivos que quiere lograr la encuesta
- Establecer los tópicos que dan cuenta de los objetivos
- Operacionalizar los tópicos en preguntas

Las preguntas pueden ser abiertas cuando se solicita una respuesta espontánea, y cerradas cuando se entregan las alternativas de respuesta.

Las preguntas no deben ser largas, formuladas en un lenguaje familiar al encuestado, contener una sola idea, no inducir la respuesta, no incluir juicios morales que influyan en la respuesta. En general el cuestionario debe organizar las preguntas desde lo general a lo específico, buscando facilitar el recorrido por él. Preferentemente su contestación no debe tomar más de 30 minutos.

-Probar la encuesta antes de aplicarla.

-Normalmente es difícil aplicar la encuesta a todos los involucrados por lo que se elige una muestra representativa que contemple los distintos tipos de individuos.

### El grupo focal.

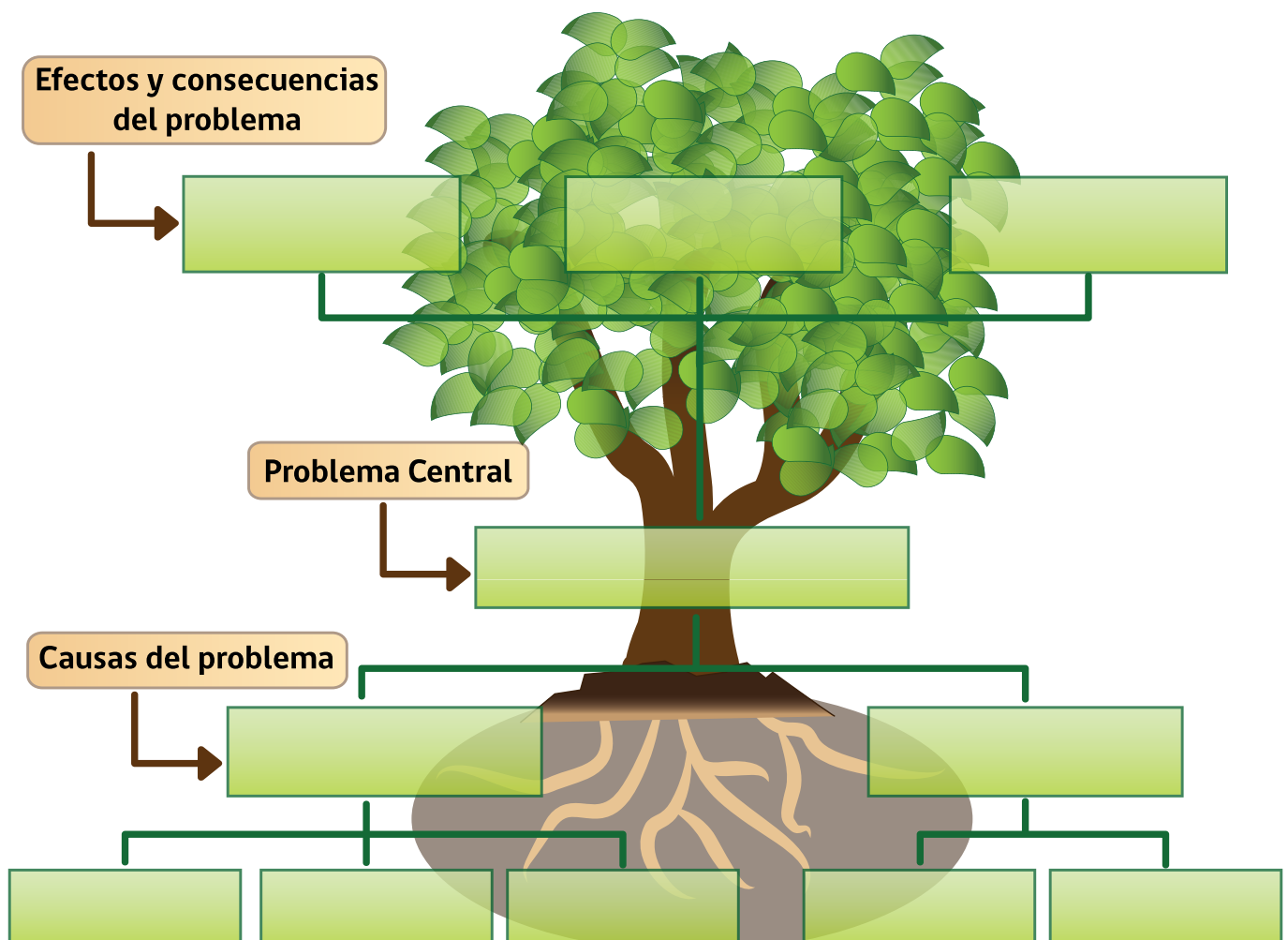
Se reúne un grupo de 10 a 12 personas representativas de la comunidad a las que se les presenta la pregunta central de la problemática a tratar. La técnica consiste en permitir que las personas conversen libremente del tema. El monitor toma nota o graba la sesión y posteriormente procesa la información. Esta actividad se puede realizar para más de un grupo. Los resultados se analizan también grupalmente para establecer los problemas.

### Observación en terreno.

Los participantes se desplazan por el área a diagnosticar tomando nota de sus observaciones. Los datos se procesan en categorías que luego se analizan en trabajo de grupos y se sacan conclusiones.

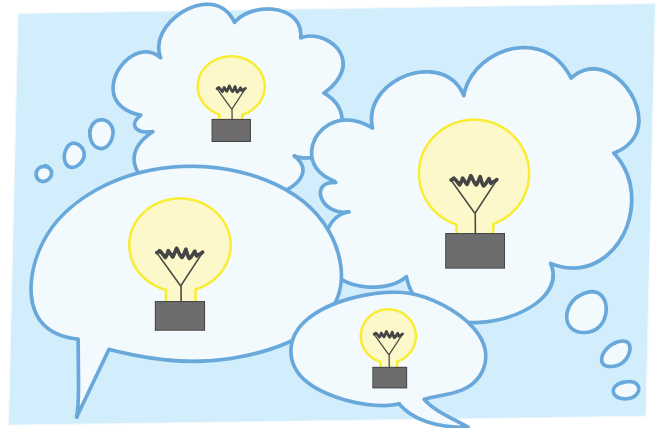
### El árbol de problemas.

Es una técnica que utiliza un soporte gráfico, la imagen de un árbol. Se identifica el problema central que constituye el tronco. El grupo determina las principales consecuencias o efectos del problema que constituyen las ramas principales del árbol y en las ramificaciones se disponen las consecuencias de las consecuencias. En las raíces principales se ubican las causas y orígenes del problema central y en las raíces secundarias, las causas de segundo orden. De esta manera se establece una jerarquización de las situaciones asociadas al problema planteado.



### Lluvia de ideas.

Esta técnica permite la expresión espontánea, extensa y sin juicio previo, de las ideas, propuestas, soluciones de las personas, las que luego son procesadas con los criterios de selección que estime el grupo.



### Matriz para priorizar problemas.

A través de lluvia de ideas se obtiene un listado de problemas. Se confecciona una matriz en la que se colocan los problemas en la primera columna. En las siguientes columnas se colocan los criterios de selección, unos tres o cuatro. Generalmente los criterios son: frecuencia del problema, importancia, factibilidad de solución entre otros. Cada participante puede votar 3 veces por cada criterio asignando 3, 2 y 1 punto a cada problema seleccionado según la prioridad que le otorga en el criterio de selección. Ejemplo: Para el criterio frecuencia, una persona vota 3 para el problema 4, vota 2 en el problema 8 y vota 1 en el problema 5. Y así sucesivamente para los siguientes criterios de selección. Posteriormente se suman los puntos de cada problema con lo que se obtiene una visión gráfica de los problemas principales de acuerdo a los criterios de selección.

## MATRIZ DE EVALUACIÓN DE SOLUCIONES

Problema: Pérdidas por sequías en maíz

| SOLUCIÓN                       | BENEFICIO | AYUDA NECESARIA | BENEFICIA A TODOS | FACTIBLE | ¿HAY QUE ESPERAR? | ¿COSTO? | PUNTAJE | ORDEN PRIORIDAD |
|--------------------------------|-----------|-----------------|-------------------|----------|-------------------|---------|---------|-----------------|
| PROBAR OTRAS VARIEDADES        | 😊         | 😞               | 😐                 | 😊        | 😞                 | 😐       | 6       | 4               |
| SEMBRAR MÁS TARDE              | 😐         | 😊               | 😊                 | 😐        | 😐                 | 😊       | 9       | 2               |
| CONSERVAR RESIDUOS EN EL SUELO | 😊         | 😊               | 😊                 | 😊        | 😊                 | 😊       | 12      | 1               |
| SEMBRAR FRIJOL DE ABONO        | 😊         | 😐               | 😐                 | 😊        | 😞                 | 😐       | 7       | 3               |

### Planificación.

La planificación es un proceso donde establece el qué hacer y las condiciones para que ello ocurra. El proceso de planificación consta de pasos más o menos lógicos que se pueden aplicar a diversas circunstancias. Definición de objetivos, operacionalización de los objetivos en actividades, organización y programación de las actividades, definición del presupuesto y fuentes de financiamiento y definición del sistema de evaluación.

### El árbol de las soluciones.

Se elabora un árbol semejante al de problemas y donde había problemas o consecuencias se ubican las soluciones las que pasarán a ser los objetivos a lograr.

### Planificación de una actividad de educación ambiental.

La planificación o diseño de una actividad de educación ambiental debe tener como referencia los fundamentos teóricos y metodológicos de la educación para el desarrollo sostenible.

- Definir objetivos de aprendizajes de tipo valórico, conceptual y de acción.
- Establecer condiciones para que los participantes realicen el ciclo del aprendizaje.
- Dar oportunidades para establecer relaciones de los temas ambientales con sus aspectos económicos y socio-culturales.

Ejemplo de planilla de planificación de una actividad de educación ambiental.

Objetivo general de la actividad:

| Objetivos                           | Contenidos                    | Técnica                   | Procedimiento                    | Recursos necesarios                | Tiempo en minutos |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Generar un buen ambiente de trabajo | Presentación de participantes | Dinámica de presentación  | Se describe                      |                                    | 20'               |
| Objetivo de aprendizaje 1           | Contenido 1                   | Video                     | Observan video y comentan        | Datashow, video                    | 15'               |
| Objetivo de aprendizaje 2           | Contenido 2<br>Contenido 3    | Trabajo grupal y plenaria | Se describe                      | Pauta de trabajo                   | 40'               |
| Objetivo de aprendizaje 3           | Contenido 4                   | Presentación powerpoint   | Observan presentación y comentan | Data show, presentación powerpoint | 15'               |
| Objetivo de aprendizaje 4           | Contenido 5<br>Contenido 6    | Trabajo grupal y plenaria | Se describe                      | Pauta de trabajo                   | 40'               |
|                                     |                               | Síntesis                  |                                  |                                    | 10'               |

### Comunicación para el desarrollo.

Es el uso planificado de técnicas, actividades y medios de comunicación que permite a las personas realizar cambios y disponer de más capacidad para orientar las decisiones que repercuten en sus vidas. Se refiere a un enfoque que destaca la necesidad de apoyar los sistemas de comunicación recíproca, que propicien el diálogo y permitan que las comunidades se manifiesten, expresen sus aspiraciones e intereses y participen en las decisiones relacionadas con su desarrollo. Está claramente orientada al cambio social y a ampliar las prácticas de empoderamiento. Sus funciones son: compartir informaciones, conocimientos y nuevas perspectivas, democratizar, promover la participación y acción comunitaria, dar voz a los diferentes actores, promover la organización social, contribuir a la toma de decisiones informada. Utiliza tanto medios tradicionales, como folcklore, narraciones, teatro y medios modernos como el video, programas radiales, internet y redes sociales.

### 3.3.3. Técnicas de síntesis y evaluación.

La evaluación es parte del proceso educativo cuya finalidad es recoger información para luego analizarla, retroalimentar el proceso o, concluir sobre el logro de objetivos. Pueden ser tipo cuantitativo o cualitativo.

### Síntesis a través del uso de la expresión artística.

Se entregan materiales de papelería, lápices, tijeras, pegamento y se propone a los participantes expresar lo aprendido mediante un trabajo artístico: collage, grafiti, dibujo, poema, dramatización, etc.

### Tarjetas de evaluación.

El educador confecciona un set de tarjetas con afirmaciones relacionadas con el tema central de la actividad que pueden ser verdaderas o falsas. El curso se divide en grupos y a cada uno se le entrega un set de tarjetas. Estas se reparten al azar y por turno cada participante debe responder si la afirmación es verdadera o falsa y justificar. Se entrega una hoja con las respuestas correctas para la autoevaluación grupal.

### Mapa mental.

Es una herramienta que permite la memorización, organización y representación de la información. Son útiles para organizar un tema, integrar viejos y nuevos conocimientos, comunicar ideas complejas. En este caso se puede utilizar para mostrar los conocimientos que el participante muestra al terminar la actividad educativa.

Se coloca la idea más general en el centro de la hoja, el participante reflexiona sobre el tema y coloca otras ideas principales con las que asocia el tema y así sucesivamente de manera espontánea va ubicando todas las ideas y asociaciones que le surjan utilizando subrayados, círculos, colores.



### 3.4. El ejercicio del Liderazgo ambiental.

Se reconoce como líder a una persona que constituye referencia para otras y ejerce influencia en ellos. Sin necesariamente tener una posición jerárquica su voz es escuchada. Existen diversas formas de ejercer un liderazgo.

#### Tipos de liderazgo, según Daniel Goleman.

**Coercitivo.** Exige cumplimiento inmediato de las tareas. "Haz lo que te digo."

**Orientativo.** Moviliza a las personas hacia un objetivo claro. "Ven conmigo."

**Afiliativo.** Crea armonía y construye lazos emocionales entre las personas. "Las personas son lo primero."

**Democrático.** Crea acuerdos mediante la participación. "¿Qué piensas tú?"

**Ejemplar.** Espera excelencia y autonomía en el desempeño. "Haz como yo, ahora."

**Formativo.** Desarrolla a las personas para el futuro.



Los investigadores han llegado a la conclusión de que no existe un estilo de liderazgo único que se pueda considerar como el mejor, por el contrario se señala que la conducta apropiada de un líder es situacional, y el estilo de liderazgo debe considerar asuntos como las competencias, motivación e interés del grupo.

## LIDERAZGO SITUACIONAL

| Nivel de desarrollo   | Estilo de Liderato adecuado   |
|---|---|
| <p><b>D1</b><br/>Poca competencia<br/>Mucho interés</p>     | <p><b>E1</b><br/><b>DIRIGIR:</b><br/>Estructurar, controlar y supervisar</p>    |
| <p><b>D2</b><br/>Alguna competencia<br/>Poco interés</p>    | <p><b>E2</b><br/><b>INSTRUIR:</b><br/>Orientar y ayudar</p>                     |
| <p><b>D3</b><br/>Mucha competencia<br/>Interés variable</p> | <p><b>E3</b><br/><b>APOYAR:</b><br/>Elogiar, escuchar y dar facilidades</p>     |
| <p><b>D4</b><br/>Mucha competencia<br/>Mucho interés</p>    | <p><b>E4</b><br/><b>DELEGAR:</b><br/>Dar posibilidad de la toma de decisión</p> |

### 3.4.1. Funciones de un líder.

- Conocer a los miembros del grupo en sus fortalezas, debilidades e inquietudes.
- Desarrollar una visión
- Planificar
- Coordinar el accionar de los distintos miembros dentro de las actividades que planifiquen y el uso eficiente de los recursos.
- Inspirar la creatividad y lograr la colaboración de los miembros.
- Analizar los procesos y corregir fracasos con rapidez y precisión. Los fracasos son oportunidades de crecimiento.
- Promover la capacitación y desarrollo de los miembros del grupo y de sí mismo.
- Representar al grupo y contribuir a su articulación con otros actores.

### 3.4.2. Habilidades necesarias.

La naturaleza compleja de las funciones del liderazgo implica que éste además de ser una persona informada, debe desarrollar habilidades en una multiplicidad de áreas para ejercer mejor sus funciones. Tales como habilidades de gestor (planificación, ejecución y control), negociador, comunicador y educador. En lo particular, el líder ambiental necesita reorientar su capacidad de análisis desde una mirada disciplinaria reduccionista hacia una mirada sistémica, interdisciplinaria y relacional, incorporando este paradigma en la realización de todas sus funciones.

### 3.5. Actividades de integración.

Responda las siguientes consultas.

1. ¿Cuál es el cambio fundamental de mirada que debe tener un monitor ambiental para enfrentar con su comunidad los problemas ambientales?
2. Genere a través de lluvia de ideas, un listado de actividades que usted junto con su comunidad podría realizar para enfrentar el problema de contaminación atmosférica ya sea en el corto o largo plazo.
3. ¿Qué estilos de ejercer el liderazgo considera más apropiados para trabajar en su comunidad? Fundamente.
4. Detecte qué oportunidades existen en su entorno para la realización de acciones de comunicación para el desarrollo sostenible. Haga un listado de medios y funciones que pueden cumplir. (cuáles y para qué).
5. Desarrolle un mapa mental de causas y efectos de la contaminación atmosférica considerando lo ambiental, económico y socio-cultural.



## Capítulo 4

# Acción local para la descontaminación atmosférica.



Los vecinos se han dividido en comisiones. Una está viendo acciones de difusión, la otra los temas relativos a los hogares. Cada una ha presentado sus propuestas y los vecinos las comentan. “Están buenas las ideas, pero creo que así no vamos a ninguna parte, son muchas ideas, mucho blabla pero somos pocos”. Benito agrega: “y la campaña de difusión necesita muchos recursos, para hacer afiches y folletos ¿de dónde los sacaremos?”. La Sra. Rosario pregunta “¿Y cuándo podríamos hacer la jornada del aire limpio?”. Otro vecino interviene “Pa todo se sacan folletos ¿y qué pasa? Con el folleto la gente enciende el fuego y siguen haciendo lo mismo”. Don Alexis le reclama “No sea pesimista, justamente se trata de que como sociedad no podemos seguir haciendo lo mismo. Nuestra tarea debería ser entonces mostrar caminos para hacer las cosas distintas, cambiar nuestros hábitos, usar otras tecnologías y que el PDA resulte”.

La Sra. Carla, Presidenta del comité propone: “Vecinos, ¿qué tal si con estas ideas hacemos un proyecto?, nos demoramos un poquito más y así ordenamos bien nuestras acciones”. “Sí”, dice el Tesorero, “¿hay alguien que entienda esto de los proyectos?”. Todos se miran. Juan levanta su mano y dice: “Yo trabajo en una ONG y hacemos proyectos, yo puedo aportar con eso”.



### 4.1. Participación ciudadana y gestión ambiental local para la descontaminación atmosférica.

La zona saturada cubre un amplio territorio de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, son 3.443 km<sup>2</sup> que corresponden a 17 comunas donde habitan una diversidad de actores con necesidades e intereses diversos. Enfrentar los problemas de contaminación atmosférica del territorio, requiere de manera ineludible que todos esos actores participen en el desarrollo e implementación de soluciones que sean válidas para ellos.

La participación de la ciudadanía, como intervención activa en los asuntos que le competen, se concibe hoy como factor fundamental del desarrollo. La participación, es una condición esencial en la construcción de sociedades democráticas. Ella requiere acceso a la información, canales para desplegarse, para ser escuchada y vinculada en las decisiones. Los procesos de participación en la gestión ambiental han sido particularmente impulsados desde la Cumbre de Río. En Chile, la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, señala que es deber del Estado facilitar la participación ciudadana, permitir el acceso a la información ambiental y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente.

Bajo esta perspectiva, la acción local -en el barrio y en la Comuna- resulta indispensable para impulsar las medidas del plan de descontaminación y potenciar todas las alternativas que contribuyan a la recuperación del aire limpio en la zona actualmente saturada.

El Ministerio del Medio Ambiente ha creado instrumentos para favorecer la articulación entre políticas del Estado y la ciudadanía organizada. Por ejemplo, se creó el Sistema de Certificación Ambiental Municipal SCAM y el Programa Barrios Sustentables destinado a la implementación de un modelo de gestión ambiental basado en el desarrollo y aplicación de conductas sustentables a nivel de barrio, donde el municipio como gestor técnico, trabaja en la comunidad a través de Juntas de Vecinos y/u organizaciones comunitarias de carácter territorial.



#### **Sistema de Certificación Ambiental Municipal SCAM.**

Busca la integración del factor ambiental en el quehacer municipal: A nivel de la orgánica municipal, de la infraestructura, del personal, de procedimientos internos y de servicios que presta el municipio a la comunidad. Es un sistema voluntario, gradual, realista y flexible. Contempla la participación ciudadana, y entre sus exigencias está la constitución de un Comité Ambiental Comunal. Sus ejes de trabajo son la formación y capacitación ambiental de funcionarios municipales, como de los propios vecinos.



#### **Barrios sustentables.**

Realiza talleres técnicos y prácticos en temas como buenas prácticas ambientales, enfocadas en uso eficiente del agua y la energía; calidad del aire y manejo responsable de residuos. Está orientado a municipios que participan del SCAM y que se encuentran en fase de certificación de excelencia, es decir, los que han desarrollado un programa de sensibilización ciudadana y cuentan con una comunidad organizada en los comités ambientales locales.

Muchas de las acciones que se pueden emprender a nivel local tienen una cierta complejidad y requieren la utilización de diversos recursos de información, humanos, materiales y financieros. Por ello, una manera ordenada de planificar y organizar esas acciones es mediante su formulación e implementación como proyecto de gestión local.



### 4.2. Proyectos participativos a nivel local para la descontaminación atmosférica.

En términos generales, un proyecto consiste en establecer un conjunto de acciones a realizar, con el fin de lograr objetivos. Tiene las siguientes etapas básicas: Formulación, ejecución y evaluación.

#### 4.2.1. Formulación del proyecto.

Los proyectos tienen su origen en una necesidad o problema para cuya resolución se establece un proceso a través del cual:

1. Se identifica el problema y su relación con los diversos actores interesados;
2. Se determinan las potenciales soluciones
3. Se fijan los objetivos
4. Se programan las acciones necesarias para cumplir los objetivos determinando los recursos necesarios (humanos, de información, materiales, económicos)
5. Se construye un presupuesto
6. Se define un sistema para el monitoreo y evaluación.

La etapa de formulación de un proyecto es un proceso analítico y lógico, creativo y de negociación.

**Analítico.** Es muy importante estudiar el problema y considerar los puntos de vistas de los diversos interesados de manera que el proyecto resultante sea pertinente y válido para la comunidad.

**Lógico.** Cada uno de los pasos siguientes se deriva y tiene coherencia con el paso anterior. Es **creativo** en tanto generador de posibilidades alternativas y es un proceso de **negociación** puesto que en sus definiciones normalmente se debe considerar intereses diversos.

Entre los interesados en contribuir a la resolución del problema que motiva el proyecto pueden haber instituciones públicas o privadas que están dispuestas a aportar recursos para ello, directamente o a través de concursos. En esos casos solicitan formular los proyectos de acuerdo a formatos específicos, que pueden tener distintos grados de complejidad. En cualquier caso, los pasos básicos se mantienen.

### 4.2.1.1. Identificación del problema o necesidad.

La elaboración del proyecto debe comenzar con una comprensión conjunta sobre la situación existente, en términos de cuál es el problema a abordar, cuáles son sus causas y consecuencias, a quiénes está afectando y cómo los afecta, qué otros actores están involucrados.

Los puntos anteriores se pueden abordar con diversas técnicas, tales como revisión de información secundaria, reuniones-taller, observación en terreno, encuestas, árbol de problemas, etc.

**Matriz de actores interesados**

| Partes interesadas   | Características | Intereses/expectativas | Consecuencias para la planificación |
|----------------------|-----------------|------------------------|-------------------------------------|
| Vecinos              |                 |                        |                                     |
| Municipio            |                 |                        |                                     |
| Distribuidor de leña |                 |                        |                                     |
|                      |                 |                        |                                     |
|                      |                 |                        |                                     |

### 4.4.1.2. Análisis FODA.

El FODA es una herramienta sencilla y bastante útil en el análisis de la situación de un grupo para enfrentar un problema. Está referido a:

**Fortalezas.** Son los atributos internos positivos

**Debilidades.** Son los atributos internos negativos

**Oportunidades.** Son las posibilidades que aporta el contexto

**Obstáculos.** Son las dificultades que impone el contexto Un proyecto bien planteado utilizará las fortalezas, mejorará las debilidades, aprovechará las oportunidades y neutralizará los obstáculos.

### 4.2.1.3. Identificación de posibles soluciones.

La identificación de soluciones tiene dos etapas: Generar posibles soluciones y, seleccionar las soluciones a implementar.



Para identificar posibles soluciones se puede utilizar la técnica de lluvia de ideas o el árbol de problemas. En el caso del árbol, los sub problemas o consecuencias del problema central se transforman en objetivos a alcanzar y las causas en medios o soluciones para alcanzar esos objetivos.

**Selección de soluciones.** Es seleccionar la o las soluciones o acciones para revertir el problema. Esto pasa por definir criterios de selección que serán consensuados por el grupo y luego analizar cada posible solución a la luz de dichos criterios. Se puede utilizar la matriz de soluciones.

### 4.2.1.4. Definición de objetivos.

Los objetivos son enunciados que describen en forma precisa lo que se quiere alcanzar con un proceso.

Deben ser formulados claramente, ser medibles y observables. Deben ser congruentes desde el mayor nivel de generalidad hasta los más detallados. Se redactan partiendo con un verbo en infinitivo (informar, conocer, construir, etc).

**Objetivo general.** Describe lo que se quiere obtener como resultado final para los beneficiarios. Es cualitativo, integrador y terminal.

Los **objetivos específicos** se desprenden del objetivo general. Son enunciados desagregados, que sin exceder al objetivo general, lo especifican. Son cualitativos, conductuales y específicos.

**Metas.** Son objetivos que se desprenden de los objetivos específicos. Son cuantitativos y deben lograrse en tiempo definido.

### 4.2.1.5. Resultados o productos.

Resultan de las actividades y deben dar cuenta de los objetivos. Se expresan con el mismo enunciado del objetivo correspondiente cambiando el verbo al final en pasado.

#### Medios de verificación.

Objeto o indicador que demuestra que se alcanzó el producto o resultado.

### 4.2.1.6. Actividades.

Son las acciones necesarias para alcanzar los objetivos, deben ser realistas en relación a sus requerimientos de insumos y factibilidad de implementación.

### 4.2.1.7. Programación.

Es el desarrollo de las actividades con sus requerimientos de implementación.

**Cuadro 14. Planilla de programación de actividades**

Objetivo específico 1

| Actividad   | Tareas                        | Recursos necesarios | Responsable | Fecha de realización | Medio de verificación |  |
|-------------|-------------------------------|---------------------|-------------|----------------------|-----------------------|--|
| Actividad 1 | Tarea 1<br>Tarea 2<br>Tarea 3 |                     |             |                      |                       |  |
| Actividad 2 |                               |                     |             |                      |                       |  |
|             |                               |                     |             |                      |                       |  |
|             |                               |                     |             |                      |                       |  |

### 4.2.1.8. Cronograma.

Es una matriz que consigna las actividades en una línea de tiempo.

**Cuadro 15. Cronograma.**

| Actividades | Tareas  | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
|-------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Actividad 1 | Tarea 1 |          |          |          |          |
|             | Tarea 2 |          |          |          |          |
|             | Tarea 3 |          |          |          |          |
| Actividad 2 | Tarea 1 |          |          |          |          |
|             | Tarea 2 |          |          |          |          |

### 4.2.1.9. Definición del Presupuesto.

El presupuesto es el plan financiero estimado para un proyecto. Debe incluir los gastos en los que se prevé incurrir, también los ingresos si correspondiera. Para confeccionar un presupuesto de gastos:

- Analice todos los gastos en que incurrirá en el tiempo, de acuerdo a sus actividades y establezca ítemes. Los ítemes más usuales son: Recursos humanos, transporte, insumos o materiales, alimentos, teléfono.
- Estime las cantidades de recursos o servicios necesarios según las actividades.
- Cotize precios de los recursos y servicios que usará.
- Complete una planilla donde ubique los ítemes en la primera columna y las semanas o meses de duración del proyecto en las columnas siguientes.

### 4.2.1.10. Sistema de seguimiento y evaluación.

Este sistema debe definir los criterios e instrumentos para el seguimiento y la evaluación del proyecto. Entre los criterios, los más usuales son:

- a. Avance o logro de metas y objetivos
- b. Cumplimiento del programa y el presupuesto
- c.. Satisfacción o cumplimiento de expectativas de los actores interesados.

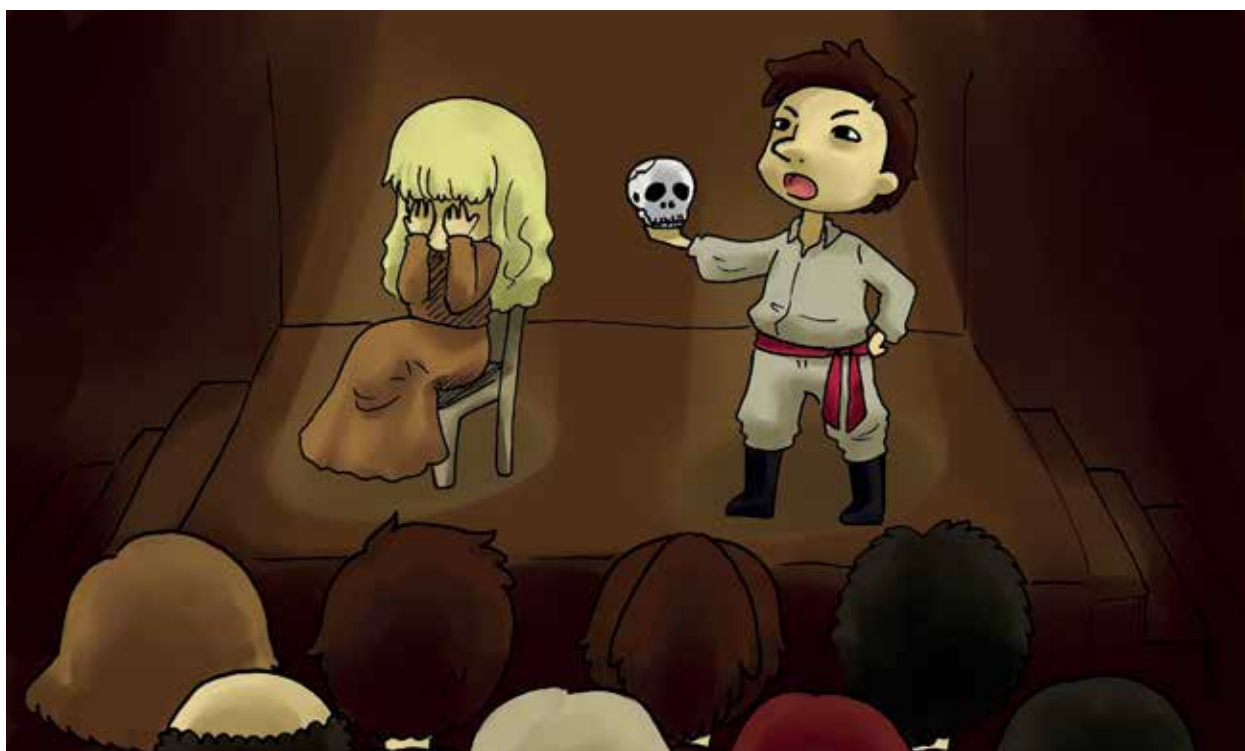
**La evaluación participativa:** Puede hacerse recurriendo a los diversos instrumentos ya presentado: cuestionarios, reuniones-taller, análisis de las evidencias o productos, expresiones artísticas entre otros. Lo relevante en un instrumento de evaluación es que permita mostrar lo aprendido o realizado y que esto pueda ser medido.

**La evaluación, por instrumentos cuantitativos tradicionales:** Si bien permite una medida de resultados, en muchos casos es insuficiente en dar cuenta de la riqueza de los procesos, por ello es conveniente combinar con métodos cualitativos.

**Los métodos cualitativos:** Como su nombre lo indica se refieren a instrumentos que recogen

información que entregan los resultados que no pueden medirse fácilmente o transferirse a números. Dan mejor cuenta de la subjetividad de las experiencias; las emociones y actitudes, las interrelaciones, la cultura. Algunos ejemplos de instrumentos cualitativos de evaluación pueden ser: el sociodrama, la sistematización de eventos, videos, actividades de expresión artística. En cada caso, se requiere una pauta de criterios de evaluación y el registro o evidencias de la actividad, los que luego son analizados a la luz de los criterios de evaluación. En ciertas situaciones, para llegar a conclusiones, se hace necesario llevar eventos registrados cualitativamente a números, por ejemplo en términos de frecuencia. En este caso los registros se deben codificar o categorizar.

En proyectos sociales es conveniente usar una combinación de instrumentos cuantitativos y cualitativos.



### 4.2. Implementación del proyecto.

La ejecución del proyecto es el momento en que se ponen en juego todas las capacidades del grupo y la calidad de la planificación. Algunas de las funciones importantes a tomar en cuenta en esta etapa son:

**Organización:** Establecer las actividades necesarias para cumplir los objetivos, asignar responsables y programarlas.

**Coordinación y articulación:** La coordinación se refiere a establecer armonía en todos los actos de la acción que se está realizando. Que cada tarea y persona tenga su espacio para desarrollarse adecuadamente en pro del cumplimiento de las metas. También se refiere a establecer vínculos con actores externos al grupo que sean beneficiosas para la acción.

**Liderazgo:** Son las acciones de motivación, información, seducción que favorecen que todas las personas en un grupo u organización trabajen en conjunto para realizar las actividades y alcanzar las metas.

**Negociación:** Se refiere a las acciones por las que dos o más partes se ponen de acuerdo en un asunto, para lo cual se comunican intercambiando propuestas y concesiones. Es la habilidad para crear ambientes propicios para la colaboración.

**Trabajo colaborativo:** Se refiere a la habilidad grupal para que cada miembro participe en el logro del objetivo común desde sus particularidades, dentro de un clima de confianza y respeto mutuos.

**Control:** Son las acciones de supervisión y evaluación que se realizan para comprobar el avance de las actividades y que aportan información necesaria para tomar decisiones de corrección.

### 4.3. Evaluación del proyecto.

Se refiere a la implementación del sistema de evaluación planificado. Se suele pensar en la evaluación del proyecto como un momento final. Si bien, este es un momento importante, como se ha señalado en una perspectiva sistémica la evaluación en su forma de seguimiento o monitoreo es una acción permanente, como lo es el registro de los eventos que serán insumos para una evaluación final. Los líderes deben estar alerta de la información que aporta la evaluación de seguimiento, para corregir errores, aprovechar oportunidades. En definitiva, manteniendo el norte de los objetivos, ser flexible frente a los acontecimientos.

La evaluación final no sólo tiene la función de revisar el cumplimiento de metas, sino de analizar y hacerse consciente de lo aprendido, de las debilidades y fortalezas que se expresaron, de los obstáculos que presenta el medio y también de las oportunidades que la experiencia dejó para emprender nuevos proyectos. Es también el momento de agradecer y celebrar el camino recorrido.

### 4.4. Actividades de Integración.

1. Mencione las etapas y puntos básicos que debe incluir un proyecto
2. ¿Qué requisito deben cumplir los objetivos específicos?
3. Escriba un párrafo donde destaque la importancia que tiene para usted la participación en la solución de problemas comunitarios.
4. Desarrolle una matriz de actores interesados para abordar un problema de contaminación atmosférica en su localidad.
5. Indague y realice un listado de potenciales fuentes financieras para proyectos de gestión ambiental local, accesibles a su comunidad.





**Es nuestro aire y son  
nuestros hijos  
¡y los queremos limpios!**



El curso Formación de monitores ambientales para la descontaminación atmosférica del valle central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, está fundamentalmente orientado a la acción. Para su aprobación usted debe formular un proyecto de gestión local en su Comuna, que contribuya a la descontaminación atmosférica, e implementarlo con su comunidad total o parcialmente durante el período de realización del curso.

### Itinerario del proyecto

| Actividad                         | Semana |
|-----------------------------------|--------|
| Definición del problema a abordar | 1      |
| Formulación del proyecto          | 2      |
| Implementación de acciones        | 3      |
| Implementación de acciones        | 4      |
| Implementación de acciones        | 5      |
| Evaluación de seguimiento         | 6      |
| Implementación de acciones        | 7      |
| Evaluación final                  | 8      |

## 5.1. Formulario de presentación del proyecto.

### ANTECEDENTES DEL RESPONSABLE

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>NOMBRE</b>             |  |
| <b>ACTIVIDAD</b>          |  |
| <b>DIRECCIÓN</b>          |  |
| <b>COMUNA</b>             |  |
| <b>TELÉFONO</b>           |  |
| <b>CORREO ELECTRÓNICO</b> |  |

### RESUMEN DEL PROYECTO

Resuma su proyecto en máximo 1.500 caracteres. Debe dar cuenta del problema, los objetivos, beneficiarios, acciones para resolver el problema, recursos que utilizará y cómo los obtendrá.



### **FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA A ABORDAR.**

Describa en máximo ½ página el problema a abordar, a quiénes afecta y por qué es importante abordarlo. Describa brevemente cómo determinó el problema.

### **SOLUCIONES.**

Enuncie las soluciones que ha seleccionado para enfrentar el problema\*

\*Debe anexar las evidencias de la técnica usada para determinar las soluciones. Ej.: los resultados de actividad de lluvia de ideas para detectar soluciones.

## **OBJETIVOS.**

Enuncie el objetivo general y objetivos específicos que se propone lograr con el proyecto.

## **RESULTADOS E IMPACTOS.**

Enuncie los resultados e impactos esperados con la realización del proyecto.

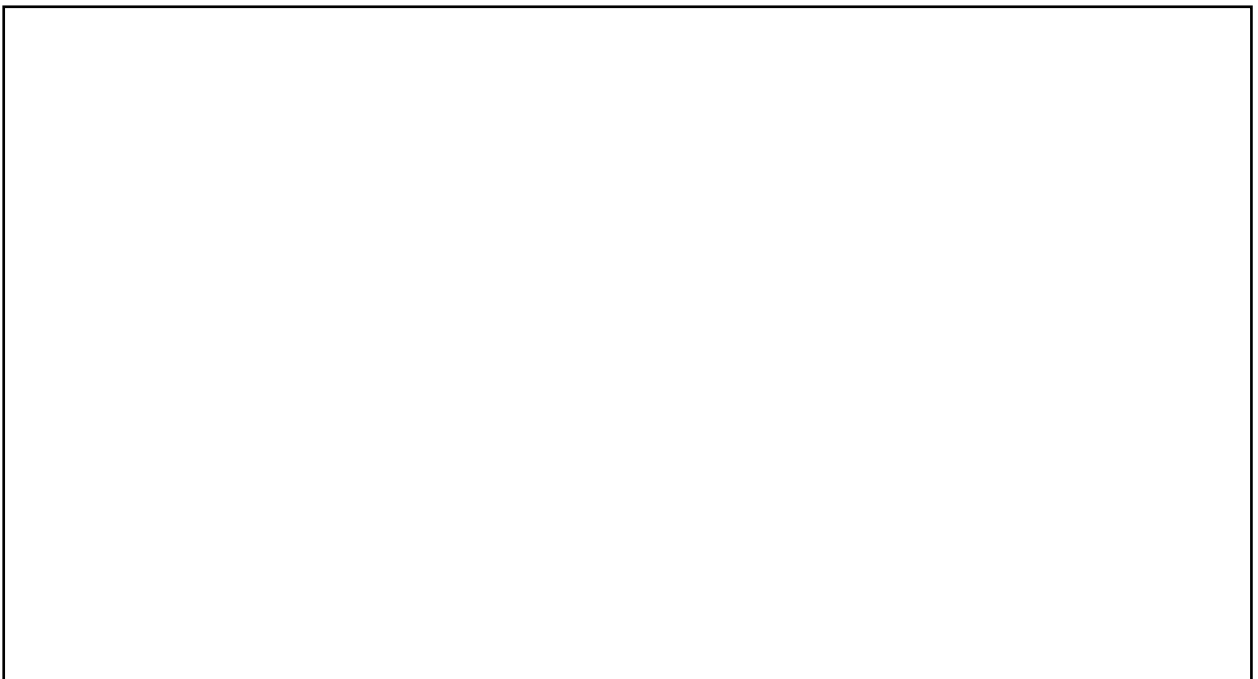
### **CARTA GANTT.**

Elabore una carta Gantt con la programación de las actividades a realizar.



### **PRESUPUESTO.**

Confeccione un cuadro por actividades que incluya los recursos materiales a utilizar, su costo y fuente de financiamiento.



## **EVALUACIÓN.**

Señale qué evaluará del proyecto y cómo lo hará.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to write their evaluation of the project and how they will conduct it.

# Referencias Bibliográficas

## **Este Manual se elaboró utilizando principalmente la siguiente bibliografía:**

Aguilar Margarita y Piñon Gloria. *Educación ambiental.*

Ciencias I. Fondo de Cultura Económica. 2004. México. 260 p.

Ministerio de Energía. División de eficiencia energética. *Guía práctica para el buen uso de la leña: Leña seca-Leña eficiente. 2014.*

Chile. 86 p.

Ministerio del Medio Ambiente. *Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable.*

2009. Chile. 20 p.

Ministerio del Medio Ambiente. *División de Educación Ambiental. Manual de la Casa Verde.*

2011. Chile. 100 p.

Novo María. *La Educación Ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas.*

UNESCO. 1998.

Orozco Carmen, Pérez Antonio, González María Nieves, Rodríguez Francisco y Alfayate José Marcos. *Contaminación ambiental. Una visión desde la química.*

Thomson Editores, España 2004. 678 p.

Seremi del Medio Ambiente. *Región de O'Higgins. Guía Pedagógica Descontaminemos el Aire de Nuestra Ciudad.*

2013. Chile. 29 p.

Ministerio del Medio Ambiente, *Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.*

2013.

# Referencias Bibliográficas

## Internet

*Ministerio del Medio Ambiente*  
[www.mma.gob.cl](http://www.mma.gob.cl)

*Biblioteca del Congreso Nacional*  
[www.bcn.cl](http://www.bcn.cl)

*Servicio de Vivienda y Urbanismo*  
[www.serviu.cl](http://www.serviu.cl)

*Superintendencia del Medio Ambiente*  
[www.sma.gob.cl](http://www.sma.gob.cl)

*"Nelson's Column during the Great Smog of 1952" by N T Stobbs*  
Desde [geograph.org.uk](http://geograph.org.uk). bajo la licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0  
via Wikimedia Commons  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nelson%27s\\_Column\\_during\\_the\\_Great\\_Smog\\_of\\_1952.jpg#mediaviewer/File:Nelson%27s\\_Column\\_during\\_the\\_Great\\_Smog\\_of\\_1952.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nelson%27s_Column_during_the_Great_Smog_of_1952.jpg#mediaviewer/File:Nelson%27s_Column_during_the_Great_Smog_of_1952.jpg)

*"Nelson's Column Looking Towards Westminster"*  
Trafalgar Square - London - 240404». Publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0  
vía Wikimedia Commons  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nelson%27s\\_Column\\_Looking\\_Towards\\_Westminster\\_-\\_Trafalgar\\_Square\\_-\\_London\\_-\\_240404.jpg#mediaviewer/File:Nelson%27s\\_Column\\_Looking\\_Towards\\_Westminster\\_-\\_Trafalgar\\_Square\\_-\\_London\\_-\\_240404.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nelson%27s_Column_Looking_Towards_Westminster_-_Trafalgar_Square_-_London_-_240404.jpg#mediaviewer/File:Nelson%27s_Column_Looking_Towards_Westminster_-_Trafalgar_Square_-_London_-_240404.jpg)