

Perspectivas del Medio Ambiente Urbano:



GEO Santiago





Informe GEO

SANTIAGO DE CHILE 2003





PROYECTO GEOCIUDADES

PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA)
OFICINA REGIONAL PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE

INSTITUTO DE ESTUDIOS URBANOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIO URBANOS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE



Equipo del Instituto de Estudios Urbanos

Dirección y Edición

Sonia Reyes Paecke

Asistentes

Maximiliano Carbonetti

Yasna Contreras

Rodrigo González

Diseño y diagramación

Olivia Calderón

Colaboradores

Biodiversidad: Estado actual, Políticas y Recomendaciones

Bárbara Saavedra, Doctora en Ecología, Universidad de Chile

Índice de Calidad Ambiental Urbana

Marcela Rivas, Magister en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile

Equipo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Kaveh Zahedi, Coordinador del proyecto GEO Ciudades

María Eugenia Arreola, Revisora

Claudia Molina, Revisora

Revisores

Gonzalo Cáceres, Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica

Eduardo Giesen, Comisión de Transportes de Santiago

Sergio León, Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Susana Maldonado, Red Latinoamericana de Botánica

Rodrigo Rojas, Cámara Chilena de la Construcción

Francisco Sabatini, Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica

Juan José Ugarte, Facultad Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica

INDICE

Capítulo 1: Introducción

1.1. El Informe Geo Ciudades	4
1.2. El Informe Geo Santiago	5
1.3. Metodología	9

Capítulo 2: Presión

2.1. Introducción	13
2.2. El Proceso de Urbanización	14
2.3. Usos del Suelo Urbano.	23
2.4. Usos del Suelo en la Cuenca	25
2.5. Dinámica Demográfica.	26
2.6. Actividades Económicas	29
2.7. Infraestructura	31
2.8. Bibliografía del capítulo	35

Capítulo 3 : Estado

3.1 Calidad del Aire de Santiago	37
3.2 Estado del Suelo	43
3.3 Calidad y Disponibilidad de Agua	45
3.4 Biodiversidad	51
3.5 Urbanización	67
3.6 Bibliografía del capítulo	73

Capítulo 4: Impactos

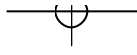
4.1. Introducción	80
4.2. Impactos de la Contaminación Atmosférica	81
4.3. Impactos sobre los Suelos	83
4.4. Impactos sobre los Recursos Hídricos	88
4.5. Pérdida de Biodiversidad	91
4.6. Calidad Ambiental Urbana	92
4.7. Bibliografía del capítulo	100

Capítulo 5: Respuestas

5.1. Restricciones Iniciales	104
5.2. Aire: Políticas	105
5.3. Protección Del Suelo Agrícola	116
5.4. Agua: Políticas	120
5.5. Protección de la Biodiversidad.	122
5.6. Mejoramiento del Hábitat Urbano	125
5.7. Bibliografía del capítulo	130

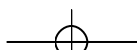
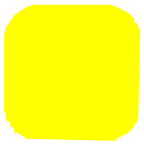
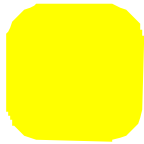
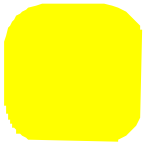
Capítulo 6: Recomendaciones

6.1. Calidad del Aire	133
6.2. Protección de los Suelos	135
6.3. Protección de los Recursos Hídricos	136
6.4. Protección de la Biodiversidad.	138
6.5. Mejoramiento del Hábitat Urbano	140
6.6. Bibliografía del capítulo	143



1

INTRODUCCIÓN



1.1. EL INFORME GEO CIUDADES

El Informe GEO CIUDADES forma parte de un conjunto de iniciativas del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente que responden al llamado del Foro de Ministros del Medio Ambiente de América Latina y El Caribe que ha señalado la necesidad de generar una visión ambiental regional y la creación de sistemas armonizados a nivel regional que apoyen el proceso de toma de decisiones.

En el año 2000 se publicó el Informe "GEO América Latina y El Caribe: Perspectivas del medio ambiente" que fue el primer paso en la generación de una visión del estado del medio ambiente en la región y de los impactos de las políticas de desarrollo implementadas. Este Informe señala que existen tres grandes problemas ambientales en la región. El primero de ellos relativo al medio ambiente urbano, ya que tres cuartas partes de la población vive en ciudades en donde la contaminación del aire y la escasez de agua son hechos frecuentes. Un segundo problema es el agotamiento y sobreexplotación de los recursos naturales y la amenaza que ello representa para la biodiversidad del continente. En tercer lugar señala los efectos que puede tener a nivel regional el proceso global de cambio climático, que afecta tanto a zonas urbanas como rurales.

En respuesta a la importancia asignada al prob-

lema ambiental urbano, el proyecto GEO CIUDADES se propone favorecer la realización de evaluaciones del estado del medio ambiente de las principales ciudades de América Latina y El Caribe (ver figura N° 1.1), mediante el reconocimiento de las características y limitaciones propias de cada ciudad y de los impactos que el proceso de urbanización ha provocado sobre los ecosistemas circundantes.

Los objetivos del Proyecto GEO CIUDADES son los siguientes:

- Evaluar el estado del medio ambiente en ciudades seleccionadas de América Latina y El Caribe, las cuales son Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México, La Habana, Manaus, Rio do Janeiro, San Salvador y Santiago de Chile.
- Evaluar el impacto de las ciudades y del desarrollo urbano sobre los diferentes ecosistemas, promoviendo una mejor comprensión de este fenómeno.
- Proponer herramientas para una toma de decisiones en gestión urbana y ambiental a través del desarrollo de una metodología de evaluación ambiental a ser aplicada en diferentes ciudades y regiones.

El eje de la elaboración de los informes GEO Ciudades es conocer específicamente cómo la urbanización incide sobre el medio ambiente por medio de factores que presionan los recursos naturales y los ecosistemas locales, dando origen a un determinado estado del medio ambiente -con impactos sobre la calidad de vida en las ciudades- y provocando respuestas específicas del gobierno y la sociedad local.

1.2. EL INFORME GEO SANTIAGO

El Informe GEO SANTIAGO analiza la situación medioambiental de la ciudad de Santiago de Chile, capital de Chile y de la Región Metropolitana de Santiago. La Región está localizada en el centro del territorio nacional y se divide en seis Provincias las cuales son: Chacabuco, Maipo, Melipilla, Santiago, Talagante y Cordillera. A su vez, éstas se subdividen en Comunas. Así, la Región Metropolitana de Santiago comprende cincuenta y dos (52) comunas, de las cuales una, la comuna de Santiago, coincide con el centro histórico de la ciudad.

Paulatinamente la ciudad fue experimentando una gran expansión urbana y así excedió ampliamente los límites originales, llegando a ocupar en la actualidad el territorio correspondiente a treinta y cuatro (34) comunas. De esta manera, se forma el Área Metropolitana de Santiago, que comprende a la Provincia de Santiago y las comunas de Puente Alto y San Bernardo. La mayoría de las instituciones que conforman la estructura estatal de Chile tienen su sede en el Área Metropolitana por ser ésta la capital política del país.

Administrativamente, la Región Metropolitana de

Santiago, esta liderada por el Intendente regional, el cual es la máxima autoridad política de la Región y es designado por el Presidente de la República. El Intendente preside el Consejo Regional y la Comisión Regional del Medio Ambiente (CONAMA-RM). Al frente de las Provincias están los Gobernadores, también nombrados por el Presidente de la República y que dependen jerárquicamente del Ministerio del Interior; éstos realizan labores de coordinación y representación acordadas de común acuerdo con Intendentes y Alcaldes. Por otro lado, a nivel comunal, la representación política la ejerce el Alcalde el cual es elegido por votación popular.

El Área Metropolitana de Santiago no cuenta con una estructura administrativa propia, sino que corresponde un conglomerado de 34 comunas cada una de las cuales tiene su propio municipio. La necesidad de tomar decisiones en relación con temas que exceden los límites comunales, ha llevado a un progresivo protagonismo de instituciones regionales - e incluso nacionales - en la administración de la ciudad. Por ejemplo, los planes de infraestructura y transportes son realizados por el Ministerio de Obras Públicas y los planes de ordenamiento territorial a escala metropolitana por la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo.

Los Alcaldes del Área Metropolitana de Santiago tienen idénticas atribuciones y responsabilidades en su territorio, lo cual ha originado la necesidad de establecer diversos niveles de coordinación, que en ocasiones abarca toda el Área Metropolitana o bien se estructura territorialmente en función de problemáticas comunes, en agrupaciones de municipios de la Zona Sur, o de la Precordillera.

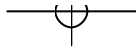
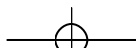


Figura 1.1: Ciudades integradas al Proyecto GEOciudades



Respecto a su contexto geográfico, la Cuenca de Santiago se extiende unos 80 kilómetros en sentido norte-sur y 35 kilómetros en sentido este-oeste. La Cordillera de Los Andes es el elemento geográfico más imponente que domina el paisaje de la ciudad y de la Región. En ella sobresalen las alturas de los cerros Colocalán de 2.540 m., Vizcachas de 2.887 m., San Ramón de 3.500 m, Alto de la Yareta de 2.400 m., Cristales de 2.847 m. y cerro Hornillo de 3.000 m. (ver figura N° 1.3).

Más al oriente de estos cerros las altitudes aumentan y el relieve se torna más abrupto, con la presencia de profundos cajones de erosión glaciar. Tras los glaciares aparecen elevaciones por sobre los 4.000 metros, dentro de las que se cuentan los cerros el Plomo (5.424), El Juncal (6.070), San Juan (6.111), Marmolejo (6.108), Colina (5.320) y los Volcanes Tupungato (6.570), Tupungatito (5.913), San José (5.856) y el Maipo (5.323).

Por el oeste, a 50 kilómetros de Santiago, la cuenca está delimitada por la Cordillera de la Costa, más antigua que la de los Andes, con menores alturas y mayor cobertura vegetal, pero con fuertes pendientes y un frente muy abrupto hacia el interior de la cuenca. En cambio, hacia el Océano Pacífico presenta sucesivas planicies de abrasión y de sedimentación costeras.

El límite sur de la Cuenca está marcado por un cordón de cerros que se desprende desde la Cordillera de Los Andes hacia la costa. El límite norte está marcado por una cadena de cerros de menor altura, que se van elevando hacia la Cordillera de Los Andes (ver figura N°:1.3). El encuentro de estos cerros con el macizo andino origina una serie de pequeños valles de altura, los cuales han sido urbanizados durante la década de los noventa, pero desde el siglo XVII habían sido ocupados para el pastoreo durante los meses de verano.

La configuración del relieve aparece como uno de los factores fundamentales en la definición de las condiciones meteorológicas de Santiago ya que los

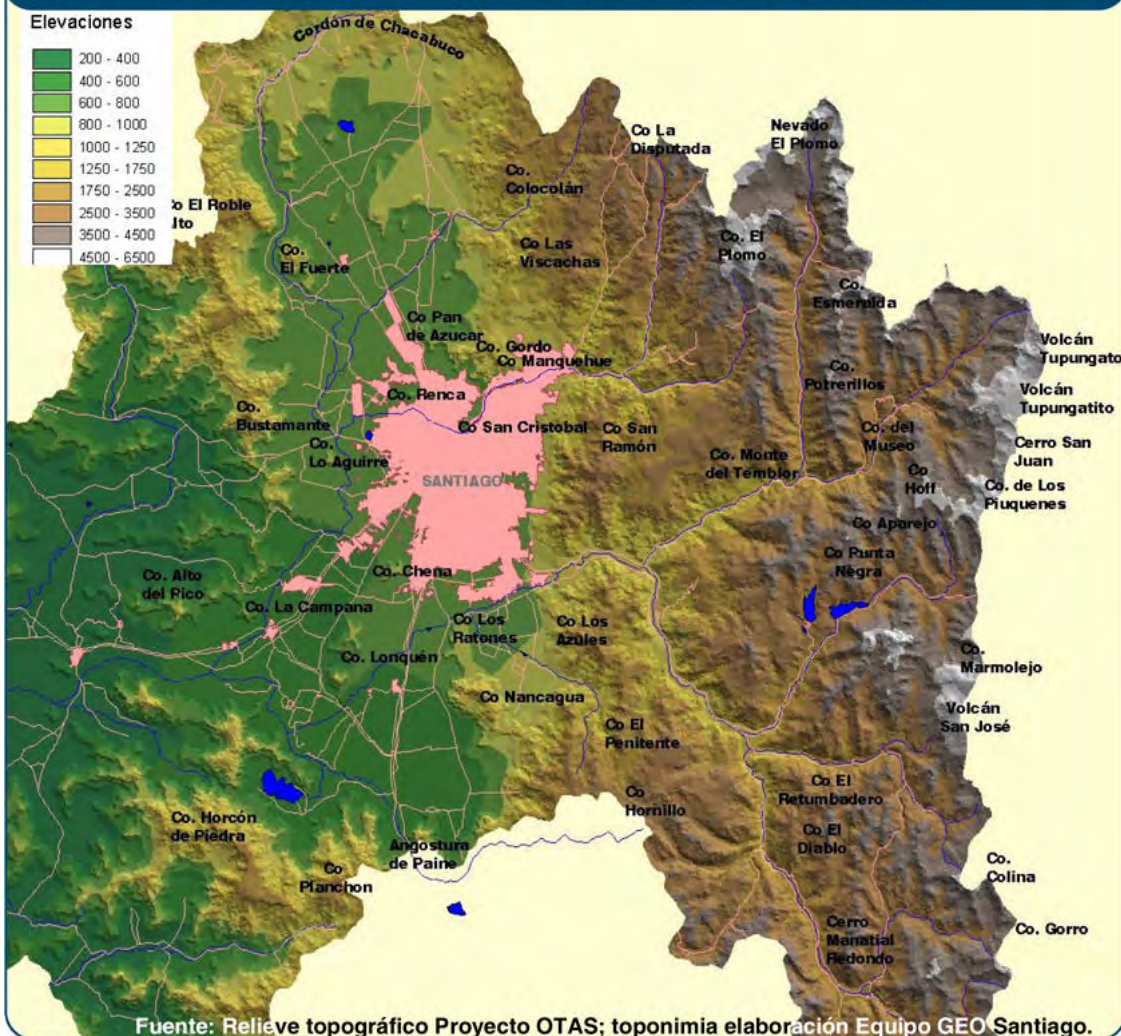
cordones montañosos determinan un enclaustramiento climático que influyen en la circulación de los vientos y contribuyen a la generación de procesos de inversión térmica.

Santiago tiene un clima templado cálido, con precipitaciones invernales y una estación seca que se extiende por seis a ocho meses. El invierno se extiende entre junio y agosto y el verano entre diciembre y marzo, de acuerdo con la estacionalidad del hemisferio sur. Los meses de abril, octubre y noviembre suelen ser secos, aunque más fríos que los meses de verano. Las precipitaciones se concentran en el invierno, pero son extraordinariamente variables, ya que hay años lluviosos en que se superan los 700 mm y años secos que apenas alcanzan los 100 mm. El promedio anual es de 376 mm, los cuales se concentran entre junio y agosto (65%). Aunque puede llover casi todos los meses del año, entre marzo y Diciembre las precipitaciones son muy escasas, no superando el 3% del total anual.

Las temperaturas son muy agradables, con una media anual de 14°C. El promedio de julio, que es el mes más frío es de 8,1°C mientras que el de enero, - el mes más cálido - es de 20°C. En promedio, las temperaturas mínimas medias anuales están 6°C por debajo de la media, mientras que las máximas medias anuales están 7°C por encima de ella. El mayor rango de oscilación térmica se observa entre diciembre y febrero, con 16 a 17°C de diferencia entre la temperatura media mínima y media máxima mensual, mientras que la menor oscilación ocurre entre mayo y agosto, con diferencias de 9 y 10°C entre la media mínima y la media máxima mensual .

La combinación de altas temperaturas y escasas precipitaciones ocurre entre diciembre y marzo, siendo este último el mes más seco del año, ya que incluso los caudales superficiales están muy disminuidos. Los vientos dominantes en la ciudad están asociados a la presencia de la Cordillera, lo que determina una circulación ascendente - desde el valle a la montaña - durante el día, y una dirección opuesta durante la noche.

Figura N° 1.3: Cuenca de Santiago, relieve y principales elevaciones.

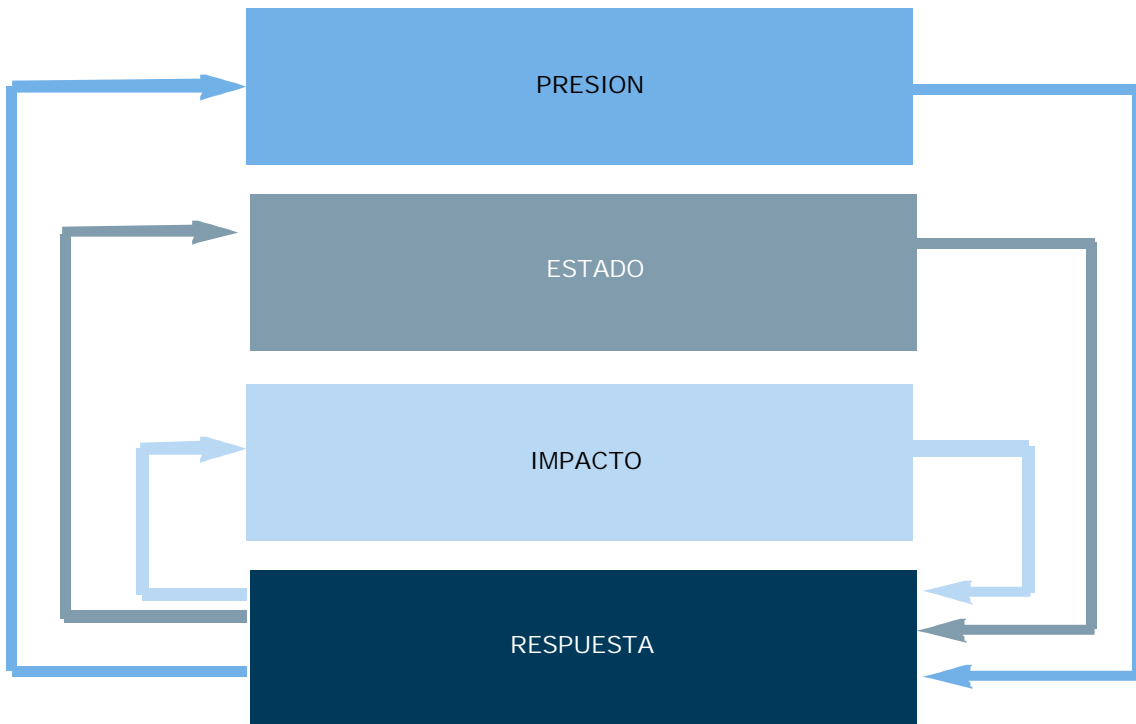


1.3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el Informe GEO SANTIAGO está basada en la aplicación de

indicadores Presión - Estado - Impacto - Respuesta (PEIR). La estructura de la matriz establece la vinculación entre los problemas ambientales percibidos (estado) con las causas que los originan (presión), los efectos que tienen sobre el medio ambiente y sobre los habitantes de la ciudad (impactos) y las políticas o acciones realizadas en la ciudad para solucionar los problemas (respuestas)

Se establece entonces un ciclo de evaluación que se grafica en el siguiente esquema:



Los componentes de la matriz PEIR se clasifican en:

PRESION	Son aquellas actividades o acciones humanas que provocan los problemas ambientales que percibe la población. En este grupo se clasifica la expansión urbana, tasa de motorización, producción de residuos sólidos y líquidos.
ESTADO	Se refiere a la condición del medio ambiente, la cual es resultante de las presiones. Los descriptores del estado del medio ambiente son los índices de contaminación atmosférica, concentración de contaminantes hídricos, especies en peligro de extinción, pérdida de patrimonio urbano.
IMPACTO	Es el efecto producido por el estado del medio ambiente sobre los ecosistemas, la población y la estructura urbana. Entre los impactos se cuentan las enfermedades respiratorias, la pérdida de suelos agrícolas, el incremento de la vulnerabilidad del área urbana a desastres naturales.
RESPUESTA	Se refiere a todas las acciones y políticas emprendidas para resolver los problemas ambientales. Las respuestas pueden estar orientadas a corregir el origen de los problemas (presiones), los efectos (impactos) o el estado del medio ambiente. Se incluyen planes de ordenamiento territorial, planes de descontaminación, sistemas de control de calidad del aire y programas de arborización urbana, entre otros.

La matriz de indicadores básicos propuesta por la metodología GEO CIUDADES fue utilizada para elaborar la evaluación ambiental de Santiago de Chile, seleccionando los indicadores de acuerdo con la disponibilidad de la información en esta ciudad.

Los datos utilizados para la construcción de los indicadores provienen de instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales, universidades y centros de investigación. También se construyeron indicadores que no existen o no son reportados regularmente por ninguna institución, como el de expansión urbana (hectáreas anuales).

Matriz de indicadores ambientales PEIR para informa GEO Santiago.

	AIRE	SUELO	AGUA	BIODIVERSIDAD	URBANIZACION
PRESION	Concentración de población Tasa motorización Expansión urbana	Expansión urbana Ocupación de suelos agrícolas Ocupación de quebradas	Producción de residuos líquidos Urbanización - modificación de cauces naturales	Urbanización Deforestación	Producción de residuos sólidos
ESTADO	Concentración de PM10 y PM2,5 Concentración de CO Concentración de SO ₂ Concentración de NO _x ICAP – Índice de Calidad del Aire	Cambios de uso del suelo tasa de consumo de suelo – velocidad del cambio Impermeabilización de zonas de recarga	Contaminación bacteriológica y química Quebradas urbanizadas Cursos de agua interrumpidos	Fauna nativa Flora nativa Fragmentación de ecosistemas	Deterioro del centro histórico Deterioro de infraestructuras Déficit áreas verdes Vertederos
IMPACTO	Salud de la población Costos descontaminación	Pérdida suelos agrícolas Deterioro de suelos	Costos de descontaminación Daños por Inundaciones	Disminución de poblaciones Disminución diversidad	Costos de recuperación y conservación de infraestructuras Costo construcción de áreas verdes Depreciación de áreas y actividades Contaminación agua y suelo
RESPUESTA	Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica Normas de emisión Normas de calidad Compensación de emisiones Bonos de Descontaminación Mecanismos de Desarrollo Limpio Plan de Transporte Urbano	Plan Regulador Metropolitano de Santiago Proyecto "Ordenamiento Territorial Sustentable" Falta de política integral de protección	Tratamiento de aguas servidas Normas de emisión de residuos líquidos Plan Maestro de Aguas Lluvia de Santiago	Áreas Silvestres Protegidas Áreas Silvestres Protegidas Privadas	Programa Parques Urbanos Normativa urbana Subsidios de conservación histórica Programa de mantención de vialidad urbana Localización de vertederos

Fuente: Elaboración Equipo Geo Santiago.

Los capítulos del Informe GEO SANTIAGO responden al esquema metodológico mencionado y de acuerdo a ello se estructura de la siguiente manera: En el Capítulo 2 se aborda la PRESION que experimenta el medio ambiente de Santiago debido a la expansión urbana, el crecimiento demográfico y la concentración de actividades productivas. El Capítulo 3 analiza el ESTADO del medio ambiente de Santiago a partir de la calidad y la disponibilidad de los componentes aire, agua, suelo y biodiversidad.

En el Capítulo 4 se exponen los IMPACTOS sobre las personas, el medioambiente y las actividades metropolitanas producto de los problemas ambientales explicados en el capítulo anterior. En el capítulo 5 se analizan las distintas intervenciones y políticas que

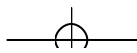
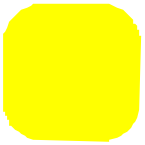
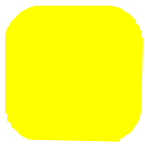
a modo de RESPUESTAS han brindado tanto las instituciones del gobierno chileno en sus diferentes niveles (nacional, regional y comunal) como la sociedad civil, a dichos problemas. Estas medidas se analizan dentro del actual contexto político institucional concentrándose especialmente en la institucionalidad ambiental.

Por último, junto al análisis y crítica a las políticas y programas, se incluye un conjunto de RECOMENDACIONES, fruto del análisis del grupo de trabajo como de la consulta a distintos especialistas y representantes de instituciones y organizaciones tanto del sector público como del privado, que directa o indirectamente estén involucrados en las distintas problemáticas arriba señaladas.



2

PRESIÓN



2.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo apunta a caracterizar "la presión que ejerce el desarrollo urbano sobre el medio ambiente. La ocupación territorial es el resultado y la expresión material/ambiental de la interacción de las dinámicas demográficas y económicas, relación que se resuelve por medio de la adecuación e incorporación progresiva de los recursos ambientales del territorio"⁽¹⁾. De acuerdo a lo anterior se vuelve fundamental tener una perspectiva general del proceso de desarrollo urbano, analizando sus características principales y el grado en que amenazan la integridad de los ecosistemas donde se han desarrollado, poniendo en peligro el desarrollo futuro del territorio en su conjunto.

Como indica PNUMA, "si la presión ejercida sobre la naturaleza es inevitable, existen muchas formas diversas de ocupación, con resultados ambientalmente diferentes"⁽²⁾. Entre otras cosas, esto alude que no hay sólo una forma de desarrollo urbano (como la que guía hoy día a Santiago) sino que el desafío para toda la sociedad es integrar cualitativa y cuantitativamente el desarrollo urbano con la preservación y recuperación del medio ambiente, generando los cambios necesarios para alcanzar esa ecuación de sustentabilidad.

Desde esta perspectiva, a continuación se exponen las características principales del proceso de urbanización de Santiago, su dinámica demográfica, actividades productivas y la infraestructura básica, entendidas como características del desarrollo urbano, que por su naturaleza importan una presión siempre en aumento sobre el medio ambiente.

(1) PNUMA y Parcería 21, 2003: "Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades; Manual de Aplicación V.1".

(2) Op. cit.

2.2. EL PROCESO DE URBANIZACIÓN

La ciudad de Santiago está emplazada en el Valle del Maipo, a los pies de la Cordillera de Los Andes. Este sitio fue ocupado tempranamente por poblaciones humanas debido a sus excelentes condiciones geográficas y ecológicas. Se trata de un valle muy fértil, con abastecimiento de agua asegurado y con cerros islas que facilitan la exploración visual del territorio. La gran extensión actual de la ciudad de Santiago, que supera las 61.400 hectáreas, hace muy

difícil imaginar el pequeño núcleo urbano que le dio origen y que ocupaba alrededor de 150 hectáreas, entre el Cerro Huelén y el Río Mapocho.

A la llegada de Pedro de Valdivia en 1541, existían diversos poblados indígenas localizados a orilla de los cursos de aguas o al abrigo de los cerros, entre los que destacan los poblados de Huelén, Pomaire, Maipo, Chicureo y Huechuraba, entre otros⁽³⁾. La trama fundacional de Santiago fue elaborada por el Alarife Pedro de Gamboa en 1541, ajustándose a las disposiciones urbanísticas contenidas en las Leyes de Indias⁽⁴⁾. El espacio urbano original se dividió en 126 manzanas⁽⁵⁾, estructuradas por nueve calles en dirección este-oeste y quince calles de orientación norte-sur. Aquí se radicó el gobierno de la colonia, como una delegación perteneciente al Virreinato del Perú.



(3) León, René, 1975.

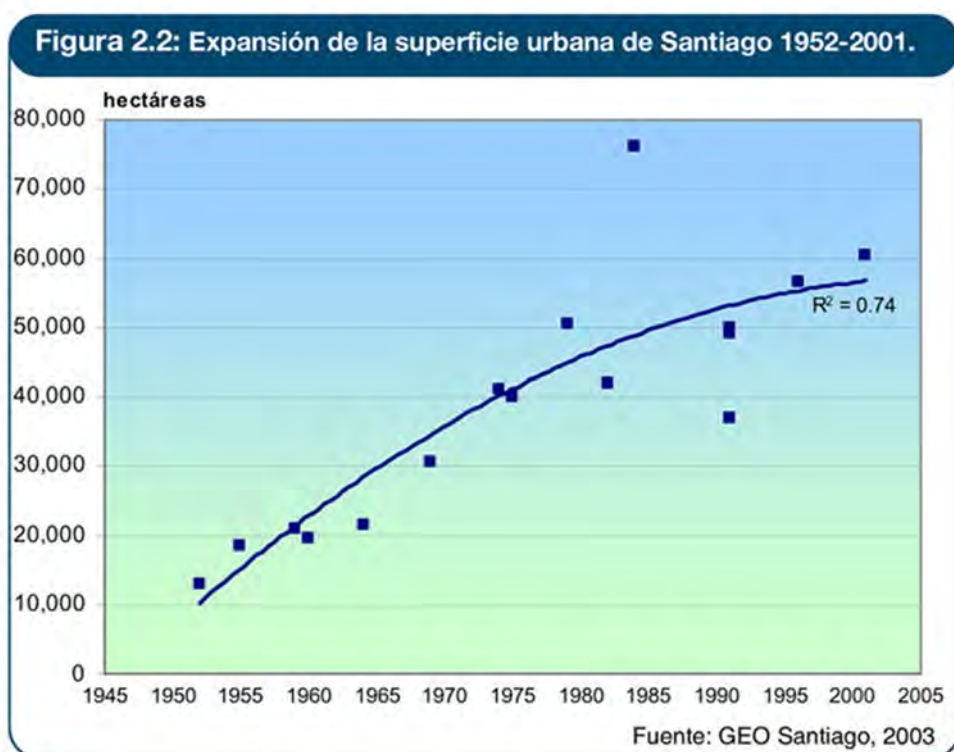
(4) Massone, Claudio, 1995.

(5) Una manzana equivale aproximadamente a una hectárea, 10.000 metros cuadrados

(6) La existencia de diferentes criterios de clasificación en las categorías de urbano y rural, hace que las cifras publicadas no sean directamente comparables entre sí, pero permiten contar con una referencia acerca del crecimiento de la superficie urbana de Santiago.

Los registros sistemáticos y abundantes de la estructura urbana datan de la ocupación española, ya que las construcciones indígenas eran muy precarias y fueron totalmente destruidas para la fundación de la nueva ciudad, que recibió el nombre de Santiago de la Nueva Extremadura, en honor a la región de origen del conquistador español. Las mediciones del crecimiento físico de la ciudad están basadas en relatos y referencias geográficas contenidas en crónicas y documentos oficiales hasta fines del siglo XIX.

Con la aparición de herramientas como la fotografía aérea y la percepción remota aumentaron los estudios y mediciones de la unidad urbana, lo cual permite documentar muy bien el explosivo crecimiento sucedido durante el siglo XX⁽⁶⁾. En la figura N° 2.2, se resume la expansión de la superficie urbana de Santiago en el período 1952-2001, con datos provenientes de estudios realizados por distintos autores.



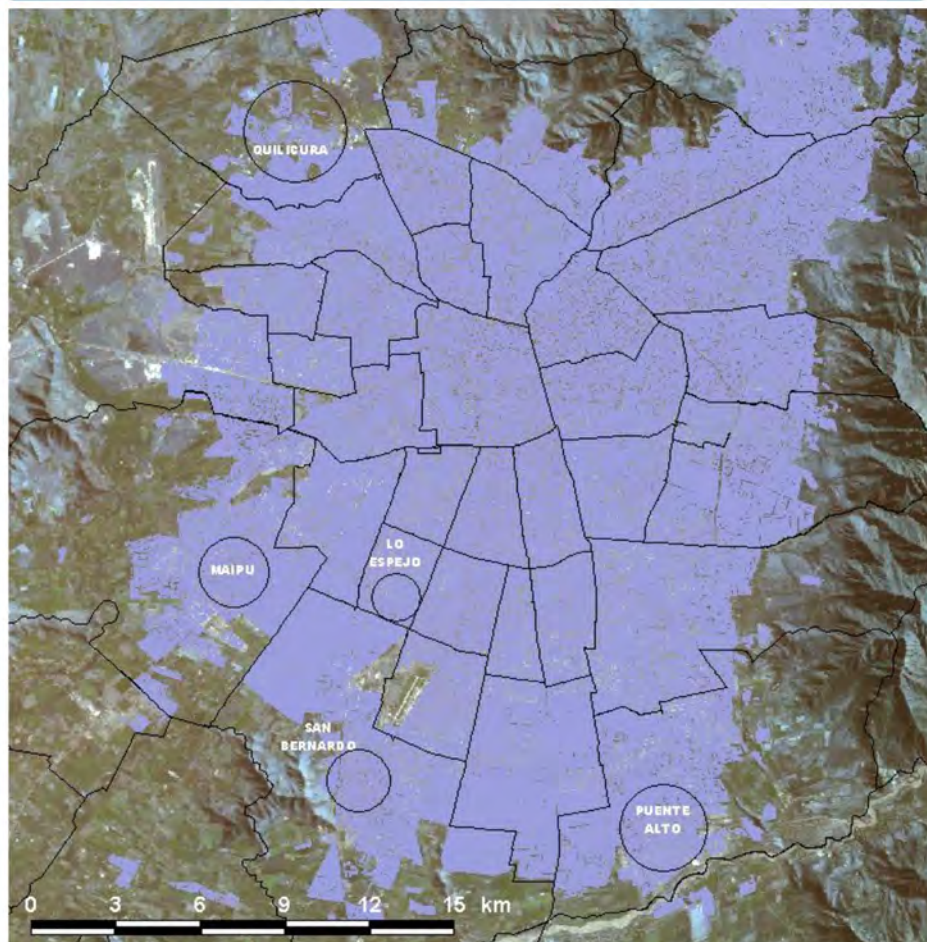
Durante la segunda mitad del siglo XX la ciudad se extendió muy rápidamente, desde poco más de 13.000 hectáreas que ocupaba en 1952 a 60.764 hectáreas en el año 2001. Los períodos de más intensa urbanización ocurrieron entre 1960 y 1970 y desde 1990 al 2000.

En 1960 Santiago ocupaba poco más de 21.000 hectáreas y diez años después sobrepasaba las 31.000 hectáreas. La extensión urbana fue acompañada de altas tasas de crecimiento poblacional. Esto significa que en 1970 un tercio de la ciudad tenía menos de diez años de historia, lo cual impuso una enorme presión sobre el entorno agrícola, por la ocupación de los suelos, y sobre la ciudad debido a las necesidades de extender las redes de infraestructura y los servicios básicos. Este fue un período de

intensa urbanización, empujado por la iniciativa de los inmigrantes que recurrían a la ocupación ilegal de terrenos, mediante organizaciones de "familias sin casa" ya que fue también un período de fuerte movilización social.

Durante los años setenta Santiago se extendió a lo largo de los principales corredores viales regionales, lo que resultó en la conurbación de cuatro centros urbanos cercanos: Puente Alto, San Bernardo, Maipú y Quilicura. En esta década se decayó la ocupación ilegal de terrenos y el crecimiento estuvo basado en programas de vivienda social realizados por el Ministerio de Vivienda e iniciativas individuales. En este período se consolidó la infraestructura de zonas que habían sido ocupadas a fines de los sesenta.

Figura 2.3: Ciudades conurbadas con Santiago



Fuente: GEO Santiago, 2003

En el año 1979, en el marco de una profunda reestructuración económica y política, el gobierno de la época promulgó una nueva Política de Desarrollo Urbano, la cual buscaba ajustar las acciones del Estado en materias urbanas y habitacionales a los principios de la economía mercantil, en su versión más ortodoxa. En este sentido, se deja bien establecido que las instituciones públicas no deben intervenir los mercados de suelo y vivienda y se elimina la fijación de límites al crecimiento urbano, con el argumento de que ello genera un artificial aumento en el precio del suelo. La realidad desmentiría este argumento, ya que a pesar del espectacular incremento de superficies urbanizables, el precio del suelo urbano creció a tanta velocidad como la oferta, y en 1982 el gobierno se vio en la obligación de trazar nuevamente límites urbanos. Aunque no se modificó la Política de Desarrollo Urbano, y desde entonces en Chile el mercado es el fijador de los precios del suelo - tanto para viviendas de altos ingresos como para las viviendas sociales - y los municipios tienen expresamente prohibido intervenir en el mercado inmobiliario.

En la década de los ochenta el crecimiento de Santiago estuvo basado en la ocupación de los terrenos que quedaron sin urbanización entre los corredores viales regionales. Se trató de un crecimiento disperso que terminó de ocupar definitivamente los suelos que habían sido planteados como "reservas verdes" a principios de los sesenta, para asegurar "una adecuada oxigenación del área metropolitana, mediante un cordón de parques y cultivos agrícolas"⁽⁷⁾. En estos años se reinició una intensa política de vivienda social que incluyó el traslado de familias pobres que residían en zonas de altos ingresos

situadas al oriente a nuevas poblaciones de vivienda social situadas al sur y poniente de la ciudad. Debido a este proceso de erradicación, se acentuó la marcada segregación física de Santiago consolidando el sector oriente como una zona exclusiva para población de altos ingresos.

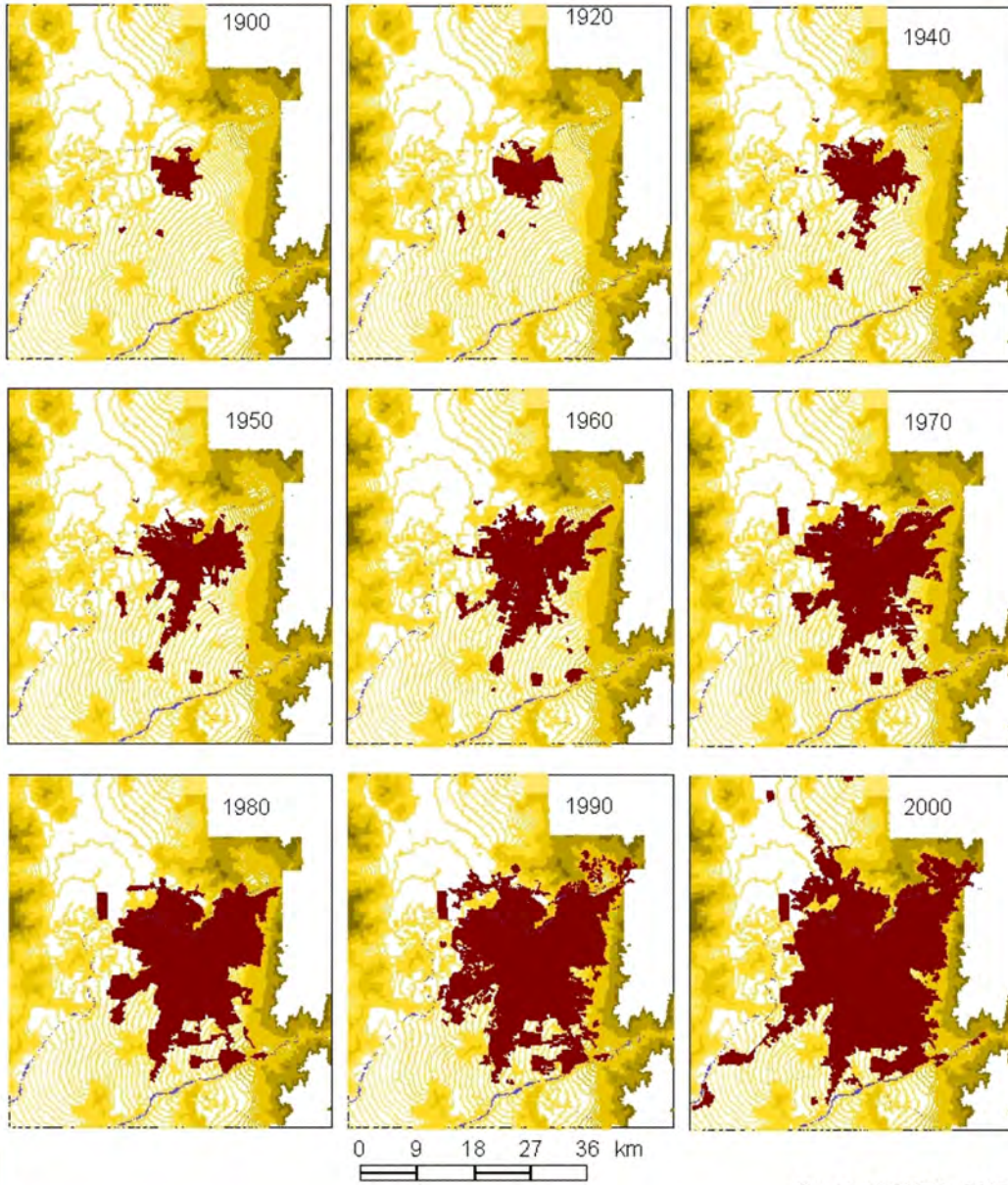
A diferencia de los años setenta, durante los noventa se registra una muy baja tasa de crecimiento demográfico, pero acompañada de las más altas tasas de crecimiento económico alcanzadas en todo el siglo XX. La expansión urbana está asociada al incremento de los ingresos de la población y a la bonanza económica del país, que se traducen en un activo mercado inmobiliario, una intensificación de los programas de viviendas sociales y la construcción de grandes centros comerciales y equipamientos urbanos. Compartiendo una tendencia mundial proliferan las urbanizaciones de muy baja densidad aisladas de la ciudad, conectadas a través de autopistas con los centros de empleo y servicios, que recrean una suerte de vida rural para familias de altos ingresos. Asimismo se construyen grandes proyectos inmobiliarios inspirados en el "nuevo urbanismo" que recrea ciertos aspectos de la vida suburbana de los sesenta.

Dos estudios coinciden en señalar que entre 1991 y 1996 Santiago incorporó a su superficie urbana entre 1.200 y 1.400 hectáreas anuales, e equivalentes al 2,8% de su extensión inicial. Entre 1996 y el 2000 disminuye levemente la velocidad de la expansión bordeando las 900 hectáreas anuales⁽⁸⁾. En total se urbanizan 10.336 hectáreas, ocupando suelos agrícolas de muy buena calidad, hasta entonces en explotación.

(7) Ministerio de Vivienda "Plan Regulador Intercomunal de Santiago" 1960

(8) R. Ponce y F. Kroeger, 1996; Equipo GEO Santiago, 2002.

Figura 2.4: Evolución de la expansión urbana en Santiago del Siglo XX



Fuente: PNUMA, 2002

Las viviendas para estratos de más altos ingresos, cuyos costos son superiores a los US\$ 103.500 se localizaron exclusivamente en la zona oriente de Santiago, en las comunas de La Reina, Las Condes, Lo Barnechea y Vitacura. Estas zonas experimentaron una extraordinaria expansión ya que el mercado inmobiliario se volcó fuertemente a atender esta demanda, la cual fue estimulada por el crecimiento económico y el notorio incremento de los ingresos de este grupo de la población.

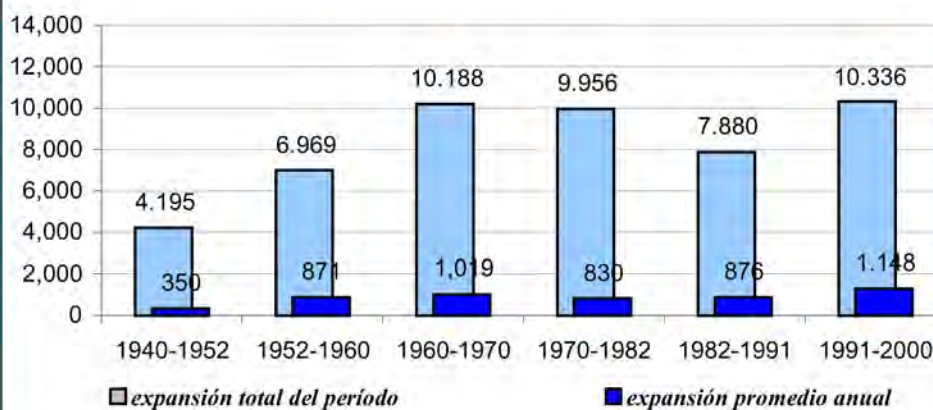
También durante los noventa, se urbanizaron algunos valles cordilleranos adyacentes a la ciudad mediante la construcción de grandes obras de infraestructura, necesarias para la habilitación de dichos espacios, cuyos costos fueron incorporados en los precios de las viviendas. Se trata de zonas muy exclusivas y geográficamente aisladas del área metropolitana.

Paralelamente se produjo una gran expansión de las zonas industriales, debido al crecimiento de este sector económico y a la aparición de normas ambientales que obligaron al traslado hacia la periferia de algunas industrias localizadas en el centro de la ciudad. El cambio de modelo económico durante los setenta llevó a la desaparición

de una gran cantidad de empresas que no pudieron competir con productos importados luego de la apertura de la economía nacional, pero durante los ochenta la industria nacional inició un lento proceso de recuperación, que se dinamizó notablemente a contar de 1985, y se tradujo en la localización de nuevas industrias en la periferia de Santiago, en torno a la Circunvalación Américo Vespucio y en las principales rutas de acceso a la ciudad (De Mattas, 2000).

Junto con la expansión urbana, Santiago empezó a experimentar una grave contaminación atmosférica, lo cual obligó a restringir numerosas actividades, entre ellas a las industrias. En 1994 se publicó el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, el cual dio un plazo perentorio a todas las empresas contaminantes y molestas⁽¹⁰⁾ para trasladarse fuera del radio urbano. Ello implicó que muchas industrias buscaron suelos periféricos para construir nuevas instalaciones y modernizar definitivamente sus procesos productivos. El Estado proveyó fondos y subsidios especiales con este fin, con lo cual se facilitó el proceso de traslado. Como resultado de estas políticas un 33,5% de suelo urbanizado durante los noventa, corresponde a suelos industriales.

Gráfico N° 2.6: Expansión urbana de Santiago, superficies ocupadas anuales, promedio y totales, 1940-2000.



Fuente: período 1940-1991 Ponce y Kroeger; período 1991-2000 elaboración Equipo GEO Santiago.

En la imagen satelital del año 2000 se pueden distinguir extensas zonas urbanizadas de muy baja densidad, cercanas a la unidad urbana, pero sin formar parte de ella. En el año 1991 estas mismas zonas estaban ocupadas por predios agrícolas. Esta suburbanización se caracteriza por la presencia de una red vial incipiente y edificaciones separadas entre sí por distancias entre 300 y 800 metros. Una primera medición de las zonas que muestran una mayor regularidad y pueden ser reconocidas como "parcelaciones de agrado" y "loteos" semirurales alcanza aproximadamente un total de 4.928 hectáreas, concentradas en el sector poniente (3.674 hectáreas) y en menor medida en la zona norte (1.107 hectáreas) y noroeste (147 hectáreas).

Aún cuando estos datos se consideran preliminares, el total de la superficie en expansión en baja densidad fuera de la "unidad urbana" no deja de ser significativo. En estas zonas sucede el proceso urbano más característico de los noventa, que es la consolidación de sectores residenciales de baja densidad y características bastante rurales, aunque dependientes de los servicios y fuentes de trabajo de la ciudad.

En la actualidad hay fuertes presiones inmo-

biarias para la ocupación de zonas situadas por sobre los 1.000 metros de altura, cota que ha sido establecida por el Plan Regulador Metropolitano como el límite de expansión de la ciudad⁽¹¹⁾. El principal argumento esgrimido es que mediante la urbanización se podrían construir parques y jardines, incrementando la cobertura vegetal, lo cual no se cumple en la situación actual ya que permanecen como reservas naturales y sus propietarios no destinan recursos para su mantención (y reforestación). Este argumento no considera el valor de la vegetación nativa, de la fauna asociada a ella, y la imposibilidad de que las especies migren hacia zonas más altas debido a la gradiente altitudinal. Desconoce también que cuanto más escasas las formaciones nativas son más valiosas, puesto que constituyen vestigios de la biodiversidad de la cuenca.

En resumen, las características esenciales de la ciudad que observamos hoy son el resultado de las diversas intervenciones que fueron escribiendo como un palimpsesto trazados viales, parques, zonas residenciales, normas de edificación y grandes inversiones urbanas, bajo diversos objetivos y fundamentos teóricos y formales. En el cuadro N° 2.1 se resumen grandes períodos y formas de crecimiento de la ciudad de Santiago.

Cuadro N° 2.1: Crecimiento urbano de Santiago; períodos y formas.

Período	Tipo de crecimiento	Características del período
1541-1600	Trama fundacional. 126 manzanas al pie del Cerro Huelén y a orillas del río Mapocho	Período de fundación de la ciudad. Se establecen propietarios, sistemas de abastecimiento y defensas de la ciudad
1601-1700	Crecimiento anular. Continuación de la trama fundacional en todas direcciones, hasta límites geográficos. Cultivos y explotaciones ganaderas en zonas rurales cercanas.	Período de consolidación urbana; incremento de la producción e intercambio de bienes; consolidación como centro administrativo y militar, eje de la conquista de los territorios del sur de Chile.
1701-1800	Crecimiento sostenido hacia el este y oeste, con prolongación de la trama fundacional. Expansión irregular al norte del Mapocho	Se acentúa la diferencia entre la ciudad formal y la informal. Mejoramiento del centro a través de la realización de edificios institucionales y aparición de "rancherías" y actividades industriales básicas.
1801-1900	Crecimiento de la ciudad hacia el poniente y sur mediante la subdivisión de propiedades que sobrepasaban la manzana.	Inicio de la República y realización de grandes proyectos urbanos inspirados en ciudades europeas. Se realizan la Alameda de las Delicias, Cementerio General, Parque Santa Lucía, Camino de Cintura, alumbrado y pavimentación de calles.
1900-1950	Expansión a lo largo de las principales vías de acceso a la ciudad.	La ciudad crece mucho en población y extensión. Las familias de altos ingresos migran hacia los nuevos barrios del este de la ciudad. Los nuevos residentes se radican en la periferia y en viviendas recicladas del centro. Grandes extensiones industriales e importantes obras públicas.
1950-1960	Crecimiento desagregado por adición de grandes paños al suelo urbano.	Caracterizado por la ocupación de grandes paños de suelo producto de la construcción de viviendas para grupos medios y de la ocupación ilegal de suelos por familias pobres e inmigrantes.
1960-70:	Crecimiento basado en el relleno de los intersticios dejados por la expansión a saltos de la ciudad	Ocupación urbana del suelo rural emplazado principalmente en el extrarradio oriental.
1970-80 :	Crecimiento de tipo lineal en la ocupación de los suelos aledaños a los corredores regionales.	Las ocupaciones urbanas continúan emplazándose en sectores sur y oriente. Conurbación de las localidades del extrarradio, Maipú, San Bernardo, Puente Alto y Quilicura.
1980-1990	Crecimiento disperso basado en el relleno de terrenos vacíos entre los grandes corredores viales.	Grandes extensiones de viviendas sociales al sur, poniente y norte de la ciudad. Se concretan la erradicación de familias pobres desde barrios de altos ingresos a nuevas poblaciones de vivienda social. Desregulación de los mercados de suelo y vivienda.
1990 -2000	Crecimiento disperso producto de proyectos inmobiliarios que promueven la vivienda suburbana.	Propagación de nuevos centros urbanos entorno a comunas tales como: La Florida y Maipú. Creación de centros de servicios y de empresas en sectores periféricos de la ciudad.

Fuente: Elaboración Equipo GEO Santiago.

2.3. USOS DEL SUELO URBANO.

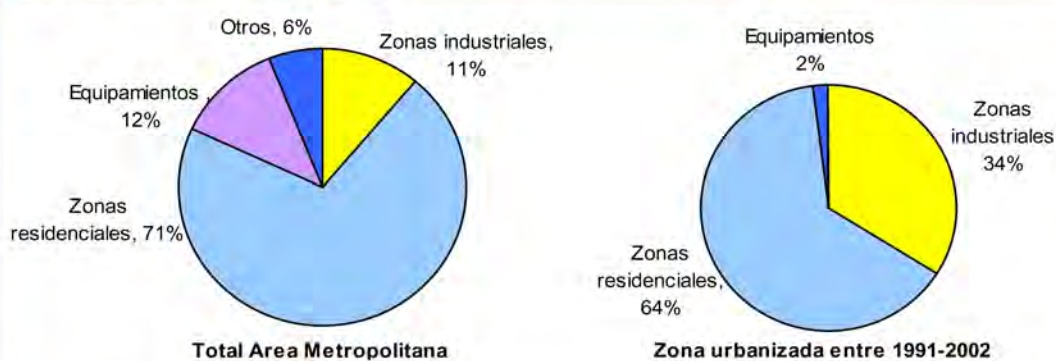
En Santiago la mayor parte de la superficie urbana está destinada a zonas residenciales, las cuales concentran, además de viviendas, una serie de actividades comerciales y de servicios de pequeña escala. Estas zonas que en el Plan Regulador Metropolitano ⁽¹²⁾ se designan como "zonas residenciales mixtas", ocupan 31.510 hás. del Área Metropolitana de Santiago.

Las actividades productivas industriales, de servicios y comerciales ocupan una superficie equivalente al 16% del Area Metropolitana de Santiago. Las más

importantes en número y aporte al PIB Regional son las actividades comerciales y de servicios, pero ellas en muchos casos se realizan en las mismas edificaciones y sectores en donde hay viviendas, de manera que resulta difícil su medición a escala metropolitana. Lo que se puede diferenciar y medir claramente son los grandes centros comerciales y las zonas institucionales y de oficinas del centro de la ciudad.

Las actividades industriales, en cambio, se encuentran muy bien delimitadas debido a la aplicación de normativas urbanas y ambientales que impiden su localización fuera de las zonas destinadas a industrias en los planes de ordenamiento territorial. También hay actividades que están en la frontera de los servicios y la industria, tal como todas aquellas vinculadas al cine y la publicidad, que involucran la creación de productos finales como filmes, cortos publicitarios y producción de "dibujos animados". Estas últimas se desarrollan mayoritariamente en zonas residenciales mixtas próximas al centro de la ciudad, pero no se ha estimado la superficie que ocupan.

Gráfico N° 2.8: Usos del suelo en el Area Metropolitana de Santiago y en las zonas urbanizadas entre 1991 y 2000.



Fuente: Elaboración Equipo GEO Santiago.

(12) Principal instrumento de planificación vigente en Santiago de Chile, fue elaborado por la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo en 1994, y ha sido sometido a modificaciones y actualizaciones en varias ocasiones.

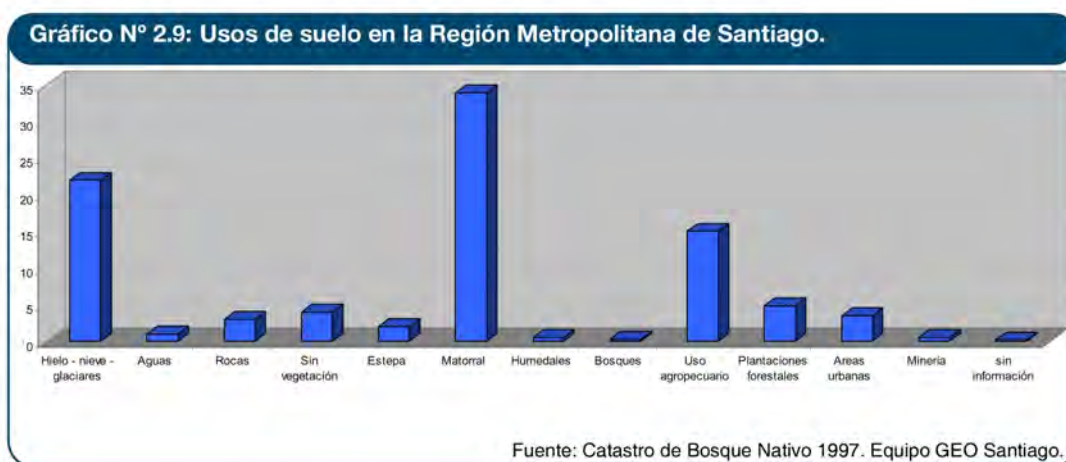
Tanto las industrias como los grandes equipamientos (centros comerciales, estadios, parques) de la última década se han construido en la periferia urbana, debido a la disponibilidad de predios con las dimensiones necesarias para estas actividades. Para estimar el impacto de tres tipologías de uso del suelo en la expansión de la "unidad urbana" metropolitana, se midió la superficie ocupada por cada uso del suelo en la franja que fue urbanizada entre 1991 y 2000 .

Esta medición permitió determinar que entre 1991 y 2000 la superficie ocupada por la ciudad se extendió en 10.336 hectáreas, completando con ello una superficie total de 61.439 hectáreas. En la zona urbanizada entre 1991-2000⁽¹³⁾ la tipología residencial mixta representa un 64,9% del total de la superficie. Las actividades industriales ocupan el 33,5% y los grandes equipamientos ocupan un 1,6% de esta franja. Estos últimos corresponden a grandes centros comerciales.

La distribución porcentual de los usos del suelo en la zona que se urbanizó en la última década del siglo XX es distinta a aquella que presenta el Área Metropolitana en su totalidad. En primer lugar las

zonas industriales ocupan el 33,5% de esta zona, lo que demuestra que se trata de una localización preferencial para este tipo de actividades. Una de las razones que explica esta situación es la existencia de restricciones para el emplazamiento de industrias debido a los impactos urbanos que generan, tales como ruidos, labores de carga y descarga, tránsito de camiones, entre otros, por lo tanto no pueden obtener permiso de edificación al interior de la zona delimitada por la circunvalación Américo Vespucio. Otra razón es la necesidad de contar con grandes superficies de terreno, no sólo para albergar las actuales instalaciones, sino también para probables futuras ampliaciones. Estos tamaños prediales sólo se encuentran en las afueras de la ciudad.

Las zonas residenciales construidas en ese período ocupan casi el 65% de la superficie total y están mayoritariamente localizados en el suroriente, sur y poniente de la ciudad. En la zona norte, en cambio, se emplazan las actividades industriales y dos grandes centros de equipamiento orientados a la industria, en los cuales se concentran bancos, financieras, oficinas de servicios, centros de distribución de carga, entre otros.



(13) La metodología es la siguiente: en primer lugar se delimitó la "unidad urbana" consistente en el continuo construido de la ciudad; utilizando imágenes satelitales LANDSAT TM 1991 y 2000, y Ortofoto corregida color PSAD56, escala 1:105.000. Conocidos los límites del A.M.S. para los años 1991 y 2000, se determinó la franja de crecimiento urbano, restando la unidad urbana del año 2000 con la del 1991, obteniendo un nuevo mapa que contiene la superficie de urbanizada entre esos años. Posteriormente se llevó a cabo el reconocimiento de los usos de suelo al interior de la franja de crecimiento urbano, según la definición de tres tipologías: residencial, industrial y equipamiento.

2.4. USOS DEL SUELO EN CUENCA

La Cuenca de Santiago acoge una gran diversidad de actividades económicas, lo que se traduce en una intensa explotación de sus recursos naturales, y una antigua y persistente modificación del paisaje. La expansión metropolitana afecta tanto a estas actividades, con las cuales compite por el suelo, como con los espacios naturales remanentes.

El entorno del Área Metropolitana de Santiago se caracteriza por una intensa ocupación agrícola, industrial, turística y residencial. Sólo aquellas zonas de la Cordillera de Los Andes que ofrecen demasiadas dificultades se encuentran deshabitadas. No obstante, incluso allí, a 4.000 metros de altura sobre el nivel del mar, se encuentra la mina La Disputada de las Condes, que realiza sus faenas en condiciones de extrema rigurosidad ambiental, y sobre los 1.600 metros de altura se localizan varios centros de deportes invernales.

Cerca del 30% de la superficie de la Cuenca de Santiago está inhabilitada para el desarrollo de actividades económicas, porque incluye estepas altoandinas, glaciares, hielo y nieves permanentes, cuerpos de agua y afloramientos rocosos, y cuya extensión territorial alcanza a cerca de 482.000 hectáreas⁽¹⁴⁾.

Bajo la línea de las nieves, en la precordillera y en los cordones de cerros que abundan en la Región, se extienden grandes superficies de matorral escleró

filo, las cuales ocupan un 35% de la superficie regional, del cual un gran porcentaje es ocupado por ganadería de pequeños terratenientes y por explotaciones forestales de menor escala.

La superficie urbana dentro de la región corresponde a un 4,6% con 71.000 hectáreas, de éstas el Área Metropolitana de Santiago ocupa 61.439 (85% de la superficie urbanizada regional). Una actividad predominante dentro de la cuenca es la agricultura, la que representa cerca del 16% de la superficie total. La agricultura, debido a su proximidad a las áreas urbanas, ha sido la más afectada por la expansión de las ciudades, entre 1997-2000 la superficie agrícola regional se redujo en casi 7.100 hectáreas producto de la urbanización.

Las superficies silvoagropecuarias se distribuyen en praderas naturales (53%), frutales y viñas (14,3%), empastadas (9%), cultivos anuales (8%) y forestales (6,3%).

La agricultura regional ha experimentado importantes cambios en las dos últimas décadas, disminuyendo los cultivos anuales (cereales) y aumentando los frutales y hortalizas de exportación, los cuales constituyen una de las actividades económicas de mayor dinamismo y rentabilidad en las zonas rurales que rodean Santiago. La tecnificación e incorporación de estilos de administración empresarial, en el marco de una fuerte competitividad global, ha llevado a una profunda transformación del paisaje y de las formas de vida rurales, que muestran una integración cada vez mayor con las zonas urbanas. Esta cercanía hace cada vez más frecuentes los conflictos entre demandas urbanas - como la localización de aeropuertos, plantas de energía, plantas de disposición de residuos sólidos -, y las zonas agrícolas que resultan afectadas por estas demandas.

2.5. DINAMICA DEMOGRAFICA.

La interacción entre las dinámicas del proceso de urbanización -la demográfica, la económica y de ocupación territorial- es compleja, con efectos en todos los niveles de la estructura social, definiendo así sus características y determinando parte del sentido y de las consecuencias de la relación de lo urbano con el medio ambiente (PNUMA 2002)

La dinámica demográfica de Santiago debe entenderse en el contexto nacional, ya que representa casi el 40% de la población del país. La población de Chile es de 15.050.341 (INE 2002) habitantes, de los cuales el 87% vive en zonas urbanas, mientras que sólo el 13% restante reside en zonas rurales. En el período 1992-2002 la población chilena creció a un ritmo promedio anual de 1,2% (INE 2002).

Chile se encuentra entre los cuatro países con menores tasas de crecimiento en América Latina, después de Cuba y Uruguay y seguido por Argentina que tiene una tasa muy similar. Asociado al descenso de la velocidad de crecimiento poblacional, en el país se registra un proceso de transición demográfica, marcado por el cambio en la estructura etárea de la población. Hace cien años el 6% de la población tenía más de 60 años, pero hoy día más del 10% de la población total supera esa edad (INE 2002).

Actualmente hay 36 adultos mayores por cada 100 menores de 15 - el doble de los que había en 1950 - y al año 2020 se espera que haya 70 adultos mayores por cada 100 menores de 15 años. La edad media en Chile es de 31 años, pero la tendencia al envejecimiento se reflejará en que el año 2025 la edad media será de 36 años, y seguirá aumentando a este ritmo (INE 2002).

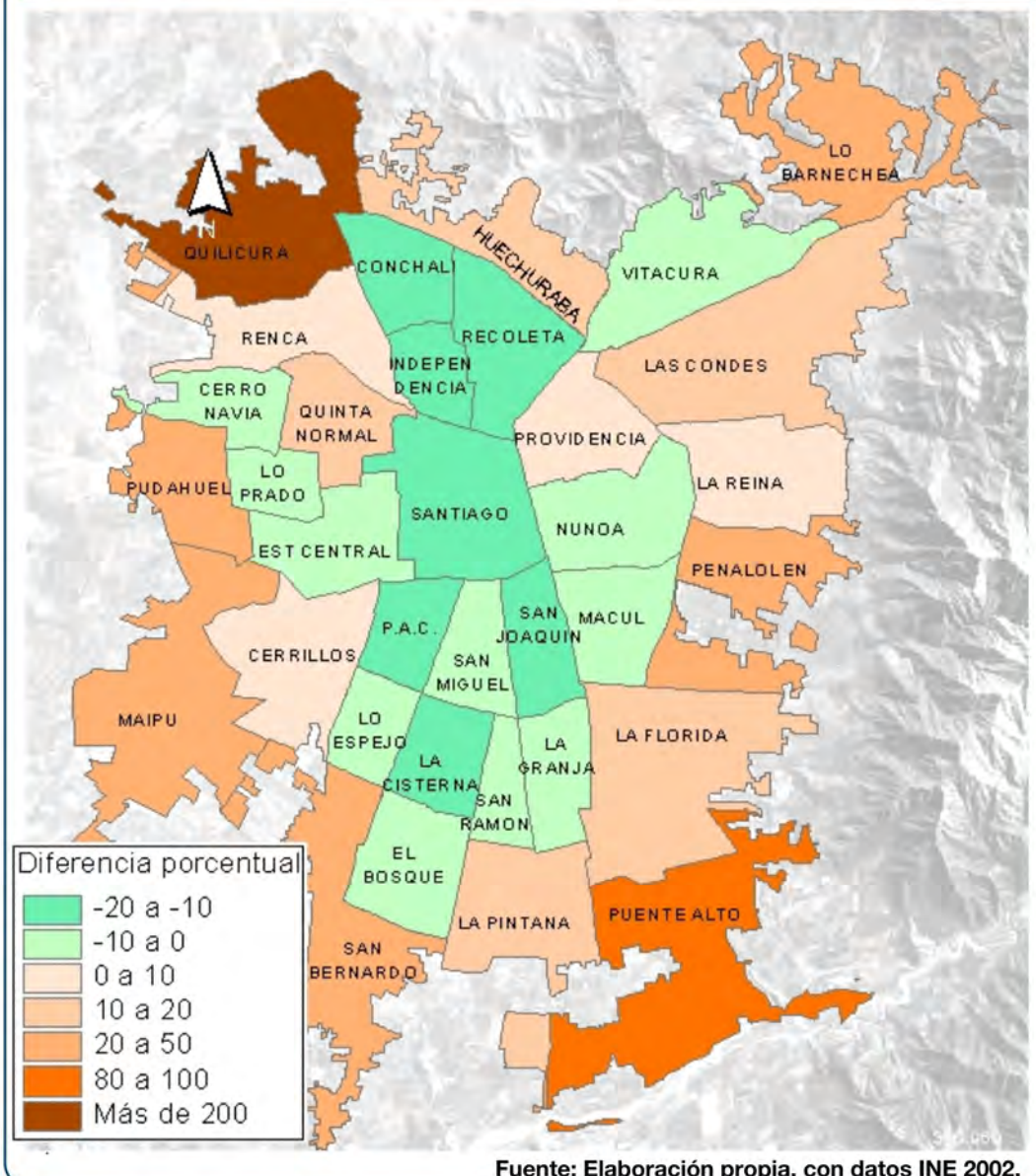
En el Área Metropolitana de Santiago viven 5,4 millones de personas, lo que representa la mayor concentración urbana de Chile. Sin embargo, la tasa de crecimiento poblacional es similar al promedio nacional, lo cual indica que ya no se registra la intensa migración de población desde otras regiones del país, como sucedía hasta fines de los setentas. En la tabla 2.1 se puede apreciar la disminución del incremento intercensal que tuvo su valor máximo en el período 1970-1982 con un 45,8%, pero disminuyó radicalmente desde entonces, hasta el 13,5% de la última década.

Las cifras censales han permitido constatar que hay un intenso proceso de relocalización de población al interior del Área Metropolitana. Mientras las comunas centrales muestran una tasa negativa de crecimiento poblacional, en las comunas periféricas esta tasa es positiva. Once comunas vieron disminuida su población entre 1992 y 2002, todas ellas pertenecientes a zonas antiguas de la ciudad. Asimismo, algunas comunas situadas en los alrededores de Santiago muestran las más altas tasas de crecimiento del país, lo que responde a la radicación de familias en conjuntos de viviendas suburbanos.

Tabla 2.1: Población y tasas de crecimiento del país y de Santiago, 1960-2002

	1960	1970	1982	1992	2002
Población del Chile	7.374.115	8.884.768	11.329.736	13.348.401	15.116.435
Población del Área Metropolitana	1.908.504	2.677.555	3.903.560	4.753.175	5.392.804
Población AMS/ población país	25,9%	30,1%	34,5%	35,6%	35,7%
Variación intercensal del país	24,3%	20,5%	27,5%	17,8%	13,2%
Variación intercensal AMS		40,3%	45,8%	21,8%	13,5%

Figura 2.10: Plano diferencia intercensal 1992 -2002, Área Metropolitana de Santiago.



Así como la población se distribuye heterogéneamente dentro de la ciudad, concentrando en las comunas periféricas el crecimiento poblacional, las actividades comerciales, industriales y de servicios muestran marcadas preferencias de localización.

Las actividades industriales evidencian una importante concentración en la zona más central del Área Metropolitana, a partir de la cual se extienden a lo largo de los principales ejes de transporte, hasta llegar a las nuevas zonas industriales de la periferia. La permanencia y consolidación de zonas industriales céntricas, asociadas a actividades comerciales, se relaciona con la predominancia de las ramas de producción orientadas al mercado interno, tales como vestuario, textil, zapatos, imprentas y artículos domésticos.

En cambio, en la periferia predominan las industrias de grandes dimensiones, con una mayor variedad de rubros y caracterizados por la nueva arquitectura industrial. Estas nuevas zonas se han consolidado en los últimos diez años, y probablemente continuarán su expansión al ritmo del crecimiento económico regional, dada la disponibilidad de suelo y la aparición paulatina de centros de servicios asociados a la industria, que han mejorado notablemente las condiciones de localización en este sector de la ciudad.

Las actividades comerciales y de servicios, se encuentran principalmente en las comunas centrales de la ciudad, y en este sentido se ajustan a las tendencias de localización que se describen en la literatura económica. Desde principios de los noventa se ha registrado la aparición de concentraciones

comerciales puntuales en zonas periféricas, lo cual modifica la tendencia tradicional, generando "subcentros" separados del centro histórico. Los más importantes se encuentran en La Florida, Maipú y Las Condes.

Los establecimientos de salud y educación también evidencian una fuerte concentración en comunas céntricas: un 50% de ellos se distribuye en 5 comunas, mientras que el 50% restante está disperso en las otras 30 comunas del Área Metropolitana. Destacan por la dotación de estos servicios las comunas de Santiago, Providencia, Las Condes, Ñuñoa y San Miguel. En Providencia y Las Condes se encuentra el 90% de las Clínicas y Centros de Salud privados, ya que allí predomina la población de altos ingresos. Por eso también concentran la educación primaria y secundaria privada. No así la educación superior que se encuentra mayoritariamente en la comuna de Santiago.

Esta distribución de las actividades comerciales, de salud, educacionales, industriales y de servicios, es muy desfavorable al objetivo de minimizar los desplazamientos en transporte motorizado, puesto que las comunas con mayor dotación de estas actividades son aquellas que tienen relativamente escasa población o incluso han experimentado un decrecimiento poblacional. La especialización de comunas residenciales y comunas productivas, y la distancia cada vez mayor entre las zonas residenciales y las fuentes de empleo ocasionan un intenso tránsito vehicular cotidiano, que se refleja en las elevadas tasas de emisión de las fuentes móviles. Esta última es la principal causa de la contaminación atmosférica en Santiago.

2.6. ACTIVIDADES ECONOMICAS

Todos los bienes que consume la sociedad se originan a partir de la naturaleza, razón por la cual es inevitable la presión que se ejerce a través de la actividad económica en el medio ambiente. No obstante, el modelo de producción actualmente vigente se caracteriza por el desperdicio de recursos naturales, la degradación ambiental y por poner en riesgo el conjunto de ecosistemas, comprometiendo la biodiversidad.

Desde 1985 y hasta 1998, Chile experimentó uno de los períodos de mayor bonanza económica de su historia, con una tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto del 7,4% anual. En este período se incrementaron los ingresos de todos los grupos sociales, - aunque se ha mantenido la inequidad en la distribución del ingreso - disminuyó notablemente el porcentaje de población pobre, casi se duplicó el ritmo de construcción de viviendas, se iniciaron grandes obras de infraestructura, se expandieron las principales ciudades, aumentó la tasa de motorización y se multiplicaron las exportaciones de productos con diversos grados de elaboración.

Una de las ciudades favorecidas con el crecimiento de la década fue Santiago, ya que concentra gran parte de los servicios, el comercio y la industria manufacturera chilena. En efecto, en el período la Región Metropolitana creció a un ritmo superior al resto del país, alcanzando una tasa de 8,1% anual entre 1990-1996, asimismo incrementó su contribución al PIB nacional, pasando de un 44,84% en 1990 a generar el 47,45% en 1997.

La industria regional opera con materias primas de todo Chile, aunque principalmente de la zona central. Los impactos ecológicos de esta actividad no han sido evaluados, por lo tanto se desconoce si el agotamiento o deterioro de algún recurso esté asociado a esta demanda industrial. En relación con las fuentes de energía, durante los noventa se disminuyó drásticamente el consumo de leña, reemplazándolo por gas natural, con lo cual disminuyó el impacto de la industria sobre la

contaminación atmosférica. También se reguló la descarga de residuos industriales líquidos (RILES) al alcantarillado, asegurando el tratamiento de estas sustancias antes de su disposición en los cursos de agua. Queda pendiente el control y manejo de los residuos sólidos industriales (RSI), ya que sólo el 20% de ellos se deposita en los vertederos especializados para este fin.

El aumento del poder adquisitivo de la población se tradujo en un aumento de la demanda interna de bienes y servicios, lo cual fue un positivo refuerzo para la industria, que pudo desarrollar nuevas capacidades luego de la reestructuración de los ochenta. Las industrias que muestran mayor crecimiento en este período pertenecen a los rubros alimentos, químicas, cosméticos, plásticos, productos metálicos, imprentas y editoriales, en tanto que las industrias que han perdido importancia pertenecen al rubro textil y vestuario. No obstante la mayoritaria orientación hacia el consumo interno, los principales productos de exportación de la Región corresponden a manufacturas, lo cual ha contribuido a la modernización en el sector.

Las estadísticas económicas confirman la tendencia de consolidación de Santiago como una "metrópoli de servicios". La actual fase de desarrollo económico, apoyada en la globalización, la predominancia de las actividades de intercambio comercial y de las exportaciones se ha visto favorecida por importantes inversiones públicas y privadas en infraestructura, orientadas a fortalecer la capacidad instalada y facilitar la vinculación con el mercado externo.

Del heterogéneo conjunto de actividades agrupadas bajo la denominación de servicios, aquellas con mayor participación en el PIB de la Región durante el período 1986-1996 son el Comercio (27,16%), los Servicios Financieros (26,53%) y los Servicios Personales (10,04%)⁽¹⁹⁾. El grupo Comercio (que incluye Restaurantes y Hoteles) y los Servicios Financieros exhibieron un crecimiento bastante notable en el período 1985-1996, con una variación porcentual de 183,6% y 148,6% respectivamente. Si bien estas actividades no consumen recursos naturales y están fundadas en el intercambio, su localización relativa dentro del área urbana determina la magnitud y volumen de viajes de los usuarios y trabajadores, y en este sentido, se tiene un impacto sobre la contaminación atmosférica en una ciudad en donde predomina el transporte motorizado.

(18) PNUMA y Parcería 21, 2003: "Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades; Manual de Aplicación V.1".

(19) SERPLAC Región Metropolitana "Desarrollo Económico y Fomento Productivo: Diagnóstico Estratégico", página 6

Asociado al dinamismo económico regional los transportes y comunicaciones han crecido sostenidamente, con una variación positiva del 194% entre 1985 y 1996 (no hay datos sectoriales más recientes). Paralelamente el parque vehicular aumentó en un 65,6%. Los claros beneficios económicos del transporte se contraponen con sus externalidades negativas: ruidos y emisiones contaminantes.

Los sectores de construcción e inmobiliario tuvieron un crecimiento inédito entre los primeros años de la década de los noventa. En efecto, la superficie en construcción pasó de 3,0 millones de metros cuadrados el año 1990 a 4,9 millones de metros cuadrados el año 1998. Sin embargo, a contar de 1997 se generó una sobreoferta de viviendas y oficinas que redundó en una disminución del ritmo de ventas y del crecimiento del sector - lo cual fue agravado posteriormente por la disminución general del ritmo de crecimiento del país.

El crecimiento en extensión mediante la transformación de suelos agrícolas en urbanos ha sido la tónica de la actividad inmobiliaria en los últimos años. Entre 1990 y 2000 el área urbana de Santiago ha ocupado 15.000 nuevas hectáreas, lo que implica una urbanización promedio de 1.500 hectáreas anuales. Esta forma de crecimiento urbano no está

desvinculada de la transformación económica experimentada por la Región y el país. Las políticas de desregulación asociadas a las altas tasas de crecimiento económico y al incremento de los ingresos de la población, generaron una demanda de suelo urbano inédita en la historia de Santiago, que sustentó un activo mercado inmobiliario. Tanto es así que la mayoría de los grupos económicos exitosos del período incluyeron los negocios inmobiliarios como parte de sus actividades, poniendo en evidencia la renovada importancia que le asignaron a este mercado⁽²⁰⁾.

La construcción ejerce una considerable presión sobre el medio ambiente tanto por el consumo de materias primas, uso del territorio, y producción de desechos. Numerosos proyectos inmobiliarios han sido planteados en zonas de protección agrícola y en reservas naturales, a la espera de que las autoridades correspondientes modifiquen las normativas que restringen la ocupación urbana de esas zonas. También se relaciona en forma directa con la explotación de áridos. La demanda de áridos por parte de la construcción para el año 1998 se calculó en 7.400.000 m³/año, de las cuales más de la mitad corresponde a la elaboración de hormigón. Estos áridos provienen de dos fuentes: a) la extracción de los bancos de los ríos, y b) la producción de pozos secos en los antiguos depósitos fluviales.

(20) De Mattos, 1999

2.7. INFRAESTRUCTURA

La urbanización requiere de ciertas infraestructuras para estructurar el sistema complejo que es la ciudad, por otro lado esta misma infraestructura debe permitir la operación de este sistema, articulando las funciones que permitan justamente avanzar en el camino del desarrollo urbano. En este sentido la urbanización no solo demanda espacio y recursos naturales sino que además incentiva nuevos patrones de conducta y de consumo. Es así como uno de estos fenómenos es la demanda creciente por movilidad aspecto que se relaciona directamente con la infraestructura vial.

Se crea de este modo un "círculo vicioso" entre urbanización, infraestructura vial y movilidad; en particular cuando esto se traduce en la dispersión de la ciudad por el territorio -la ciudad difusa- dependiente de la ciudad central, de la vialidad y por lo tanto del transporte. No existiendo un transporte público eficiente el automóvil se constituye en el medio de transporte por excelencia, incentivado, además, por los nuevos patrones de consumo. Lamentablemente este complejo automóvil-carreteras-ciudad dispersa- revierte en un aumento de las presiones sobre el medio ambiente; junto con esto, además, se constata que esta presión se extiende por el territorio hasta zonas que hasta hace poco tiempo eran las reservas naturales para la ciudad.

Por otro lado la urbanización requiere crecientes aportes de energía y de agua vitales para el funcionamiento de la ciudad. Acorde con esto, lo urbano induce una constante explotación de estos recursos para satisfacer las demandas propias del habitante como las de la actividad productiva. Sin embargo la presión sobre el medio ambiente no solo se verifica por la demanda de energía y agua, sino que también por los ingentes desechos de todo tipo que produce y que vierte al medio ambiente.

2.7.1. Infraestructura vial y transporte

El incremento simultáneo del parque automotor, de los viajes motorizados y de los kilómetros de

carreteras son consecuencia del crecimiento económico, del crecimiento poblacional y de la expansión de la ciudad. Todos estos crecimientos tienen su contraparte en un aumento de la presión sobre el medio ambiente. Si tradicionalmente la vialidad va detrás de las demandas por movilidad, generándose de este modo dificultades del sistema por congestión, es también reconocido que un aumento de la vialidad repercute poco en la congestión y, en cambio, promueve más viajes, y por lo tanto nuevas demandas por transporte.

Los requerimientos de transporte de los habitantes de la ciudad de Santiago han sido un tema complejo desde el punto de vista de las demandas locales, fundamentalmente por dos razones, la primera se relaciona con la dificultad de generar planes que permitan disminuir el número total de viajes y la segunda de incentivar el uso del transporte público, a través del mejoramiento de éste. Uno de los fenómenos más marcados corresponde al aumento del número de vehículos particulares, los cuales alcanzan un parque de 555.330 vehículos al año 2000.

La red vial correspondiente a toda la región metropolitana contempla 2.808 Km., de los cuales 2.286 Km. administra la Dirección de Vialidad y el resto está bajo el régimen de concesiones, y por lo tanto bajo administración privada. Del total regional se puede mencionar que un 45% de la red se encuentra pavimentada y el 55% está en tierra o ripio. Una de las prioridades ambientales de los noventa fue la pavimentación de las calles urbanas, para disminuir la emisión de partículas producto de la circulación vehicular en calles no pavimentadas. Pero esta misma acción implica una mayor impermeabilización de los suelos, con los consiguientes efectos - no evaluados aún - sobre la infiltración de aguas hacia las napas subterráneas.

En cuanto a la movilización de los santiaguinos un 42,1% de personas se moviliza en bus, mientras un 38,1% lo hace en automóvil. Esto significa un cambio importante respecto de los hábitos en la pasada década, pues, respecto al año 1991, los viajes en bus disminuyeron en un 30% y aumentaron los realizados en vehículos particulares en un 106% (SECTRA, 2002).

Por otra parte, en el año 2001 la tasa promedio de motorización es de 0,56 autos por hogar, mientras

que en 1991 esta tasa llegaba al 0,36. Las comunas con mayor tasa de motorización son Lo Barnechea y Vitacura (1,65 y 1,56 autos/hogar), en contraste con las comunas de La Pintana y la Granja, que presentan las menores tasas (0,28 y 0,25 autos/hogar). De acuerdo al actual estudio, se realizan 6,65 viajes motorizados, en promedio, por hogar.

Todas estas cifras señalan que en los últimos años ha aumentado notoriamente la movilidad de las personas: de hecho, las actuales cifras indican que en un día laboral se realizan 10.147.247 viajes motorizados, mientras que el año 1991 se efectuaban 5.996.118, lo que arroja un aumento de un 69,2%. De éstos viajes, el 13,5% se realiza en la hora punta de la mañana (7:30 a 8:30 horas), principalmente en automóvil y en bus.

El uso de los distintos medios de transporte motorizados está fuertemente relacionado con el nivel socioeconómico de los viajeros: los viajes de quienes pertenecen a hogares con un ingreso mensual menor a US\$ 615, corresponden mayoritariamente a buses (53,2%). En contraste, las personas que pertenecen a hogares cuyo ingreso mensual es superior a US\$2.180, utilizan de preferencia el automóvil (76,4%), y sólo un 8,5% de sus viajes son realizados en bus.

Respecto de los viajes que se realizan diariamente, un 55,8% (9.187.978) se realizan con propósitos de compras, trámites, visitas, salud y llevar niños al colegio; un 26,2% (4.319.732) de los viajes se hacen por razones de trabajo y un 18,0% (2.973.333) son por motivos de estudio. Prueba de lo anterior es que, entre 1977 y 1991, la tasa de generación de viajes aumentó desde 1,14 a 2,12 viajes por persona al día, y que la participación del automóvil en los viajes totales creció, en ese período, de 11% a 23% (SECTRA,2002) .

2.7.2. Infraestructura Sanitaria

A medida que crece la población y se expande la ciudad, también se amplía la demanda por agua, de manera que las ciudades que no cuentan con suficientes reservas cercanas se ven obligadas a transportar este recurso desde regiones cada vez más distantes, lo que aumenta sus costos de captación, tratamiento y distribución. La oferta constante del agua y el saneamiento ambiental son factores decisivos para la protección del medio ambiente, contribuyendo a mejorar la salud de la población y mitigar la pobreza en los centros urbanos

(PNUMA, Parcería 21, 2003)· La historia de los servicios que proveen el agua potable y recolectan y disponen las aguas servidas, nace con la creación de la ciudad de Santiago. El Alarife Pedro de Gamboa junto con trazar las calles de la ciudad tuvo la misión además, de llevar a cabo la construcción de canales de riego y acequias de desagüe, razón por la cual muchos lo catalogan como el primer Ingeniero Sanitario conocido en nuestro país. "En 1578, Santiago comenzó a recibir agua cristalina proveniente de manantiales y vertientes existentes en el sector alto de la ciudad (Tobalaba), lo que tuvo un mejoramiento importante cuando en el año 1763 se construyeron obras para traer aguas de la llamada Quebrada de Rabón (hoy de Ramón) hasta la Plaza Baquedano. Sin embargo, la mayor parte de los habitantes de Santiago consumió principalmente aguas provenientes del Río Mapocho, durante el período de La Colonia y transcurrido medio siglo de la República" (SISS,2002) .

La ciudad de Santiago cuenta con una red de agua potable y alcantarillado que cubre casi toda el área urbana, con una cobertura superior al 99% para el agua potable y superior al 97% para el alcantarillado de aguas servidas. Se trata de un sistema operado por empresas privadas mediante la modalidad de concesión de territorio. Esto significa que la empresa es propietaria de las instalaciones, redes y fuentes de agua pero sólo puede prestar el servicio en un territorio que le ha sido asignado por la institución responsable, por un tiempo determinado, a través de un procedimiento de concurso.

La longitud de la red de agua potable es de 10.199 Km., y de la red de alcantarillado de 8.465 Km., las cuales permiten las altas coberturas ya mencionadas. La gran ventaja natural de la ciudad de Santiago, es que cuenta con reservas de agua de buena calidad en la Cordillera de Los Andes, en donde se han construido embalses que permiten almacenar los excedentes de años lluviosos, como reservas para los años de sequía. Con este sistema se pudo evitar el racionamiento de agua en el último período seco que se extendió por 5 años con escasas precipitaciones. También hay abundantes reservas subterráneas, la que se explotan sólo en una 30% para agua potable, porque hasta ahora se ha podido satisfacer la demanda con las aguas superficiales cordilleranas. La Empresa Aguas Andinas dispone de 150 pozos subterráneos con una capacidad instalada de 3,5 m³/seg en el Gran Santiago y de 1,5 m³/seg en las localidades periféricas.

Las principales fuentes de captación de agua son el Río Maipo, con 20,5 m³/seg, Embalse El Yeso con 250 millones de m³, Laguna Negra con 600 millones de m³ y Laguna Lo Encañado con 50 millones de m³.

De acuerdo con los antecedentes de las empresas sanitarias, la producción de agua potable en el año 2002 superó los 550 millones de m³, con un consumo per cápita promedio de 84 m³, lo que implica un promedio por domicilio atendido de alrededor de 320 m³, sin embargo hay clientes que superan los 1500 m³. En términos comparativos, dentro de Chile, el consumo de agua potable es mayor en Santiago, ya que las otras grandes ciudades, tales como Concepción y Valparaíso, presentan niveles de consumo del orden de los 45 y 60 m³ por habitante.

La superficie del Área Metropolitana está cubierta en un 95% por las empresas del Grupo Aguas, mientras que el 5% restante se distribuye en empresas menores.

El consumo de agua potable en Santiago, ha tenido incrementos importantes. Mientras en el año 1960 se

estima que el consumo anual para la ciudad era de aproximadamente 224,8 millones de m³, hacia el año 1982, el consumo se ha duplicado alcanzando cifras por sobre 380 millones de m³ anuales. En el año 2002 las cifras de consumo ya alcanzan 550 millones de m³ anuales.

El agua de la Cuenca también está sujeta a demandas de usos no potables, principalmente la producción de energía, minería y agricultura. En la cuenca del Maipo, el consumo para hidroelectricidad un caudal medio anual de 114,25 m³/s, en el caso de la planta termoeléctrica su consumo de agua llega a los 162 lts/seg. Para el año 2007 se estima la puesta en servicio de la central Chacritas con caudal medio anual de 20 m³/s.

Las demandas de agua para uso minero llegan a 333 lts/seg como caudal medio anual, concentrada fundamentalmente en la planta San Francisco de mina Disputada de Las Condes. El consumo de agua de tipo industrial para el año 1997 alcanzó a 8.959 lts/seg, mientras que en el año 2002 se acerca a los 21.000 l/s, es decir se más que duplica en cinco años.



2.7.3. Residuos Sólidos

Una de las manifestaciones del fenómeno urbano es la producción de desechos, que incluyen las basuras domésticas, los desechos industriales, de la construcción, y de un sin número de actividades tales como las resultantes del mantenimiento de parques y áreas verdes. Producto del aumento de los niveles de vida de la población, del cambio en los patrones de consumo y de una cultura que privilegia lo desechable por sobre lo retornable, los niveles de producción de residuos sólidos por persona han aumentado en las últimas dos décadas.

La generación de residuos sólidos domiciliarios, varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población. El creciente desarrollo de la economía chilena ha traído consigo un considerable aumento en la generación de estos residuos. En la década de los 60, alcanzaba los 0,2 a 0,5 kg/habitante/día; hoy en día se sitúa entre los 0,8 y 1,4 kg/habitante/día.

En Santiago se generan anualmente alrededor de 7 millones de toneladas de residuos, de los cuales un 50% corresponde a residuos domiciliarios (SESMA, 2002). El sistema de recolección y transporte es bastante eficiente, con frecuencia mínima de retiro de dos veces por semana, aunque en algunas comunas se retira diariamente. Cada Municipalidad contrata el servicio a una empresa especializada, de las cuales hay diez en operaciones, pero son tres de ellas las que atienden el 75% de la superficie metropolitana.

La disposición final se realiza en rellenos sanitarios autorizados, los cuales se adjudican mediante licitación la operación de este servicio. Cada Municipio contrata a alguno de estos vertederos según su cercanía geográfica y el costo por tonelada de residuos depositada. Actualmente, existen tres rellenos en operación: Loma Los Colorados, Santa Marta y Santiago Poniente. También se encuentran en funcionamiento desde el año 2000, dos estaciones de transferencia, Puerta Sur en San Bernardo y KDM en Quilicura.

Las características principales de los rellenos sanitarios son las siguientes:

- **Loma Los Colorados:** Relleno sanitario administrado por KDM S.A., opera desde junio de 1996 y tiene una vida útil de alrededor de 50 años. Ocupa 600 hectáreas, de las cuales 210 corresponden a la zona de disposición final de los residuos. Actualmente, está diseñado para recibir alrededor de 150 mil toneladas de residuos al mes.

- **Santa Marta:** Comenzó a operar en abril de 2002, con numerosas deficiencias, lo que ha generado una intensa oposición de parte de la población que se ha sentido afectada y grupos ecologistas. Los terrenos circundantes han recibido escapes de líquidos provenientes de las lagunas de decantación, se ha contaminado cursos de agua y no contó desde el principio con la capacidad de procesamiento comprometida. Por estas razones enfrenta varios "sumarios sanitarios" realizados por el Servicio de Salud del Ambiente y demandas de particulares y de la Municipalidad de Talagante en los Tribunales de Justicia. Está diseñado para recibir mensualmente un máximo de 60 mil toneladas de residuos -o asimilados-. El proyecto comprende un total de 296 hectáreas y su operación está proyectada a 20 años plazo.

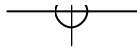
- **Santiago Poniente:** Es de menores dimensiones y capacidad que los anteriores. Comenzó a operar a principios de octubre del 2002. Cuenta con una superficie impermeabilizada de alrededor de 35 hectáreas, correspondientes a la zona de depósitos de residuos, en una superficie total de 57,3 hectáreas. Esta diseñado para recibir 40 mil toneladas mensuales de residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios.

Las Estaciones de Transferencia son instalaciones donde se recibe y transfiere residuos sólidos domiciliarios a grandes contenedores sellados, los que son llevados hasta el relleno sanitario, reduciendo los costos de transporte y el impacto visual provocado por el aumento en el tráfico de camiones. Estas estaciones pueden incluir áreas de recuperación de materiales, mediante la separación manual o mecánica. La Región Metropolitana cuenta con dos de estas instalaciones, la Estación de Transferencia KDM, ubicada en Quilicura y la Estación de Transferencia Puerta Sur, de San Bernardo.

2.8 Bibliografía

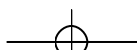
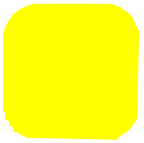
- Brieva, Amador y Bastias, Lionel; (1980): "Ordenanza General de Construcciones y Urbanización". Tercera edición. Editorial Jurídica de Chile.
- Carvacho, Alberto; (1995): "Plan Regulador Metropolitano de Santiago, SEREMI, 1994". Revista Ciudad y Arquitectura CA, N° 81, Santiago de Chile.
- de Mattos, Carlos; (1999): "Santiago de Chile, globalización y expansión metropolitana: lo que existía sigue existiendo", EURE XXV N- 76, pp. 29-56, Santiago de Chile.
- De Ramón, Armando; (2000): "Santiago de Chile" Editorial Sudamericana, Santiago de Chile, pág.287.
- Gajardo, Santiago; (2000): "Desarrollo Económico y Fomento Productivo" en Estrategia de Desarrollo Santiago Región 2000-2005, SERPLAC Metropolitana, Santiago.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS; (2002): "Censo 2002", en:
http://www.censo2002.cl/menu_superior/cuantos_somos/documentos.htm
- (2000): "Chile y Los Adultos Mayores en la Sociedad del 2000" Enfoques Estadísticos N° 4, en:
http://www.censo2002.cl/menu_superior/cuantos_somos/download/enf_adultos.pdf
- (1998): "Panorama Regional", Departamento Estadísticas Territoriales, Santiago de Chile.
- (1982): "Censos de Población y Vivienda 1982".
- (1992): "Censos de Población y Vivienda 1992".
- León, René; (1975): "Historia de Santiago: 1914-1976" Santiago de Chile.
- MIDEPLAN; (1999): "Evolución Poblacional e Incidencia en Programas y Políticas Públicas" División de Planificación Estudios e Inversión, Santiago de Chile.
- Miranda, Cecilia; (1997): "Expansión Urbana Intercensal del Gran Santiago 1875-1992" Estadística y Economía N-15, INE, pp.77-104, Santiago de Chile.
- Ponce de León, Miguel; (1995): "Plan Regulador Intercomunal de Santiago MOPT, 1960", Revista Ciudad y Arquitectura CA, N° 81, Santiago de Chile.
- Ponce, Raúl y Franz Kroeger; (1996): "Disponibilidad y consumo anual de suelo en el Gran Santiago", Informe de trabajo, Dirección de Proyectos de Investigación, Facultad de Arquitectura y Bellas Artes, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Reyes, Sonia; (2001): "Transformación productiva de la Región Metropolitana 1990-2000" Informe Final, Estudio realizado para la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO-RM.
- RIFFO, LUIS; (2001): "Dinámica Expansiva de la Región Metropolitana, 1984-1998" Borrador, Santiago de Chile.





3

ESTADO



La información sobre el estado del medio ambiente responde a la pregunta, ¿qué está sucediendo con el medio ambiente? Para responderla se han seleccionado indicadores que permiten explicar con claridad la situación actual y son fáciles de obtener y actualizar, ya que son publicados regularmente por instituciones públicas o privadas.

3.1 CALIDAD DEL AIRE

La contaminación atmosférica constituye uno de los más graves problemas ambientales de la ciudad de Santiago y aunque se han realizado grandes esfuerzos para mejorar la calidad del aire, la forma de crecimiento de la ciudad, la concentración de actividades y el incremento de las tasas de motorización impiden lograr avances significativos. Si bien las características geográficas y climáticas de Santiago dificultan la dispersión de los contaminantes, las actividades urbanas son responsables de la contaminación. La gravedad del problema se debe a la escasa adaptación de los santiaguinos a las condiciones propias de su ciudad.

Entre los principales contaminantes de Santiago se encuentran: partículas de polvo en suspensión (PTS); material particulado respirable -partículas con un diámetro menor a 10 micrones (PM10); Material particulado inhalable -partículas con un diámetro menor a 2,5 micrones (PM2,5); Monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), el ozono (O₃) y los compuestos orgánicos volátiles (COV).

3.1.1 Condiciones Atmosféricas Locales

El Área Metropolitana de Santiago está localizada entre la Cordillera de Los Andes y la Cordillera de la Costa, por lo cual en la región predominan los relieves montañosos. Los altos cerros (sobre los 2000 de altura) que rodean a la ciudad constituyen una fuerte restricción para la circulación de los vientos y dificultan la renovación del aire al interior de la cuenca. Las condiciones climáticas tam-

poco son favorables para la dispersión de los conta-

minantes atmosféricos. El clima de la zona central de Chile es estable, cálido y soleado en verano, mientras que en invierno se torna frío y despejado, con irrupciones de lluvias de intensidad variable.

Santiago presenta un fenómeno particular, denominado "inversión térmica"⁽¹⁾, que consiste en la constitución de una capa de aire más cálido que se estaciona sobre la cuenca impidiendo la circulación vertical de los contaminantes. En otras palabras, sobre la ciudad hay una especie de "techo" que impide la mezcla de aire de las capas inferiores con capas superiores de la atmósfera. A esta situación se suma, durante los meses de otoño e invierno, un proceso de inversión térmica causado por el enfriamiento de la superficie terrestre⁽²⁾. Cuando los dos tipos de inversión térmica se presentan simultáneamente se refuerza el efecto del "techo" sobre la ciudad, el aire se torna muy estable en la superficie y no es posible la mezcla vertical de capas de aire ni la dispersión de contaminantes.

La ventilación de la cuenca se debe a un sistema de brisas que se genera localmente, producto del calentamiento y enfriamiento de la superficie terrestre a lo largo del día. Durante el día se producen brisas que se desplazan desde el fondo de los valles hacia las altas cumbres de los cerros, alcanzando mayor intensidad durante las tardes. En la noche ocurre el movimiento inverso, ya que el enfriamiento de los cerros y las laderas ocasiona una capa delgada de aire más denso que se desliza pendiente abajo, desde los cerros hacia el valle.

El confinamiento de los contaminantes en la cuenca ocurre solamente durante los meses de otoño e invierno, mientras que en primavera y verano se debilita la capa de inversión térmica y aumenta la intensidad de los vientos.

(1) La inversión térmica de subsidencia sobre la zona central de Chile se origina por el predominio de altas presiones. Consiste en un aumento de la temperatura del aire con la altura entre aproximadamente los 700 y 1.000 msnm., en invierno. Esta condición impide el ascenso del aire y, consiguientemente, la dispersión vertical de contaminantes.

(2) Llamada inversión térmica radiativa, que normalmente se debilita durante el día producto de la radiación solar.



3.1.2 Principales Contaminantes

Desde principios de los años ochenta se hizo evidente entre las autoridades y la opinión pública, la mala calidad del aire de Santiago. No obstante, sólo a principios de los noventa se inician mediciones sistemáticas de la composición del aire en Santiago a partir de la creación de la Red de Monitoreo Automático de Calidad del Aire y Meteorología (Red MACAM), la cual comenzó a operar a través de cinco estaciones localizadas en el centro de Santiago, siendo éstas ampliadas a siete en el año 1997.

Las estaciones MACAM han permitido detectar altas concentraciones de sustancias peligrosas para la salud de la población. Las más abundantes son el material particulado (PM10 y PM2,5), monóxido de Carbono (CO), dióxido de azufre (SO2) y ozono (O3). Tanto el ozono como una parte del material particulado son contaminantes secundarios, lo cual significa que son producidos por la reacción de varios elementos presentes en la atmósfera, conocidos como

contaminantes secundarios. En la presencia en Santiago se cuenta el dióxido de azufre, el cual está sujeto a controles al igual que los contaminantes primarios.

Material particulado

Corresponde a partículas con diámetro menor a 10 micrones (mm). Debido a su reducido tamaño estas partículas son capaces de ingresar al sistema respiratorio, representando un mayor riesgo para la salud cuanto menor es su diámetro. En efecto, aquellas con diámetro menor a 2.5 micrones pueden llegar hasta los alvéolos pulmonares e ingresar directamente al torrente sanguíneo.

La fracción gruesa del material particulado, está compuesto por una mezcla de partículas de origen natural con otras de origen antropogénico⁽³⁾ que han sido recirculadas. En cambio, la fracción fina del material particulado, (PM 2.5 mm), es íntegramente de origen antropogénico y se origina en procesos de combustión (vehículos diesel, calderas y procesos

(3) Los contaminantes de origen antropogénico son aquellos que resultan de las actividades humanas, y los contaminantes de origen natural se producen independientemente de ellas.

industriales), o como resultado de reacciones entre contaminantes gaseosos. Este último es el material particulado secundario.

Las partículas de diámetro menor que 2,5 micrones son generalmente ácidas e incluyen hollín y otros derivados de las emisiones vehiculares e industriales (CONAMA 2001). Otras sustancias que pueden estar presentes en el PM2,5 son el plomo, arsénico, berilio, cadmio, mercurio, sulfatos, nitratos e hidrocarburos policíclicos aromáticos.

En el año 2000 se produjeron 44.663 toneladas de PM10 en Santiago, lo que quiere decir que diariamente se expulsaron al aire poco más de 122 toneladas. Esta enorme cantidad es casi en su totalidad producto de polvo resuspendido y además de

aportes de fuentes fijas, fuentes móviles, fuentes areales⁽⁵⁾. Aunque el transporte tiene un bajo porcentaje en la producción de PM10, tiene un aporte importante en la presencia de polvo resuspendido en el aire, producto de la circulación de vehículos que levantan partículas presentes en las calles de Santiago.

En 1997 se produjeron 47.297 toneladas de PM10, lo que significa que hubo una leve reducción en el periodo 1997-2000, a pesar de que se incrementó el número de vehículos, el número de viajes por persona y se extendió la ciudad en aproximadamente 2.000 hectáreas. Esta disminución se debe principalmente a la reducción de las emisiones de las fuentes fijas y areales. En cambio, las fuentes móviles incrementaron su aporte, y el total de polvo resus-

Tabla 3.1 : Emisión total de partículas, PM10, Santiago, 1997 y 2000

Fuentes	1997		2000	
	toneladas/año	% del total	toneladas/año	% del total
Total fuentes fijas	2.739	5,79%	988	2,21%
Total otras fuentes:	1.752	3,70%	916	2,05%
Total Fuentes móviles	2.079	4,40%	2.425	5,43%
Total Polvo resuspendido	40.727	86,11%	40.334	90,31%
TOTAL	47.297		44.663	

Fuente: CONAMA, 1998 y 2001

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono se origina en la combustión incompleta de los hidrocarburos, algunos procesos industriales y biológicos. El transporte urbano es responsable de más del 90% de las emisiones de CO, debido a la gran extensión de la ciudad, que hace necesarios largos desplazamientos y a la predominancia del transporte basado en combustibles fósiles (CONAMA 1997, 2001). También producen CO las estufas, cocinas, calefón y el humo de cigarrillos, los cuales son componentes importantes de la contaminación intradomiciliaria.

La peligrosidad del CO se debe a su capacidad de reaccionar con la hemoglobina, desplazando al oxígeno. Afecta la salud interfiriendo con el trans-

porte de dicho elemento (O2) al corazón, otros músculos y al cerebro. Por esta razón, afecta con más intensidad a las personas con enfermedades coronarias y respiratorias, a los fetos y recién nacidos.

En 1997 se produjeron 202.941 toneladas de CO y 185.911 toneladas en el 2000. Esta reducción es más significativa si se considera que se produce en el contexto de un crecimiento del parque automotor. Las fuentes móviles aportan casi la totalidad de este contaminante, con 186.438 ton/año en 1997 y 174.196 ton/año en 2000. Aunque se reduce el volumen de emisión anual aumenta la participación relativa del transporte en la producción de este contaminante, porque las restantes fuentes disminuyen aún más su participación. En la tabla 3.2 se observan las cifras publicadas por CONAMA para

(5) se refiere a quemas agrícolas, remoción de tierras, y otras actividades similares.

(6) CONAMA 1997, 2001.

Dióxido de azufre (SO₂)

El SO₂ se origina mediante la combustión del azufre contenido en los combustibles fósiles (petróleo, gasolina, petróleo diesel y carbón), por la fundición de minerales que contienen azufre y otros procesos industriales. Este gas reacciona en la superficie de una amplia variedad de aerosoles, por lo que su acción se potencia ante la presencia de material particulado. La mayor parte de las emisiones de azufre se libera en forma de SO₂, que es a su vez oxidado a SO₃.

Durante su permanencia en la atmósfera, el SO₂ se combina con otros elementos formando sulfatos, que se incorporan al material particulado respirable. En presencia de humedad, se forma ácido

sulfúrico el cual está presente como aerosol o partículas sólidas, por ello es un precursor en la formación de material particulado secundario. Tanto la exposición a los ácidos como a los sulfatos representa un grave riesgo para la salud, ya que afectan severamente los tejidos del sistema respiratorio.

Desde mediados de los noventa se inició un estricto control de las fuentes productoras de SO₂, lo que redundó en la disminución del 61% de las emisiones entre 1997 y 2000. Gran parte del SO₂ era generado por industrias químicas, metalmecánicas y una fundición de cobre situada al sur de Santiago, las cuales modificaron sus procesos productivos e instalaron sistemas para capturar el azufre evitando su emisión, con los excelentes resultados que se observan en la tabla 3.3. Lamentablemente, las fuentes móviles aumentaron su aporte anual.

Tabla 3.2: Emisión total de partículas, PM10, Santiago, 1997 y 2000

Fuentes	1997		2000	
	toneladas/año	% del total	toneladas/año	% del total
Total fuentes fijas	2.739	5,79%	988	2,21%
Total otras fuentes	1.752	3,70%	916	2,05%
Total Fuentes móviles	2.079	4,40%	2.425	5,43%
Total Polvo resuspendido	40.727	86,11%	40.334	90,31%
TOTAL	47.297		44.663	

Fuente: CONAMA, 1998 y 2001

Ozono (O₃)

El ozono es un contaminante secundario, de origen fotoquímico, que se forma a partir de la reacción de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, en presencia de radiación solar. Su toxicidad ozono es mayor cuanto más alta es su concentración. Los síntomas reportados incluyen tos y dolor de cabeza, irritación de ojos, nariz y garganta, dolor de tórax, incremento de mucosidad, estertores, cierre de las vías respiratorias, languidez, malestar y náuseas, y aumento en la incidencia de ataques asmáticos.

La ocurrencia del proceso fotoquímico requiere de la luz solar, por eso las más altas concentraciones ocurren en primavera y verano, a diferencia del resto de los contaminantes que exceden la norma en invierno, producto de la inversión térmica. En Santiago se ha registrado un preocupante incremento de la presencia de Ozono, debido al aumento de otros contaminantes que contribuyen a su formación, como los óxidos de nitrógeno.

Tabla 3.3: Emisión anual de CO en Santiago, 1997 y 2000.

Fuentes	1997		2000	
	toneladas/año	% del total	toneladas/año	% del total
Total fuentes fijas	9.601	4,73%	6.485	3,49%
Total otras fuentes	6.902	3,40%	5.229	2,81%
Total Fuentes móviles	186.438	91,87%	174.196	93,70%
TOTAL	202.941		185.911	

Fuente: CONAMA, 1998 y 2001

Óxidos de nitrógeno

Estos contaminantes se originan en los procesos de combustión de fuentes fijas y móviles, que ocasionan la oxidación del nitrógeno atmosférico. El contaminante emitido es NO, que rápidamente se oxida a NO₂. Ambas sustancias participan en reacciones fotoquímicas que conducen a la formación de ozono. Además, y a través de otras reacciones, forman nitratos, los cuales son sales que pueden ser arrastradas por el material particulado respirable y en presencia de humedad forman ácidos. Estos ácidos son una parte importante del material

particulado secundario, que tiene efectos nocivos en la salud.

Las concentraciones de NO_x se han incrementado progresivamente desde mediados de los noventa, asociado al aumento del parque de vehículos catalíticos, los cuales disminuyen la producción de CO, pero provocan este efecto no deseado. Entre 1997 y 2000 aumentó la emisión de NO_x, por efecto del transporte, que además aumentó su participación respecto a las otras fuentes. En el año 2000 se registraron 56.056 toneladas de NO_x, lo que significa una emisión de 153,6 toneladas cada día.

Tabla 3.4: Emisiones totales de Óxidos de Azufre, Santiago, 1997 y 2000.

Fuentes	1997		2000	
	toneladas/año	% del total	toneladas/año	% del total
Total fuentes fijas	22.477	88,84%	6.499	65,75%
Total otras fuentes	390	1,54%	256	2,59%
Total Fuentes móviles	2.434	9,62%	3.130	31,66%
TOTAL	25.301		9.885	

Fuente: CONAMA 1998 y 2001

Tabla 3.5: Emisiones totales de Óxidos de Nitrógeno, Santiago, 1997 y 2000.

Fuentes	1997		2000	
	toneladas/año	% del total	toneladas/año	% del total
Total fuentes fijas	7.951	15,57%	8.094	14,44%
Total otras fuentes	1.946	3,81%	1.782	3,18%
Total Fuentes móviles	41.179	80,62%	46.180	82,38%
TOTAL	51.076		56.056	

Fuente: CONAMA, 1998, 2001.

3.1.3 FUENTES DE CONTAMINACION ATMOSFÉRICA.

De acuerdo a la clasificación utilizada por la Comisión Nacional de Medio Ambiente, se dividen en fuentes fijas, móviles y areales. Las fuentes fijas de la región incluyen calderas de calefacción, hornos de fundición, incineradores y otros procesos industriales. Las principales emisiones de estas fuentes son óxidos de azufre, material particulado y óxidos de nitrógeno, de los cuales generan el 66,1%, 22,8% y 14,4% del total presente en el aire de Santiago, respectivamente. Son menos importantes en términos de generación de CO y COV, de los cuales aportan sólo el 3,5 y 0,3% del total de emisiones.

Las fuentes móviles, es decir los vehículos motorizados, producen casi la totalidad de las emisiones

de monóxido de carbono (93,7%) y una fracción mayoritaria de los óxidos de nitrógeno (82,4%). Participan en menor medida en la generación de compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxido de azufre (SO₂), con un 30,64% y 31,35% respectivamente. El aporte de amoníaco (NH₃) es menor y genera una producción de material particulado casi similar a las fuentes fijas.

Algunos contaminantes intervienen en la generación secundaria de partículas y gases. Es el caso de los óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO₂) y amoníaco, los cuales son precursores de las partículas de menor tamaño (PM_{2,5}). Asimismo los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles participan en las reacciones fotoquímicas que llevan a la formación de ozono (O₃).

Para conocer la composición química del material particulado, durante 1999 se realizó un análisis del contenido de los filtros utilizados en las estaciones de medición. De acuerdo con ese análisis un 49% del material particulado corresponde a polvo, un 10% son nitratos, un 8% corresponde a carbón orgánico y un 7% a carbón elemental. Similares porcentajes corresponden a Amonio (8%) y Cloro (7%)

Tabla N° 3.6: Fuentes de generación de material particulado respirable

Fuente	Participación
Buses	21%
Camiones	13%
Vehículos livianos y comerciales	14%
Total Fuentes Móviles	48%
Procesos de combustión	12%
Otros procesos industriales	14%
Fuentes residenciales	7%
Total Fuentes Fijas	33%
Quemas agrícolas, crianza de animales, aguas servidas.	19%
Total Fuentes Aerales	19%

Fuente: CONAMA "Revisión del Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana, 2001"

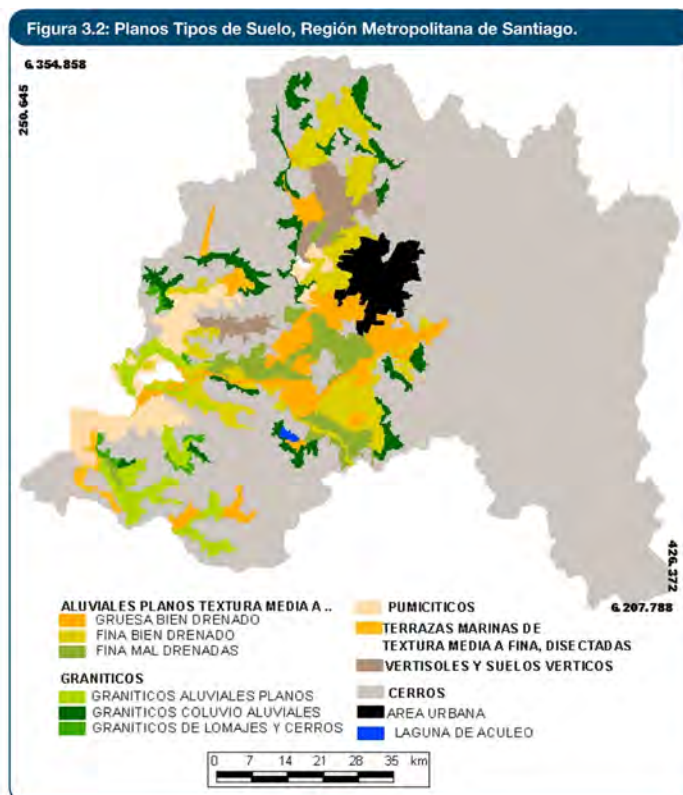
3.2 ESTADO DEL SUELO

3.2.1 Características de los suelos de Santiago

La Región Metropolitana de Santiago posee una superficie de 1.550.658 hectáreas, de las cuales el 56% corresponde a cerros y montañas. Los suelos restantes albergan los centros urbanos y actividades agrícolas, y son mayoritariamente de origen aluvial, es decir, corresponden a sedimentos y materiales arrastrados por las aguas desde la Cordillera de Los Andes. También hay un porcentaje importante de suelos graníticos de lomajes y cerros. En menores porcentajes se encuentran suelos lacustres, pumicíticos y de roca metamórfica.

Los rellenos aluviales de la Cuenca de Santiago presentan buenas condiciones para los cultivos agrícolas, por lo que se ha dicho que constituyen los "suelos más fértiles de Chile" aunque hay también muchos otros valles con similares características. La granulometría, profundidad y calidad de nutrientes, asociado a las buenas condiciones de irrigación los convierten en suelos de alto valor para la agricultura y permiten sostener explotaciones intensivas destinadas a la exportación de frutas y hortalizas.

Diversos estudios coinciden en que aproximadamente el 30% de los suelos de la Región Metropolitana son de muy buena calidad agrícola y poco más del 50% corresponden a terrenos aptos para la agricultura con adecuadas técnicas de explotación⁽⁷⁾. De acuerdo a la clasificación convencional de los suelos según su aptitud agrícola, Santiago está rodeado por suelos de Clase I, II y III, es decir aquellas que presentan condiciones óptimas para el desarrollo de esta actividad. Se trata de suelos profundos, planos, con buena capacidad de retención hídrica y adecuadas concentraciones de nutrientes.



(7) OTAS, Inventario ecológico, 2000

En los terrenos poco inclinados, especialmente al norte, sur y poniente de la ciudad, se encuentran suelos moderadamente profundos, de fertilidad natural baja a media; susceptibles a la erosión hídrica. Estos son clasificados como Clase IV y son apropiados para la agricultura mediante tecnologías apropiadas que permitan compensar sus limitaciones y evitar la erosión por arrastre de las aguas. En estas zonas se han realizado extensas explotaciones frutícolas, porque en las laderas se disminuye la intensidad de las heladas invernales, que afectan con más fuerza los zonas planas.

En cuanto a los terrenos de pendientes moderadas a abruptas propios de las zonas precordilleranas de la cuenca de Santiago, clasificados en los tipos V, VI y VII, se caracterizan por tener una baja fertilidad natural, con mantos rocosos y/o pedregosidad superficial. Sin lugar a dudas, el tipo de suelo dominante en los alrededores de Santiago pertenece a la clase VII la que ocupa una superficie total de 435.144 hectáreas, equivalente a un 45,6% del total de la Región Metropolitana. Los suelos con aptitudes agrícolas (I, II, III y IV) representan el 29,7% del total regional y las clases VI y VIII, equivalen a un 8,4% y 9,8%, respectivamente.

Debido a los procesos de relleno y sedimentación en las hoyas hidrográficas de los ríos Maipo y Mapocho, los suelos de Santiago poseen pocas limitaciones de drenaje. La excepción esta dada por los afloramientos de aguas subterráneas en el área norte de la cuenca, específicamente en comunas como Conchalí, Renca, Quilicura y Pudahuel. En estos sectores la napa freática es poco profunda, por lo que se colmata en invierno producto de las lluvias, generando afloramientos (Larrain, 1990).

3.2.2 Estado de los Suelos de Santiago

A diferencia de los que sucede con los indicadores de calidad del aire, no existe en Santiago un registro que informe acerca de los cambios o problemas que afecten a los suelos. Por esta razón se deben construir indicadores de estado, que más adelante puedan ser actualizados, para poder evaluar si los cambios que afectan al suelo son positivos o negativos desde el punto de vista ambiental.

El primer indicador que se propone es la superficie urbanizada anual, pues informa de la cantidad de suelos que son incorporados a los centros urbanos, perdiendo sus características naturales y aptitudes productivas. En la última década la ciudad de Santiago ocupó en promedio, 1.148,4 hectáreas anuales. Entre 1991 y 1996 la velocidad de urbanización fue mayor, con un promedio de 1.300 hectáreas anuales, en cambio, entre 1996 y 2000 dis-

minuye la velocidad de la expansión a un promedio de 900 hectáreas anuales⁽⁸⁾.

Otro indicador, asociado al anterior, es la superficie "suburbanizada" anual, es decir, aquellas zonas que son ocupadas por urbanizaciones de baja densidad, aisladas o escasamente conectadas con las áreas urbanas. En el año 2000 se reconocieron "parcelaciones" y "loteos" semirurales que ocupan un total aproximado de 4.928 hectáreas, concentradas en el sector poniente (3.674 hectáreas) y en menor medida en la zona norte (1.107 hectáreas) y noroeste (147 hectáreas). Para construir el indicador anual es necesario medir nuevamente estas zonas en cada año.

Un tercer indicador propuesto es la impermeabilización de suelos en los cuales se localizan zonas de recarga de los acuíferos. Estos suelos tienen un valor importante, al jugar un rol crucial en el balance hídrico de la Cuenca y además permiten asegurar las reservas subterráneas que sostienen actividades agrícolas y el consumo humano de agua.

(8) Larrain, P., 1990.

3.3 CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE AGUA

El Área Metropolitana de Santiago se inserta dentro de la Cuenca del Río Maipo, que se origina en la Cordillera de Los Andes. Los principales ríos son el Maipo y el Mapocho. El primero nace al suroriente de la ciudad, y sus aguas corren hacia el norponiente entre las escarpadas laderas, modelando el paisaje y dando lugar a profundas quebradas. En el sector alto recibe aportes de los ríos El Volcán, Yeso y Colorado, todos con subcuencas en la alta cordillera.

En la Figura 3.3 se puede observar que Santiago se extiende entre los ríos Mapocho y Maipo, interrumpiendo la red hidrográfica preexistente, que

conducía las aguas lluvia hacia los ríos principales a través de quebradas y cursos de agua intermitentes, evitando de esta manera la inundación de las zonas planas. Salvo algunos sectores situados entre el Mapocho y el Estero Colina, y otros situados al poniente de Santiago, no había zonas inundables en las inmediaciones. Debido a la urbanización que no respetó estos cursos superficiales, las aguas lluvias ya no son conducidas a los ríos y son retenidas en el interior de la ciudad generando inundaciones en el sur y poniente de la ciudad, justamente en las zonas de residencia de las familias más pobres.

En el sector medio sus principales afluentes son los ríos Mapocho y Angostura. El Mapocho nace al oriente de Santiago, y lo cruza en sentido oriente-poniente. La presencia de este río fue una de las razones para decidir el emplazamiento original de la ciudad. Con el tiempo se convirtió en el principal receptor de las aguas servidas de Santiago, lo cual fue degradando sus condiciones físico-químicas, eliminando completamente la flora y fauna acuícola y convirtiendo el río en un curso de agua pestilente y peligroso. Desde el año 2001 se ha iniciado su recuperación mediante la construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas.

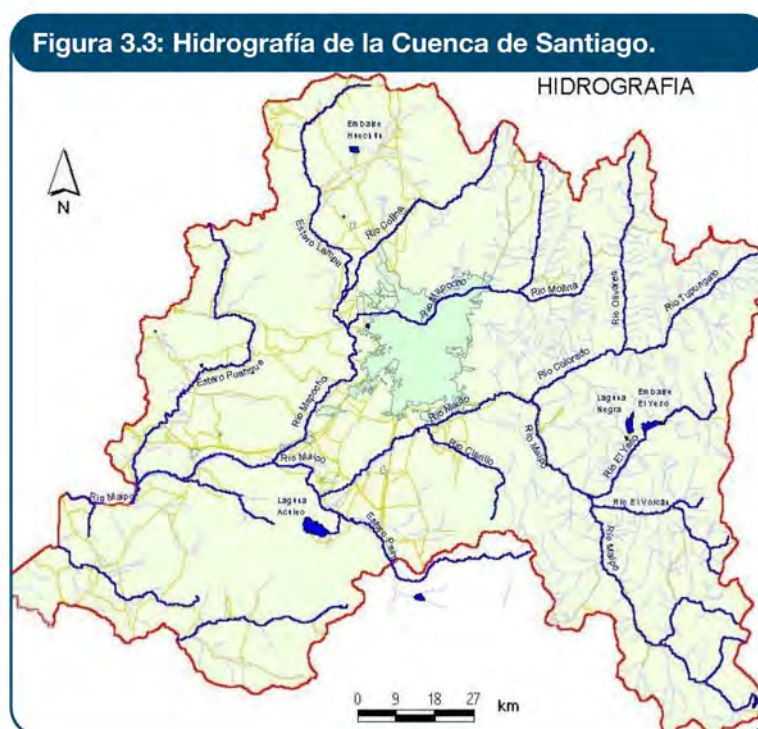


Figura N° 3.4: Imagen del Río Mapocho en la comuna de Providencia, de fondo la silueta del Cerro San Cristóbal, 2002.



Figura N° 3.6: Imagen de la desembocadura del Canal San Carlos en Río Mapocho, comuna de Providencia, 2001.



Además de la red natural, existe una amplia red de canales de regadío y sistemas de trasvase de cuencas, entre los que destacan el Canal San Carlos construido entre 1772 y 1818, que transporta aguas desde el Maipo al Mapocho. Su bocatoma se ubica en el poblado de La Obra, al suroriente de Santiago, posee una capacidad de 65 m³/s y se utiliza para drenar mediante su cauce las aguas lluvia del piedmont de la Cordillera de Los Andes, para mitigar las inundaciones en la ciudad de Santiago. También es importante el Canal de Las Mercedes que realiza el trasvase de aguas del Mapocho a la hoya del estero Puangue permitiendo regar el Valle de Curacaví, situado al norte de Santiago.

Tanto el río Mapocho como el Maipo se alimentan de las aguas provenientes de las nieves y glaciares de la alta cordillera. A medida que reciben afluentes de subcuencas más bajas, se van modificando por los aportes pluviales. Por ello sus caudales varían dependiendo del sector del cauce y de la época del año. Los mayores caudales se registran al inicio del verano, que corresponde a la época de deshielo en la Cordillera. En los meses de invierno se registran crecidas más esporádicas, pero también más peligrosas, producto de las lluvias que frecuentemente arrastran materiales de las laderas que rodean la ciudad.

Debido a la concentración de actividades económicas y de población la totalidad de los recursos hídricos de la cuenca se encuentran utilizados, destinados a la agricultura, consumo doméstico, industrial y minero. La cercanía de la Cordillera y la existencia de embalses destinados a la acumulación de reservas para los períodos de menor precipitación, sumados a las reservas de aguas subterráneas del poniente de la cuenca, aseguran el abastecimiento de agua para la población y para la mayoría de las actividades económicas.

La agricultura se ha visto limitada debido a la contaminación de los cursos superficiales, lo cual impide el uso de estas aguas para regadío. El problema de Santiago es la disponibilidad de agua de buena calidad, ya que las actividades industriales y urbanas emiten un porcentaje mayoritario de sus aguas servidas sin ningún tipo de tratamiento a los cursos naturales.

Esta situación determina que el balance entre demandas y disponibilidades de agua de buena calidad sea deficitario en la región metropolitana (MIDEPLAN, 1998), y lo será aún más si continúa la tendencia de crecimiento poblacional y económico. Ello implica que la única posibilidad de atender los futuros incrementos de demanda de recursos hídricos es la realización de obras de saneamiento destinadas a mejorar la calidad de aguas.

La cuenca tiene un gran potencial en aguas subterráneas, cuya utilización se encuentra en un acelerado incremento. Aguas Andinas, que es la principal empresa sanitaria de la región, posee derechos sobre la mayoría de los recursos subterráneos, de manera que éstos serán destinados a consumo doméstico, sobre todo en zonas de expansión urbana al norte de la ciudad, que están más alejadas de las plantas de producción de agua potable, que están al sur de la ciudad.

La principal fuente de alimentación de las napas subterráneas proviene de la infiltración de aguas lluvia, de los cursos de agua superficiales y de las aguas de riego en las zonas agrícolas. No obstante, no hay en la actualidad un registro sistemático y público de las reservas y del grado de extracción, lo cual establece un grado de incertidumbre acerca de la magnitud de esas reservas, y del impacto que ha tenido la urbanización en la infiltración.

3.3.1 Contaminación del agua

Los ríos Maipo y Mapocho presentan una calidad del agua muy diferente en sus distintas secciones, dependientes de los yacimientos y explotaciones mineras de la alta cordillera, de las descargas de efluentes industriales y de aguas servidas domésticas.

En la sección superior del río Mapocho presenta altos contenidos de cobre, sulfatos, cloruros y alta conductividad eléctrica. En la sección que cruza Santiago se han detectado concentraciones de hierro y manganeso por sobre la norma para aguas de riego. Asimismo, y producto de algunas actividades industriales, se han detectado excesos de cromo particulado, zinc y cadmio, éste último casi duplicando la norma. Aguas abajo mejora la calidad físico-química como resultado de recuperaciones y afloramientos de aguas subterráneas, pero las concentraciones de cobre siguen excediendo la norma en todo su trayecto (MINDEPLAN, 1998).

El río Maipo presenta una calidad más uniforme a lo largo de su recorrido. En sus tramos cordilleranos se han detectado altas concentraciones de fierro y cloruros, las cuales se diluyen aguas abajo. No se observan concentraciones excesivas de cobre ni manganeso y en general muestra una condición físico química más aceptable que el río Mapocho.

El Río Mapocho, en la sección que cruza la ciudad de Santiago, entre el Canal San Carlos y el Aeropuerto Pudahuel, recibe 23 descargas de aguas servidas que, en términos de caudal medio, totalizan aproximadamente unos 3.275 litros por segundo. Este caudal corresponde al 33% del total de las aguas servidas generadas en Santiago. Como resultado de esta concentración de efluentes de aguas servidas, la calidad microbiológica del río se deteriora significativamente, alcanzando niveles de coliformes fecales de 105 y 106 NMP/100 ml.

Las aguas servidas del sector sur de Santiago, se vierten al Zanjón de la Aguada, canal que ha sido recientemente abovedado, para evitar que las altas concentraciones de residuos líquidos domésticos e industriales que transporta, afecten las zonas que atraviesa, densamente pobladas. El caudal de este emisario es de unos 9.800 litros por segundo, con altos contenidos metálicos, altas concentraciones de bacterias, protozoos y virus, constituyendo un grave

riesgo de contaminación microbiológica. Estas aguas presentan concentraciones de coliformes fecales de 107 NMP/100 ml, una DBO⁽¹²⁾ de 210 a 315 mg/litro y nulas concentraciones de oxígeno disuelto. Este emisario lleva las aguas a la planta de tratamiento Santiago Poniente, que inició sus funciones en octubre de 2003, con lo cual recupera su calidad antes de ser reintegrada al Río Mapocho.

El río Maipo presenta una adecuada calidad microbiológica ya que desde el año 2002 sólo recibe aguas servidas tratadas, pero al poniente de Santiago, frente a la localidad de El Monte, recibe los aportes del Mapocho, las aguas servidas tratadas de Maipú y las descargas de residuos industriales líquidos de Melipilla. También en esta última ciudad se construirá una planta de tratamiento para eliminar la contaminación.

3.3.2 Interrupción de la Red de Drenaje.

La extensión de Santiago ha implicado la interrupción de la red de drenaje de la cuenca, ya que la urbanización ha ocupado las quebradas, esteros y canales que cumplieron la función de conducir las aguas superficiales hacia los ríos Maipo y Mapocho. En su mayoría se trata de cursos de agua intermitentes, que sólo conducen agua en las épocas de lluvia y deshielos, mientras que durante los meses de verano permanecen secos. Adicionalmente la gran variabilidad interanual de las lluvias puede ocasionar que en invierno sólo tengan agua durante algunas semanas o que su caudal esté muy disminuido en relación con el espacio total del cauce. Es posible que estas razones favorecieran la ocupación de estas zonas, ya que pueden parecer terrenos eriazos sin ninguna función, que sin embargo adquieren valor cuando son incorporados al suelo urbano.

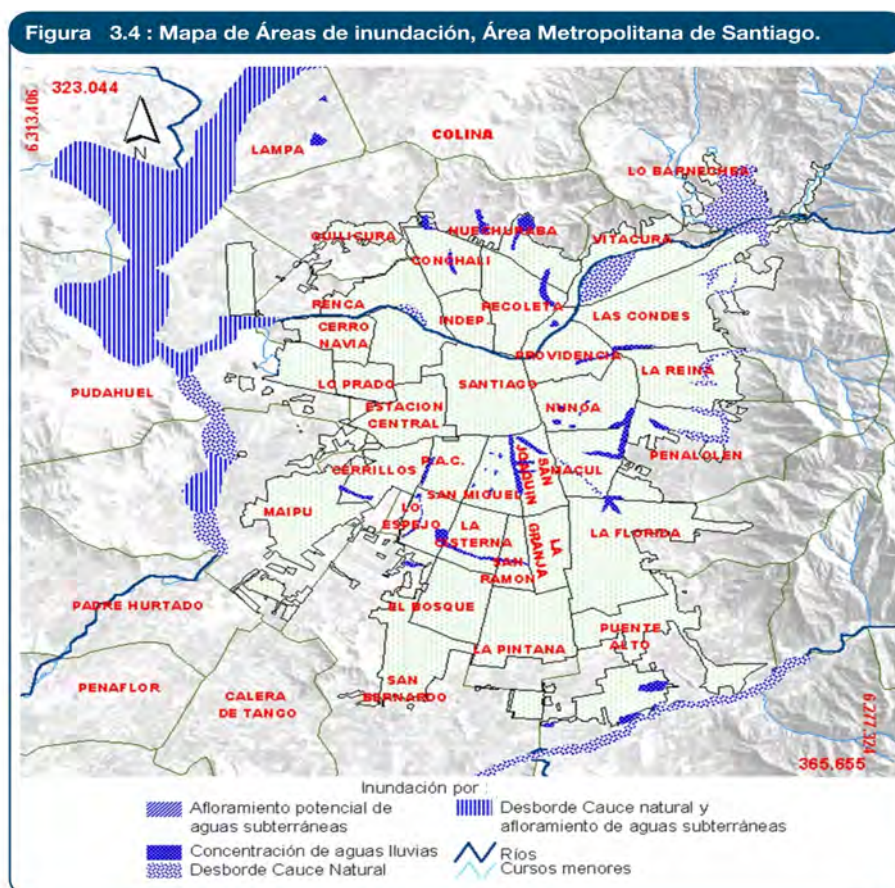
El proceso de expansión de Santiago ha sido una sumatoria - no siempre ordenada -, de iniciativas inmobiliarias privadas, urbanizaciones de interés social del Estado y asentamiento espontáneo de población (tomas de terreno). A pesar de las grandes diferencias que existen entre estas formas de urbanización, en el caso de Santiago comparten el desconocimiento de la red hidrográfica y la ignorancia acerca de los riesgos que implica la ocupación de cauces y quebradas. Por esta razón, se encuentran zonas de inundación en toda el Área Metropolitana. En unos casos puede ser ocasionado por la intención

(11) MIDEPLAN (1998) "Cuencas Hidrográficas en Chile: Diagnóstico y Proyectos" op cit.

(12) Demanda Bioquímica de Oxígeno: medida indirecta del material biológicamente degradable presente en una muestra de agua. Corresponde a la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos, durante un tiempo determinado, a una temperatura dada, para oxidar las materias orgánicas e inorgánicas presentes en una muestra de agua.

de incrementar las ganancias inmobiliarias mediante la venta de suelos inundables, sin construir las obras de drenaje necesarias; en otros casos la carencia de recursos obliga a la ocupación de suelos de bajo precio, tanto para la construcción de viviendas sociales como en el caso de las "tomas de terreno", y tampoco se construyen las obras de drenaje que permitirían evitar los riesgos de inundación.

La figura 3.7 permite apreciar la dispersión de las áreas de inundación dentro del área urbana de Santiago. El origen de las inundaciones en la ciudad obedece a la combinación de tres tipos de eventos: afloramiento de aguas subterráneas, desborde de cauces naturales y canales, y concentración de aguas lluvias. Salvo en el primer caso, las inundaciones son el resultado del desequilibrio existente entre el volumen de aguas a evacuar en un determinado momento y la capacidad de evacuación de los cauces o sistemas de drenaje (Ferrando, 2002).



El Río Mapocho presenta diversos puntos en los que ocurren desbordes, aunque con baja frecuencia, en las comunas de Lo Barnechea y Las Condes, situadas al oriente y correspondiente a zonas residenciales de altos ingresos. En ellas se han estimado períodos de retorno de 50 y 100 años. En la comuna de Pudahuel, al poniente de Santiago, se conforma un remanso que produce una zona de inundación con período de retorno de 50 años. En esta área el ancho del cauce abarca unos 300 m. inundando zonas agrícolas. Cercano al camino a Valparaíso (ruta 68) se encuentra la confluencia con el estero Lampa en donde se produce una zona de crecida con un período de retorno de 20 años.

El Río Maipo en su paso por el área metropolitana es definido y profundo, razón por la que no presenta mayores riesgos por desbordes o inundaciones, salvo viviendas espontáneas que se asientan en las riberas del río. Sólo se tienen registros de inundación en la ribera derecha del río, en un sector cercano al piedemonte de la cadena de cerros de Lo Herrera.

El Zanjón de la Aguada presenta zonas de inundación en su confluencia con el canal Las Perdices y la Quebrada de Macul en la comuna del mismo nombre. Este cauce cumplía una función colectora de aguas lluvias, además del transporte de aguas servidas, pero los problemas sanitarios que implicaban los desbordes obligaron a separar estas funciones. Por esta razón se amplió y abovedó el cauce, para convertirlo en un emisario de aguas servidas, que desemboca en la Planta de Tratamiento Santiago Poniente. El abovedamiento originó, en el año 2001, la inundación de calles aledañas, ya que las aguas lluvia no pudieron ser evacuadas, afectando a las comunas de Macul y San Joaquín.

Otros cursos con problemas de desborde son: La Quebrada Apoquindo que recibe como afluentes a las quebradas Grande y Los Almendros, en la comuna de Las Condes; la Quebrada San Ramón que provoca problemas al oriente de la comuna de La Reina; la Quebrada de Macul que afecta poblaciones de la comuna de Macul y Peñalolén. Al norte de Santiago la Quebrada de La Ermita genera inundaciones en la comuna de Huechuraba. En todos estos casos la urbanización ha ocupado las quebradas y las zonas en las cuales éstas desembocan, convirtiéndose en receptores naturales de las aguas que escurren desde las laderas cordilleranas.

Otra situación muy frecuente es la construcción de calles sobre quebradas y esteros, las cuales se convierten en ríos durante las lluvias de invierno, pues las aguas mantienen sus cursos naturales. La pendiente natural de Santiago, sumado a la pavimentación de las calles hace que las aguas adquieran gran velocidad, causando graves daños en los espacios públicos y en las viviendas a su paso, y generando inundaciones en las zonas más bajas del poniente.

Sólo en la zona central de Santiago existen colectores de aguas lluvias en funcionamiento, de manera que extensas zonas son afectadas por la concentración superficial de las aguas lluvia, las cuales no cuentan con una red por la cual escurrir. La Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas ha identificado 117 puntos de inundaciones en 33 comunas del Área Metropolitana. Las zonas más afectadas se encuentran en Maipú, Cerrillos, San Miguel, Pedro Aguirre Cerda, Lo Espejo, La Cisterna, San Bernardo, La Pintana, San Ramón, San Joaquín, La Florida, y Puente Alto.

3.4

BIODIVERSIDAD ⁽¹⁴⁾

La diversidad biológica o biodiversidad se refiere a la variedad de la vida, la cual se manifiesta de diversas y variadas formas y procesos. Noss (1990) ha propuesto que la biodiversidad de un área debe ser evaluada en tres aspectos que incluyen su composición, estructura y función. La composición se refiere a los elementos que constituyen la biodiversidad como sus genes, poblaciones/especies, tipos de comunidades y paisajes. El atributo estructural se refiere a la constitución y disposición física de los elementos en cada nivel de organización. Por ejemplo, a nivel ecosistémico ocurren variaciones fisionómicas entre borde e interior de bosque, o entre los estratos verticales de un bosque. El atributo funcional se refiere a la variedad de los procesos biológicos o biogeoquímicos (e.g. respiración, fotosíntesis, fijación de nitrógeno, etc.), así como a las distintas maneras en que estos procesos ocurren (Noss 1990).

La conservación de la diversidad biológica persigue tres objetivos, los cuales redundan en beneficios directos o indirectos sobre la población humana (UICN 2000). En primer lugar la conservación pretende mantener procesos ecológicos esenciales y sistemas de soporte para la vida, como son el ciclo de nutrientes, mantención de ciclos hidrológicos, purificación del aire, etc. En segundo lugar, persigue preservar la diversidad genética presente a lo largo del rango de distribución de las especies. En tercer lugar, pretende asegurar el uso sustentable de especies y ecosistemas. Finalmente, la conservación se refiere a la mantención de la "salud" humana, a través de la preservación de especies y de procesos ecosistémicos, fenómeno relevante en zonas urbanas donde se concentra la mayor proporción de población humana.

A pesar de que en la conservación de la biodiversidad de un área se ven involucrados los esfuerzos cooperativos de diversas áreas del conocimiento (e.g., biología, ecología, genética, sociología, economía, leyes, filosofía, urbanismo, etc.), el desarrollo de principios y herramientas eficaces para

preservar la diversidad biológica dependen de la naturaleza y alcance de la información científica disponible (Simonetti & Armesto 1991). Por ello, el conocimiento de la biodiversidad sensu lato, presente en un área, en conjunto con los procesos y mecanismos que afectan su persistencia es el primer paso para avanzar en el desarrollo de políticas y planes de desarrollo urbano en un área como la ciudad de Santiago.

Para estimar la diversidad de un área se requiere de un acabado conocimiento de la biota, lo que incluye información referente a abundancia local y global, análisis filogenéticos de los grupos presentes en un área, conocimiento de extinciones y migraciones locales, entre otras, constituyendo una data escasa para la gran mayoría de los sistemas presentes en Chile, incluyendo el Área Metropolitana de Santiago. Debido a esto, normalmente las comparaciones de diversidad se restringen a la riqueza de especies presentes en una zona determinada. Debe recordarse sin embargo, que este constituye una aproximación muy simple al concepto de diversidad. Un estimador complementario a la riqueza específica, lo constituye el grado de endemismo de las especies, atributo que caracteriza la biota presente en la zona centro-sur de Chile (e.g., Arroyo et al. 1999, Simonetti 1999a).

El estudio de la biodiversidad de Chile, basado en patrones de riqueza, endemismo y distribución se ha establecido en función del conocimiento incompleto y heterogéneo de la biota (Simonetti 1999a). Por una parte, diferentes regiones han sido estudiadas en forma desigual, y por otra los inventarios de taxa son escasos, permaneciendo numerosos grupos sin haber sido descritos para la ciencia (Simonetti et al. 1995).

3.4.1 Biota de Chile Central

La zona central de Chile corresponde a la típica mediterránea, y constituye una de las cinco áreas de este tipo presentes en el mundo. Estas zonas constituyen puntos altamente significativos (hotspots) para la conservación de la biodiversidad, siendo la zona mediterránea de Chile uno de los 25 hotspots reconocidos para la conservación de la biodiversidad mundial (Mittermeier et al. 1998, Arroyo et al. 1999).

El aporte que hacen las zonas mediterráneas a la biodiversidad se refleja por ejemplo, en que ellas contienen un 20% de las especies de plantas del

(14) Tema elaborado por Bárbara Saavedra

mundo, a pesar que estos ecosistemas cubren sólo un 5% de la superficie del planeta (Cowling et al. 1996). En Chile la región mediterránea cubre cerca de un 16% de la superficie (Simonetti 1999b) y alberga más del 60% del total de las plantas que se encuentran presentes en nuestro país.

La biota de la Región Mediterránea de Chile tiene un carácter relictivo, y se distingue por presentar un alto grado de endemismo, confiriendo a nuestra biota un gran valor para la conservación de la biodiversidad a nivel global, puesto que no está presente en otras partes del mundo. Es así que a nivel nacional, el 77% de los anfibios, 58% de los reptiles, 51% de las plantas superiores y 37% de los mamíferos son endémicos a nuestro país.

Estas particularidades se reflejan asimismo en el elevado número de especies presentes en la zona Mediterránea de Chile. Aquí se encuentra por ejemplo un total de 1.605 (46,8%) especies de plantas endémicas (Arroyo et al. 1999), es decir que no están presentes en ninguna otra parte del mundo. Esta categoría ha sido muy importante para elaborar prioridades de conservación de la biodiversidad en el mundo, siendo menos utilizada como referencia en Chile (Pliskoff 2003). Asimismo, la zona central de Chile posee una gran diversidad florística, en relación a su relativamente pequeña superficie (Arroyo et al. 1999). Los principales tipos vegetacionales que se presentan en la región son los de bosques siempreverdes relictivos, matorral esclerófilo, el bosque esclerófilo, el bosque caducifolio siempreverde, bosque caducifolio deciduo, bosque esclerófilo montano y los tipos vegetacionales andinos (Arroyo et al. 1995), estando presentes en la Región Metropolitana cuatro de ellos. La particularidad de la biota presente en la zona mediterránea de Chile no

sólo se observa para la vegetación, sino que para una diversidad de organismos. En el caso de los vertebrados por ejemplo, a pesar de que el número de especies de mamíferos que presenta es bajo, su nivel de endemismo es muy alto (Simonetti 1999b). Los reptiles y anfibios presentes en la zona mediterránea de Chile constituyen los grupos más interesantes desde el punto de vista de la conservación, por cuanto poseen los niveles más altos de endemismo y diversidad observados para la fauna vertebrada terrestre.

En la Región de Santiago las amenazas más evidentes sobre la biodiversidad incluyen el avance urbano sobre áreas periféricas, la extracción excesiva de aguas subterráneas, el secado de zonas de humedales, la extracción de leña y tierra de hojas, el sobrepastoreo y los incendios.

3.4.2 Vertebrados

Los vertebrados terrestres de Chile alcanzan ca. 550 especies, excluyendo peces y aves oceánicas (Simonetti 1999b). La zona Mediterránea de Chile soporta dos veces más densidad de especies por área (0,13 especies/100 km²), en comparación a la densidad de Chile continental (0,07 especies/100 km²). El 50% de los vertebrados presentes son endémicos a esta Región, en comparación al 19% observado para el país en su totalidad. Asimismo, el número de especies amenazadas es muy alto, especialmente para los anfibios (Tabla 1). No se debe olvidar que la composición de especies en un sitio determinado es variable, por lo que las estimaciones de biodiversidad que se realizan para un área determinada, deben revisarse en forma periódica, no constituyendo valor absolutos inmutables en el tiempo.

Tabla 3.7. Riqueza de especies, endemismos y especies amenazadas de vertebrados para la Región Mediterránea de Chile.

TAXON	RIQUEZA ESPECIES			ENDEMISMOS				ESPECIES AMENAZADAS				
	Chile	Mediterránea		Chile	Mediterránea			Chile	Mediterránea			
	Nº	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%Chile	%Med.
Anfibios	40	12	30	24	60	6	25	31	78	11	35	92
Reptiles	93	38	41	56	60	31	55	45	48	20	44	53
Mamíferos	95	37	39	15	16	7	47	47	49	24	51	65
Aves	322	200	62	7	2	7	100	49	15	31	63	16
Total	550	287	52	102	19	51	50	172	31	86	50	30

Fuente: Simonetti 1999b

Reptiles

En Chile se ha descrito hasta el momento 94 especies de reptiles, siendo más del 50% de ellas endémicas a nuestro país. En la Región de Santiago se menciona la presencia de 12 especies de saurios (lagartijas) y dos de culebras, de las cuales dos son endémicas a la Región (14,3%) (Veloso et al. 1995). Glade (1993) lista nueve especies que presentan problemas de conservación, de las cuales tres permanecen en categoría de Inadecuadamente conocidas (Tabla 3.B).

Tal como ocurre con los anfibios, la pérdida de hábitat asociada al desarrollo agrícola, industrial y urbano, junto con la comercialización

indiscriminada de esta fauna, son los factores que más amenazan su persistencia. Veloso et al. (1995) destacan la falta de regulación legal, especialmente en lo que se refiere a comercialización. Asimismo, se destaca que las especies más cotizadas por los traficantes de fauna se encuentran presentes en esta región (*Phylodryas chamissonis*, *Tachymenis chilensis*, *Pristidactylus volcanensis*, *Callopietes palluma*, *Phymaturus flagerifer*), en poblaciones muy asequibles a las personas. Ello indica que una regulación fuerte y eficaz, en conjunto con planes de introducción dentro del perímetro urbano de la ciudad podría ser una alternativa para la conservación de estas especies.

Tabla 3.8. Estado de conservación de reptiles presentes en la Región Metropolitana de Santiago.

ESPECIE	CATEGORÍA CONSERVACIÓN	
	NACIONAL	REGIÓN METROPOLITANA
<i>Phylodryas chamissonis</i>	Vulnerable	Inadecuadamente conocida
<i>Tachymenis chilensis</i>	Vulnerable	Inadecuadamente conocida
<i>Phymaturus flagerifer</i>	Vulnerable	Vulnerable
<i>Pristidactylus volcanensis</i>	Rara	Rara
<i>Callopietes palluma</i>	Vulnerable	En Peligro
<i>Liolaemus chilensis</i>	Vulnerable	Vulnerable
<i>L. nitidus</i>	Vulnerable	Inadecuadamente conocida
<i>L. gravenhorsti</i>	En Peligro	En Peligro
<i>L. lemniscatus</i>	Vulnerable	Vulnerable

Fuente: Glade (1993)

Mamíferos

En Chile hay un total de 99 especies de mamíferos terrestres (Contreras & Yáñez 1995). A pesar de constituir un grupo relativamente bien estudiado, existe una gran falencia de conocimiento taxonómico, ecológico, biogeográfico y de otros aspectos de la biología de estos organismos (Contreras & Yáñez 1995). Asimismo, se tiene mucha incerteza respecto de los rangos de distribución de las especies, lo que dificulta el esclarecimiento del efecto que ha ejercido la población humana sobre su distribución, y la elaboración de planes de conservación efectivos (e.g., Saavedra & Simonetti 2003a).

En la Región de Santiago, se encuentran 17 especies de mamíferos terrestres con problemas de conservación, constituyendo un cuarto (29,3%) del total de mamíferos que presentan

problemas de conservación a nivel nacional (Tabla 5) (Glade 1993). En la zona central de

Chile además, se encuentran 12 (32,4%) de las 37 especies endémicas de mamíferos terrestres de Chile constituyendo el área geográfica nacional de mayor endemismo para este grupo (Contreras & Yáñez 1995).

La Región de Santiago presenta tres especies extintas localmente, aunque no se puede comparar con otras regiones del país, debido a la falta de información ya que no se han realizado en ellas trabajos destinados a establecer la composición prehispánica de la biota local (e.g., Saavedra & Simonetti 1991, Simonetti & Saavedra 1994). Sin embargo, es grave el hecho que seis especies de mamíferos presenten categorías de conservación más extremas en la RM en comparación a su estatus nacional, probablemente reflejo del tremendo impacto que la presencia

Tabla 3.9. Mamíferos con problemas de conservación en la Región Metropolitana de Santiago.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA CONSERVACIÓN	
		NACIONAL	REGIÓN METROPOLITANA
<i>Abrothrix longipilis longipilis</i>	ratón lanudo	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Euneomys</i> sp.		Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Lagidium viscacia</i>	viscacha	Vulnerable	Vulnerable
<i>Myocastor coypus</i>	coipo	Fuera de Peligro	Vulnerable
<i>Abrocoma benetti benetti</i>	ratón chinchilla	Indeterminado	Indeterminado
<i>Octodon bridgesi</i> *	degú de los matorrales	Vulnerable	Extinto
<i>Pseudolapex culpaeus</i>	zorro culpeo	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Pseudolapex griseus</i>	zorro gris	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Gallitris cuja</i>	quique	Vulnerable	Vulnerable
<i>Conepatus chinga chinga</i>	chingue	Fuera de Peligro	Rara
<i>Felis colocola</i>	colocolo	En Peligro	En Peligro
<i>Puma concolor</i>	puma	Vulnerable	Vulnerable
<i>Oncifelis guigna</i>	güiña	En Peligro	En Peligro
<i>Felis jacobita</i>		Rara	Rara
<i>Lama guanicoe</i>	guanaco	Vulnerable	En Peligro
<i>Hippocamelus bisulcus</i>	huemul	En Peligro	Extinto
<i>Pudu puda</i> **	puquí	Vulnerable	Extinto

Fuente: Glade (1993) Basado en Saavedra & Simonetti (2003), Saavedra et al. (1991).

humana ha ejercido sobre este componente de la biodiversidad.

En general, Miller et al. (1983) establecieron que el 38% de los mamíferos analizados (N=77), aquellos con mayores problemas de conservación se encuentran en la zona mediterránea. Entre los factores que deben ser controlados, por cuanto afectan negativamente la persistencia de los mamíferos en esta área, se encuentra la explotación directa por caza para piel y/o carne, realizada por cazadores locales que incrementan sus ingresos. Este fenómeno sin embargo, no es percibido como un problema por expertos en materias ambientales (Biodiversidad y Problemas Ambientales, más adelante). Planes sociales estatales y privados destinados a elevar el nivel de ingresos de la población podrían redundar en una reducción de la caza de especies nativas. Para muchas especies de animales (y sobre todo plantas), el deterioro del hábitat por pisoteo de ganado u otra actividad humana afecta negativamente sus pobla-

ciones. La eliminación efectiva de estos agentes al menos dentro de áreas protegidas, estatales o privadas, favorecería la mantención de la calidad del hábitat de las especies amenazadas.

Se destaca el hecho de que bajo condiciones adecuadas de manejo es posible la reintroducción de especies de mamíferos en la Región de Santiago, entre los que se podría incluir el carismático pudú, el ciervo más pequeño del mundo. Éste ha sido expulsado de la Zona Central, presentando poblaciones en buenas condiciones fundamentalmente en la zona sur del país. Se sabe sin embargo, que poblaciones de esta especie pueden sobrevivir en hábitats modificados o en bosques de crecimiento secundario, si son protegidos activamente de los perros y de la caza humana (Miller et al. 1983). Más aún, en el caso del pudú, se han establecido experiencias exitosas de cría y repoblamiento (Reyes 1993), lo cual favorece las actividades de restauración que

puedan realizarse en diversas áreas de la Región de Santiago. (Glade 1993).

Aves

En Chile hay 456 especies de aves, de las cuales 407 son continentales (Araya & Bernal 1995). En general las aves chilenas presentan un bajo grado de endemismo. Muchas de ellas sin embargo, presentan distribución restringida a la zona sur de Sudamérica, constituyendo endemismos regionales (Rottmann & Lopez-Calleja 1993). De las aves presentes en nuestro país, 18% presenta problemas de conservación a nivel global

Para la Región de Santiago se han descrito 133 especies de aves, de las cuales sólo seis (4,5%) son nativas. Contrario a lo que podría esperarse para esta densamente poblada porción del país, la intensidad de exploración de la región es sólo regular (Araya & Bernal 1995). Destaca asimismo, que de las 25 especies de aves que presentan problemas de conservación en la Región (Tabla 6), sólo una de ellas (Columba araucana, torcaza), muestra un estado de conservación menor en esta

Tabla 3.10. Estado de Conservación de Aves para el país y Región Metropolitana de Santiago.

TAXÓN	NOMBRE COMÚN	NACIONAL	REGIÓN METROPOLITANA
<i>Ixobrychus involucris</i>	huairavillo	Rara	Rara
<i>Ardea cocoi</i>	garza cuca	Rara	Rara
<i>Theristicus caudatus</i>	bandurria	Vulnerable	Vulnerable
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	flamencochileno	Vulnerable	Rara
<i>Cygnus melancoryphus</i>	cisne cuello negro	Vulnerable	Rara
<i>Chloephaga melanoptera</i>	piuquén	Vulnerable	Rara
<i>Anas bahamensis</i>	pato gargantillo	Rara	Rara
<i>Anas platalea</i>	pato cuchara	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Heteronetta atricapilla</i>	pato rinconero	Rara	Rara
<i>Vultur gryphus</i>	cóndor	Vulnerable	Vulnerable
<i>Pandion haliaetus</i>	águila pescadora	Vulnerable	Vulnerable
<i>Accipiter bicolor</i>	peuquito	Rara	Rara
<i>Buteo ventralis</i>	aguilucho cola rojiza	Rara	Rara
<i>Falco peregrinus anatum</i>	halcón peregrino	En Peligro	En Peligro
<i>Falco peregrinus cassini</i>	halcón peregrino	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Rallus antarcticus</i>	pidén asutral	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Nycticryphes semicollaris</i>		En Peligro	En Peligro
<i>Gallinago gallinago</i>	becacina	Vulnerable	Vulnerable
<i>Attagis gayi</i>	perdicita cordillerana	Rara	Rara
<i>Larus serranus</i>	gaviota andina	Rara	Rara
<i>Columba araucana</i>	torcaza	Vulnerable	En Peligro
<i>Cyanoliseus patagonus byroni</i>	trichahue	En Peligro	En Peligro
<i>Strix rufipes</i>	concón	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Asio flameus</i>	nuco	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida
<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i>	pájaro amarillo	Inadecuadamente conocida	Inadecuadamente conocida

Fuente: Glade (1993).

Peces continentales

La fauna íctica nativa de Chile está representada por 46 especies, las cuales tienen alto grado de endemismo y especies primitivas (Campos et al. 1998). En la Región de Santiago, este componente de la biota tiene graves problemas de conservación, constatándose que sobre el 98% de las especies nativas están asignadas a alguna categoría de conservación (Glade 1993). Campos et al. (1998) determinan que 12 (26,1%) especies de peces continentales están con problemas de conservación (Tabla 3.1). Las principales amenazas para los peces de agua

dulce son las especies introducidas, la alteración del hábitat por contaminación, disminución de caudales y alteración de la vegetación acuática ripariana (Campos et al. 1998), parte de estos problemas se reconocen como problemas ambientales para la Región (Espinoza et al. 1991). Es así por ejemplo que *G. australis* se presenta como vulnerable debido fundamentalmente a la presencia de pesticidas en el agua y debido al exceso de sedimentos orgánicos en los ríos. *Cheirodon pisciculus* asimismo, está afectado por la contaminación de las aguas, y al impacto de las especies introducidas.

Tabla 3.11. Estado de conservación de peces de agua dulce presentes en la Región Metropolitana Santiago.

ESPECIE	CATEGORÍA
<i>Geotria australis</i>	Vulnerable
<i>Mordacia lapicincta</i>	Inadecuadamente conocida
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Vulnerable
<i>Diplomystes chilensis</i>	En Peligro
<i>Trichomycterus aeorolatus</i>	Vulnerable
<i>Nematogenys inermis</i>	En Peligro
<i>Galaxias maculatus</i>	Vulnerable
<i>Cauque mauleanum</i>	Inadecuadamente conocida
<i>Basilichthys australis</i>	Vulnerable
<i>Percichthys trucha</i>	Vulnerable
<i>Percichthys melanops</i>	En Peligro
<i>Percichthys gillii</i>	En Peligro de Extinción

Fuente: Campos et al. (1998)

Anfibios

Los anfibios se agrupan en cuatro familias, siendo una de ellas introducida (Veloso & Navarro 1988). El porcentaje de endemismo es alto, con un total de 32 especies endémicas (74,4%). El conocimiento de los anfibios presentes en Chile ha permitido determinar que de las 43 especies que se encuentran presentes en nuestro país, seis están en peligro de extinguirse, 11 son vulnerables, 10 raras y las 16 restantes están inadecuadamente reconocidas (Formas 1995).

Formas (1995) lista un total de siete especies de anfibios con problemas de conservación en la Región de Santiago (Tabla 3.12), de las cuales una (*Caudiverbera caudiverbera*) se encuentra en mayor peligro en esta región que en el resto del país. Destaca la presencia de especies para las cuales no

se les ha definido su estado de conservación, indicando el desconocimiento que existe de este grupo en la zona con mayor presencia humana del país.

Entre las amenazas más importantes que afectan las poblaciones de anfibios chilenos se encuentra el manejo y contaminación química de las aguas, deforestación, introducción de peces (*e.g. Salmo spp., Syprinus carpio, Odonthestes bonariensis, Ictalurus spp., roedores (Rattus spp.)*) y el anfibio exótico (*Xenopus laevis*). En la actualidad se ha agregado como factor de riesgo la exportación, ello debido a que el comercio de anfibios chilenos en el extranjero ha aumentado considerablemente. Entre los años 1986-1988 por ejemplo, se reportaron ca. 24.000 sapos y ranas capturados para su comercialización (Formas 1995).

Tabla 3.12 Estado de conservación de anfibios presentes en la Región Metropolitana de Santiago.

ESPECIE	CATEGORÍA CONSERVACIÓN	
	NACIONAL	REGIÓN METROPOLITANA
<i>Bufo chilensis</i>	Vulnerable	No definida
<i>Bufo spinulosus</i>	Vulnerable	Vulnerable
<i>Alsodes nodosus</i>	En Peligro	En Peligro
<i>Alsodes tumulosus</i>	En Peligro	No definida
<i>Batrachyla taeniata</i>	Vulnerable	No definida
<i>Caudiverbera caudiverbera</i>	Vulnerable	En Peligro
<i>Telmalsodes montanus</i>	En Peligro	En Peligro

Fuente: Formas (1995)

región en comparación al estado nacional (Glade 1993).

Un interesante estudio realizado en la ciudad de Santiago (Díaz & Armesto 2003), el cual evaluó la presencia de aves en un transecto urbano-rural en la Comuna de la Reina y la Reserva Nacional (RN) de Río Clarillo, encontró una gran abundancia de avifauna presente en zonas residenciales y parques urbanos de La Reina (Tabla 3.13). En los faldeos cordilleranos de esta comuna se encontró 27 especies de aves, las que incluyeron cuatro especies endémicas (turca, tapaculo, perdiz y tenca), de las cuales sólo la tenca fue observada en parques y barrios residenciales (Díaz & Armesto 2003). Asimismo, cuatro de las cinco especies introducidas (gorrión, paloma, cardenal y cotorra argentina) estaban presentes sólo en las zonas urbanas, mientras que la quinta especie introducida (codorniz) se encontró sólo en los faldeos precordilleranos y en la Reserva Nacional (RN) Río Clarillo. Contrario al patrón de riqueza observado, las aves fueron más abundantes en los parques residenciales, en comparación a los hábitat naturales (Díaz & Armesto 2003). Algunas especies fueron observadas ocasionalmente en la ciudad.

Un ejemplo intrigante fueron las bandadas de hasta 11 choroyes que sobrevolaron los barrios y parques de La Reina. Esta especie corresponde a un loro

nativo típico de los bosques del sur, considerado como En Peligro de Extinción en la Región Metropolitana. Su importante presencia en la zona indica la factibilidad de mantener o reintroducir la especie dentro del perímetro urbano de la ciudad. En Santiago, las aves utilizan como lugar de anidamiento o de alimentación tanto árboles nativos como introducidos.

Dentro de estos últimos destaca el hecho de que el plátano oriental no presenta recursos para las aves, ya que nunca lo utilizan. Destaca asimismo, que la riqueza de especies de aves aumenta significativamente cuando aumenta la cantidad de follaje de los árboles, así como el número de árboles nativos presentes, entre los que se destaca el quillay y el peumo (Díaz & Armesto 2003). El diseño de parques, plazas y jardines que privilegie la presencia de áreas verdes forestadas con plantas y árboles nativos favorables para las aves, y que permita que los árboles desarrollen un dosel frondoso puede aumentar la riqueza de aves terrestres en la ciudad, haciendo posible la conservación de aves nativas en los espacios urbanos de Santiago (Díaz & Armesto 2003). Otros factores como contaminantes atmosféricos, ruido, tráfico, y animales domésticos pueden afectar negativamente a las especies de aves, por lo que deben asimismo ser controlados para asegurar la permanencia de la avifauna en el radio urbano (Díaz & Armesto 2003).

Tabla 3.13. Riqueza y abundancia de aves en la Comuna de La Reina y en Reserva Nacional Río Clarillo, Región Metropolitana, Santiago de Chile.

	Abundancia Total (Individuos/100 m de transecto)	Riqueza (Número de Especies avistadas)
Comuna de la Reina		
Barrios residenciales	7,40	22
Parques urbanos	5,43	24
Faldeos andinos	6,72	27
Reserva Forestal Río Clarillo	4,10	27

Fuente: Díaz & Armesto (2003).

3.4.3 Vegetación

El grado de endemismo de las plantas que habitan la zona mediterránea de Chile alcanza un 32% para los géneros y 23% para las especies de plantas (Cowling et al. 1996). En la Región de Santiago se ha registrado hasta ahora la presencia de 1.355 especies de plantas, de las cuales 6,3% son endémicas a esta región (Arroyo et al. 2002), es decir no están presentes en ninguna otra parte de Chile o el mundo. Si se analiza las especies que tienen sólo distribución mediterránea, un 29,4% (N=422) de ellas se encuentra en la Región.

La importancia florística de la Región de Santiago se constata asimismo, cuando se analiza la presencia de poblaciones marginales, es decir de especies que alcanzan sus límites de distribución norte o sur en esta zona. En general estas constituyen poblaciones con gran potencial adaptativo, además de constituir reservorios significativos de biodiversidad a nivel genético. De hecho, numerosas plantas de la zona mediterránea han desarrollado adapta-

ciones particulares que les permiten soportar la sequía estival característica de este clima (Fuentes et al. 1995). Un total de 561 especies alcanzan su límite norte y 367 su límite sur, en esta porción del país.

De un total de 900 especies arbustivas y arbóreas Dicotyledoneae presentes en Chile continental, 62 (6,9%) presentan problemas de conservación (Marticorena et al. 1995). Todas las especies que se encuentran En Peligro son endémicas. De las 20 especies vulnerables, 14 son endémicas, mientras que de 31 especies de Dicotiledóneas que son consideradas Raras, 22 son endémicas (Marticorena et al. 1995).

La Región de Santiago alberga 19 de las 62 especies con problemas de conservación en Chile. De ellas, *Avellanita bustillosii* se encuentra En Peligro (Benoit, 1989). Nueve especies se han clasificado como vulnerables, de las cuales siete son endémicas a Chile. Asimismo, Benoit (1989) indica la existencia de 32 especies de plantas categorizadas como Rara, sólo cinco de las cuales (15,6%) se encuentran en la Región, pero 4 de ellas son endémicas (Tabla 3.14).

Tabla 3.14. Especies de plantas con problemas de conservación presentes en la Región Metropolitana de Santiago.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA CONSERVACIÓN
<i>Avellanita bustillosii</i> *	avellanita	En Peligro
<i>Austrocedrus chilensis</i>	ciprés de la Cordillera	Vulnerable
<i>Beilschmiedia miersii</i> *	belloto del norte	Vulnerable
<i>Dasyphyllum excelsum</i> *	tayú	Vulnerable
<i>Jubaea chilensis</i> *	palma chilena	Vulnerable
<i>Krameria cistoidea</i> *	pacul	Vulnerable
<i>Nothofagus glauca</i> *	hualo	Vulnerable
<i>Persea meyeniana</i> *	lingue del norte	Vulnerable
<i>Portleria chilensis</i> *	guayacán	Vulnerable
<i>Prosopis spp.</i>	algarrobo	Vulnerable
<i>Adesmia resinosa</i>	paramela de Til-Til	Rara
<i>Citronella mucronata</i>	huillipatagua	Rara
<i>Maytenus chubutensis</i>	maitén del chubut	Rara
<i>Myrceugenia colchaguensis</i>	arrayán de colchagua	Rara
<i>M. correaefolia</i>	petrillo	Rara

Fuente: Benoit (1989). Asterisco indica especies endémicas.

En relación con los helechos, el aporte de la Región de Santiago a la biodiversidad del país es bajo, ya que los 190 taxa reportados, incluyendo subespecies y variedades, se concentran fundamentalmente en la Isla Juan Fernández y al sur de los 38°S. Baeza et al. (1998) indican la presencia de 123 especies de helechos en las categorías de conservación, registrando un total de 32 (26%) especies para Santiago. De éstas, cinco (15,6%) se encuentran fuera de peligro, 16 (50%) son

vulnerables, cinco están inadecuadamente conocidas y dos (6,2%) son raras (Tabla 10). La pérdida de hábitat se menciona como la causa más importante que afecta los helechos. En particular *Dennstaedtia glauca*, la cual se distribuye sólo entre la V-VII región, se encuentra vulnerable debido a su baja densidad, asociado a la tala y sustitución, con el consecuente aumento de la luminosidad, radiación y artificialización de su hábitat (Baeza et al. 1998).

Tabla 3.15. Helechos adscritos a categorías de conservación en presentes en la Región Metropolitana, Chile.

TAXÓN	CATEGORÍA
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	Fuera de Peligro
<i>A. gertrudis</i>	En Peligro
<i>A. pearcei</i>	En Peligro
<i>Cryptogramma crispera</i> var. <i>chilensis</i>	Rara
<i>Pellaea myrtillofolia</i>	Rara
<i>P. ternifolia</i>	Inadecuadamente Conocida
<i>Asplenium dareoides</i>	Fuera de Peligro
<i>Blechnum chilense</i>	Inadecuadamente Conocida
<i>Blechnum hastatum</i>	Fuera de Peligro
<i>Dennstaedtia glauca</i>	Vulnerable
<i>Hypolepis poeppigii</i>	Inadecuadamente Conocida
<i>Equisetum giganteum</i>	Inadecuadamente Conocida
<i>Hymenophyllum cuneatum</i> var. <i>rarifforme</i>	Vulnerable
<i>H. dicranotrichum</i>	Vulnerable
<i>H. falklandicum</i>	Vulnerable
<i>H. ferrugineum</i>	Vulnerable
<i>H. fuciforme</i>	Vulnerable
<i>H. pectinatum</i>	Vulnerable
<i>H. plicatum</i>	Vulnerable
<i>H. rugosum</i>	Vulnerable
<i>H. secundum</i>	Vulnerable
<i>H. tortuosum</i>	Vulnerable
<i>Serpilopsis caespitosa</i> var. <i>fernandeziana</i>	Vulnerable
<i>Trichomanes exsectum</i>	Vulnerable
<i>T. ingae</i>	En Peligro
<i>T. philippianum</i>	En Peligro
<i>Ophioglossum lusitanicum</i>	Inadecuadamente Conocida
<i>Pteris chilensis</i>	Fuera de Peligro
<i>Cystopteris fragilis</i> var. <i>apiiformis</i>	Fuera de Peligro

Fuente: Baeza et al. (1998)

Las plantas bulbosas presentan en Chile una riqueza específica de 145 especies, las que podrían aumentar a 230 si se considera la totalidad de Irírdáceas y Orquídeas. Lo más notable de ellas, es que cerca de un 75% son especies endémicas a nuestro país. Asimismo, el gran interés comercial que ellas despiertan, debido a su alto valor ornamental las hace un grupo interesante, por cuanto el material genético de especies del género *Alstroemeria* y *Leucocorine* han pasado a formar parte de híbridos comerciales (Ravenna et al. 1998). Ravenna et al. (1998) analizan 232 taxa de bulbosas, de los cuales 69 (29,7%) están presentes en la Región de Santiago, 20 (29%) de las cuales están presentes en forma exclusiva en esta región.

Ravenna et al. (1998) adscribieron 52 especies en total a alguna categoría de conservación, de las cuales 11 especies están presentes en Santiago (Tabla 3.16). De ellas, una se encuentra fuera de peligro, seis son raras, tres están en peligro, y una se

encuentra extinta en esta región. Esta especie en particular (*Tecophilaea cyanocroccus*) se encontraba en la precordillera de Santiago, sector Chicureo y Cuesta de Chacabuco. Su desaparición se debería a una sobrecolección como planta ornamental. Sin embargo, es una especie que se cultiva con éxito en Holanda e Inglaterra, siendo comercializada incluso en nuestro país, el cual debe pagar por germoplasma chileno (i.e., semillas) mejorado en el extranjero. Esto es sólo una muestra del valor económico que puede tener la biodiversidad nativa, la cual permanece sin ser inventariada completa y exhaustivamente en Chile (Simonetti et al. 1995).

Las otras especies de este grupo que están en peligro de extinción tienen una distribución casi exclusiva a la Región de Santiago, y son afectadas por actividades asociadas al pastoreo y agricultura, fuego, cosecha como ornamento y el efecto del cambio de hábitat provocado por especies exóticas.

Tabla 3.16. Plantas bulbosas adscritos a categorías de conservación en presentes en la Región Metropolitana, Chile.

ESPECIE	CATEGORIA
<i>Tristagma graminifolium</i>	En Peligro
<i>Alstroemeria garaventa</i>	Rara
<i>A. spectabilis</i>	Rara
<i>A. umbellata</i>	Rara
<i>A. zoellneri</i>	Rara
<i>Placea davidii</i>	Rara
<i>Rodophiala titlensis</i>	En peligro
<i>Gilliesia monophylla</i>	Fuera de Peligro
<i>Solaria miersioides</i>	Rara
<i>Speea humilis</i>	En Peligro
<i>Tecophilaea cyanocroccus</i>	Extinta

Fuente: Ravenna et al. (1998).

Otro grupo de plantas, menos representados en Santiago lo constituyen las cactáceas. La presencia de este grupo en la Región de Santiago es escasa, puesto que se concentran en la zona norte de Chile. En general para Chile, de un total de 98 taxa analizados, 16 (16,3%) fueron declaradas En Peligro de Extinción, 29 (29,6%) como vulnerables, 37 (37,7%) Raras, 7 (7,1%) Insuficientemente Conocidas y 15 (15,3) Fuera de Peligro. Para la Región de Santiago en particular, Belmonte et al. (1998), describen la presencia de nueve especies, de las cuales una se encuentra fuera de peligro (*Opuntia berterii*); cuatro fueron catalogadas como vulnerable (*Neoporteria subgibosa*, *N. castanea*, *N. curvispina* var. *andicola*, *N.c. var. curvispina*); tres como raras (*Austrocactus spiniflorus*, *N. subgibbosa* var. *robusta*, *O. ovata*) y una en peligro de extinción (*N. curvispina* var. *grandiflora*). Esta especie presenta un restringido rango de distribución en la Región, encontrándose sólo en el Cerro San Ramón y quebrada de Peñalolén. La principal amenaza para su persistencia es la extracción para comercialización y artificialización del hábitat por crecimiento urbano (Belmonte et al. 1998).

La flora de Chile es particularmente rica en líquenes, lo que se debe a la extraordinaria diversidad de hábitats que ofrece para este grupo de organismos, que se traducen en numerosos microclimas aptos para su desarrollo (Quilhot et al.

1998). A nivel nacional, esta flora incluye 1.383 taxa agrupados en 304 géneros, los que se distribuyen en los bosques templados lluviosos australes, el Altiplano, la Antártica, bosques subantárticos e isla de Juan Fernández. A pesar de la gran diversidad líquénica presente en Chile, son escasos los estudios sobre riqueza, estructura de comunidades líquénicas o de biomasa de las mismas, ni tampoco existen trabajos que evalúen el rol de este conjunto biótico en procesos de relevancia ecosistémica como fijación de nutrientes. Debido a la alta dependencia de estos organismos con el ambiente, los líquenes ha sido propuestos como indicadores de contaminación atmosférica en zonas urbanas.

Debido a la escasez de trabajos en este grupo, Quilhot et al. (1998) analizan el estado de conservación de sólo 59 especies, las cuales se adscriben a categorías de conservación para cada región administrativa donde se conoce su presencia. En particular para Santiago, se registra un total de 17 especies de líquenes, de las cuales seis están fuera de peligro, mientras que ocho son consideradas vulnerables, una inadecuadamente conocida, una rara, estando una de ellas esta en peligro de extinción (Tabla 12, Quilhot et al. 1998). Destacan estos autores, que entre los factores que han afectado a los líquenes se encuentra la artificialización y destrucción del hábitat y la contaminación atmosférica.

Tabla 3.17. Líquenes adscritos a categorías de conservación presentes en la Región Metropolitana de Chile.

TAXÓN	CATEGORÍA
<i>Acarospora schleichei</i>	Fuera de Peligro
<i>Candelariella vitellina</i>	Fuera de Peligro
<i>Dictyonema glabratum</i>	Fuera de Peligro
<i>Flavoparmelia caperata</i>	Fuera de Peligro
<i>Haematomma fenizianum</i>	Vulnerable
<i>Lecanora dispersa</i>	Inadecuadamente Conocida
<i>Pertusaria velata</i>	Vulnerable
<i>Physcia caesia</i>	Vulnerable
<i>Pseudocyphellaria bartlettii</i>	Rara
<i>Pseudocyphellaria neglecta</i>	Fuera de Peligro
<i>Pterygiopsis foliacea</i>	En Peligro de Extinción
<i>Rhizoplaca chrysoleuca</i>	Fuera de Peligro
<i>Rocella portentosa</i>	Vulnerable
<i>Roccellina cerebriformis</i>	Vulnerable
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i>	Vulnerable
<i>Teloschistes flavicans</i>	Vulnerable
<i>Xanthoparmelia rupicola</i>	Vulnerable

Fuente: Quilhot et al. (1998).

3.4.4 Invertebrados

A pesar de la tremenda importancia que la presencia de artrópodos tiene en determinar diversos procesos ecológicos como polinización, descomposición, herbivoría, procesos que son asimismo importantes dentro del ámbito productivo forestal, se tiene un gran desconocimiento de este grupo (véase referencias en Simonetti et al. 1995). Ello es particularmente grave, por cuanto este grupo, al igual que la flora, presenta particularidades que derivan de la elevada insularidad histórica que presenta nuestro país. Este fenómeno se refleja en diversos grupos como Curculionidae y Buprestidae (Coleoptera) y Gnaphosidae (Araneae), los cuales presentan relaciones filogenéticas cercanas con subregiones Subantárticas. La entomofauna chilena presenta elevada riqueza y endemismo, con preponderancia de caracteres primitivos y escasa diversificación de muchos géneros, le otorgan a este componente de la biodiversidad un carácter único (Solervicens 1995).

Hymenoptera es uno de los tres grupos de insectos de mayor riqueza en Chile, estando representado en Chile por dos Subórdenes. Para el suborden Symphyta, hay descritas 35 especies, las que presentan un alto grado de endemismo. En particular para los 22 géneros presentes en Chile, un 70% de ellos es endémico al área de distribución de los *Nothofagus* (alerces). En familias del suborden Apocrita, el grado de endemismo también es alto, oscilando a nivel genérico entre 32-13,6% (Rojas & Elgueta 1995).

Otros grupos de insectos como las hormigas, las cuales tienen baja representación en Chile comparada con otros lugares de mundo (N=62 especies), presentan asimismo alto endemismo local (N=34 especies, 54,8%). Otros grupos para los que existen listados de especies como las abejas (Toro 1986), no entregan antecedentes referido al grado de endemismo o asociaciones de hábitat de las especies. En este sentido, sólo es posible saber que en Chile existen cerca de N=103 especies, con la consecuente significancia para procesos ecológicos como la polinización.

Solervicens & Elgueta 1994 analizan la fauna de insectos de follaje para un total de 31 localidades de muestro distribuidas desde los 31° a 39°S. Encuentran un total de 654 especies, las que representan a 10 Órdenes, 98 familias y 335 géneros.

Los grupos más importantes de follaje en estos bosques fueron los hemípteros y coleópteros, los cuales representaron 92,2% del total. Los autores destacan que un gran número de especies no pudo ser identificada, por lo que la riqueza específica de estos ecosistemas sobrepasa a la aquí descrita.

La falta de conocimiento para otros grupos de artrópodos, como por ejemplos ácaros Oribatida, es aún más dramática. En particular llama la atención el desconocimiento que se tiene de este grupo, el cual representa los más característicos microartrópodos del suelo, constituyendo grupos dominantes dentro de la fauna edáfica. Se trata de un grupo que tiene un rol importante en la descomposición de la materia orgánica del suelo, y en el proceso de humificación. Su estudio parece fundamental sobre todo en áreas como la precordillera de Santiago, donde el proceso de recuperación y mantención de vegetación depende en último término de la mantención de suelos de calidad. Desde el punto de vista de la conservación, este grupo podría constituir un buen elemento para evaluar el estado estructural de los suelos, por ejemplo después del resultado de tratamientos agrícolas, erosión y procesos silvícolas (Covarrubias 1986).

En Chile existe un total de 20 especies de decápodos dulceacuícolas, los cuales pertenecen a cuatro familias diferentes (Bahamonde et al. 1998). Para la Región de Santiago se conocen cinco especies, de las cuales dos están consideradas como inadecuadamente conocidas (*Parastacus pugnax* y *Samastacus spiniformes*), y tres de ellas están consideradas En Peligro (*Aegla laevis laevis*, *Aegla papudo* y *Cryphiops caementarius*). Estas especies sufren la pérdida de hábitat por contaminación de los cursos de agua, y por alteración física de los mismos. La conservación y mantención de cursos de agua de calidad, con abundante vegetación ribereña nativa, favorecería la persistencia de poblaciones de invertebrados (y vertebrados) acuáticos. El beneficio que esfuerzos de conservación de este tipo tendrían sobre la población urbana y rural de la Región sería casi directo. Por una parte se proveería con agua limpia para abastecer diversas zonas de cultivo, y con áreas verdes de esparcimiento, muy escasas en esta Región (véase Hajek et al. 1990). En un sentido similar, la mantención y promoción de áreas verdes dentro del radio urbano, así como en el perímetro suburbano de Santiago podría favorecer la permanencia de diversas especies de invertebrados terrestres, como los insectos.

3.4.5 Biodiversidad de ecosistemas

La biodiversidad de la Región a nivel de ecosistemas puede ser analizada en base a la clasificación de agrupaciones vegetales de Gajardo 1994. Ello debido a que ella constituye una de las clasificaciones más conocidas y utilizadas en Chile. Este ordenamiento de la vegetación reconoce y ordena agrupaciones vegetales que constituyen paisajes vegetacionales en sistema jerárquico de tres niveles principales: regional, subregional y de formación vegetacional. Las formaciones vegetacionales se reconocen por comunidades-tipo o asociaciones vegetales, las que se definen por especies representativas, comunes, acompañantes y ocasionales. Gajardo (1994) define ocho grandes Regiones Vegetales para Chile, de las cuales tres (37,5%) se encuentran presentes en Región Metropolitana, y corresponden a la Estepa Alto-Andina, Matorral y bosque esclerófilo y Bosque Caducifolio. Ellas a su vez se subdividen en Subregiones y en Formaciones Vegetales, existiendo para Chile un total de 21 subregiones y 85 formaciones vegetales. La diversidad de tipos de vegetación, indicadora de diversidad a nivel ecosistémico, es muy alta en la zona central. De hecho la zona mediterránea tiene una gran diversidad de vegetación para su tamaño, puesto que ella contiene casi el mismo número de formaciones vegetacionales que la zona lluviosa de Chile, a pesar de poseer casi la mitad de área.

Esta importante diversidad a nivel de ecosistemas se explica en parte por la presencia Chile central de una variada topografía, la que se evidencia en escasos kilómetros. La presencia de la Cordillera de la Costa y de los Andes, junto con serranías transversales que se desprenden de ella, así como de extensos valles longitudinales, los cuales son atravesados por ríos de diferente envergadura, establecen las condiciones geográficas que favorecen el desarrollo de numerosas y diversas formaciones vegetales en la zona mediterránea de Chile, especialmente en la cuenta de Santiago. Ello se refleja por ejemplo en la existencia de cuatro (19%) Subregiones vegetales, las que albergan ocho formaciones vegetales (9,4%), las que a su vez están representadas por un gran número de asociaciones vegetales locales (Tabla 3.18).

En particular la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo se extiende a través de la zona

central de Chile, y su característica física dominante es la presencia de condiciones climáticas del tipo mediterráneo, con inviernos fríos y lluviosos y veranos secos y cálidos (Gajardo 1994). Debido a la alta densidad poblacional y actividades productivas concentradas en esta zona, la existencia de vegetación original es muy escasa. A pesar de ello, esta región presenta una alta diversidad vegetacional, encontrándose variadas formas de vida, debido a la posición latitudinal de transición climática en que se encuentra, lo que sumado a la presencia del relieve montañoso de la Cordillera de la Costa, permite una fuerte penetración de las regiones vegetacionales adyacentes. Predominan aquí los arbustos de hojas esclerófilas, pero también se encuentran arbustos bajos xerófitos, arbustos espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios de gran tamaño. Por su parte, la Región de la Estepa Alto-Andina se encuentra en la Cordillera de los Andes, extendiéndose desde el límite norte de nuestro país hasta las montañas de la VII Región (Gajardo 1994). Las plantas dominantes en esta región crecen en forma de cojín, pastos duros o "coirones" y arbustos bajos (tolas).

El Matorral esclerófilo andino está determinado esencialmente por el relieve en el cual se fijan pisos altitudinales determinados fundamentalmente por la exposición al sol. Ellos conforman un mosaico de comunidades locales, lo que eleva el grado de biodiversidad a este nivel. Debido a su ubicación próxima a zonas densamente pobladas, se encuentra muy modificada en su composición y estructura (Gajardo 1994). Es interesante destacar que se ha definido dos asociaciones adscritas específicamente a Santiago: Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Santiago y Bosque caducifolio de Santiago. La primera representa el nivel altitudinal superior de la vegetación en la Cordillera de los Andes de la zona central, mientras que la segunda se encuentra en las más altas cumbres de la Cordillera de la Costa en exposición sur (Gajardo 1994), las que constituyen límite de la cuenca de Santiago.

Destaca Gajardo (1994), que la Sub-Región del Matorral y del bosque espinoso, corresponde a una unidad que ha sido profundamente afectada por las actividades humanas, lo que ha determinado gran heterogeneidad en la composición florística y estructura espacial de las mismas. En esta formación, la forma de vida predominante es la de arbustos espinosos, estando en general delimitada por la

distribución del espio (*Acacia caven*) y el algarrobo (*Prosopis chilensis*), esta última especie endémica de Chile. Es interesante en este punto, notar que la actividad humana seguramente ha promovido el incremento a nivel ecosistémico. Sin embargo, este incremento de biodiversidad se origina en el establecimiento de especies introducidas, las que desplazan la biota nativa, por lo que su valor en términos de conservación de la biota nativa es escaso.

Esto es particularmente importante en la zona central de Chile, puesto que casi la mitad de la vegetación que aquí se encuentra es nativa (Arroyo & Cavieres 1997), vegetación que ha sido desplazada debido al establecimiento de al menos 511 especies exóticas, las que se han naturalizado en la zona mediterránea de Chile (Arroyo et al. 2000). En particular la RM y la V Región, concentran casi el 70% (N=402) del total (N=592) de especies de malezas introducidas en Chile (Matthei 1995). El establecimiento de estas especies vegetales

adventicias se ha favorecido debido a la presencia de diversas especies de vertebrados exóticos (vacas, cabras, caballos, conejos) (Jaksic 1998), los cuales han modificando de manera dramática el paisaje original presente en la región mediterránea de Chile (Holmgren 2002). Las consecuencias de este cambio en biodiversidad a nivel del funcionamiento ecosistémico de la zona mediterránea de Chile no han sido estudiados, pero en base al conocimiento existente para otras áreas, es posible suponer que la pérdida de la biota nativa y su reemplazo por especies exóticas ha determinado pérdida neta de carbono y nutrientes del sistema. Asimismo, la pérdida de cobertura vegetal debido a la tala y el pastoreo, probablemente ha afectado las condiciones climáticas locales, incrementando la temperatura, reduciendo humedad y disponibilidad de agua superficial por aumento de escorrentía. Estos cambios tienen consecuencias negativas sobre la formación de nubes, y por ende sobre las precipitaciones en la cuenca (Holmgren 2002).

Tabla 3.18. Componentes de la vegetación ordenada según Gajardo (1993), que tienen representación en Región Metropolitana, Chile.

REGIÓN	SUBREGIÓN	FORMACIÓN	ASOCIACIÓN*
Estepa Alto-Andina	Andes Mediterráneos	Matorral esclerófilo andino	<i>Kageneckia angustifolia</i> - <i>Valenzuela trinervis</i> , <i>Colliguaja integerrima</i> - <i>Tetraglochin alatum</i> , <i>Escallonia myrtoidea</i> - <i>Maytenus boaria</i>
		Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Santiago	<i>Mulinum spinosum</i> - <i>Chiquiraga oppositifolia</i> , <i>Azorella madreporica</i> - <i>Laretia acaulis</i> , <i>Stipa lachnophylla</i> , <i>Chuquiraga oppositifolia</i> - <i>Valenzuela trinervis</i> , <i>Patosia clandestina</i> - <i>Juncus balticus</i>
Matorral y bosque esclerófilo	Matorral y del bosque espinoso	Matorral espinoso de las serranías	<i>Prosopis chilensis</i> - <i>Schinus polygamus</i> , <i>Acacia caven</i> - <i>Flourensia thurifera</i> , <i>Colliguaja odorifera</i> - <i>Adesmia microphylla</i> , <i>Colliguaja odorifera</i> - <i>Proustia cinerea</i> , <i>Salix chilensis</i> - <i>Maytenus boaria</i> , <i>Flourensia thurifera</i> , <i>Tessaria absinthioides</i> - <i>Baccharis pingrea</i> , <i>Quillaja saponaria</i> - <i>Portieria chilensis</i> , <i>Acacia caven</i> - <i>Portieria chilensis</i> , <i>Puya berteroniana</i> - <i>Adesmia arborea</i>
		Bosque espinoso abierto	<i>Prosopis chilensis</i> - <i>Acacia caven</i> , <i>A. caven</i> - <i>Proustia cuneifolia</i> , <i>Atriplex philippi</i> - <i>Frankenia salina</i> , <i>Avena barbata</i> - <i>Erodium bothrys</i>
		Matorral espinoso de la Cordillera de la Costa	<i>Trevoa trinervis</i> - <i>Colliguaja odorifera</i> , <i>Peumus boldus</i> - <i>Trevoa trinervis</i> , <i>Puya berteroniana</i> - <i>Trichocereus chilensi</i> , <i>Acacia caven</i> - <i>Lithrea caustica</i>
		Matorral espinoso del secano interior	<i>Acacia caven</i> - <i>Maytenus boaria</i> , <i>Lithrea caustica</i> - <i>Peumus boldus</i> , <i>Baccharis linearis</i> - <i>Plantago hispídula</i> , <i>Blepharocalyx cruckhanskii</i> - <i>Crinodendron patagua</i>
	Bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo de la pre-cordillera Andina	<i>Quillaja saponaria</i> - <i>Lithrea caustica</i> , <i>Q. saponaria</i> - <i>Colliguaja odorifera</i> , <i>Cryptocarya alba</i> - <i>Q. saponaria</i> , <i>C. alba</i> - <i>L. caustica</i>
Bosque Caducifolio	Bosque caducifolio montano	Bosque caducifolio de Santiago	<i>Nothofagus obliqua</i> var. <i>macrocarpa</i> - <i>Cryptocarya alba</i> , <i>Chusquea cumingii</i>

*Se muestran sólo las asociaciones típicas para cada formación.

3.4.6 Biodiversidad de humedales

La presencia de agua en general en la zona mediterránea de Chile y en particular en la Región es escasa. Del total de superficie que cubre esta región, los humedales cubren un escaso 0,3% (4.604,6 ha) de la superficie de la Región, mientras que la presencia de cuerpos de agua en esta zona es aún menor (0,24%, 3.748,2 ha) (CONAF-CONAMA-BIRF 1999). La presencia de estos cuerpos de agua, tiene particular relevancia para la mantención de la biodiversidad regional y global, en particular la biodiversidad acuática. Ello, por cuanto estos sitios son fuerte hábitat y alimento de numerosas especies de aves, algunas de las cuales migran desde el hemisferio norte, por lo que requieren de estos lugares de descanso y abastecimiento para cumplir con sus rutas migratorias. A nivel local, los humedales albergan no sólo aves, sino que peces, anfibios, insectos, plantas acuáticas, etc. todas especies que requieren de la mantención de agua para su persistencia.

En la Región de Santiago los humedales más importantes están localizados en la zona norponiente de la ciudad, y están siendo amenazados por el desarrollo inmobiliario, el drenaje para aprovechamiento de aguas y tierras para agricultura. En particular la Laguna de Batuco, constituye un área de significancia para la conservación de biodiversidad, puesto que es uno de las escasas zonas de humedales presentes no sólo en la RM, sino que en la zona mediterránea en general. Ella alberga más de cien especies de aves (de un total de ca. de 500 existentes para Chile), de las cuales 12 (ca. 12%) presentan problemas de conservación (Tabla 3.19). A pesar de que el Decreto N°23 de 1995 estableció una veda de 30 años que prohíbe dentro del área de la cuenca de la Laguna Batuco la caza, transporte, comercialización, posesión e industrialización de toda clase de ejemplares pertenecientes a la fauna silvestre, en la práctica esta laguna sufre a diario las presiones de uso por parte de agricultores locales, haciendo poco efectiva la protección legal.

Tabla 3.19. Especies de aves con problemas de conservación, presentes en la Laguna de Batuco, Región Metropolitana.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTADO DE CONSERVACIÓN
<i>Ixobrychus involucris</i>	huairavillo	rara
<i>Ardea cocoi</i>	garza cuca	rara
<i>Plegadis chihí</i>	cuervo de pantano	En peligro
<i>Coscoroba coscoroba</i>	cisne coscoroba	En peligro
<i>Cygnus melanoptera</i>	cisne de cuello negro	rara
<i>Chloephaga melanoptera</i>	piuquén	rara
<i>Anas bahamensis</i>	pato gargantillo	rara
<i>Anas platalea</i>	pato cuchara	inadecuadamente conocida
<i>Heteroneta atricapilla</i>	pato rinconero	rara
<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i>	pájaro amarillo	inadecuadamente conocida
<i>Flaco peregrinus</i>	halcón peregrino	En peligro
<i>Asio flammeus</i>	nuco	Inadecuadamente conocido

3.4.7 Biodiversidad y funciones ecosistémicas

Las funciones ecosistémicas se refieren a la capacidad de un ecosistema de llevar a cabo procesos de captura, almacenaje y transferencia de energía, dióxido de carbono, nutrientes y agua (Solbrig 1992). Dentro de estos procesos generales se encuentran numerosos procesos a nivel poblacional y comunitario, que aseguran la continuidad en el funcionamiento de los ecosistemas (Tabla 3.20) (Hobbs et al. 1995). Así, las funciones ecosistémicas pueden ordenarse jerárquicamente, donde por ejemplo la mantención de un proceso como el ciclo de nutrientes depende de la respuesta de las plantas a la herbivoría, perturbaciones, presencia de simbioses fijadores de nitrógeno, interacciones con polinizadores, etc. Por ello, la mantención de un proceso ecosistémico, depende en último término de la persistencia de los actores involucrados en dichos

procesos, los que finalmente corresponden al componente estructural de la biodiversidad (i.e., genes, poblaciones, comunidades).

La biodiversidad de las funciones ecosistémicas ha sido escasamente evaluada en Chile (Simonetti 1999a), especialmente en referencia al efecto del desarrollo urbano sobre la diversidad biológica, pero por sobre todo, se desconoce el efecto que tendría la biodiversidad en regular, favorecer o entorpecer aquellos procesos ecosistémicos relevantes para la sustentabilidad de los asentamientos urbanos a gran escala (e.g. mantención y purificación de cursos de agua, fijación carbono, mantención suelo, etc.). Los escasos trabajos que se analizan procesos a nivel ecosistémico en la Región, se han realizado en áreas de protección (e.g., Contreras 1998), sin incorporar el componente urbano en el análisis. Este corresponde quizá a una de las áreas de conocimiento que requiere de mayor atención y desarrollo para Santiago.

Tabla 3.20. Funciones ecosistémicas primarias, y ejemplos de funciones secundarias (o procesos) que son necesarios para completar las funciones primarias. Modificado de Hobbs et al. (1995).

COMPONENTE	FUNCIÓN ECOSISTÉMICA	PROCESOS INVOLUCRADOS
Poblaciones locales de plantas y animales	Transferencia de energía de nutrientes de agua CO ₂	Formación/transformación de suelo
		Toma y liberación de nutrientes
		Descomposición
		Consumo de agua/evapotranspiración
		Fotosíntesis
		Herbivoría
		Polinización
		Dispersión/almacenamiento propágulos
		Predación/parasitismo/ataque patógenos
		Otras interacciones específicas
Respuesta a perturbaciones		

3.5 URBANIZACIÓN

3.5.1 Estado del espacio público.

El espacio público se ha considerado como un componente central del medio ambiente urbano, en particular aquellos espacios destinados a la recreación, los deportes y otras actividades al aire libre, aunque también forma parte del espacio público la vialidad y otros espacios destinados a la circulación o estacionamiento de personas y vehículos. Se puede definir como "el espacio de propiedad pública o privada, de libre acceso, aunque no necesariamente gratuito, por parte de la población de una ciudad, comuna o vecindario, para que esta pueda desarrollar actividades sociales, culturales, educacionales, de contemplación y recreación". El Área Metropolitana de Santiago en el año 1992 según el Ministerio de Vivienda contaba con una superficie de 4.430 hectáreas destinadas al uso público, de las cuales un 28.9% (1.280 há.) corresponde a parques urbanos y un 16,4% (728 há.) a plazas.

La calidad del espacio público se asocia con características de diseño tales como el tamaño, perfil, arborización y mobiliario, pero también se debe considerar la distribución de los espacios en la ciudad, los estándares construidos por habitante y la accesibilidad a los grandes parques o áreas verdes naturales. En el caso de Santiago, que es una ciudad con grandes disparidades de ingreso, la calidad de los espacios públicos es también muy dispar entre las distintas comunas de la ciudad.

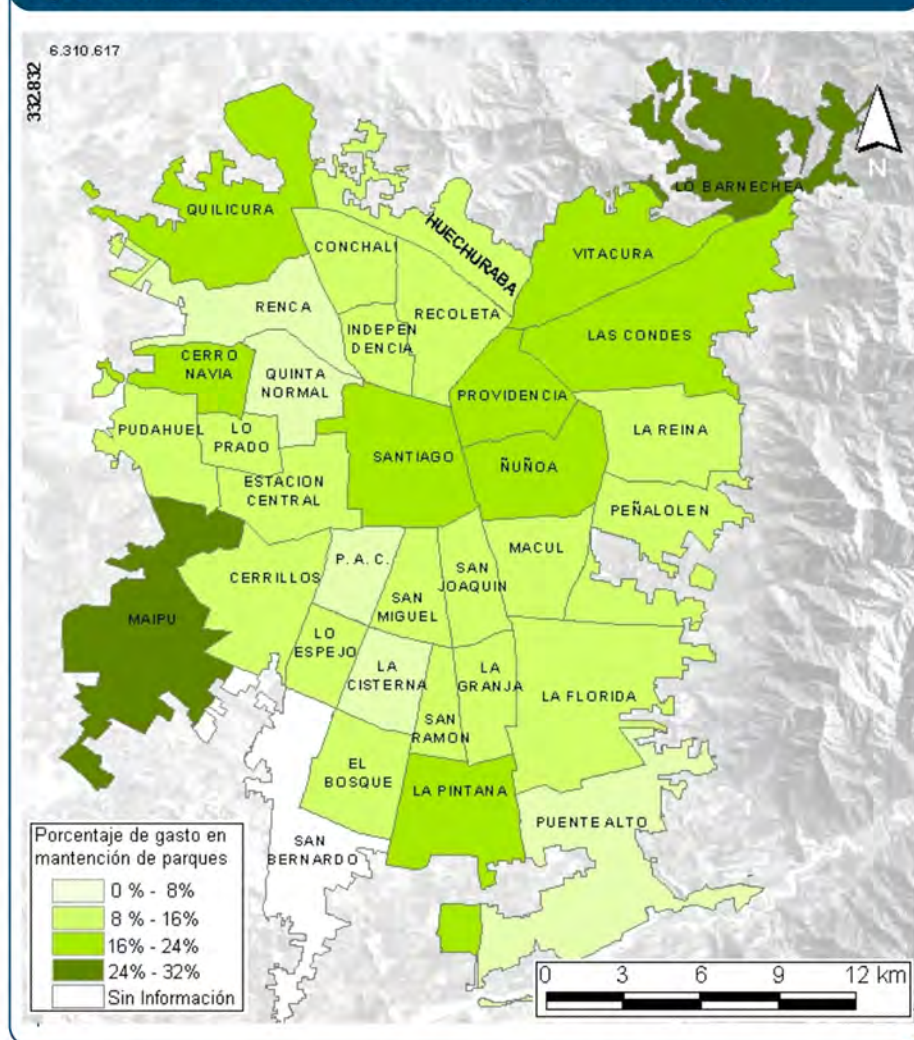
Aunque el espacio público incluye la vialidad, se analizarán solamente las áreas verdes dado su mayor importancia para el tema ambiental urbano. La dotación de vialidad se considera como parte de la infraestructura urbana. En la Figura N° 3.8, se aprecia que la distribución de las áreas verdes (públicas y privadas) en el Área Metropolitana de Santiago es muy desigual, ya que hay una concentración de éstas en las comunas centrales (Santiago y Providencia) y el oriente (Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea).

En el contexto actual los espacios públicos poseen una problemática que se puede dividir en tres aspectos. Por una parte, la falta de recursos para construcción y mantenimiento se refleja en la escasez de espacios públicos habilitados y de buena calidad. Un segundo aspecto se relaciona con los usuarios, los cuales en muchos casos son responsables de su destrucción por actos vandálicos o del abandono producto de problemas de seguridad, accesibilidad o un escaso sentido de pertenencia. Un tercer problema se encuentra en la normativa, que margina al sector privado y a los usuarios para aportar y participar en la generación de espacios públicos. Además, los recursos destinados a este fin se encuentran dispersos en distintos organismos como el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el de Bienes Nacionales, los Municipios, etc. que no trabajan conjuntamente (UBAL,2000).

Las plazas y parques son los espacios públicos reconocidos perceptivamente por la población. En Santiago la superficie de áreas verdes en el año 1992 era de 4.847 hectáreas de las cuales el 57% corresponde a áreas verdes públicas. De éstas 2.763 hectáreas el 45% son áreas deportivas, un 29% son parques, el 16% corresponde a plazas, y un 10% a bandejonas (PULSO S.A, 2002) .

La figura N° 3.10 grafica la mantención de los parques y jardines⁽¹⁸⁾ expresada como porcentaje de la superficie total de áreas verdes de la comuna que recibe mantención regular (incluyendo riego). Se destacan Lo Barnechea (altos ingresos) y Maipú (ingresos medios y bajos) con un índice superior al 24%. Las comunas del oriente registran índices entre el 16 y 24%, lo cual es notorio, porque se encuentran entre las comunas con mayor superficie de áreas verdes por habitante. En este grupo se encuentran La Pintana, Cerro Navia y Quilicura, que son comunas muy pobres, con menos de 2m² de área verde/habitante, pero que tienen el mérito de mantener sus escasos espacios públicos para el uso de la población. La gran mayoría de los municipios sólo mantienen entre el 8 y 16% de sus áreas verdes públicas. Pero las comunas La Cisterna, Pedro Aguirre Cerda y Quinta Normal presentan índices menores a 1%.

Figura 3.8 Mantenimiento de parques: Área Metropolitana de Santiago, 2000.



En el año 2000 la comuna de La Reina presenta la mayor superficie de área verde por habitante, mientras que las comunas más pobres de Santiago presentan menos de 2 m² de área verde por habitante, lo que evidentemente es inferior a los 9 m² de una ciudad saludable de acuerdo a la recomendación de la Organización Mundial de la Salud. Esta situación se debe a las limitaciones de recursos de las municipalidades, que les impiden mantener la totalidad de las áreas verdes, dejando abandonadas extensas superficies polvorientas y deterioradas. El clima de Santiago, con una estación seca prolongada, obliga a una costosa mantención que incluye el riego diario de estas áreas. La última evaluación realizada⁽¹⁷⁾ al Programa de Parques Urbanos indica que en

cuanto a cobertura de espacio público, frente a un estándar de 5 m² por habitante, los parques están logrando una cobertura de 1 m² por habitante. La capacidad de carga promedio de los parques es de 1.319 usuarios, los usuarios visitan los parques en promedio 1,7 veces a la semana. La ocupación de los parques difiere en la semana, los días hábiles sólo se ocupa un 15% de la capacidad, el sábado un 50% y el Domingo un 60%. Con relación a los bloques horarios entre las 14 y las 18 horas se concentra el 82% de las visitas, lo que indica la limitación horaria que tienen los usuarios a estos recintos, hay muy poca concurrencia en la mañana. El 90% de los usuarios de los parques tienen origen en la propia comuna donde se localiza el parque.

(17) Pulso S.A., 2002

(18) Esto quiere decir gasto total convenio por mantención de parques y jardines dividido por el monto total gastado en servicios básicos a la comunidad por parte de los municipios.

3.5.2 Deterioro del centro histórico

El patrimonio urbano del Área Metropolitana de Santiago está principalmente representando en la comuna de Santiago, área fundacional de la ciudad la que concentra las obras arquitectónicas más emblemáticas. La historia de Santiago está plasmada en la existencia de edificios declarados monumentos históricos como: Casa Colorada, Municipalidad de Santiago, Museo de Bellas Artes, Congreso Nacional, Iglesia de la Merced, Club de la Unión, Mercado Central y Restos del Puente Cal y Canto entre otros.

Los constantes terremotos, temblores, incendios, deterioro por abandono o presión inmobiliaria sobre nuestra ciudad han significado la pérdida y la desaparición de patrimonios urbanos y arquitectónicos emblemáticos que configuraron la morfología de Santiago en otras épocas, como por ejem-

plo el edificio del Portal Edwards construido entre 1899 y 1901.

En la ciudad de Santiago se registra con mucha frecuencia la destrucción de edificios valiosos para construir en su lugar nuevos edificios en función de las demandas del mercado inmobiliario. La ciudad no cuenta con una normativa que fomente la protección patrimonial, y hay una aparente adhesión a las nuevas modas urbanísticas que llevan a un continuo reemplazo de tipologías. Sin embargo, desde el año 2001 el Gobierno inició la celebración del "Día del Patrimonio" abriendo los edificios públicos que tienen esa calificación para ser visitado gratuitamente, con guías que informan de la historia y significado de cada edificio. Fue tal el éxito de esta iniciativa, - convocó a familias provenientes de todos los sectores sociales y superó las expectativas de sus organizadores -, que se decidió repetir esta experiencia en primer domingo de cada mes, manteniendo vivo el interés de los habitantes de Santiago por conocer sus edificios significativos.

Figura 3.11: Casa Colorada, donde sesionó la primera Junta de Gobierno en 1810, y Portal Edwards, inaugurado en 1901.



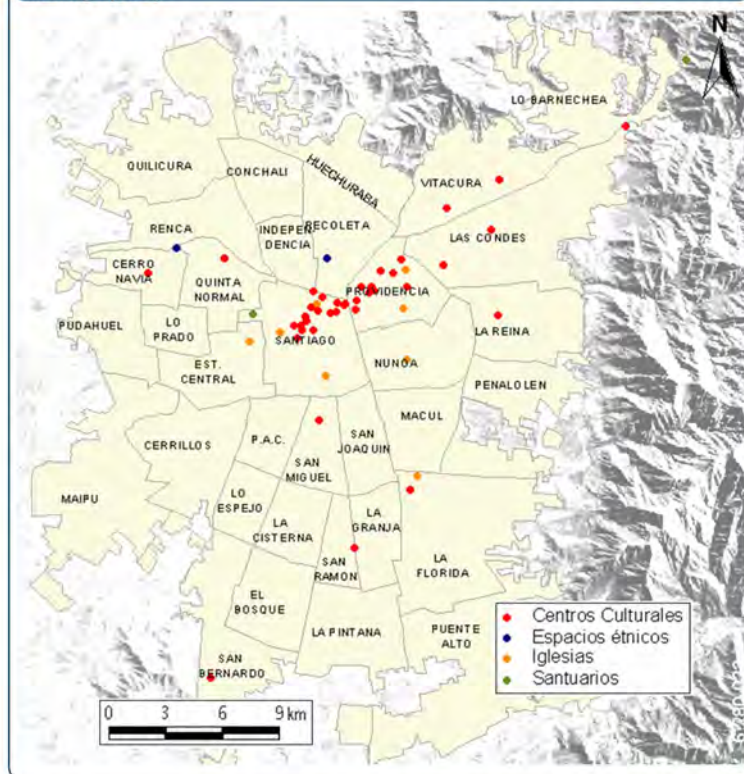
Figura 3.12: Museo de Bellas Artes, inaugurado en 1910



Los edificios de valor patrimonial que se han podido mantener son aquellos que pertenecen al Estado, a instituciones educacionales, Fundaciones y

empresas privadas que los han restaurado para utilizarlos como oficinas. Muchos de ellos se han convertido en Centros Culturales, lo que facilita su man-

Figura 3.13: Mapa Tipología de Monumentos en el Área Metropolitana de Santiago (1999).



3.5.3 Residuos Domiciliarios

El crecimiento económico y demográfico de Santiago ha generado un aumento en los problemas ambientales, dentro de los cuales destaca el incremento en volumen y complejidad de los residuos sólidos. En este sentido es importante referir al concepto de residuos sólidos, que comprende "todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas que normalmente son sólidos o semisólidos, que el poseedor ya no considera de suficiente valor como para ser retenidos, y son desechados como inútiles o superfluos".

El crecimiento de la ciudad, ha dado como resultado la generación de enormes toneladas de residuos sólidos, los cuales según su origen, pueden diferenciarse entre domiciliarios (RSD) e industriales. A su vez, los desechos domiciliarios pueden ser de origen residencial, hospitalario o provenir de actividades comerciales o de servicios.

Los santiaguinos generan mensualmente cerca de 200.000 toneladas de residuos sólidos, los que se vierten en el relleno sanitario "Santa Marta" ubicado en Lonquén y "Loma Los Colorados" en Tiltil. El primero inició sus operaciones en el año 2002 y el segundo en 1998. Existe además, el vertedero "Popeta", administrado por el municipio de Melipilla, que recibe los residuos sólidos domiciliarios de dicha comuna y de algunas industrias de la zona, las que

disponen residuos con características asimilables a domésticos. Como parte de este ordenamiento en la disposición de la basura domiciliaria, existen autorizadas dos estaciones de transferencia, "Puerta Sur" en San Bernardo y "KDM" en Quilicura.

El aumento en la cantidad de residuos sólidos se evidencia en la generación anual de alrededor de 7 millones de toneladas de residuos en la Región Metropolitana, de los cuales un 50% corresponde a domiciliarios. La tasa de generación de residuos de la región aumenta año tras año, lo que se explica fundamentalmente por el crecimiento de la población y el aumento en la tasa individual de generación de residuos, propiciada por una cultura que privilegia lo desechable. Estudios realizados hasta la fecha estiman que el aumento en la tasa de generación de residuos es de un 5% anual. Si se mantiene esta tasa, al año 2015 se duplicará la actual producción de residuos.

Los cambios en los patrones de consumo, asociados al aumento del ingreso han implicado un importante cambio en la composición de los residuos domiciliarios. Datos de la Región Metropolitana muestran una disminución de la composición de materia orgánica de un 74% a un 49,3% entre los años 1977 y 1992. Sin embargo, el volumen de otros productos, como papeles y cartones, metales y vidrios, han aumentado en casi un 50%, mientras que la cantidad de plástico ha aumentado en más de un 500%.

Tabla N° 3.21: Composición de los Residuos Domiciliarios según nivel socioeconómico en Santiago

Componente	Valor promedio %	Alto (20.5%)	Medio Alto (34.1%)	Medio Bajo (31.6%)	Bajo (13.7%)
Materia orgánica	49.3	48.8	41.8	54.7	56.4
Papeles y cartones	18.8	20.4	22	17	12.9
Escoria, cenizas y lozas	6.0	4.9	5.8	6.1	7.6
Plásticos	10.2	12.1	11.5	8.6	8.1
Textiles	4.3	2.3	5.5	3.5	6.0
Metales	2.3	2.4	2.5	2.1	1.8
Vidrios	1.6	2.5	1.7	1.3	1.0
Huesos	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4
Otros *	6.9	6.1	8.7	6.1	5.8
Producción per cápita (Kg/hab/día)	0.77	1.07	0.85	0.65	0.57

Fuente: www.conama.cl

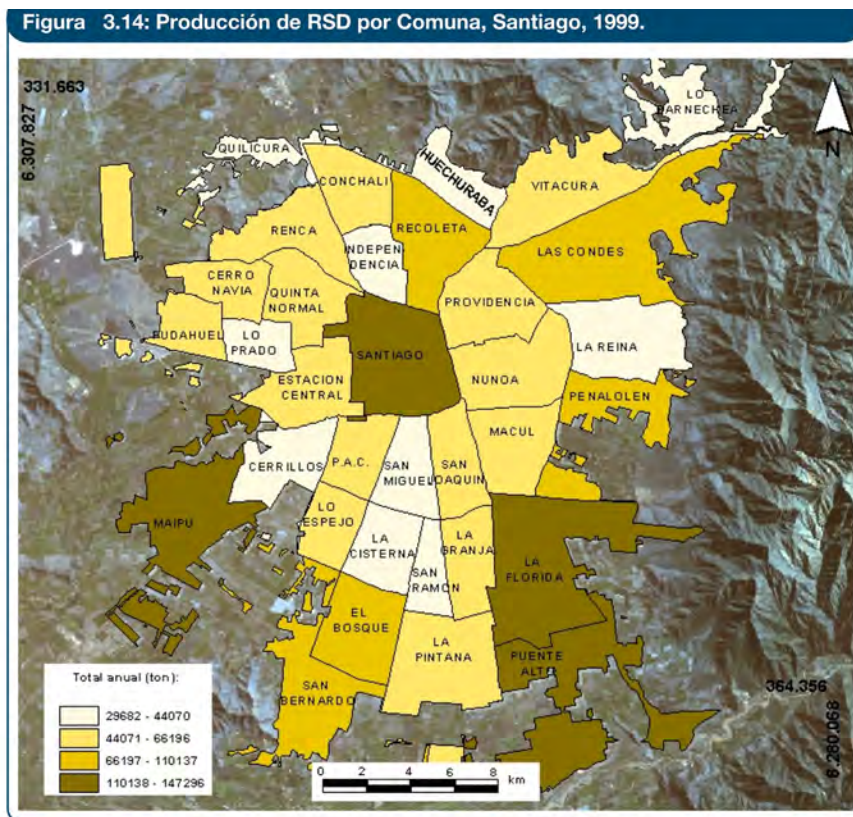
A escala regional se han llevado a cabo estudios que dan cuenta de la relación entre población y producción de residuos sólidos domiciliarios. En este sentido podemos citar un estudio realizado por Casa La Paz el que da cuenta de que la Provincia de Santiago con una población proyectada al 2002 de 4.647.444, produce un total de 168.362 ton/mes lo que representa un 89,03% de la producción a nivel regional. En segundo lugar, la Provincia de Cordillera produce 14.284 ton/mes, equivalentes a un 7,5% de las producidas en la región. Esta provincia presenta además una elevada relación entre población y producción de residuos sólidos domiciliarios del orden de 0.03 ton/mes. En tercer lugar, la Provincia de Talagante cuya población es de 214.215 habitantes, produce alrededor de 3.091 ton/mes equivalentes al 1,63% de la producción regional. Finalmente, las Provincias de Chacabuco y Melipilla producen menores cantidades con 2.515 y 858 ton/mes respectivamente.

ducen mayores cantidades de basura mensuales. Entre ellas se cuentan la Florida con 365.373 habitantes, que producen 16.992 ton/mes; Maipú con 463.496 habitantes, produce 14.317 ton/mes. En tercer lugar, Puente Alto la que produce un total de 13.767 ton/mes.

En Chile no existen requerimientos para la segregación de aquellas fracciones de los residuos domésticos que por presentar alguna característica de peligrosidad sería aconsejable tratar o disponer en forma separada del resto de los residuos. Cuando el relleno sanitario cumple su vida útil, comienza todo un complejo proceso de cierre y re inserción del área utilizada. La re inserción consiste en devolver el lugar utilizado a la naturaleza, minimizando todos los efectos negativos que el antiguo relleno pudiera provocar. Por lo general, la re inserción culmina con la creación de áreas verdes en toda la superficie del antiguo relleno, el cual tardará muchos años en concluir definitivamente su actividad biológica .

Las comunas con mayor población pro-

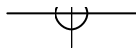
Figura 3.14: Producción de RSD por Comuna, Santiago, 1999.



3.6 BIBLIOGRAFIA

- AGUAS ANDINAS (2002): "Áreas de Concesión Región Metropolitana" en www.aguasandinas.cl
- ARAUJO M (2002) Biodiversity hotspots and zones of ecological transition. *Conservation Biology* 16: 1662-1663.
- ARAYA B & M BERNAL (1995) Aves. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AR SPOTORNO & E LOZADA (eds) *Diversidad Biológica de Chile*: 350-360. CONICYT, Santiago.
- ARROYO MTK & L CAVIERES (1997) The mediterranean type-climate flora of central Chile - What do we know and how can we assure its protection? *Noticiero de Biología* 5: 48-56.
- ARROYO MTK, L CAVIERES, C MARTICORENA & M MUÑOZ-SCHICK (1995) Convergence in the Mediterranean floras in central Chile and California: insights from comparative biogeography. En: ARROYO MTK, PH ZEDLER & MD FOX (eds) *Ecology and biogeography of Mediterranean ecosystems in Chile, California and Australia*: 43-88. Springer-Verlag, New York.
- ARROYO MTK, C DONOSO, RE MURÚA, EE PISANO, RP SCHLATTER & I SEREY (1996) Toward an ecologically sustainable forest project. Concepts, analysis and recommendations. Universidad de Chile DID, Santiago.
- ARROYO MTK, R ROZZI, JA SIMONETTI, P MARQUET & M SALABERRY (1999) Central Chile. En: ROBLES-GIL, PC GOESTTSCH & R MITTERMEIER (eds) *Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecosystems*: 160-171. Cemex, México, D.F.
- ARROYO MTK, C MARTICORENA, O MATTHEI & L CAVIERES (2000) Plant invasions in Chile: present patterns and future predictions. En: MOONEY HA & RJ HOBBS (eds) *Invasive species in a changing world*: 385-421. Island Press, Corvelo.
- ARROYO MTK, C MARTICORENA, O MATTHEI, M MUÑOZ & P PLISKOFF (2002) Analysis of the contribution and efficiency of the Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, 33 S in protecting the regional vascular plant flora (Metropolitana and Fifth regions of Chile). *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 767-792.
- ARROYO MTK, O MATTHEI, M MUNOZ-SCHICK, JJ ARMESTO, P PLISKOFF, F PEREZ & C MARTICORENA (2003) Flora de las cuatro reservas nacionales en la Cordillera de la Costa, 35°-36°S, VII Región, Chile y su papel en la protección de la biodiversidad regional. En: SMITH-RAMÍREZ C, JJ ARMESTO & C VALDOVINOS (eds) *Bosques de la Cordillera de la Costa: historia, biodiversidad y ecología*: en prensa. Editorial Universitaria, Santiago.
- AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS; (1988): "Áreas de riesgo geofísico para asentamientos humanos en la Región Metropolitana". MINVU, Santiago de Chile.
- BAEZA M, E BARRERA, J FLORES, C RAMIREZ & R RODRIGUEZ (1998) Categorías de Conservación de Pteridophyta nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 23-46.
- BAHAMONDE N, A CARVACHO, C JARA, M LOPEZ, F PONCE, MA RETAMAL & E RUDOLPH (1998) Categorías de conservación de decápodos nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 91-100.
- BELMONTE E, L FAÚNDEZ, J FLORES, A HOFFMANN, M MUÑOZ & S TEILLIER (1998) Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 68-89.
- BENOIT I (1989) Libro rojo de la flora terrestre de Chile. CONAF, Santiago.
- CAMPOS H, G DAZAROLA, B DYER, L FUENTES, JF GAVILÁN, L HUAQUÍN, G MARTINEZ, R MELENDEZ, G PEQUEÑO, F PONCE, VH RUIZ, W SIELFELD, D SOTO, R VEGA & I VILA (1998) Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 101-122.
- CARÚ M (1993) Characterization of native Frankia strains isolated from chilean shrubs (Rhamnaceae). *Plant and Soil* 157: 137-145.
- CONAF (2001) Guía de parques nacionales y áreas silvestres protegidas de Chile. CONAF, Santiago.
- CONAF-CONAMA-BIRF (1999) Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. CONAF, Santiago.

- CONAMA (2001): "Revisión del Plan de Prevención y Descontaminación, Región Metropolitana" Comisión Nacional de Medio Ambiente, Santiago de Chile
- (1997): "Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana" Comisión Nacional de Medio Ambiente, Santiago de Chile
- (1997) "Residuos sólidos: Estudios y planes de manejo" Comisión Nacional de Medio Ambiente, Santiago de Chile
- (1994) Ley de Bases generales del Medio Ambiente. CONAMA, Santiago.
- CONTRERAS LC & JL YÁÑEZ (1995) Mamíferos. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) Diversidad Biológica de Chile: 336-349. CONICYT, Santiago.
- CONTRERAS MA (1998) Flujo de carbono en el ecosistema de Río Clarillo. Doctor en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- COVARRUBIAS R (1986) Estado actual de nuestros conocimientos sobre los ácaros Oribatida de Chile. Acta Entomológica Chilena 13: 167-175.
- COWLING RM, PW BLUNDEL, BB LAMONT, MTK ARROYO & M ARIANOUTSOU (1996) Plant diversity in mediterranean-climate regions. Trends in Ecology and Evolution 11: 362-366.
- DE MATTOS, (2000) "Dualización en Santiago de Chile", Documento de discusión, Instituto de Estudios Urbanos, Santiago de Chile
- DIAZ IA & JJ ARMESTO (2003) La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. Ambiente y Desarrollo : En prensa.
- DIAZ IA, C SARMIENTO, L ULLOA, R MOREIRA, R NAVIA, E VÉLIZ & C PEÑA (2002) Vertebrados terrestres de la Reserva Nacional Río Clarillo, Chile central: representatividad y conservación. Revista Chilena de Historia Natural 75: 433-448.
- DI CASTRI F & ER HAJEK (1976) Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica, Universidad Católica de Chile, Santiago.
- DILLEHAY TD, G ARDILA, G PILITS & M DE MORAES (1992) Earliest hunters and gatherers of South America. Journal of World Prehistory 6: 145-204.
- DURAN E & MT PLANELLA (1989) Consolidación agroalfarera: zona central (900 a 1.470 d.C.). En: HIDALGO J, V SCHIAPPACASE, H NIEMEYER, C ALDUNATE & I SOLIMANO (eds) Culturas de Chile, Prehistoria: 313-327. Andrés Bello, Santiago.
- ESPINOZA G, P GROSS & ER HAJEK (1991) Problemas ambientales de la Región del Maule (VII Región). CONAMA, Santiago.
- ESTADES CF & SA TEMPLE (1999) Deciduous-forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. Ecological Applications 9: 573-585.
- FALABELLA F & R STEHBERG (1989) Los inicios del desarrollo agrícola y alfarero: Zona Central (300 AC-900 DC). En: HIDALGO, V SCHIAPPACASE, H NIEMEYER, C ALDUNATE & I SOLIMANO (eds) Prehistoria desde sus orígenes hasta los albores de la conquista: 295-311. Editorial Andrés Bello, Santiago.
- FERRANDO, F. (2002): "La ciudad sin urbanismo: Instalación residencial junto a secciones Andinas inestables, dunas activas, bancos de arena y rodados fluviales". En Revista de Urbanismo N°5, Enero 2002, Facultad Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.
- FIGUEROA E, Y BAYTELMAN & SD SASTRAPRAJDA (2003) Biodiversidad y Comercio: el desafío de crecer irresponsablemente o desarrollarse sustentablemente. En: FIGUEROA E & JA SIMONETTI (eds) Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena: 225-284. Editorial Universitaria, Santiago.
- FORMAS JR (1995) Anfibios. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) Diversidad Biológica de Chile: 314-325. CONICYT, Santiago.
- FUENTES ER, G MONTENEGRO, PW RUNDEL, MTK ARROYO, R GINOCCHIO & FM JAKSIC (1995) Functional approaches to biodiversity in the Mediterranean-type ecosystems of central Chile. En: DAVIS GW & DM RICHARDSON (eds) Mediterranean-type ecosystems: the function of bio-

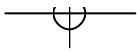


- diversity: 185-232. Springer, New York.
- FUNDACIÓN TERRAM (2001): "Análisis de Políticas Públicas N° 3", Santiago de Chile.
- GAJARDO R (1994) La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago.
- GASODUCTO GASANDES S.A.; (1996): "Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Gasoducto Gasandes Extensión a Quinta Región". TESAM S.A.
- GLADE A (1993) Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. CONAF, Santiago.
- GONZALEZ CR (1992) Taquinidos de la Reserva Nacional de Río Clarillo (Diptera: Tachinidae). Acta Entomológica Chilena 17: 175-185.
- GONZÁLEZ, S. (1994) "Estado de la Contaminación de los Suelos en Chile". En Perfil Ambiental de Chile, CONAMA, Santiago de Chile.
- HAJEK ER, P GROSS & GA ESPINOZA (1990) Problemas ambientales de Chile. AID y Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- HEUSSER CJ (1983) Quaternary pollen record from Laguna de Tagua Tagua, Chile. Science 219: 1429-1431.
- HIDALGO J, V SCHIAPPACASE, H NIEMEYER, C ALDUNATE & I SOLIMANO (1989) Culturas de Chile, Prehistoria, desde sus orígenes hasta los albores de la conquista. Andrés Bello, Santiago.
- HOBBS RJ, DM RICHARDSON & GW DAVIS (1995) Mediterranean-type ecosystems: opportunities and constraints for studying the function of biodiversity. En: DAVIS GW & DM RICHARDSON (eds) Mediterranean-type ecosystems: 1-42. Springer, New York.
- HOFFMANN A (1989) Cactáceas de la Flora silvestre de Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago.
- HOLMGREN M (2002) Exotic herbivores as drivers of plant invasion and switch to ecosystem alternative states. Biological Invasions 4: 25-33.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (1983): "Geografía de Chile, Tomo II Geomorfología". Santiago de Chile.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (2002) Censo de Población y Vivienda, 2002
- IRIARTE A (1997) Regulaciones al acceso a los recursos biológicos en Chile: un desequilibrio entre flora y fauna silvestre. Noticiero de Biología 5: 92-97.
- IRIARTE JA, P FEINSINGER & FM JAKSIC (1997) Trends in wildlife use and trade in Chile. Biological Conservation 81: 9-20.
- JAKSIC F (1998) Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. Biodiversity and Conservation 7: 1427-1445.
- LARA A, C DONOSO & JC ARAVENA (1996) La conservación del bosque nativo en Chile: problemas y desafíos. En: ARMESTO JJ, MTK ARROYO & C VILLAGRÁN (eds) Ecología de los bosques nativos de Chile: 335-362. Editorial Universitaria, Santiago.
- LEÓN-LOBOS P & A CUBILLOS (1997) Identificación y valoración de los recursos fitogenéticos de Chile. Noticiero de Biología 5: 57-61. MALPARTIDA A & L LAVANDEROS (1995) Una aproximación sociedad-naturaleza: el ecotomo. Revista Chilena de Historia Natural 68: 419-427.
- MARTICORENA C & M QUEZADA (1985) Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana, Botánica 42: 1-155.
- MARTICORENA C, C VON BOHLEN, M MUÑOZ & MTK ARROYO (1995) Dicotiledóneas. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) Biodiversidad de Chile: 77-89. CONICYT, Santiago.
- MATTHEI O (1995) Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabetá Impresores, Santiago.
- MIDEPLAN; (1998): "Cuencas Hidrográficas en Chile: Diagnóstico y Proyectos". Secretaría Ejecutiva: Programa Preinversión MIDEPLAN-BID, Editorial Andros, Santiago, Chile.
- MILLER SD, J ROTTMANN, KJ RAEDEKE & RD TABER (1983) Endangered mammals of Chile: status



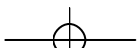
- and conservation. *Biological Conservation* 25: 335-352.
- MITTERMEIER RA, N MYERS, JB THOMSEN, GA DA FONSECA & S OLIVIERI (1998) Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas. Approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12: 516-520.
- MONTENEGRO S (2003) Biodiversidad y Derecho en propiedad. En: FIGUEROA E & JA SIMONETTI (eds) *Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena*: 87-116. Editorial Universitaria, Santiago.
- MUÑOZ M, H NUÑEZ & J YÁÑEZ (1996) Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica de Chile. Ministerio de Agricultura, CONAF, Santiago.
- NIEMEYER, H. Y CERECEDA, P. (1989): "Hidrografía", Colección Geografía de Chile, Instituto Geográfico Militar, Santiago de Chile.
- NOSS RF (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- ORMAZÁBAL CS (1993) The conservation of biodiversity in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 383-402.
- O'RYAN Y LARRAGUIBEL (2000): "Contaminación del aire en Santiago: ¿qué es, qué se ha hecho, qué falta?". En *Revista Perspectivas*, Universidad de Chile.
- PIZARRO, R.; VASCONI, P. (2001): "Contaminación Atmosférica en la Región Metropolitana". En serie *Análisis de Políticas Públicas N° 3*, Fundación Terram, Santiago de Chile. www.terram.cl
- PLISKOFF P (2003) Priorización de áreas para fortalecer la conservación de la flora arbórea nativa en la zona mediterránea de Chile. Magíster, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- PULSO S.A.; (2002): "Estudio de evaluación del programa de parques urbanos". Informe de Trabajo, Dirección de Desarrollo Urbano, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago de Chile.
- QUILHOT W, I PEREIRA, G GUZMAN, R RODRIGUEZ & I SEREY (1998) Categorías de conservación de líquenes nativos de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 9-22.
- RAVENNA P, S TEILLIER, J MACAYA, R RODRIGUEZ & O ZOLLNER (1998) Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 47-68.
- REYES A (1993) Programa para la conservación del ciervo chileno Pudu pudu. *Flora, Fauna y Areas Silvestres* 18: 29-31.
- ROJAS F & M ELGUETA (1995) Hymenoptera. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) *Diversidad Biológica de Chile*: 280-298. CONICYT, Santiago.
- ROTTMANN J & MV LOPEZ-CALLEJA (1993) Estrategia de conservación de aves. UNORCH/SAG. Serie Técnica N°1, DIPROREN, Santiago.
- SAAVEDRA B & JA SIMONETTI (1991) Archaeological evidence of Pudu pudu (Cervidae) in central Chile. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 56: 252-253.
- SAAVEDRA B & JA SIMONETTI (2003a) Holocene history of Octodontids in central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* : En Prensa.
- SAAVEDRA B & JA SIMONETTI (2003b) Micromamíferos asociados a fragmentos de bosque maulino y plantaciones de pino aledañas. En: SMITH-RAMÍREZ C, JJ ARMESTO & C VALDOVINOS (eds) *Bosques de la Cordillera de la Costa: historia, biodiversidad y ecología*: En prensa. Editorial Universitaria, Santiago.
- SERVICIO DE SALUD AMBIENTAL (SESMA): "Residuos Domiciliarios", En www.sesma.cl
- SIMONETTI JA (1999a) Diversidad Biológica. En: CENTRO DE ANALISIS DE POLITICAS PUBLICAS U de C (eds) *Informe País 1999*: 177-201. LOM Ediciones, Santiago.
- SIMONETTI JA (1999b) Diversity and conservation of terrestrial vertebrates in mediterranean Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 493-500.
- SIMONETTI JA & JJ ARMESTO (1991) Conservation of the temperate ecosystems of Chile: fine versus coarse-

- filter approach. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 615-626.
- SIMONETTI JA & JE MELLA (1997) Park size and the conservation of chilean mammals. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 213-220.
- SIMONETTI JA & B SAAVEDRA (1994) Reemplazando espacio por tiempo: arqueofauna del Estero del Manzano. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (Chile)* 22: 113-119.
- SIMONETTI JA & B SAAVEDRA (1998) Holocene variation in the small mammal fauna of central Chile. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 63: 58-62.
- SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO, CA WEBER, LE CORNEJO & J SOLERVICENS (1992) Hacia el conocimiento de la diversidad biológica de Chile. En: HALFTER G (eds) *La diversidad biológica de Iberoamérica: 253-270. La diversidad biológica de Iberoamérica, Volumen Especial*, Mexico, DF.
- SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (1995) *Diversidad biológica de Chile*. CONICYT, Santiago.
- SOLBRIG O (1992) Biodiversity: an introduction. En: SOLBRIG O, HM VAN EMDEN & PGWJ VAN OORDT (eds) *Biodiversity and global change: 13-20. Monograph 8, International Union of Biological Sciences*, Paris.
- SOLERVICENS J (1995) Consideraciones generales sobre los insectos, el estado de su conocimiento y las colecciones. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) *Diversidad Biológica de Chile: 198-210*. CONICYT, Santiago.
- SOLERVICENS J & M ELGUETA (1994) Insectos de follaje de bosques pantanosos del norte chico y centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Entomología* 21: 135-164.
- SOLERVICENS J & C GONZALEZ (1993) Coleoptera de la Reserva Nacional Río Clarillo (Chile central) capturados con trampa Malaise. *Acta Entomológica Chilena* 18: 53-63.
- STEHBERG R (2003) Poblamiento humano prehistórico en zona de ecotono: patrón preferente en Chile central. *Actas del IV Congreso Chileno Antropológico* : en prensa.
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (2002): "Historia del sector sanitario". Santiago de Chile. En www.siss.cl
- TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., VIGIL, S. (1994): "Gestión Integral de Residuos Sólidos", McGraw Hill, Madrid, España.
- TEILLIER S, AJ HOFFMANN, F SAAVEDRA & L PAUCHARD (1994) Flora del Parque Nacional El Morado (Región Metropolitana, Santiago). *Gayana, Botánica* 51: 13-47.
- TORO H (1986) Lista preliminar de ápidos chilenos (Hymenoptera: Apoidea). *Acta Entomológica Chilena* 13: 121-132.
- UBAL, EDUARDO (2000): "Gestión de Espacios públicos con participación ciudadana en la Región Metropolitana". Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica.
- UICN (2000) *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN*. UICN, Gland.
- UNIVERSIDAD DE CHILE - CONAMA - PNUMA; (1999): "Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile". Colección Sociedad Estado y Políticas Públicas. Ediciones LOM, Santiago
- VELOSO A, JC ORTIZ, J NAVARRO, H NÚÑEZ, P ESPEJO & MA LABRA (1995) Reptiles. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) *Diversidad Biológica de Chile: 326-335*. CONICYT, Santiago.
- VILLAGRÁN C & LF HINOJOSA (1997) Historia de los bosques templados del sur de Sudamérica, II: análisis fitogeográfico. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 241-267.



4

IMPACTOS



4.1. INTRODUCCIÓN

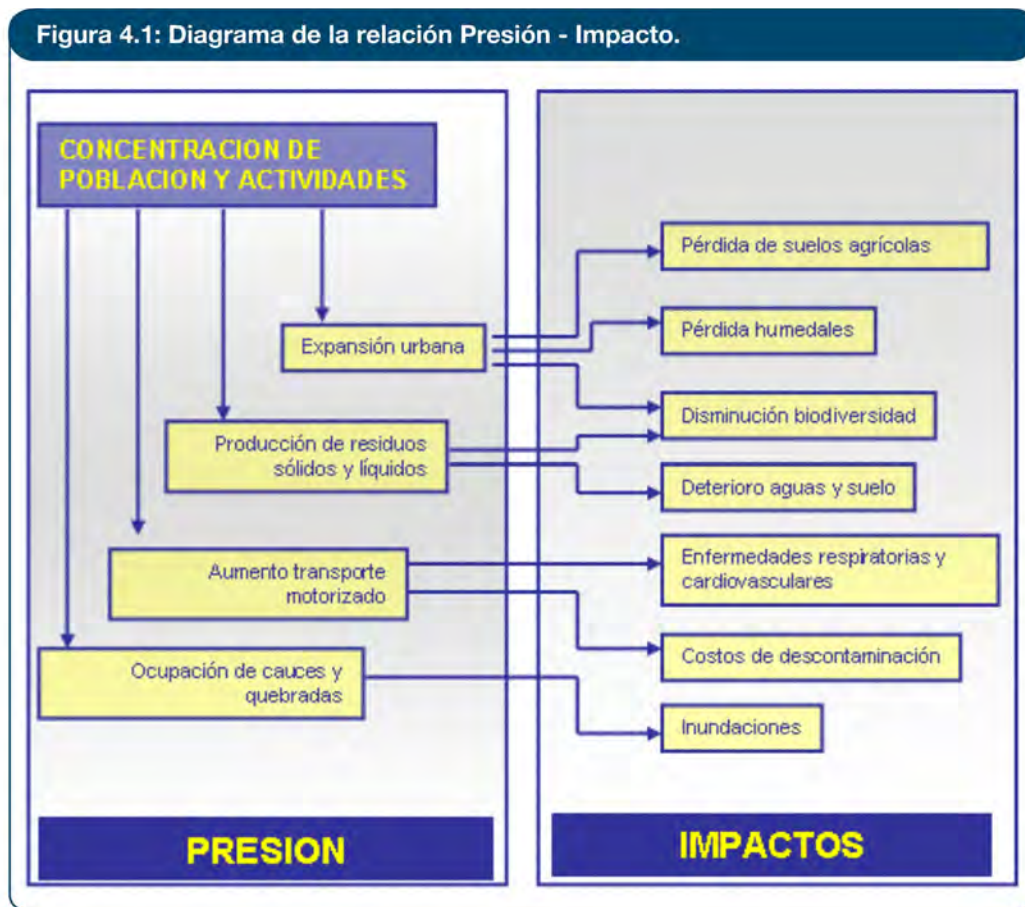
El notable crecimiento demográfico y económico experimentado por la ciudad de Santiago ha significado una utilización cada vez más intensa de los recursos naturales y el medio ambiente, no sólo en las inmediaciones del Área Metropolitana de Santiago sino también en otras regiones del país, en donde están las fuentes de los recursos que diariamente se consumen o utilizan como materias primas para la industria.

La concentración de población y actividades, asociado a una creciente capacidad tecnológica, ha llevado a un proceso persistente de transformación del medio natural en medio artificializado y construido. En este proceso se han intensificado las presiones e impactos sobre los ecosistemas

y sobre el propio ambiente urbano. En el caso de Santiago, se enfrenta a un entorno particularmente delicado, como es la precordillera, en donde las variables altitudinales juegan un rol claro en la delimitación de las posibilidades de expansión urbana e imposibilita el refugio de especies animales y vegetales. El clima mediterráneo con lluvias concentradas en invierno, asociado a las pendientes genera una extrema fragilidad en laderas y quebradas. Además en invierno se presenta el fenómeno de inversión térmica que impide la ventilación de la Cuenca, contribuyendo a los altísimos niveles de contaminación atmosférica.

Estos problemas ambientales y las presiones que los originan han sido expuestos en los capítulos anteriores del Informe. En el presente capítulo se abordan los impactos que dichas presiones ocasionan sobre los componentes ambientales: impactos sobre la salud de la población, deterioro de las aguas, pérdida de suelos agrícolas, aumento de la vulnerabilidad y deterioro de la calidad de vida urbana.

Figura 4.1: Diagrama de la relación Presión - Impacto.



4.2. Impactos de la Contaminación Atmosférica

La contaminación atmosférica de Santiago, acentuada durante la época invernal, provoca graves daños a la salud de la población, generando cuadros y patologías asociadas a la mala calidad del aire que se respira en la ciudad. Aunque hay opiniones que aseguran que no es posible establecer una relación lineal entre la contaminación atmosférica y la ocurrencia de enfermedades respiratorias, existen numerosos estudios epidemiológicos que demuestran dicha relación, basándose en la revisión de las consultas médicas y admisiones hospitalarias a lo largo del año (Cifuentes y Lave, 1996; Ostro, Sánchez, Aranda y Eskeland, 1996; Salinas, Vega, 1995; Sanhueza, Vargas y Jiménez, 1996; Ilabaca, 1997; Belmar, 1989; Sánchez, 1996).

De acuerdo con esos estudios, en los días en que aumenta concentración de contaminantes por sobre los niveles permitidos, se registra un incremento significativo de las consultas médicas y hospitalizaciones por afecciones respiratorias, principalmente de niños y ancianos. También se ha detectado un aumento de la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en estos mismos grupos. Los impactos más graves están asociados a la presencia de partículas de tamaño pequeño (PM_{2,5}).

En 1996, un grupo de investigadores (Ostro, 1996) encontró un incremento de 10% en la mortalidad total asociado a los niveles promedio de PM₁₀ o partículas gruesas (115mg/m³ entre 1989 y 1991). Esto es más del doble de la estimación realizada por Cifuentes (2000) de un 4,2% de incremento de las muertes producto de la acción del material particulado fino PM_{2,5}.

Recientemente se ha puesto énfasis en el efecto de la mezcla de contaminantes presentes en el aire de Santiago, ya que la exposición simultánea a partículas y gases resulta más grave que la exposición a cada uno de estos elementos por separado. Cifuentes et al. (2000) han demostrado una fuerte asociación entre mortalidad diaria y presencia de PM_{2,5}, CO, NO₂ y O₃. De acuerdo a sus resultados, en Santiago se registran entre 813 y 871 muertes anuales debido a la presencia de PM_{2,5}, CO y NO_x en los promedios del período 1988-1996. Cuando se

considera la acción combinada de estos mismos contaminantes, el exceso de muertes alcanza entre 1.024 y 1.054, dependiendo de la combinación. La mezcla más dañina sería de PM_{2,5} y CO, ya que se estiman 1.568 muertes anuales provocadas por la suma de ambos contaminantes (Cifuentes et al. 2000).

No sólo la exposición aguda, es decir a altas concentraciones de contaminantes, provoca daños a la salud. También hay daños debidos a la exposición crónica, pero éstos son más difíciles de pesquisar, ya que se traducen en enfermedades y muertes que no están asociados a eventos puntuales de contaminación. En este caso los impactos se distribuyen a lo largo del año, y se han estimado mediante la aplicación de modelos de mortalidad-morbilidad, que permiten simular la situación de Santiago con y sin contaminación para determinar la diferencia atribuible a la presencia de gases, partículas y la mezcla de ellos. La organización no gubernamental Terram, señala que en el año 2000 se habrían producido 3.150 muertes debida a exposición crónica a contaminantes (Terram, 2001).

• Material particulado PM₁₀ y PM₂.

Gracias a los avances en el estudio de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana, se ha podido demostrar que los riesgos asociados al material particulado dependen del tamaño de las partículas, de su capacidad de penetración y deposición en diferentes secciones del sistema respiratorio y de las respuestas biológicas a los materiales depositados (CONAMA, 2000). Cuanto más pequeñas son las partículas, más profundamente pueden penetrar en el aparato respiratorio. Las partículas más gruesas se depositan en la región extratorácica, las intermedias se depositan en la región traqueobronquial y las partículas más finas alcanzan las secciones más profundas del pulmón, afectando la región alveolar.

La evidencia científica y médica más reciente indica que las partículas de diámetro menor a 2,5 micrones (PM_{2,5}), son las más dañinas para la salud humana porque afectan los tejidos más profundos del pulmón. Estas partículas son emitidas principalmente por fuentes antropogénicas (transporte, industria, energía, etc.). En Chile se han realizado varios estudios relativos a la mortalidad y morbilidad causada por la exposición al material particulado, todos ellos han utilizado análisis de series de tiempo o cohorte dinámica, midiendo la mortalidad diaria por causas médicas en Santiago en el período 1988-

1993 y 1988-1996. Estos estudios son consistentes con la evidencia internacional, encontrando una relación entre la exposición a partículas y aumento al riesgo diario de mortalidad.

Los estudios referidos al material particulado de mayor tamaño o PM10 han mostrado una correlación estadísticamente significativa entre este contaminante y la mortalidad diaria (Cifuentes y Lave, 1996; Ostro, Sánchez, Aranda y Eskeland, 1996; Salinas, Vega, 1995; Sanhueza, Vargas y Jiménez, 1996; Ilabaca, 1997; Belmar, 1989; Sánchez, 1996). Los aumentos en la mortalidad diaria asociados a un incremento de 100 mg/m³ de PM10 sobre el valor basal, varían entre 3,5 y 5,8%, mientras que el aumento de la mortalidad por causas respiratorias varía entre 5,4 y 13%. De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 4.2, se pueden atribuir alrededor de 600 muertes anuales a la contaminación por 100 mg/m³ de PM10. Si se aplica el factor de riesgo de mortalidad diaria por exposición aguda según datos de la Organización Mundial de la Salud, se llega al resultado de 4.800 muertes anuales (CONAMA, 2000).

Un estudio reciente realizado por Luis Cifuentes (2000) desarrollado sobre la base de una metodología usada por la EPA (USA) mostró por primera vez los efectos fatales en los santiaguinos a una exposición prolongada a material particulado fino (PM2,5). En Estados Unidos, los resultados del estudio de la EPA permitieron sustentar la modificación de la norma de emisión del PM2,5.

En Chile no existe una norma para este contaminante, a pesar de que ha presentado durante más de una década, elevados niveles de este material. En efecto, en 1988, cuando se midió por primera vez el material particulado fino (PM2,5), se registraron 75 microgramos por metro cúbico de promedio anual, esto es, más de cinco veces la norma norteamericana, que - a partir de los estudios realizados en ese país - estableció como un umbral seguro para la salud humana los 15 ug/m³. Desde 1988 se han disminuido las emisiones, pero al evaluar los efectos a largo plazo se debe tener presente el promedio respirado por cada habitante de Santiago durante los últimos 14 años. Y éste supera tres veces el umbral de contaminación permitido por USA (Revista Qué Pasa, 26 de abril 2002).

De acuerdo a las estimaciones de dicho

estudio, en Santiago mueren en forma prematura 4.000 personas cada año, producto de la prolongada exposición al material particulado fino. Esto incluye no sólo población de riesgo, sino cualquier sujeto que vive o vivió un tiempo prolongado en esta ciudad. El estudio consiste en la modelación de los efectos de la exposición prolongada al PM2,5, tomando como base los datos de presencia en Santiago, entre 1988 y 1993. Debido a que no se trata de estudios empíricos, ni incluyen el seguimiento de gran cantidad de pacientes, se han relativizado sus resultados (Pedro Oyola, CONAMA, entrevista agosto 2002). No obstante esta metodología ha servido para el diseño de políticas en EUA, país que tiene muchos más recursos para investigación.

De los 4.000 decesos anuales, 253 fallecen por cáncer. Así, se ha calculado que vivir en Santiago aumenta en un 53% el riesgo de morir por cáncer pulmonar o ataques cardíacos. Igualmente, la contaminación del aire que respiran los santiaguinos aumenta en un 34% el riesgo de fallecer por enfermedades cardiopulmonares como enfisemas pulmonares, asma, bronquitis obstructiva, bronconeumonías e infartos. De las 4.000 muertes prematuras, 1.700 se deberían a estos efectos (Cifuentes et al. 2000).

Aunque en Chile no existe norma para el PM2,5, muchas de las medidas del Plan de Descontaminación apuntan a disminuir la emisión de este material. Y si bien en los últimos diez años ha disminuido a la mitad, los esfuerzos gubernamentales se centran en controlar el polvo en suspensión, que ningún daño provoca a la salud y que, por eso, ha sido olvidado en el debate internacional. Al respecto se ha estimado que si los niveles promedio de contaminación por partículas en el aire se redujera a la mitad, el país se ahorraría 5,2 millones de dólares por concepto de hospitalizaciones y consultas médicas en niños menores de 15 años (Qué Pasa, agosto 1997).

• Monóxido de Carbono (CO)

El monóxido de carbono se produce debido a la combustión incompleta de combustibles orgánicos como gas natural, gasolina, petróleo, carbón y madera. La toxicidad del CO se debe a su alta afinidad con la hemoglobina, lo cual determina que se acople a estas moléculas entorpeciendo el transporte de oxígeno en la sangre. Sus efectos se relacionan entonces con la falta de oxígeno en los tejidos y la sangre. Las exposi-

ciones agudas son raras y corresponden a accidentes tales como cercanía a dispositivos de combustión defectuosos o accidentes industriales.

La exposición al monóxido de carbono en ambientes urbanos es de una magnitud varias veces inferior a aquellas que provocan intoxicación y muerte. No obstante la Organización Mundial de la Salud ha reportado que la exposición prolongada a altas concentraciones de monóxido de carbono puede provocar efectos cardiovasculares, neuroconductuales, fibrinólisis y perinatales.

En Santiago se han realizado sólo dos estudios que exploran los impactos del monóxido de carbono sobre la mortalidad de la población. Ambos aplicaron el mismo diseño: análisis de series de tiempo o cohorte dinámica, en el cual el efecto medido es la mortalidad diaria por causas médicas en Santiago en el período 1988-1993. En ambos casos se encuentra correlación estadísticamente significativa entre los niveles de CO en el aire y la mortalidad diaria de la población.

El estudio de Salinas y Vega (1995) encuentra una mortalidad superior a la normal de 2,8 % para 2.811 m g/m³ de CO (2,53 ppm), lo cual significa una estimación de 562 muertes anuales debido al CO. En tanto el otro estudio entrega una mortalidad superior entre 7,5% a 11% para la misma exposición (Cifuentes y Lave, 1996), lo cual se traduce en una estimación de 1.506 muertes anuales atribuibles al exceso de CO.

No puede descartarse que estos hallazgos sean un artefacto derivado de la alta correlación entre las mediciones entre partículas y CO. Las mediciones de concentraciones de CO efectuadas en cualquier estación monitorea son representativas de un área muy pequeña (una milla cuadrada) lo que se ha comprobado en Santiago mediante monitores personales. Hay que reconocer, sin embargo, que la evidencia internacional en relación con mecanismos de daño del CO es maciza (CONAMA, 2000).

En los estudios de morbilidad se analizó la relación entre las concentraciones de CO y las consultas infantiles de urgencia en un hospital de Santiago. De acuerdo a los resultados, el CO no reporta efectos sobre esta variable (Ilabaca, 1996). Otro estudio notifica aumento de tos, ronquera y ausentismo escolar en relación con incrementos del CO, efectos poco plausibles biológicamente, toman-

do en cuenta la evidencia toxicológica al respecto.

• Dióxido de azufre, SO₂

El dióxido de azufre se conoce como un contaminante primario de la calidad del aire desde los episodios de contaminación de Londres, cuando resultó ser causante, en asociación con partículas en suspensión de una gran cantidad de muertes y de efectos importantes en morbilidad. En Santiago, el SO₂ aparece asociado a la presencia de fundiciones de cobre que generan grandes cantidades de este gas con efectos dañinos sobre la vegetación y la salud de las personas.

Según la Organización Mundial de la Salud este gas puede originar efectos severos en la salud humana, sobre todo en los grupos más sensibles, como los asmáticos, los cuales se estima que alcanzan alrededor del 5% de la población. Altas concentraciones de SO₂ provocan estrechamiento de las vías respiratorias, bronquitis crónica, traqueitis, y broncoespasmos en asmáticos.

Los estudios nacionales sobre los efectos de la contaminación por SO₂ no han podido demostrar una relación estadísticamente significativa entre la concentración del SO₂ en el aire y la mortalidad de la población. Tampoco existe evidencia de efectos sinérgicos con otros contaminantes (Belmar, 1987; Sánchez, 1997; Sanhueza, Vargas y Jiménez, 1996). En todo caso las concentraciones encontradas en Santiago son inferiores a los valores umbral que se han detectado en estudios realizados en Estados Unidos y Europa. En estos países se ha demostrado que existe un nivel umbral para los efectos sobre la salud humana, tanto en la exposición ocasional como en el largo plazo. Para exposiciones de 24 horas el nivel umbral es de 250 m g/m³ y de 100 m g/m³ para exposición anual. En Santiago las concentraciones registradas se mantienen bajo la norma anual (39 m g/m³) y han disminuido desde 84 m g/m³ en 1990 a 39 m g/m³ a la fecha (CONAMA, 2000).

• Ozono (O₃)

El ozono (O₃) es uno un contaminante de origen secundario, ya que se forma en la troposfera, producto de la acción de los rayos solares sobre el dióxido de nitrógeno. La presencia de radicales libres o de compuestos orgánicos volátiles (COV) en la atmósfera, emitidos ya sea en forma natural o antropogénica favorece la formación de ozono. La cantidad absoluta de ozono en la atmósfera depende de

las concentraciones de NO₂ y COV y de las condiciones meteorológicas que proveen radiación solar.

El impacto del ozono sobre la salud humana se relaciona con su poder oxidante, lo cual le hace muy dañino para todos los seres vivos. El ozono puede penetrar a todos los tejidos de la región pulmonar pero en efecto se concentra entre los bronquios y la región alveolar (CONAMA, 2000). La rapidez de la penetración depende de la concentración de ozono en la tráquea y del tipo de respiración.

El ozono provoca irritación de los ojos, irritación y dolor en las vías respiratorias, sobre todo en poblaciones sensibles, y cambios en la función pulmonar. Diversos estudios en animales han mostrado que el ozono provoca alteraciones en la bioquímica del pulmón, a partir de concentraciones del orden de 200 µg/m³. De acuerdo con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, no hay duda que se producen efectos adversos agudos para exposiciones de 1.000 µg/m³ por 1 hora.

La mayoría de los estudios realizados en Chile no encuentran relación directa entre mortalidad total y exposición a ozono, excepto dos de ellos. Sanhueza encontró un 2% de aumento en la mortalidad diaria de los mayores de 65 años, asociado a 106 mg/m³ de ozono. Este aumento permite estimar un exceso de 124 muertes anuales atribuibles al O₃. Por su parte, Ostro et al. encontraron que el O₃ presentó un efecto significativo sólo en veranos (RR 1,04 para un incremento de 200 µg/m³ o 100 ppb). La evidencia internacional más reciente parece apoyar cierta asociación causal entre mortalidad diaria y concentraciones de ozono especialmente en verano (CONAMA, 2000).

En relación con la morbilidad, el estudio de Ilabaca muestra un aumento de las consultas de urgencia infantil de hasta un 23% con niveles de ozono del orden de 106 µg/m³ lo que equivaldría a 9.654 consultas en exceso al año (Ilabaca, 1996; CONAMA, 2000).

La información cuantificable sobre la sensibilidad de la función pulmonar al O₃ proviene de estudios de exposición controlada de seres humanos. Dichos estudios demuestran que la disminución en la función pulmonar se hace más marcada cuando hay esfuerzo físico o ejercicio, lo mismo que al aumentar la concentración de O₃. Los efectos de la exposición

al ozono se presentan tanto en personas sanas como en aquellas que sufren de alguna deficiencia respiratoria, siendo éstas últimas más sensibles a concentraciones más bajas. Pero en todos los casos se registran efectos transitorios tales como tos, irritación de la garganta, dolor de pecho en inspiraciones profundas, náusea y falta de aliento.

El incremento de la sensibilidad de las vías respiratorias se debe a la presencia de una cantidad de agentes externos, tales como polen, polvo, aire frío, dióxido de azufre (SO₂) entre otras sustancias. El problema radica en que el aire de Santiago - y de muchas otras ciudades - presenta simultáneamente todos estos elementos, lo cual provoca efectos acumulativos en la salud población. Por esta razón las muertes o enfermedades que se presentan asociadas al exceso de uno u otro componente están influidas por la presencia permanente y simultánea de todos ellos.

A pesar de la falta de evidencia empírica cuantitativa, en la actualidad se cuenta con información biológica suficiente para considerar que inflamaciones repetidas asociadas con la exposición al O₃ a lo largo de la vida, pueden causar daños irreparables al sistema respiratorio, incrementando la sensibilidad de los tejidos a los agentes químicos y biológicos del entorno.

En Santiago el O₃ ha sido registrado en forma continua desde 1992. En los diez años transcurridos se han medido valores muy altos, en particular en los meses de verano. A pesar de la disminución de las concentraciones logradas desde 1992, éstas continúan siendo altas, lo que permite suponer que muchos de los casos de enfermedades y muertes por causas respiratorias han tenido como uno de sus factores desencadenantes la exposición a este contaminante.

4.3. Impactos sobre los suelos

Santiago está creciendo a una tasa que supera las 1.000 hectáreas anuales (Reyes, 2003; Romero et al. 2003), tanto mediante la adición de suelos periféricos a la unidad urbana ⁽¹⁾, como a través de la construcción de urbanizaciones alejadas de la ciudad, pero dependientes de sus servicios y fuentes de trabajo. La expansión de Santiago ha ocupado extensas superficies de suelos que antes estaban

(1) se entiende por unidad urbana la extensión física de la ciudad, es decir, la continuidad de edificios y calles. Para delimitarla se considera que las edificaciones deben estar a una distancia máxima de 500 metros de la ciudad, más allá de esa distancia se consideran edificaciones o zonas suburbanas.

cubiertos por cultivos agrícolas, remanentes de vegetación nativa, humedales y terrenos eriazos bajo especulación inmobiliaria. Tal como ha señalado Romero, si bien dichos usos alternativos no pueden competir con los elevados precios que alcanza el suelo cuando es urbanizado, ellos prestan servicios ambientales a toda la ciudad, los cuales se pierden irremediablemente con la urbanización (Romero et al. 2003).

Entre los daños que causa la extensión urbana se cuenta la impermeabilización del suelo, destrucción de biomasa, disminución de la cubierta vegetal, pérdida de suelos agrícolas, alteración de la recarga de acuíferos, generación de islas de calor y pérdida de islas frías, homogenización del paisaje, fragmentación de hábitat y disminución de la biodiversidad (Romero, 2003). La pérdida de suelos agrícolas tiene impactos ambientales que no han sido evaluados, pero que incluyen la pérdida de la cubierta vegetal, de la capa de suelo productivo y de los servicios ambientales que éstas prestaban a la ciudad. En los siguientes párrafos se abordan estos impactos.

4.3.1. Pérdida de suelos agrícolas

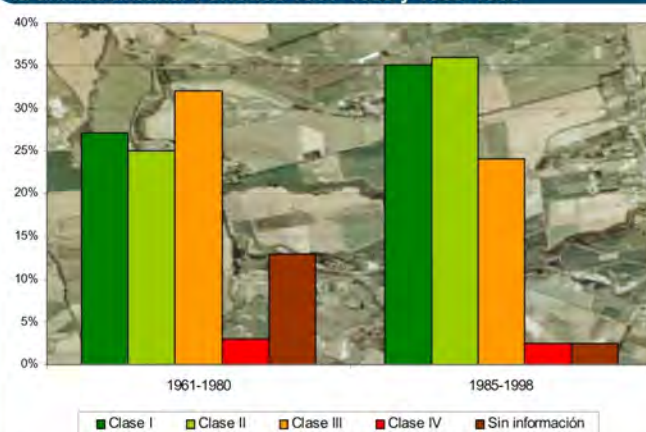
Entre 1991 y 2000 se urbanizaron un total de 10.336 hectáreas de suelos adyacentes a los límites previos del área urbana. Hacia el oriente se ocuparon suelos del piedemonte de la cordillera andina, en su mayoría cubiertos por remanentes de vegetación nativa mezclados con especies introducidas. Hacia el sur y el poniente, en cambio, se han ocupado principalmente suelos agrícolas, modificando radicalmente esos espacios y llevando a la conurbación de las ciudades de Puente Alto y San Bernardo.

La expansión de la unidad urbana lleva a la pérdida inmediata de suelos agrícolas cuando se ocupan estos suelos, producto de la construcción y pavimentación. En particular resultan graves los impactos de este proceso cuando se trata de urbanizaciones de alta densidad como aquellas destinadas a viviendas sociales. En estos casos se generan muchos viajes en transporte público y privado, debido a que los lugares de estudio y trabajo se encuentran en zonas más antiguas de la ciudad.

La composición de los suelos agrícolas ocupados en el proceso de expansión del Área Metropolitana de Santiago se describe en el gráfico N° 4.2, basado en un cruce entre la cartografía de suelos y los límites urbanos de Santiago en distintos períodos. Entre 1961 y 1980 se ocuparon un total de 20.144 hectáreas de las cuales 16.920 correspondían a suelos Tipo I, II y III, los más aptos para la agricultura (Informe País, 2000). Esta superficie equivale al 84% de la expansión del período, lo que muestra la tendencia de Santiago a urbanizar suelos agrícolas antes que suelos cordilleranos o agrestes.

Entre 1985 y 1998 se ocuparon 17.568 hectáreas, de las cuales 16.689, es decir, el 95%, corresponde a la suma de suelos de Clase I, II y III (Informe País, 2000). Estos datos demuestran que, lejos de detenerse, la ocupación de suelos agrícolas se reforzó durante los noventa, a pesar de que en esos años se inició la aplicación de políticas ambientales y se hicieron conocidos los negativos impactos de la extensión de la ciudad. Ni siquiera el importante crecimiento de la agricultura de exportación ha podido detener este extraordinario avance de la ciudad sobre su entorno.

Gráfico N° 4.2: suelos agrícolas ocupados por la expansión de la unidad urbana. Períodos 1961-1980 y 1985-1998



Fuente: "Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile, 1999" página 229

Además del proceso anterior, en la década de los 90 se registró una forma de urbanización distinta a la de los últimos 30 años, que consiste en la ocupación residencial de la periferia rural, fenómeno conocido como "parcelación agroresidencial". Esta forma de ocupación del suelo se encuentra amparada en el decreto 3.516, el cual permite la subdivisión de terrenos agrícolas en predios de media hectárea, equivalentes a 5.000 m². Este proceso estuvo apoyado en el aumento de los ingresos, principalmente de los estratos socio económicos medio-alto y alto. Esta población adquirió terrenos rurales de 5.000 - 10.000 m², motivados por el bajo precio del suelo en comparación con los suelos urbanos. En la ciudad, los predios de este tamaño poseen precios extremadamente altos, por lo que quedan tácitamente destinados a edificaciones comerciales o de servicios.

La magnitud de este fenómeno en la Región Metropolitana ha significado la subdivisión de una superficie de suelo agrícola de 105.502 hectáreas en el período 1994 -1997, lo que representa el 48,4% del total de subdivisiones del país. Es decir, las superficies ocupadas no sólo son importantes para la región metropolitana, sino también en el contexto nacional.

Aunque la subdivisión no significa la inmediata urbanización de los suelos, se hace

evidente la intención de los propietarios de dejar abierta la posibilidad de realizar proyectos inmobiliarios. Esto porque, en general, las parcelas menores a una hectárea no tienen rentabilidad agrícola. La tendencia al uso no agrícola de los suelos se manifiesta en que sólo un 8%, del total de subdivisiones agrícolas autorizadas correspondió a superficies mayores a una hectárea.

Entre los impactos ambientales más severos que causa esta forma de ocupación urbana se encuentran la pérdida de los suelos de mayor productividad agrícola y del hábitat rural. Asimismo, el aumento de la superficie ocupada por viviendas, caminos y equipamientos genera desequilibrios en el escurrimiento natural de las aguas lluvias y la recarga de las napas subterráneas. Otros impactos ambientales asociados a la pérdida de los cultivos es la disminución de las masas vegetales que rodean a la ciudad generando menores fuentes de aire limpio. Asimismo, la condición de dormitorio de estas áreas habitacionales aumenta los viajes con fines de estudio y trabajo hacia el Área Metropolitana, con un incremento en las emisiones y negativas consecuencias en la calidad del aire.

En el cuadro N° 4.3 se muestra una síntesis de la expansión del Área Metropolitana de Santiago, la cual permite apreciar la aceleración del proceso durante el siglo XX.

Tabla N° 4.1: Expansión urbana de Santiago en el período 1541-2000.

Período	Área Urbana al inicio del período	Área urbana al final del período	Expansión del período (hás)	Expansión anual promedio (hás)
1541		17		
1541 - 1900	17	3.327	3.310	9
1900 - 1920	3.327	5.578	2.251	113
1920 - 1943	5.578	9.304	3.726	162
1943 - 1961	9.304	21.305	12.001	667
1961 - 1970	21.305	31.493	10.188	1.132
1970 - 1980	31.493	40.220	8.727	873
1980 - 1991	40.220	49.455	9.235	840
1991 - 2000	49.455	61.439	11.984	1.332

Fuente: períodos 1541-1980 según Ponce, Kroeger, 1997; 1991-2000 Reyes, Delcorto, Morales, 2002.

4.3.2. Pérdida de Humedales

Los humedales cumplen un importante rol en el ciclo hidrológico, por lo tanto tienen un mayor valor desde el punto de vista ambiental. De acuerdo con Romero (2000) entre 1989 y 2001 se perdieron 1.522 hectáreas de humedales por urbanización, los cuales estaban situados principalmente en el sector norte de Santiago en las comunas de Huechuraba, Quilicura y Colina. También en La Florida y La Pintana, situadas al sur, y en las comunas de Pudahuel y Maipú situadas al poniente.

La pérdida de estos suelos significa una alteración importante en el balance hídrico de la Cuenca, ya que se modifica la evapotranspiración y el escurrimiento superficial de las aguas. Pero también significa la pérdida de hábitats particulares, caracterizados por la vegetación de humedal (pajonales) la abundancia de insectos, aves y anfibios. Todos estos organismos desaparecieron junto con los suelos que los albergaban.

4.3.3. Deterioro de los suelos

Algunos sectores de la Región Metropolitana de Santiago presentan problemas de contaminación en los suelos, pero en su mayoría se deben a actividades productivas no urbanas, como la minería y la agricultura. El principal agente contaminante es la minería, ya sea por la acumulación de residuos provenientes de tranques de relave o por la deposición de partículas emitidas por las fundiciones de cobre. El principal impacto de esta contaminación dice relación con la disminución de la productividad del suelo y de la cobertura vegetal.

Las concentraciones elevadas de metales pesados en los suelos, por acciones humanas, provienen principalmente por la actividad minera e industrial, riego con aguas contaminadas por efluentes industriales, fertilizantes que contienen trazas de elementos, emisiones de fundiciones, aplicación de pesticidas como los organoclorados y otros (Peralta, Fuentes & Mancilla, 2001; CONAMA, 1994).

Tabla N°4.2: Elementos de naturaleza tóxica en los suelos de la Región Metropolitana de Santiago

Elemento	Presencia en los suelos de la Región
Cobre	La cupricidad no es uniforme en los suelos del valle del Mapocho, encontrándose principalmente localizada en un área contigua al cordón Lo Prado.
Plomo	En los valles del Maipo y Mapocho superan los 55 mg/kg. Los mayores contenidos de plomo en las áreas contiguas a la zona de Nos en el valle del Maipo, son de origen antrópico industrial.
Zinc	En los valles del Maipo y del Mapocho son superiores a los 300 mg/kg.
Cadmio	Elemento fuertemente tóxico, y que generalmente acompaña al cobre. Sus cantidades son menores a 1 mg/kg de suelo.
Molibdeno	En la Región de Santiago existen suelos con aguas provenientes del tranque de relave Las Tórtolas, que poseen elevados contenidos de molibdeno.
Productos Agroquímicos	Los plaguicidas, herbicidas utilizados en huertos frutales de zonas rurales, en especial los pesticidas organoclorados.

Fuente: González (1992)

De acuerdo con González (1996), muchos de los suelos de la Región Metropolitana de Santiago tienen un efecto tampón ante elementos considerados contaminantes, dependiendo de características tales como los contenidos y tipo de materia orgánica, tipo de arcilla, pH, y concentraciones de calcio que elevan el pH" (Peralta, Fuentes, Mancilla, 2001) e inmoviliza la acción del cobre, considerado como un componente tóxico. González (1994) recalca la importancia de los niveles de toxicidad de los metales pesados y el tiempo que residen en un suelo, por ejemplo el tiempo de permanencia del cobre y el plomo varía entre 25 y 200 años

(González, S.1992). Los estudios realizados en Región Metropolitana de Santiago se han enfocado principalmente en la contaminación con cobre, debido a las actividades relacionadas con la minería de dicho elemento que, según CONAMA (1994) son las que causan mayor impacto ambiental.

Se estima que un total de 5.000 hectáreas de la superficie de las áreas rurales de la Región Metropolitana de Santiago se encuentran expuestas a la acción de diversos contaminantes, como indica la cuadro N° 4.3

Tabla N° 4.3 : Tipo y causas de contaminación de suelos de sectores rurales de la Región Metropolitana

Tipo y causa de la Contaminación del suelo	Área afectada	
	hectáreas	Sector
Tostación de concentrados: emisión de SO2 y As	1.000	Rungue
Planta de coke y asbesto: emisión fumígena de SO2 y particulados	1.000	Sector norte de Lampa
Fundición de carburo: emisión fumígena de particulados de ferrosilicio y carburo de calcio	1.000	Sector Nos
Fundición de concentrados de molibdeno; emisión fumígena de SO2 y particulados de molibdeno	1.000	Nos: misma área afectada por fundición de carburo
Planta de cemento: emisión fumígena de particulados de carbonatos	2.000	Polpaico

Fuente: SAG, División de Protección de Recursos Naturales renovables (1990 - 1992), en CONAMA (1994)

4.4. IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS HIDRICOS

La contaminación biológica de los ríos Mapocho y Maipo, producto de las aguas servidas domiciliarias e industriales, genera impactos negativos sobre la ciudad, su entorno y sobre la red hídrica de la Cuenca. En primer lugar, los ríos, en particular el Mapocho, se han transformado en cloacas al descubierto, lo que impide su utilización recreativa o paisajística y constituye un foco de riesgo para la población. En segundo lugar, impide la utilización de las aguas para el riego de cultivos en las zonas agrícolas situadas en zonas más bajas de la cuenca. En tercer lugar ha provocado la desaparición de flora y fauna acuática, y originado el cambio de los caudales superficiales producto de la extracción y adición de aguas según los trazados de las redes de agua potable y alcantarillado.

Por otra parte, la obstrucción de la red de drenaje de la Cuenca, ocasionada por la urbanización de cauces y quebradas, y el cierre de esteros y canales que cumplían un importante rol en la evacuación de las aguas lluvia en invierno, ha originado violentas y frecuentes inundaciones en la zona urbana, con una secuela de daños en la infraestructura, las viviendas y la salud de las personas.

4.4.1. Contaminación de aguas de

Riego

Los daños que causa la contaminación de las aguas no han sido medidos por ninguna institución pública ni privada, pero se estima que un buen indicador de la magnitud de este daño lo constituye el costo monetario de las obras destinadas a descontaminar las aguas.

El primer daño no estimado lo constituye la inutilización de las aguas superficiales como aguas de riego para las zonas agrícolas. Para evitar la

proliferación de las enfermedades entéricas provocadas por el consumo del agua contaminada - luego de un brote de cólera en el año 1992 - las autoridades han prohibido la plantación de vegetales que se consumen crudos en suelos regados con aguas de los ríos Mapocho y Maipo, realizando un severo control de los canales de comercialización de estos productos en el área metropolitana. El control ha sido efectivo ya que disminuyeron los casos a pesar de no iniciarse todavía el tratamiento de las aguas. Esta condición ha entregado ventajas a las empresas agrícolas situadas al norte de Santiago, las cuales se riegan con aguas subterráneas, y a los productores de otras cuencas cercanas, como el Río Aconcagua, Curacaví, y Cachapoal.

Este impacto, que puede ser analizado como un impacto económico, ha limitado las posibilidades de explotación agrícola de 66.150 hectáreas. Las zonas afectadas por la contaminación del Río Mapocho suman 36.150 hectáreas, las cuales son regadas por un sistema de canales que cubre los sectores de Conchalí, Renca, Quilicura, Noviciado, Maipú, Peñaflo, Talagante, El Monte y el Estero Puangue (Mideplan, 1998). A ellas se agregan al rededor de 30.000 hectáreas tributarias del Río Maipo, al poniente de El Monte, lugar en donde recibe las aguas contaminadas del Mapocho.

Si bien estas zonas estarán en su mayoría libres de contaminación desde noviembre de 2003, con la inauguración de una gran planta de tratamiento de aguas servidas, que -sumada a las existentes - permitirá limpiar el 75% de las aguas de Santiago, los daños provocados a la agricultura de la región no han sido evaluados y deberán ser asumidos por los propietarios de esos suelos, que no pudieron explotarlos en su momento debido a las restricciones sanitarias que presentaban.

4.4.2. Costos de la contaminación

La descontaminación de las aguas de la Cuenca de Santiago significó la privatización de la empresa de Obras Sanitarias (EMOS), que hasta el año 2000 fue pública, ya que el Estado no contaba con los recursos necesarios para iniciar las cuantiosas inversiones y la única manera de obtener recursos privados fue mediante la venta de dicha empresa. Una de las obligaciones adquiridas por el nuevo propietario, fue el compromiso de construir todas las

obras del Plan de Saneamiento de la Cuenca, que incluye un total de 13 plantas de tratamiento de aguas servidas y los emisarios que las conducen hasta esas plantas.

Entre los años 2001-2005 se han programado inversiones en tratamiento de aguas servidas por un monto total de US\$ 563 millones (Aguas Andinas, 2002). La Planta El Trebal tuvo un costo de US\$ 150 millones, mientras que la Planta la Farfana alcanza los US\$ 315 millones (Aguas Andinas, 2002).

A esta suma hay que agregar las inversiones previas realizadas por el Estado, en la construcción de los principales colectores, que tuvieron un costo de US\$ 169,2 millones (EMOS, 2000). Las inversiones destinadas al tratamiento de aguas servidas suman el 67% del total de inversiones proyectadas por las empresas sanitarias entre 2001-2005.

4.4.3. Inundaciones

El proceso de urbanización hacia el oriente ha alcanzado el piedemonte andino, ocupando con calles y edificaciones los lechos de inundación de las quebradas, las cuales constituyen las áreas naturales de evacuación del sistema hídrico de la Cuenca. Asimismo, la tala de vegetación y la impermeabilización de los suelos han disminuido la capacidad de retención de las precipitaciones.

Esta situación se ha traducido en que las aguas escurran libremente en razón de la pendiente, ocupando las principales calles de Santiago como cauces superficiales, inundando las zonas más bajas de la ciudad - situadas al poniente y norponiente -, que presentan un intenso desarrollo habitacional (Quilicura, Pudahuel y Maipú). Sólo el sector central de la ciudad cuenta con colectores de aguas lluvia, los cuales transportan las aguas al Río Mapocho, pero entre un 40% a 50% de la ciudad no cuenta con este sistema.

El aumento del escurrimiento superficial trae consigo un incremento de la capacidad de arrastre de materiales de las aguas, con lo cual son capaces de transportar una mayor carga de sedimentos capturados desde las laderas deforestadas (Romero, 2003) y las calles de la ciudad.

Un ejemplo de la vulnerabilidad de Santiago frente a las precipitaciones intensas se vivió en el mes de junio del año 2002 cuando las precipitaciones alcanzaron un máximo de 111 milímetros en 24 horas. Esta situación ocasionó la obstrucción de las principales vías de circulación, incluyendo los accesos a la ciudad, ya que todos los pasos bajos nivel del sistema vial se inundaron al igual que algunas estaciones del ferrocarril subterráneo. Durante una semana debieron cerrar los colegios y la ciudad en general tuvo dificultades de operación. De acuerdo a las estimaciones de la Oficina Nacional de Emergencia fueron afectadas 28.000 personas (ONEMI, 2002).

Las inundaciones y temporales en el período 1997 y 2000 causaron un total de 2.844 afectados, 38.368 damnificados, 259 heridos y 3.251 albergados. (ONEMI, 2002).

De acuerdo a un estudio del Instituto de Libertad y Desarrollo, se necesitan alrededor de US\$ 650 millones para financiar la red de colectores primarios, es decir aquellos de menor diámetro. En tanto, para la red secundaria de colectores, la inversión ascendería a alrededor de US\$ 1.500 millones, ya que se requieren ductos de grandes dimensiones, debido al régimen pluviométrico propio de Santiago. Datos de la Cámara Chilena de la Construcción apuntan a que Chile pierde unos US\$ 43 millones al año a raíz de la falta de colectores de aguas lluvias, bajo el supuesto de 50 mil damnificados.

En la tabla 4.10 se resumen los lugares y sectores dentro de la Ciudad de Santiago que se han visto afectados por fenómenos de inundación, destacando las causas y los impactos generados sobre el medio natural y construido:

Tabla N° 4.4 : Sectores críticos y población afectada por inundaciones en Santiago; 1990-2002.

N°	Cauce y sector	Impactos	Causas
1	Quebrada de Macul, sector oriente comunas de la Florida y Peñalolén Longitud: 1,5 km.	Inundación y destrucción de viviendas e infraestructuras por sedimentos provenientes de la quebrada. Infraestructura afectada: 13 km de vialidad Población: afectada: 26.000 personas Último evento: mayo de 1993	Arrastre de sedimentos (aluviones) desde la parte alta de la cuenca. Ocupación de zonas de alto riesgo con asentamientos urbanos. Estrechamiento del cauce en el sector por ocupación urbana
2	Quebrada de San Ramón Sectores urbanos comuna de La Reina Longitud: 5 km.	Inundación y embancamiento de 2,5 km ² de Ñuñoa y La Reina. Zonas densamente pobladas. Infraestructura afectada: 4 km de vialidad Población afectada: 7.000 personas	Canalización y obras de arte insuficientes Embancamiento del cauce por sedimentos provenientes de la parte alta de la cuenca.
3	Zanjón de La Aguada Sector urbano en puente Lo Errázuriz Longitud: 1 km.	Socavación de riberas y desbordes que provocan inundación de zonas aledañas. Área afectada: 50-75 hectáreas Población afectada: 7.000 personas	Insuficiente capacidad del cauce
4	Zanjón de La Aguada, entre canal San Carlos y calle Carmen Longitud: 8 km.	Inundación de sectores aledaños al cauce. Área afectada: 150-180 hectáreas Población afectada: 15.000 personas	Insuficiente capacidad del cauce para transportar las aguas en crecidas mayores. Canalización y abovedamiento en 2002-2003
5	Río Mapocho, sector Puente La Dehesa a Puente San Enrique Longitud: 3 km.	Socavación de riberas e inundaciones Área afectada: 8 hectáreas Infraestructura afectada: 2 bocatomas aguas lluvia Población afectada: 2.000 personas	Ocupación de zonas inundables, debido al alto precio del suelo en el sector. Proximidad de instalaciones deportivas, equipamientos y de infraestructura al cauce.
6	Río Mapocho, sector comprendido entre Puente Buines y Puente Pudahuel Longitud: 11 km.	Erosión de taludes y obras de contención, con peligro para zonas urbanas aledañas. Área potencialmente afectada: comunas de Renca, Quinta Normal y Cerro Navia. Infraestructura afectada: 200 km de vialidad Población potencialmente afectada: 12.000 personas	Encauzamiento existente con insuficientes protecciones. Se encuentran en realización nuevas obras de defensas fluviales, como parte de la construcción de la avenida Costanera Norte. (2001-2004)
7	Área Metropolitana de Santiago	Inundaciones producto de acumulación de aguas lluvia en el área urbana; temporal es que afectaron a la zona central del país, julio 2000 Área afectada: zonas sur y poniente del área metropolitana Población afectada en la región metropolitana: 2000 personas	Inexistencia de colectores de aguas lluvias
8	Área Metropolitana de Santiago	Inundaciones producto de un intenso temporal de lluvias en junio 2002 Área afectada: toda el área metropolitana de Santiago y sectores rurales cercanos Infraestructura afectada: 250 km. de vías, pasos bajo nivel y estaciones del tren subterráneo; 9.100 viviendas dañadas, y 1.400 destruidas Población afectada: 80.000 personas	Inexistencia de colectores de aguas lluvia e insuficiencia de los existentes para recoger y transportar la gran cantidad de agua caída.
9	Estero Las Cruces, sector rural norte Comuna de Quilicura Longitud: 15 km.	Inundaciones periódicas en el sector. Área afectada: 835 hectáreas agrícolas Población afectada: 800 personas	Insuficiente capacidad por presencia de vegetación arbustiva y escombros en el lecho y estrechamiento del cauce.

Fuente: "Estudio de Factibilidad. Programa de manejo de Cuencas Hidrográficas" Cuenca del Río Maipo; Ministerios de Agricultura y Obras Públicas, Programa de Praelversión MIDEPLAN -BID; 1995: Informaciones de prensa años 1996 - 2002.

Otro impacto de la urbanización sobre la red hídrica es la obstrucción de canales de riego que aún atraviesan el área urbana, lo cual genera inundaciones producto del desborde de estos cursos de agua. En verano los canales deben transportar más agua porque es el período en que se requiere mayor cantidad de riego, debido a las altas temperaturas y ausencia de lluvias. En esta época se abren las compuertas de las reservas de agua de riego. El desconocimiento de la población acerca del funcionamiento de los canales, sumado a la frecuente

ocupación de sus bordes con innes inmobiliarios, genera un estrechamiento del cauce que redundará en el desborde de los canales. Las zonas más afectadas están en las comunas de Huachuraba - canal El Carmen y metropolitano, Quilicura - Estero Las Cruces, Canal Los Choros - Renca, Maipú, San Bernardo y Pudahuel. se trata de inundaciones de verano que afectan zonas residenciales y a las zonas agrícolas que no reciben el volumen de agua que necesitan para la mantención de los cultivos.

4.5. BIODIVERSIDAD

Los impactos sobre la biodiversidad se traducen en disminución de la abundancia de las especies propias, disminución y desaparición local de poblaciones, y ellos se presentan sobre plantas y animales. También es un impacto la disminución de las superficies cubiertas con vegetación nativa y la fragmentación de ecosistemas.

En general han sido más afectados los organismos acuáticos, peces, anfibios y vegetación ripariana. Las amenazas más importantes que afectan a los peces de agua dulce, son la introducción de especies, la alteración del hábitat por contaminación, disminución de caudales y la alteración de la vegetación acuática ripariana (Campos et al. 1998). Estas mismas situaciones han dañado a los anfibios, pero además éstos enfrentan una intensa presión de caza, ya que ha aumentado la exportación de anfibios chilenos. Entre 1986-1988 por ejemplo, se reportaron casi 24.000 sapos y ranas capturados para su comercialización (Formas 1995).

Los reptiles han disminuido su abundancia debido a la pérdida y artificialización de su hábitat, a la caza y comercialización indiscriminada. Las especies más cotizadas por los traficantes de fauna se encuentran todavía en la región de Santiago en poblaciones asequibles a las personas, lo que facilita su captura (Velo, 1995). También los mamíferos son afectados por la disminución y fragmentación de su hábitat, ocasionados por la gran concentración poblacional, la agricultura y la infraestructura (Saavedra, Simonetti 1991, Simonetti, Saavedra, 1994). La región presenta tres especies de mamíferos extintas localmente y 17 especies con problemas de conservación.

En relación con la vegetación, se ha registrado hasta ahora la presencia de 1.355 especies de plantas en la región de Santiago (Arroyo et al., 2002), pero los diferentes grupos han sufrido diferentes impactos atribuibles a la intensa ocupación poblacional. Se han reportado 19 especies de dicotiledóneas con algún problema de conservación, principalmente debido a la destrucción del hábitat para actividades humanas (Marticorena et al. 1995). De un total de 32 especies de helechos presentes en la Región, 29 presentan algún problema de conservación, siendo la pérdida de hábitat la causa más importante de su vulnerabilidad, en particular la tala de especies arbóreas y arbustivas, que provoca un descenso de la humedad, aumento de la luminosidad y una modificación general de su entorno Baeza et al. (1998).

En la Región de Santiago se han registrado 69 taxa de bulbosas, de las cuales 11 están con algún grado de riesgo para su persistencia (Ravenna et al. 1998). Las especies de este grupo son afectadas por el pastoreo y agricultura, fuego, cosecha como ornamento y el efecto del cambio de hábitat provocado por especies exóticas. Por su parte de las 17 especies de líquenes, 10 presentan problemas de conservación, y una de ellas está en peligro de extinción (Quilhot et al., 1998). Entre los factores que han causado esta situación se encuentra la artificialización y destrucción de su hábitat y la contaminación atmosférica.

Asimismo, la pérdida de cobertura vegetal debido a la tala y el pastoreo, probablemente ha afectado las condiciones climáticas locales, incrementando la temperatura, reduciendo humedad y disponibilidad de agua superficial por aumento de escorrentía. Estos cambios tienen consecuencias negativas sobre la formación de nubes, y por ende sobre las precipitaciones en la cuenca (Holmgren 2002).

Tabla 4.5: Número y % de especies de flora y fauna con problemas de conservación en la Región de Santiago

Taxón	Riqueza de especies	Especies con problemas de conservación	% del total de especies de la Región	Principales amenazas
Anfibios	12*	7	58,3%	Introducción de especies exóticas Contaminación de las aguas Disminución de caudales Comercialización
Reptiles	14	9	64,3%	Pérdida de hábitat Disminución vegetación nativa Caza indiscriminada
Mamíferos	37*	17	45,9%	Disminución de hábitat Caza
Aves	133	25	18,8%	Disminución de vegetación nativa Disminución de su hábitat Caza indiscriminada de algunas especies
Peces	46	12	26,1%	Introducción de especies exóticas Contaminación y alteración de caudales Alteración de vegetación acuática y ripariana
Helechos	32	29	90,6%	Modificación del hábitat Disminución de la humedad y aumento luminosidad en parches de vegetación
Plantas bulbosas	69	11	15,9%	Modificación de hábitat Extracción con fines comerciales Ocupación de las zonas de distribución
Líquenes	17	10	58,8%	Destrucción de su hábitat Contaminación atmosférica

* se refiere al número de especies de la zona mediterránea de Chile
Fuente: elaborado a partir de Benoit 1989; Glade (1993); Formas (1995), Veloso et al. (1995); Campos et al. (1998). Quilhot et al. 1998; Simonetti 1999b; Saavedra & Simonetti 2003a

4.6. CALIDAD AMBIENTAL URBANA

Los problemas ambientales que afectan a los componentes construidos de la ciudad, suelen ser generados por una forma de urbanización que no acoge criterios ambientales o no se ajusta a las condiciones del entorno geográfico, climático y biológico. En el caso de Santiago, las principales presiones sobre la urbanización son el crecimiento inorgánico de la ciudad y la producción de residuos sólidos.

La forma de crecimiento urbano de Santiago ha llevado a una gran extensión horizontal de la ciudad, con grandes distancias entre las zonas de residencia y las fuentes de trabajo y estudio, originando la obligación de realizar largos desplazamientos diarios, lo cual impacta negativamente sobre la calidad del aire, acelera el deterioro de los pavimentos y genera grandes pérdidas de tiempo productivo que debe ser destinado a viajes.

El crecimiento en extensión, genera un continuo cambio en las zonas periféricas, que están permanentemente agregando espacios a la ciudad y modificando los trazados viales y el paisaje urbano. Este continuo cambio que producen las nuevas urbanizaciones se suma a la tendencia de localización de los grandes centros comerciales, lo que ocasiona un mayor dinamismo de las periferias en comparación con el centro urbano. En particular las zonas pericentrales se ven afectadas por una continua pérdida de población, deterioro de las edificaciones y del espacio público y aparición de actividades que utilizan edificios en mal estado o predios vacíos, sin mejorar el entorno urbano, tales como bodegas, estacionamiento de camiones, talleres molestos, entre otros. Asociado a ello ocurre una depreciación de áreas y actividades, lo cual en una economía de mercado significa una espiral de deterioro y obsolescencia.

Hay grandes diferencias entre las nuevas zonas residenciales de altos ingresos y aquellas destinadas a los sectores más pobres de la población. En las primeras, la urbanización incluye la construcción de parques, plazas, arborización de calles, tendidos eléctricos subterráneos y construcción de

equipamientos comerciales, de servicios y educacionales. No ocurre lo mismo en las extensas zonas de viviendas sociales⁽²⁾ las cuales cuentan con una urbanización mucho más modesta y carente de equipamientos.

Como indicadores de impacto de y sobre la urbanización se han planteado la pérdida de población de zonas centrales, los costos de recuperación y conservación de infraestructura vial, costos de mantención de edificios patrimoniales y el deterioro de agua y del suelo debido a la disposición final de residuos sólidos. Es una identificación preliminar de indicadores, que se espera mejorar en la próxima edición del Informe GEO Santiago.

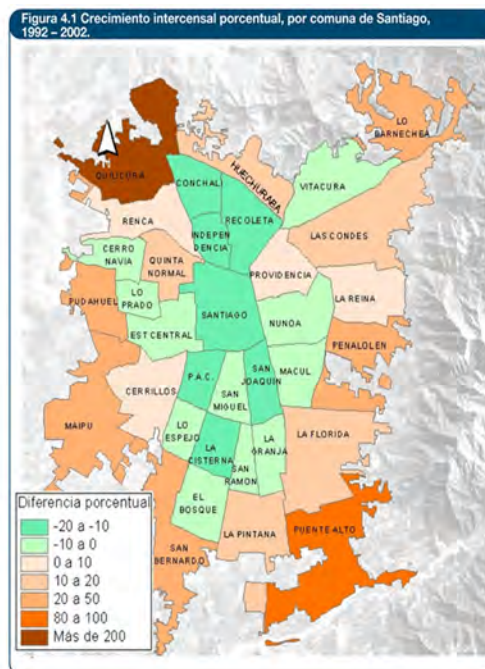
Adicionalmente se presentan los resultados de la aplicación del Índice de Calidad Ambiental Urbana, elaborado por un grupo de investigadores de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y aplicado a la ciudad de Santiago (Gross, Rivas, 1999). Este Índice permite calificar la Calidad Ambiental Urbana de las distintas comunas, bajo el supuesto de que los problemas ambientales no son homogéneos en toda el área metropolitana, sino que tienen manifestaciones específicas en cada zona. Este Índice expresa las diferencias ambientales ocasionadas por una forma de urbanización segregadora y desigual.

4.6.1 Pérdida de población en el centro de la ciudad

El Área Metropolitana está presenciando un proceso de relocalización intraurbana hacia las comunas periféricas de la ciudad, en otras palabras se está produciendo un fenómeno de despoblamiento de las comunas centrales de Santiago de Chile. Esta tendencia queda manifiesta con los resultados del Censo de 2002 en relación a su versión anterior de 1992.

Observando los resultados en población del Censo 2002, se aprecia que la comuna con mayor población (Puente Alto 592.915 habitantes) y la con mayor crecimiento intercensal de la Región (Quilicura 207,7%) están localizadas en los extremos sur y norte del Área Metropolitana de Santiago respectivamente. En términos generales, la población en la periferia de la ciudad creció entre un 80 a un 100%, como en el caso de las comunas de Peñalolén, San Bernardo, Maipú, Pudahuel y Lo Barnechea (INE, 2002).

Al contrario, de las 34 comunas que son parte del Área Metropolitana de Santiago 20 experimentaron una disminución de población. Entre ellas



Independencia con un -16.4%, San Joaquín con -13.9%, Recoleta con -13.5%, Pedro Aguirre Cerda con -12.9%. De esas 20 comunas 19 se encuentran en el centro de la ciudad.

Este proceso de despoblamiento del centro de Santiago se puede asociar al cambio de rol de las comunas centrales de residencial a comercial, la dinámica inmobiliaria que ofrece viviendas a menores costos o de mayor espacio en las periferias con un entorno desde el punto de vista ambiental "prístino", y una población demandante de estos espacios.

Desde el año 1992 se están impulsando procesos de repoblamiento y renovación urbana con el objetivo de devolver el rol residencial que las comunas poseían en épocas pasadas, mediante subsidios de renovación urbana que descuentan el valor de las viviendas en dichas comunas (Santiago, Recoleta, Independencia, Renca, Quinta Normal, Estación Central, Cerrillos, Pedro Aguirre Cerda, San Miguel y San Joaquín en el área central de la ciudad) pese a ello las comunas siguieron disminuyendo su población.

4.6.2. Índice de Calidad

Ambiental Urbana

Los problemas ambientales, tales como el déficit de áreas verdes, la escasez o mala calidad de la vialidad y la presencia de fuentes contaminantes impactan directamente a la calidad ambiental urbana. La Calidad Ambiental se define como "el nivel de servicio de un conjunto de factores que se encuentran presentes en zonas urbanas. Se incluyen elementos naturales (calidad del agua, aire, y vegetación), elementos construidos (vivienda, servicios sanitarios, electricidad, recolección de

basuras, establecimientos educacionales y de salud; áreas verdes y recintos deportivos; lugares de culto y cultura), y otros vinculados al sistema social (seguridad, organizaciones sociales y comunitarias)"(Modificado a partir de Gross, Rivas, 1999).

Santiago de Chile presenta una fuerte desigualdad en la distribución de ingresos de la población, la cual se ve reflejada en las características de sus barrios y comunas: en sus espacios públicos, viviendas, actividades económicas, medios de transporte y equipamientos urbanos. De la misma manera, la situación ambiental afecta a todos sus habitantes, pero con distinta intensidad.

Para medir el impacto del deterioro ambiental sobre la ciudad se deben reconocer esas desigualdades, ya que muchos de los problemas se presentan con mayor agudeza en las proximidades de las fuentes generadoras, o en ausencia de medidas de mitigación como los parques y la arborización de las calles. Con el objetivo de dilucidar cuáles son las diferencias de calidad ambiental al interior de la ciudad y determinar si hay grupos sociales o sectores que reciben con más rudeza los impactos del deterioro ambiental, en los próximos párrafos se exponen los resultados de la aplicación de un Índice de Calidad Ambiental a las 34 comunas del AMS, trabajo realizado por P. Gross y M. Rivas, en 1999.

El Índice de Calidad Ambiental Urbana está compuesto por la combinación de una serie de indicadores representativos del estado del medio ambiente construido, natural y social (ver tabla N° 4.6) los cuales permiten comparar las características físico- ambientales de las diferentes comunas de la ciudad de Santiago. Aunque las comunas son divisiones administrativas, tienen un suficiente grado de homogeneidad como para ser utilizadas como unidad de análisis, y en conjunto permiten expresar adecuadamente la heterogeneidad social y espacial de la metrópolis (Gross, Rivas 1999).

Tabla N° 4.6: Índice de Calidad Ambiental Urbana

Vivienda	Número de personas por vivienda.
	Promedio piezas por vivienda.
	Promedio de habitantes por vivienda.
	Porcentaje de viviendas con alumbrado eléctrico
	Porcentaje de viviendas con alcantarillado
Salud	Casos de fiebre tifoidea y paratifoidea por cada 1000 habitantes.
	Porcentaje de población menor de seis años en riesgo biomédico.
Educación	Número de alumnos de enseñanza media fiscal por cada 1000 habitantes.
	Número de establecimientos de educación media fiscal por cada 10000 habitantes.
Áreas Verdes	Superficie de áreas verdes por habitante.
Transporte	Número de Automóviles particulares por cada 1000 habitantes.
Gastos Municipales	Proporción del gasto municipal por persona en la comuna de estudio, en relación al gasto municipal promedio en la región.
Contaminación	Número de vertederos ilegales de basura
	Número de fuentes fijas contaminantes del aire que deben paralizar en situaciones de pre-emergencia ambiental.
	Número de fuentes fijas contaminantes del aire que deben paralizar en situaciones de emergencia ambiental.
Pobreza	Porcentaje de hogares pobres que no logran satisfacer una necesidad fundamental.
Seguridad	Delitos ponderados por cada 100.000 habitantes.

Fuente: P. Gross, M. Rivas, 1999.

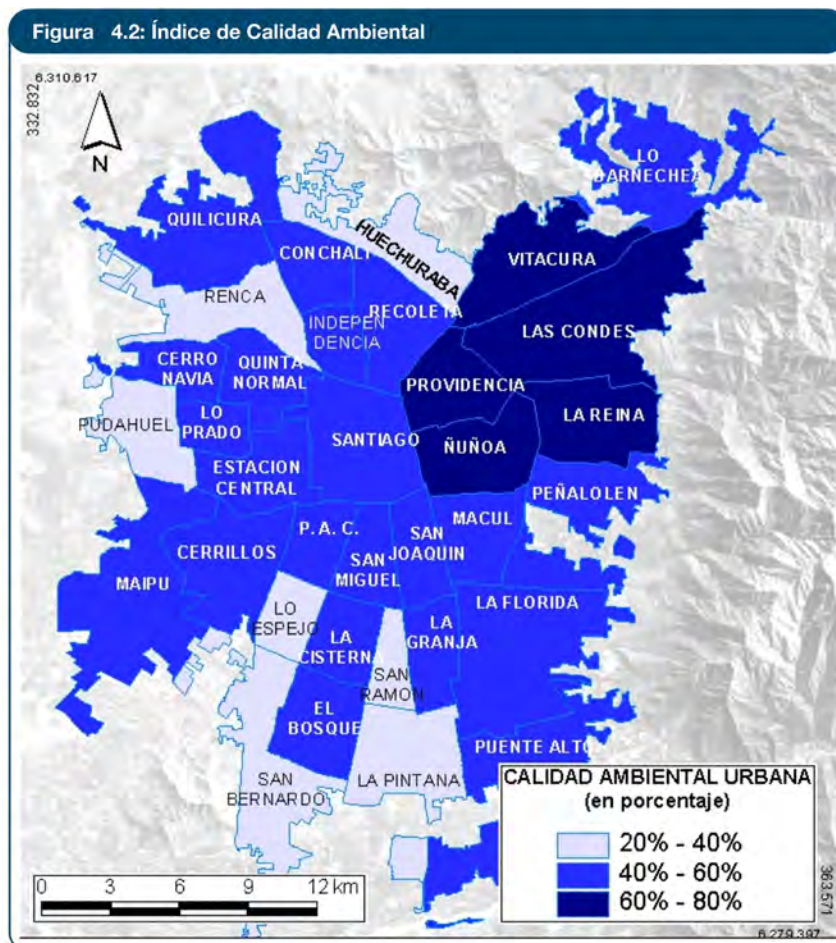
El Índice de Calidad Ambiental se construye mediante la suma ponderada de los indicadores señalados en el cuadro N° 4.6. Los valores resultantes son agrupados en rangos de calidad: Muy Buena 80 - 100 puntos; Buena 60-80 puntos; Regular 40-60 puntos; Malo 20-40 puntos y muy malo menos de 20 puntos.

En el caso de los indicadores aplicados en la dimensión Vivienda, estos no muestran significativas diferencias entre las comunas del Área Metropolitana de Santiago, lo cual hace evidente que no se trata de un tema crítico. El promedio de habitantes por vivienda es de 4,1 personas y casi todas las viviendas cuentan con servicios básicos, ya que la cobertura de agua potable alcanza al 99,2%, alcantarillado al 98% (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2002), y la energía eléctrica al 99,4% del total de domicilios (Chilectra, 2002). Similar situación se observa en el caso de las enfermedades tifoideas y paratifoideas donde el promedio para toda la ciudad solo es de 0,05 casos por 1.000 habitantes, resultante de los avances en la cobertura del servicio

de agua potable y alcantarillado.

A pesar de esta condición, ninguna comuna presenta un valor dentro del rango considerado muy bueno (80-100). Los valores más altos, correspondientes a buena calidad ambiental (60 a 80 puntos) se encuentran en sólo 5 comunas, todas ellas del sector oriente de Santiago: Vitacura, Providencia, Las Condes, La Reina y Ñuñoa. En ellas, habita solo un 13,2% (712.539 habitantes) de la población total del Área Metropolitana de Santiago.

Siendo estas comunas de función predominantemente residencial donde se concentran los estratos medios- altos, con los más bajos niveles de pobreza de la ciudad (ver figura N° 4.2) no es de extrañar que destaquen sus bajos índices de contaminación. Es así como, en general presentan un bajo número de fuentes fijas de contaminación del aire, siendo ellas mayoritariamente calderas de calefacción y hornos de panaderías. La ausencia de fuentes industriales responde a los altos valores del suelo que se alcanzan estas comunas, así como la falta de ter-



renos para edificaciones de este tipo. Igualmente, en ninguna de ellas se presentan vertederos ilegales manifestando tanto la eficiencia en sus sistemas de recolección de residuos, así como el nivel de educación de la población.

Respecto a la situación de las áreas verdes podemos señalar que estas fluctúan entre 5,1 y 10,6 m²/hab., cifras que se encuentran sobre el óptimo que establecen los estándares nacionales, que varían entre 4,3 m² a 4,8 m² por habitante (Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo, 1990). También, el parque automotor es el más alto de la ciudad, con 192 vehículos por 1.000 habitantes, frente a un promedio general de 54 autos por 1.000 habitantes. En estas tres comunas el gasto municipal es 2,5 veces

superior al promedio del gasto municipal por persona en la ciudad.

En el rango entre 40 y 60 puntos, es decir con una Calidad Ambiental Regular, se encuentran 22 comunas - la gran mayoría - en las cuales habitan 3.647.712 personas, equivalentes a un 68% del total de la población de la Área Metropolitana de Santiago (ver figura N° 4.2). En estas comunas habita población de estratos medios, aunque nueve comunas de este grupo presentan un 50% de su población en situación de pobreza (ver figura N° 4.3). Igualmente, solo cuatro comunas presentan un gasto municipal superior al promedio general de la ciudad. (P. Gross y M. Rivas, 1999).

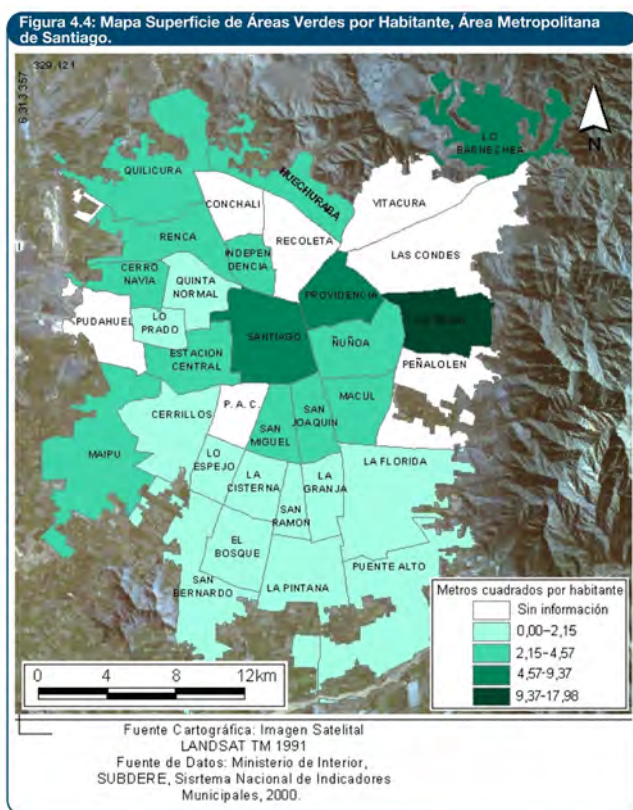
En todas estas comunas hay fuentes fijas de contaminación del aire. La comuna de Santiago, centro histórico y financiero de la ciudad, posee el mayor número de ellas, a lo que se suman los altos flujos de transporte y su localización respecto de los vientos provenientes del sur, lo que agrava la contaminación del aire en esta comuna.

En el rango entre 20-40 puntos, es decir en una situación ambiental deficitaria, se encuentran siete comunas del Área Metropolitana de Santiago, localizadas en el sector norte, norponiente y sur (ver figura N° 4.2), donde habitan 1.044.734 habitantes, correspondientes al 19% de la población total. La situación de la vivienda es similar al resto de la ciudad. Sin embargo, los indicadores de disponibilidad de establecimientos educacionales y áreas verdes son deficitarios. Estas últimas presentan valores críticos entre 0,8 a 3,0 m²/habitante (Ver figura 4.4).

El parque automotor es sumamente bajo con un número de 10,6 a 32,2 automóviles por cada

1.000 habitantes. A estos índices se suma el hecho que en estas comunas se encuentra sobre un 60% de su población en situación de pobreza (ver figura 4.3), presentando además los más altos índices de la población infantil en riesgo biomédico. El gasto municipal por persona está muy por debajo del promedio de la ciudad (entre 0,4 y 0,6), mostrando que los Gobiernos locales no poseen los recursos económicos necesarios para invertir en el mejoramiento del entorno urbano en que viven sus habitantes.

En términos de actividades contaminantes, el número de fuentes de contaminación del aire es similar al resto de Santiago, sin embargo los vertederos ilegales se concentran en estas comunas, señalando las condiciones de deterioro en que se encuentra el espacio urbano. En estos territorios se superponen la marginación económica con la marginación ambiental, generando serias restricciones para que sus habitantes puedan acceder a una adecuada calidad de vida urbana.



4.6.2. Costos de las basuras

El incremento en la producción de residuos sólidos domiciliarios implica un enorme costo para la ciudad, que corresponde a la sumatoria de los costos de transporte, transferencia y disposición final. Debido a la alta tasa de crecimiento de la generación de basuras, cercana al 5% anual, estos costos son crecientes afectando con mayor fuerza a las comunas más pobres, ya que los municipios deben cancelar el servicio, a expensas de sus escasos recursos de inversión.

De acuerdo con las normas vigentes, cada municipio es responsable de contratar el servicio en su comuna, actuando con total independencia en este tema. Esto se traduce en 34 contratos distintos - uno por cada comuna del Área Metropolitana -, y grandes variaciones en el estándar y costo del servicios, duración y condiciones de los contratos. Los montos mensuales pagados en el año 2000 variaban entre USD 218.000 en la comuna de Las Condes y USD 25.500 en la comuna de Cerro Navia (Ulloa, 2002). Estas diferencias se atribuyen a la cantidad de población atendida y a la frecuencia de recolección domiciliaria.

Un problema frecuente para las arcas municipales es que el servicio de aseo (incluido la recolección, el transporte y destino final de los RSD) no se autofinancia en su totalidad, es decir, existen pérdidas monetarias. Esta situación se genera porque no se cobra la totalidad de los derechos de aseo, ya que todas muchas viviendas están exentas, entre ellas todas las viviendas de interés social. Estas familias no pagan por el servicio de aseo, pero éste se presta de todas maneras para evitar problemas ambientales, asumiendo el municipio el costo total. Es un subsidio indirecto que beneficia a muchas familias, pero que los municipios más pobres - en donde hay mayor concentración de viviendas sociales - son precisamente los que deben asumir los costos más altos.

Las cifras involucradas en estos contratos no son menores. Durante 1998, en el Área Metropolitana de Santiago los municipios gastaron en total USD 50,7 millones en gestión de residuos sólidos.

Mientras que por concepto de derechos de aseo se recaudó la cifra de USD 22,7 millones, debiendo por tanto los municipios recurrir a sus fondos propios para cubrir la diferencia de USD 28,6 millones (Ulloa, 2002). De acuerdo con los cálculos de Ulloa (2002) la cantidad de gasto no recuperado por los municipios supera los montos destinados a inversión por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional.

Aunque estas cifras no expresan la totalidad de los costos, porque no incluye externalidades como la contaminación atmosférica, congestión y deterioro de pavimentos asociados a la circulación de los camiones recolectores, que deben transportar 7.000 toneladas diarias desde los domicilios a las estaciones de transferencia. Tampoco se incluyen los impactos ambientales negativos de las estaciones de transferencia y los rellenos sanitarios. Pero se utiliza como indicador de costo el precio que pagan los municipios por el servicio, porque son cifras conocidas y que permiten estimar preliminarmente cuánto pagan los santiaguinos por la basura que producen.

Tal cual opera el sistema de gestión de los residuos sólidos en Santiago, difícilmente se podrán incorporar criterios de sustentabilidad ambiental. En primer lugar, no hay incentivos para la disminución de la generación de residuos, sino más bien lo contrario, hay estímulos al incremento de ella (Ulloa, 2002). Por una parte, la tarifa cobrada a los usuarios es independiente de la cantidad de residuos producidos, por lo cual se favorece a quienes producen más; asimismo, el alto grado de exención del pago y el subsidio directo de los municipios, impide a los usuarios percibir el costo del servicio.

Por otra parte, debido a la existencia de economías de escala, los costos del servicio de recolección y transporte suelen disminuir cuanto mayor es la cantidad de residuos a disponer. Esto porque los costos unitarios por tonelada decrecen, de manera que tampoco los municipios se ven impelidos a iniciar programas destinados a su disminución. Respecto de las empresas, el sistema vigente estimula la consolidación de monopolios en los mercados de disposición y transporte, presiona para la obtención de economías de escala y no tiene limitaciones para la integración vertical (Ulloa, 2002).

4.7. BIBLIOGRAFIA

RROYO MTK, C MARTICORENA, O MATTHEI, M MUÑOZ & P PLISKOFF (2002) Analysis of the contribution and efficiency of the Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, 33 S in protecting the regional vascular plant flora (Metropolitana and Fifth regions of Chile). *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 767-792.

BAEZA M, E BARRERA, J FLORES, C RAMIREZ & R RODRIGUEZ (1998) Categorías de Conservación de Pteridophyta nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 23-46.

Belmar, R.; (1989): "Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas". En *Contaminación atmosférica de Santiago, estado actual y soluciones*. Varios autores. 1993.

Cáceres, G.; Gross, P; Rivas, M; (1999): "Medio siglo de calidad ambiental en el Área Metropolitana de Santiago (1945- 1995)", Documentos de trabajo, Serie Verde n° 5, Instituto de Estudios Urbanos, PUC, 54 páginas.

CAMPOS H, G DAZAROLA, B DYER, L FUENTES, JF GAVILÁN, L HUAQUÍN, G MARTINEZ, R MELENDEZ, G PEQUEÑO, F PONCE, VH RUIZ, W SIELFELD, D SOTO, R VEGA & I VILA (1998) Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 101-122.

Cifuentes I., Vega J., Köpfer K., Lave L.; (2000) "Effects of the Fine Fraction of Particulate Matter versus the Coarse Mass and Other Pollutants on Daily Mortality in Santiago, Chile". *Journal of the Air & Waste Management Association*. Vol 50: 1287-1298
Cifuentes, L.; Lave, L.; (1996): "Air pollution and daily mortality: searching for a threshold in the association". *Proceedings of second colloquium on particulate air pollution and human health*, in Park City, Utah.

CONAMA; (2000): "Antecedentes para la revisión de las normas de calidad del aire, contenidas en la resolución N° 1215 -1978 del Ministerio de Salud",

Estudio realizado por SGA Ltda. para CONAMA. Pre-Informe Final. Santiago de Chile.

CONAMA; (1997): "Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana" CONAMA, Santiago de Chile.

Comisión Nacional del Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura; (1994): "Propuesta Plan Nacional de Conservación de Suelos". Santiago de Chile.

FORMAS JR (1995) Anfibios. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) *Diversidad Biológica de Chile*: 314-325. CONICYT, Santiago.

FUNDACION TERRAM; (2001): "Informe de Coyuntura desde la Perspectiva de la sustentabilidad", N°2, Santiago de Chile.

FUNDACION TERRAM; (2001): "Análisis De Políticas Publicas" N° 3, Santiago de Chile.

González, S.;(1992): "Prospección de elementos trazas en recursos agrícolas de Chile. III. Suelos de los valles Mapocho y Maipo, Región Metropolitana". *Chile: Agricultura Técnica* 52 (3): 320 - 329.

González, S.; (1994): "Geoquímica de metales pesados en Chile". En: *Impacto Ambiental de metales pesados en Chile*, VI Simposio sobre contaminación ambiental. pág. 10 - 29.

Gross, P y Rivas, M.; (2002): "Lineamientos para el diseño de indicadores de calidad ambiental urbana en el contexto de Santiago de Chile". II parte: *Documentos de Investigación*, 193- 217. En: "Sustentabilidad, ¿Un desafío posible".

Health Effects Institute; (1997): "Effects of Ozone on Normal and Potentially Sensitive Human Subjects".
HOLMGREN M (2002) Exotic herbivores as drivers of plant invasion and switch to ecosystem alternative states. *Biological Invasions* 4: 25-33.

Ilabaca, M.; (1996). "Relación entre la contaminación atmosférica y las consultas por emergencias respiratorias pediátricas en el Servicio de urgencia del Hospital L.C. Mackenna, Santiago-Chile". Tesis de grado para obtener Maestría en Ciencias en Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud Pública de México, Cuernavaca, México.

- Instituto Nacional de Estadísticas; (1992): "Censo de Población y Vivienda".
- MARTICORENA C, C VON BOHLEN, M MUÑOZ & MTK ARROYO (1995) Dicotiledóneas. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) Biodiversidad de Chile: 77-89. CONICYT, Santiago.
- Matus, P; Lucero, R.; (2000) "Norma primaria de calidad del aire", en: Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias, 18 (2) p: 112- 122.
- Ministerio de Planificación y Cooperación; (1996): "Medio ambiente en la Región Metropolitana". Santiago de Chile.
- MIDEPLAN-BID; (1995): "Estudio de Factibilidad. Programa de manejo de Cuencas Hidrográficas, Cuenca del Río Maipo". Ministerios de Agricultura y Obras Públicas, Programa de Preinversión; Informaciones de prensa años 1996-2002.
- Ministerio de Planificación y Cooperación; (1998): "Cuencas Hidrográficas en Chile: Diagnóstico y Proyectos". Santiago de Chile, 208 pp.
- Ministerio Secretaría de la Presidencia Metropolitana; (1997): "Balance de ejecución presupuestario municipal al 4to. Trimestre 1997", Santiago de Chile.
- OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA – ONEMI; (2002): "Consecuencia de los temporales en la Región Metropolitana de Santiago 1997-2000". Santiago de Chile.
- Ostro, B.; Sánchez J.M.; Aranda, C.; Eskeland, G.; (1996): "Air pollution and mortality: results from a study of Santiago de Chile". Journal of exposure analysis of environment epidemiology. Vol 6, N° 1, pp 97-114, Princeton Scientific Publishing.
- Oyarzún, M.; Pino P., et al.; (sin año): "Efecto de la contaminación atmosférica de Santiago de Chile sobre la hiperreactividad bronquial y función pulmonar de escolares". International Development Research Centre (Canadá); Facultad de Medicina U. de Chile; INERYCT; SESMA.
- Peralta, M; Fuentes; J; Mancilla G.; (2001): "Componente Suelo", en: Proyectos Otas, Gobierno Regional RMS.
- Programa de Economía del Trabajo; (1997): "La Calidad de Vida en las Comunas del Gran Santiago", Publicación N° 146, Programa de economía del trabajo, Abril 1997, Santiago de Chile, 7 páginas.
- QUILHOT W, I PEREIRA, G GUZMAN, R RODRIGUEZ & I SEREY (1998) Categorías de conservación de líquenes nativos de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 9-22.
- RAVENNA P, S TEILLIER, J MACAYA, R RODRIGUEZ & O ZOLLNER (1998) Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 47-68.
- REVISTA DE URBANISMO N°5; (2002): "La Ciudad sin Urbanismo: instalación residencial junto a secciones andinas inestables, dunas activas, bancos de arena y rodados fluviales. Santiago de Chile.
- Revista Qué Pasa; (2002): Reportaje "El que contamina paga. El polémico proyecto que cambiará la vida delosantiaguinos". <http://www.quepasa.cl/revista/2002/08/23/index.html>
- (1997): Reportaje "Terapia Intensiva". www.quepasa.cl/revista/1373/30.html 5-11 agosto de 1997
- (2002): Reportaje "Las cifras del desastre" Daniela Jorquera y Matías Broschek. <http://www.quepasa.cl/revista/2002/06/07/t-07.06.QP.NAC.CIFRAS.html>
- SAAVEDRA B & JA SIMONETTI (1991) Archaeological evidence of Pudu pudu (Cervidae) in central Chile. Zeitschrift für Säugetierkunde 56: 252-253.
- Salinas, M.; Vega, J.; (1995). "The effect of outdoor air pollution on mortality risk: an ecological study from Santiago, Chile". World health Statistical Quarterly 48, 1995.
- Sánchez, J.; (1997): "Contaminación atmosférica y síntomas respiratorios en niños escolares del área de influencia del complejo industrial Las Ventanas-Puchuncaví, V Región de Chile". Tesis de grado para obtener Maestro en Ciencias en el Área Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud Pública, México.
- Sanhueza, P.; Vargas, C.; Jimenez, J.; (1996): "Calidad del aire y mortalidad diaria en Santiago: análisis de

series temporales". Informe proyecto FONDECYT N° 1950327-1995; Proyecto DICYT N° 01-9412SH.

Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente; (1998); CADE- IDEPE (1997): "Diagnóstico e identificación de tecnologías y estrategias para el manejo de residuos sólidos de la Región Metropolitana", Santiago de Chile.

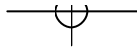
SIMONETTI JA & B SAAVEDRA (1994) Reemplazando espacio por tiempo: arqueofauna del Estero del Manzano. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (Chile) 22: 113-119.

GONZALO ULLOA "Análisis de la Gestión Económica de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el Área Metropolitana de Santiago" Tesis para optar al Grado de Magister en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, PUC, Abril 2002.

Universidad de Chile - CONAMA – PNUMA; (1999) "Informe País; (1999), Estado del Medio Ambiente en Chile, 1999" Colección Estado y Políticas Públicas, LOM Ediciones, Santiago de Chile, 420 pp.

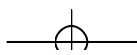
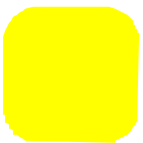
UNICEF- Ministerio de Planificación y Cooperación; (1995): "El compromiso de Chile con los niños y niñas. Estado de avance del cumplimiento de las metas del plan de acción a favor de la infancia: 1990-1994"

VELOSO A, JC ORTIZ, J NAVARRO, H NÚÑEZ, P ESPEJO & MA LABRA (1995) Reptiles. En: SIMONETTI JA, MTK ARROYO, AE SPOTORNO & E LOZADA (eds) Diversidad Biológica de Chile: 326-335. CONICYT, Santiago.



5

RESPUESTAS



5.1. RESTRICCIONES INICIALES

Las diversas respuestas a los problemas ambientales de la ciudad de Santiago implementadas por las autoridades, han permitido una serie de avances y logros, pero enfrentan una serie de restricciones que afectan de manera general a todas las iniciativas políticas e institucionales.

Desde el punto de vista de una efectiva política ambiental estas restricciones explican el retraso en el logro de las metas planteadas por las propias autoridades en relación con la contaminación atmosférica, hídrica, extensión urbana, disposición final de residuos, pérdida de biodiversidad y deterioro del patrimonio construido.

1. débil participación de la ciudadanía
2. inexistencia de mecanismos de control ciudadano
3. superposición de atribuciones de distintas instituciones frente al mismo problema
4. superposición de niveles de administración nacional, regional y comunal
5. bajos presupuestos para la institución responsable de los temas ambientales
6. prevalencia de la visión que considera que la protección ambiental es contradictoria con el crecimiento económico

En relación con la participación ciudadana, Chile se caracteriza por una historia política bastante autoritaria y con escasos mecanismos formales de expresión de las opiniones y prioridades de la sociedad civil, así como una inexistencia total de mecanismos de control ciudadano de la gestión pública. Aplicado a los problemas ambientales de Santiago, esta condición se traduce en una formulación de políticas que no incluye a la ciudadanía y un bajísimo nivel de compromiso de los ciudadanos en iniciativas que requieren su participación, tales como el cumplimiento de la "restricción vehicular" ⁽¹⁾ o la selección de basuras ⁽²⁾.

Asociado a lo anterior, no existen mecanismos de control ciudadano en relación con las políticas ambientales, de manera que no se puede ejercer

presión sobre las autoridades cuando postergan la formulación y aplicación de planes o políticas, ni tampoco sobre las empresas cuando incumplen la legislación. Debido a esta carencia es frecuente que las comunidades afectadas por problemas ambientales realicen manifestaciones públicas, obstruyendo el tránsito sobre avenidas importantes u organizando actos masivos para la expresión de sus demandas. Esta situación explica que las autoridades actúen según sus propias prioridades e iniciativas, sin el contrapeso de una ciudadanía exigente e informada.

De acuerdo con el Informe presentado en Johannesburgo, el Gobierno está empeñado en crear canales y mecanismos eficaces que permitan a las personas y organizaciones conocer, involucrarse y participar en los procesos de elaboración y aplicación de los programas y acciones gubernamentales que estén destinados a beneficiar a toda la comunidad. Dentro de este marco, se elaboró el instructivo presidencial que establece los compromisos que los distintos Ministerios, Servicios y Gobiernos Regionales deben cumplir para que la participación de los ciudadanos tenga realmente un papel importante y efectivo en las políticas del gobierno. No obstante, hasta ahora no se ha puesto en práctica este Instructivo y diversos procesos de participación realizados han tenido un carácter meramente informativo sin posibilidad de influir sobre las decisiones estatales.

Otra dificultad radica la superposición de atribuciones, probablemente originada en el carácter transversal de los problemas ambientales, los cuales han formado parte del quehacer de distintos Ministerios y agencias gubernamentales. Tal es el caso de los temas relativos a la protección del suelo que radica en el Ministerio de Agricultura, los temas de vivienda y planificación urbana que radican en el Ministerio de Vivienda, y la salud pública que corresponde al Ministerio de Salud, entre otros. Esta situación lleva a una superposición de funciones que hace lenta la toma de decisiones, debido a la cantidad de instituciones que intervienen, o incluso a la toma de decisiones contradictorias, debido a los diferentes objetivos que mueven la acción de cada institución y a la falta de coordinación entre ellas.

Adicionalmente en Santiago ocurre la superposición de tres niveles de administración: comunal, regional y nacional, generando

(1) Restricción que prohíbe la circulación de los vehículos según el último dígito de su patente, en los períodos de mala calidad del aire. Cada persona debe ajustarse al calendario de restricción y viajar en transporte público.

(2) En práctica sólo en dos comunas de Santiago.

indefiniciones y dificultades en la solución de problemas ambientales. El Área Metropolitana abarca el territorio de 34 comunas, cada una con su respectivo municipio, todos con atribuciones similares. Obviamente los problemas ambientales no se restringen a los límites administrativos, pero no existe una autoridad que abarque el área metropolitana. De manera que algunos servicios del nivel regional - que incluye otras ciudades aparte de Santiago - asumen tareas para suplir esta carencia, como en el caso del ordenamiento territorial y la disposición de basuras. Debido a que Santiago es sede del Gobierno Nacional, algunos problemas han sido encarados por Comisiones nombradas directamente por el Presidente de la República, como la "Comisión de Descontaminación Atmosférica" que estuvo durante diez años a cargo de coordinar todas las acciones destinadas a disminuir la contaminación atmosférica y formuló el primer Plan de Descontaminación en 1997. También la Comisión de Transportes ha sido responsable de la Licitación de los Recorridos de Transporte Público y de la formulación del Plan de Transporte Urbano de Santiago.

Una restricción muy grave es el escaso presupuesto destinado a la Comisión Nacional de Medio Ambiente, CONAMA, entidad responsable de la formulación y aplicación de las políticas ambientales en todo el país. La escasez de recursos se traduce en una insuficiente dotación de profesionales, lentitud en los procesos de evaluación ambiental, lentitud en la formulación de normas y reglamentos y una dificultad general para liderar las iniciativas de protección ambiental en Santiago. Existe una opinión extendida sobre la necesidad de fortalecer la institucionalidad actual incrementando los recursos humanos, financieros y capacidad de gestión (Bozovie, 2001), acompañado de una revisión de la legislación vigente que permita adecuar las normas y procedimientos a la luz de la experiencia adquirida en nueve años de vigencia de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.

Finalmente una dificultad mucho mayor y más difícil de remover es la prevalencia de una visión que contrapone el crecimiento económico a la protección ambiental. A pesar de que los datos recientes de nuestro país desmienten esta oposición, lo mismo que en otros países del mundo, ya que en el período de mayor crecimiento económico de Chile, entre 1985 - 1998 se registra el desarrollo de la institucionalidad ambiental y se inicia la Evaluación

de Impacto Ambiental obligatoria de todos los proyectos de inversión. Sin embargo, organizaciones de empresarios, senadores e incluso gerentes de empresas públicas han manifestado insistentemente que las exigencias ambientales "constituyen un freno a la inversión" como una manera de explicar la disminución de la velocidad de crecimiento económico que afectó al país entre los años 1998 y 2002.

Para contrarrestar esta visión la propia CONAMA se ha propuesto demostrar que no hay tal incompatibilidad, y su Director Ejecutivo ha planteado "Si ustedes comparan la ciudad de Santiago de hoy con la de diez años atrás se van a encontrar con una urbe que tiene 3 veces más automóviles, 3 veces más industrias y tiene la mitad de la contaminación de antes. Esto desde el punto de vista ambiental es un ejemplo notable de crecimiento sustentable" (López, 2002).

El conjunto de estas restricciones afecta a todas las respuestas que ha implementado el gobierno para enfrentar y resolver los problemas ambientales de Santiago de Chile, por eso se deben tener presentes para explicar la falta de efectividad de ciertas iniciativas, a pesar de la calidad y corrección con que han sido formuladas. A continuación se analizan las respuestas para cada uno de los problemas ambientales analizados a lo largo del presente Informe.

5.2. AIRE

5.2.1. Plan 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 de calidad ambiental en aquellas zonas que han superado sistemáticamente la concentración máxima permitida de algún contaminante. Estas zonas se denominan "saturadas" y en ellas es obligatoria la elaboración de un Plan de Descontaminación.

El Plan de Prevención, por su parte, es un instrumento de gestión ambiental que se aplica antes de que una zona se convierta en saturada, y tiene por

objetivo evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente, que corresponde a aquellas zonas en las cuales los niveles de contaminantes están entre un 80% y 100% del valor de la norma.

Santiago cuenta con ambos tipos de Plan, porque ha sido declarado zona saturada para el Monóxido de Carbono, Ozono, Material Particulado Respirable y Partículas en Suspensión, y zona latente para el Dióxido de Nitrógeno.

El primer Plan se formuló en el año 1997, estableciendo una serie de metas de reducción de la contaminación. Este Plan compromete las acciones de un sinnúmero de instituciones públicas y establece el marco para la modificación de procedimientos y realización de fiscalizaciones, para cumplir con sus objetivos. En su primera versión estableció también que el año 2000 se realizaría una evaluación y reformulación de acuerdo con sus resultados.

Actualmente se encuentra vigente la segunda versión del Plan, que no tuvo todos los avances deseados en el periodo 1997-2000, aunque se logró evitar que la concentración de contaminantes creciera al mismo ritmo que la tasa de motorización, la extensión urbana y el crecimiento de la industria. El sector transporte muestra un mayor retraso frente a las metas de reducción de emisiones, a diferencia del sector industrial, que ya cumple con estándares establecidos para el año 2005. En función de esta constatación, se han tomado medidas dirigidas a disminuir los impactos ambientales del transporte, las cuales incluyen una actualización del Plan de Transporte Urbano, medidas de gestión de tránsito, fiscalización permanente de emisiones, reforestación de terrenos eriazos, fijación de normas de emisión similares a las de Europa y Estados Unidos, el retiro de 2.700 buses que no cumplen con estas nuevas normas, e incorporación de exigencias ambientales más severas en la próxima licitación de

recorridos de transporte público. Se ha iniciado también la aplicación de restricción de circulación a los vehículos con convertidor catalítico en los días de preemergencia y emergencia ambiental, medida de la cual estaban exentos hasta el presente año. Esta medida permitirá reducir en un 10% las emisiones de este parque automotor, que anualmente aporta 9.500 toneladas de óxido de nitrógeno, uno de los principales componentes del material particulado más fino (PM 2,5) (CONAMA, 2002).

Se debe destacar que las fuentes fijas lograron reducciones que exceden las metas fijadas para el año 2005, esto significa que en el año 2002 emiten menos que lo esperado para el 2005. En este logro ha influido la mayor facilidad de fiscalización de estas fuentes, la disponibilidad de gas natural proveniente de Argentina, la existencia de diversas fuentes de financiamiento para la transformación tecnológica y la obligación de cumplir con las normas ambientales contenidas en los acuerdos de Libre Comercio que ha suscrito el país.

Aunque las fuentes móviles no cumplen las metas de emisión para el 2002, han mejorado su desempeño sobre la base de la aplicación de tres medidas complementarias: la licitación de recorridos y el retiro de los buses más contaminantes. Sin embargo tal reducción se vería amenazada por el aumento de parque vehicular que experimenta actualmente Santiago (O'Ryan, Larraguibel, 2002).

En términos generales se puede afirmar que la contaminación del aire ha disminuido en los últimos 6 años, pero de todas maneras hay una gran distancia entre las metas planteadas y lo que muestra la realidad: sólo el 50% de ellas se han cumplido o están dentro de los plazos programados de reducción.

La disminución se debe al Plan de Descontaminación, a la introducción del gas natural, al crecimiento del parque vehicular catalítico y el relativo mejoramiento del transporte público.

Tabla 5.1: Cumplimiento de las metas de reducción de la contaminación

Contaminantes	Año 1997	Año 2000	Meta al 2000	% cumplimiento
Promedio anual PM10	100	77	50	46%
Promedio diario PM10	314	250	150	39%
Máximo diario PM10	375	292	195	46%
Concentración Ozono promedio 8 horas	221	218	120	3%
Concentración CO promedio 8 horas	22,210	15,330	10,000	56%

Fuente: CONAMA, 2002

La gran dificultad del Plan de Descontaminación radica en el gran número de medidas, líneas de acción e instituciones involucradas, lo cual finalmente hizo imposible el cumplimiento de las metas. El Plan incluye 11 estrategias y 17 líneas de acción, las cuales se abren en 104 medidas. Un 52% de estas líneas se refieren al transporte y un 25% a la industria, comercio y construcción. El Plan define la institución que debe hacerse responsable de cada medida y llega a un total de 29 instituciones, incluidos Ministerios y Servicios Públicos. Por ejemplo, las 54 medidas orientadas al transporte son responsabilidad de 15 organismos diferentes, en cambio, sólo 4 organismos son responsables de las 26 medidas relacionadas con la Industria, Comercio y Construcción (O’Ryan, Larraguibel, 2000). Para acometer esta Plan se necesitaba entonces una institución responsable con gran capacidad de coordinación y liderazgo, condiciones que la CONAMA no tenía.

Algo similar señala de la Cuadra, al sostener que "...fue tan grande el número de instrumentos y líneas de acción contempladas que, a la postre, fue imposible poder llevarlos a cabo con éxito, generando nuevamente una sensación de frustración por parte de las organizaciones y actores involucrados en su gestación. En consecuencia, al poco tiempo de haber salido a la luz, este documento se ha transformado en una declaración de buenas

intenciones, es decir, en todo lo contrario de lo que sus principales creadores e impulsores concibieran originalmente" (De la Cuadra, 2002).

En síntesis el Plan es ambicioso, bien fundamentado y con un cronograma bastante claro, pero muestra deficiencias en la gestión. Claramente su implementación significaba un enorme esfuerzo de coordinación de las instituciones involucradas, esfuerzo que supera la capacidad operativa de la CONAMA, con escasos recursos humanos para tales fines. Por esta razón, los problemas de coordinación han sido señalados como el mayor escollo a superar para avanzar en la mejora definitiva de la calidad del aire en la ciudad (O’Ryan, Larraguibel, 2000).

Tampoco se puede desconocer que la institucionalidad actual, con sus prácticas establecidas y su baja sensibilidad al tema ambiental representa un gran problema para el Plan de Descontaminación. A pesar de contar con estrategias, lineamientos, orientaciones y políticas, muchas prácticas administrativas contradicen la búsqueda de una disminución de los contaminantes. Incluso las propias restricciones que enfrenta cada Ministerio para realizar su labor impiden ajustarse a las líneas de acción del Plan. Uno de los ejemplos más evidentes de esta contradicción afecta al Servicio de Vivienda y Urbanismo, responsable de los programas de vivienda social. Para realizar su tarea requiere

comprar suelos baratos, para construir el mayor número de viviendas posible y así favorecer a un mayor número de familias que dependen de los subsidios estatales para conseguir una vivienda propia. Los suelos baratos se encuentran alejados de la ciudad, por lo tanto con cada nueva población de vivienda social se incrementa el número de viajes hacia la ciudad en donde se encuentra la oferta laboral, de estudios y servicios. Esto sigue operando así, a pesar de que uno de los objetivos del Plan de Descontaminación es el acercamiento de las zonas residenciales a los centros de actividad industrial y de servicios, que concentran los empleos, para disminuir los viajes y consecuentemente las emisiones del transporte. Este mismo objetivo se ha planteado el Plan de Transporte Urbano de Santiago, y tampoco ha podido influir en la política de vivienda social.

Por su parte el sector privado también ha resistido la aplicación de la normativa ambiental señalando que la Evaluación de Impacto Ambiental encarece los proyectos de inversión y alarga los tiempos de tramitación, lo cual disminuye la inversión privada, que es fundamental en una economía de mercado como la chilena. Particularmente entre los años 2000 y 2002, en que hubo un descenso de la tasa de crecimiento económico, se difundió a través de los medios de comunicación la idea de que la legislación ambiental constituye un freno a la reactivación. Idea que fue impulsada por agrupaciones empresariales y partidos políticos neoliberales, con el fin de disminuir el volumen de exigencias que las normas ambientales imponen a los proyectos de inversión.

La suma de restricciones en el sector público, resistencia del sector privado y escasa participación de la ciudadanía configuran un cuadro en el cual es difícil impulsar iniciativas que requieren del compromiso de todos los sectores de la sociedad para ser efectivas. Es posible que todavía estos sectores no estén preparados para asumir un Plan de Descontaminación de la magnitud de aquellos formulados en 1997 y 2000 y por ello no se registra un interés mayoritario por intervenir a favor de la solución de los problemas (CONAMA, 2000).

A pesar de estas restricciones el gobierno espera con gran optimismo que las nuevas medidas tomadas, especialmente en materia de transporte, permitan lograr mejores resultados que en la primera versión del Plan.

De acuerdo con la evaluación realizada por CONAMA el Plan de Descontaminación le costará al país US\$ 911 millones en sus 14 años de aplicación y generará beneficios por un monto superior a los US\$ 1.000 millones⁽¹⁰⁾. Estas cifras aunque positivas evidencian el alto costo que significará la aplicación del Plan, por ello resulta extremadamente necesario hacer todos los esfuerzos institucionales, políticos y monetarios para asegurar el logro de las metas. En un contexto de escasez de recursos es importante que cada peso invertido asegure un beneficio para toda la ciudadanía.

Dentro de la reformulación del PPDA se debe destacar positivamente, la redefinición del objetivo primario del Plan, que en la versión de 1997 era "alcanzar las normas de calidad ambiental de un área que se encuentra saturada en ciertos contaminantes". Se reorientó hacia el problema de fondo de la contaminación que es el bienestar de los habitantes de Santiago, por ello se modificó como sigue: "contribuir a proteger la salud de las personas expuestas a la contaminación del aire en la Región Metropolitana de Santiago en forma integral y participativa". Este cambio de enfoque permite que la evaluación del Plan se realice en base a los efectos sobre la salud de las personas y no sólo mediante la realización de inventarios de contaminantes.

5.2.2. Normas de Emisión

Las normas de emisión establecen límites a la cantidad de contaminantes emitidos al aire o al agua que pueden producir las instalaciones industriales o fuentes emisoras en general. El objetivo de estas normas es la prevención de la contaminación o de sus efectos, y también se constituyen en el valor de referencia para reestablecer los niveles de calidad del aire o del agua cuando estos han sido sobrepasados. Estas normas se establecen mediante decreto supremo, el que debe señalar su ámbito territorial de aplicación, ya que pueden tener aplicación a nivel nacional o local dependiendo del objetivo de protección. En algunos casos se dictan normas específicas que deben ser cumplidas en el área de influencia de una actividad contaminante como una refinería o industria petroquímica.

Estas normas deben ser cumplidas por cada actividad o fuente de emisión, las cuales se controlan mediante la toma de muestra directa. Las instituciones encargadas de la fiscalización son el Servicio

de Salud del Ambiente - para fuentes fijas - , el Ministerio de Transportes - para fuentes móviles - las quemas de basuras a Carabineros y Bomberos, las quemas agrícolas a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), las industrias y chimeneas de calefacción al Servicio de Salud del Ambiente (SESMA) y Municipalidades. Todas estas instituciones tienen atribuciones para impedir el funcionamiento de las fuentes que exceden el máximo permitido por la ley. Las fuentes fijas requieren de un muestreo de emisiones de material particulado para que se autorice su funcionamiento. Estas fuentes tienen un número de registro otorgado por el SESMA, que debe estar grabado en una placa adosada a la fuente y en lugar visible. Este número se otorga una vez para toda la vida útil de la fuente y el objetivo de su adecuada identificación es el de llevar un control de su funcionamiento y mantener un catastro de emisiones de estas fuentes en la Región Metropolitana. Sin embargo las fuentes fijas también deben poseer una Declaración de Emisiones que es un documento escrito, extendido por el titular o representante legal de la fuente donde constan los antecedentes identificatorios y técnicos de la mencionada además de cumplir con la obligación de declararlas, al menos una vez al año (SESMA,2002).

El Ministerio de Transportes ha delegado la fiscalización de emisiones a empresas privadas, las cuales otorgan un "certificado de emisiones" luego de realizar las mediciones correspondientes a todos los vehículos de transporte público y privado. El procedimiento se denomina "revisión técnica" y cada vehículo tiene un calendario de revisiones periódicas (anual o semestral dependiendo de sus características). No portar el certificado de emisiones constituye una infracción de tránsito grave y es sancionada con multa y retiro de la licencia al conductor.

Las normas de emisión sólo son útiles si hay una permanente y efectiva fiscalización. En este sentido las atribuciones entregadas a las instituciones fiscalizadoras y el diseño de mecanismos que permiten su aplicación regular y sostenida han garantizado el éxito de esta medida, en particular en la reducción de emisiones de las fuentes fijas. En relación con las fuentes móviles, en cambio, si bien se han reducido las emisiones por vehículo y se ha obligado a los propietarios a asumir el costo del abatimiento de los contaminantes que emiten, la suma de todos los vehículos que circulan diariamente por Santiago y el crecimiento acelerado del parque automotor disminuyen el efecto global de la medida, puesto que

la calidad del aire sigue siendo mala, y la responsabilidad es principalmente del transporte.

En síntesis el Estado chileno ha mostrado una gran capacidad para el estudio, revisión, promulgación y aplicación de normas orientadas a las fuentes de emisión, pero no tiene la misma efectividad en las acciones que deben ser aplicadas a escala metropolitana, como la modificación del sistema de transporte público y la disminución de los viajes motorizados.

5.2.3. Normas de Calidad

Las normas de calidad ambiental - primarias y secundarias - se aplican sobre un territorio determinado, a diferencia de las normas de emisión que se aplican a cada una de las fuentes de emisión. Las normas de calidad primaria tienen por objetivo proteger la salud de la población y se aplican en todo el país por igual, de manera de que todos los chilenos tengan derecho a la misma calidad ambiental. Establecen la cantidad máxima de sustancias contaminantes cuya presencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o salud de la población, e indican cómo se medirá y cuándo se considera que la norma ha sido sobrepasada (CONAMA, 2003).

En cambio las normas secundarias tienen por objetivo proteger algún elemento del ambiente, como recursos naturales, cultivos, ecosistemas, especies de flora o fauna, monumentos nacionales o sitios con valor arqueológico. Establecen cantidades máximas de sustancias cuya presencia en el ambiente puede constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. Su aplicación puede ser a nivel nacional o a nivel local dependiendo del recurso que se está protegiendo.

La Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, vigente desde 1994 estableció claramente el procedimiento para la aprobación de normas, el cual incluye análisis técnicos y económicos, realización de estudios científicos, consultas a organismos competentes públicos y privados, análisis de las observaciones formuladas y difusión a toda la ciudadanía. El último proceso de dictación de normas de calidad se publicó en la página web de CONAMA incluyendo los resultados de los estudios previos, la redacción preliminar de las normas y las sucesivas correcciones producto de la discusión con diversas

Tabla N° 5.1.: Normas primarias de calidad del aire por contaminante.

Contaminante	Concentración máxima permisible (partes por billón)				Emergencia ambiental		
	1 hora	8 horas	12 horas	1 año	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Monóxido de carbono	25	9			15-29 ppbv/hora	30-34 ppbv/hora	> 35 ppbv/hora
Dióxido de nitrógeno	212			53	600-1119 ppbv/hora	1200-1599 ppbv/hora	> 1600 ppbv/hora
Ozono		60			200-399 ppbv/hora	400- 499 ppbv/hora	> 500 ppbv/hora o superior
Anhidrido sulfuroso	400		24 horas 95ppbv	30	750 - 999 ppbv/hora	1000 - 1499 ppbv/hora	> 1.500 ppbv/hora
Partículas PM10			24 horas 150	50			
Partículas PM 2,5			24 horas 60 µ g/m ³	20 µ g/m ³	195-239 µ g/m ³	240-329 µ g/m ³	> 330 µ g/m ³

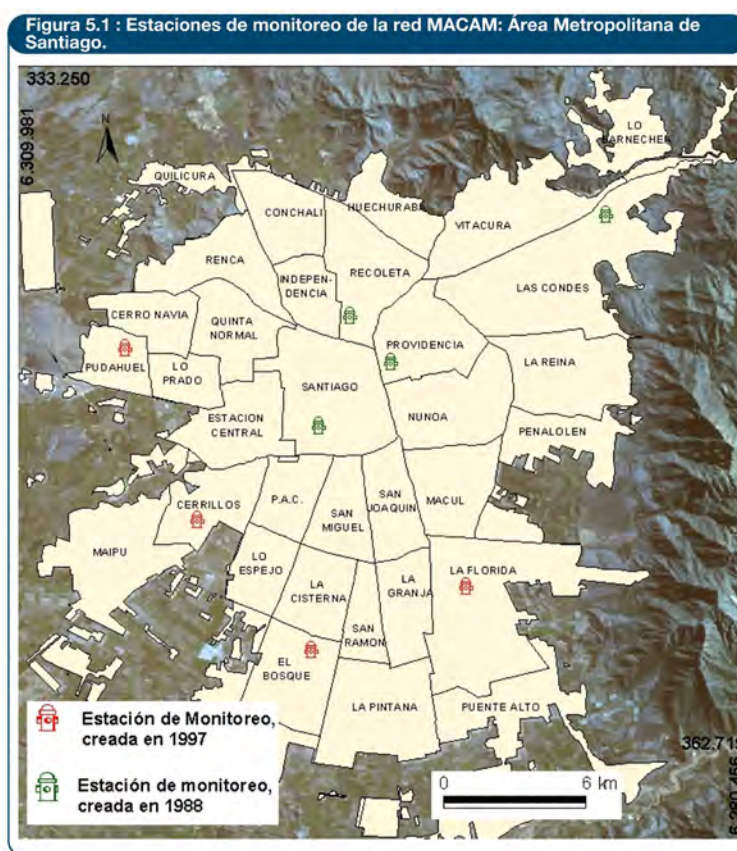
Fuente: Elaboración Equipo Geo Santiago basados en anteproyecto normas y estudio de la norma 1215, CONAMA, 2002.

entidades. En este sentido se favoreció la transparencia del proceso, la cual es indispensable para evitar la sospecha de que la redacción de las normas resulta influenciada por intereses económicos o políticos.

Para asegurar el cumplimiento de las normas de calidad del aire se dispone de una Red Estaciones de Vigilancia de la Calidad del Aire, MACAM II. Esta red está conformada por ocho estaciones fijas y una estación móvil, localizadas en distintos puntos del Gran Santiago. Dichas estaciones miden cada día el material particulado respirable (MP10), monóxido de carbono (CO), dióxido de Azufre (SO2), dióxido de nitrógeno (NO2), ozono (O3), hidrocarburos totales. Si bien esta red ha permitido implementar un sistema de control de la calidad del aire que es conocido por la ciudadanía y cuyos resultados diarios se publican en todos los medios de comunicación, desde el punto de vista técnico se ha señalado que es insuficiente para conocer en detalle la concentración de contaminantes en todos los puntos de la ciudad. En particular destaca la carencia de estaciones en la zona norte - comunas de Independencia, Recoleta, Conchalí, Huechuraba y Quilicura - en el sur-oriente - comunas de Macul, Peñalolén y Ñuñoa - y en la comuna de Puente Alto, al sur de la ciudad.

Los resultados de las mediciones se expresan en el Índice ICAP, el cual representa las concentraciones de MP10 promedio de 24 horas, calculados hora a hora. La utilización de promedios móviles de 24 horas, y no el dato horario, se fundamenta en que se ha demostrado que la incidencia negativa en la salud de las personas está directamente relacionada con el tiempo de exposición. Cuando el ICAP alcanza el valor 100 se declara "Alerta Ambiental", el ICAP = 300 corresponde a un estado de "preemergencia ambiental" y el ICAP = 500 permite declarar "Emergencia ambiental". Cada una de estas situaciones se traduce en la suspensión de diversas actividades, que incluye la suspensión del funcionamiento de fuentes fijas, restricción a la circulación vehicular, suspensión de las clases de enseñanza básica y media y suspensión de actividades de construcción o remoción de tierra. Según la gravedad de la situación la suspensión es parcial o total.

Desde el año 2002 se inició la aplicación de la única herramienta predictiva actualmente en uso en este tema, el Modelo de Pronóstico, el cual permite estimar los niveles máximos que alcanzará para el día siguiente el índice ICAP en cada una de las estaciones que componen la Red MACAM II. El modelo fue desarrollado por la CONAMA y el



experto estadounidense Joseph Cassmasi, y validado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. Este Modelo constituye la base para decretar con anticipación los estados de alerta, preemergencia o emergencia ambiental. Antes de contar con el Modelo las decisiones se tomaban a partir de la lectura diaria de cada estación, con lo cual los altos niveles detectados seguían subiendo ya que todas las actividades urbanas estaban funcionando.

La evolución del ICAP es una evidencia de los parciales resultados de las políticas de implementadas para disminuir la contaminación del aire. En 1990, la ciudad de Santiago registraba más de 100 episodios críticos de alta contaminación (alerta, preemergencia y emergencia) al año, en el 2002 sólo se registraron 24 episodios críticos y ninguno correspondió al nivel de emergencia. Entre 1997 y 2000 disminuyó de 4 a 0 el número de días de "emergencia ambiental" (ICAP 500) y se ha mantenido en 0 desde entonces. Por otra parte, el número de días de "preemergencia" (ICAP 300) dis-

minuyó de 37 a 7 entre 1997 y 2002. En cambio, los días de "alerta ambiental" (ICAP100), disminuyó de 38 a 14 entre 1997 y 2001, aunque subió a 17 días en 2002.

De acuerdo con esta casuística se ha logrado evitar las emergencias ambientales y disminuir las pre-emergencias, pero no han tenido el mismo éxito con el ICAP 100. Es decir, las medidas tomadas muestran mayor efectividad en los momentos críticos que en un nivel menor de contaminación, pero igualmente dañino y mucho más persistente. Tampoco se ha podido notar un efecto positivo de la operación del Modelo de Pronóstico, ya que la evolución de los índices no denota un cambio significativo. Es más, durante el año 2002 se vivieron varios períodos críticos de contaminación. El más importante ocurrió en el mes de junio, cuando los niveles de contaminantes obligaron a decretar 14 días consecutivos de excepción ambiental (6 alertas y 7 preemergencias) (TERRAM,2002a).

5.2.4. Compensación de Emisiones

El Plan de Descontaminación Atmosférica de la región Metropolitana, obliga a todas las fuentes nuevas de emisión que se quieran instalar en la región, a compensar el 150% de sus emisiones proyectadas. Esto quiere decir que cada vez que se inicia una actividad que presenta algún tipo de emisión contaminante en Santiago, debe retirar el equivalente al 150% de sus emisiones de otras fuentes. Una modalidad que ya se ha aplicado es el retiro de vehículos de transporte colectivo, mediante la compra de los vehículos a sus propietarios, en un número equivalente al volumen de emisiones que se deben compensar.

En el caso de las fuentes fijas, desde 1992 deben compensar sus emisiones de material particulado entre ellas, en virtud de un decreto emitido por el Ministerio de Salud. Pero también el Plan de Descontaminación de 1997 exige aplicar mecanismos de compensación a nuevas actividades que ingresan a la región, y se someten al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Con la aplicación de esta medida, en el largo plazo se tiene una disminución del volumen global de emisiones, ya que cada actividad compensa más de lo que produce.

Ya se ha aplicado este mecanismo en casos como la ampliación de la Central Termoeléctrica Renca, que debió compensar sus emisiones de CO con la compra y retiro de circulación de vehículos de transporte público. También la empresa concesionaria de la Autopista Central, deberá compensar las mayores emisiones de NOx estimadas por el incremento de la circulación de vehículos por esa vía (López, 2002). En ambos casos estas exigencias se han realizado en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que regula la Comisión Nacional de Medio Ambiente al cual están obligados a ingresar todos los proyectos de inversión.

5.2.5. Bonos de Descontaminación

En la actualidad se encuentra en discusión el proyecto de Ley sobre Bonos de Descontaminación, el cual constituye una herramienta económica para incentivar a la disminución de las emisiones, mediante la creación de un mercado para transar bonos de descontaminación entre distintas fuentes. El sistema opera mediante la definición de metas de emisión por sector, lo que permite asignar un "cupo" a cada fuente individual, en el marco de la meta del sector correspondiente.

Los cupos de emisión no son derechos de propiedad sobre el aire, asignados a perpetuidad a cada fuente, sino que son permisos otorgados por la autoridad con una duración temporal preestablecida (CONAMA, 2003). Con esta iniciativa se busca establecer un mercado virtual del aire, donde se transen bonos que permiten reducir las emisiones de las industrias, actividades extractivas, rellenos sanitarios, transporte público, automóviles y chimeneas de calefacción domiciliar de Santiago.

Los bonos son los cupos que se pueden transar en el mercado. Estos bonos se generan cuando una fuente reduce sus emisiones, mediante un cambio tecnológico, y por lo tanto queda con un excedente de emisión. La empresa que genera el excedente emite un Bono de Descontaminación que puede ser vendido a una empresa nueva, o a una empresa que quiere incrementar su nivel de emisión pero no tiene cupos suficientes. También pueden vender bonos las fuentes móviles que dejan de circular.

La intención es reemplazar medidas de restricción por un mecanismo económico bajo la máxima "el que contamina paga". Se estima que este sistema tiene ventajas sobre otras medidas, tales como la mayor certeza en el cumplimiento de las metas, porque los emisores están obligados a ajustarse al cupo global disponible, y la mayor eficiencia económica, porque se crea un incentivo para la descontaminación en función de los costos de reducir las emisiones v/s la compra de bonos.

El Estado espera que en los primeros cuatro años de aplicación de esta Ley se transen alrededor de US\$70 millones anuales, y que aumenten hasta aproximadamente US\$120 millones en el 2010 (TERRAM, 2003).

El elemento crucial de esta política es la determinación de los cupos por sector, ya que de acuerdo con el Plan de Descontaminación de Santiago, se debe disminuir el volumen total de contaminantes presentes en el aire. Esto significa que los cupos deben ser siempre inferiores a la suma total de las emisiones, para lograr las metas de reducción y a la vez generar la obligación de obtener cupos de emisión por parte de las fuentes.

Este sistema incorpora procedimientos en operación en Ontario, Canadá, para fuentes industriales; en California, donde existen bonos denominados RTC, que se aplican a emisiones de Oxido de Nitrógeno y Oxido de Azufre; y en Singapur en donde existen licencias de conducir transables. A diferencia de lo que ocurre en esos países, en Chile se incorporan las fuentes fijas y móviles al mismo mercado de bonos.

A pesar de las ventajas de este sistema, no se puede desconocer que el problema de fondo de la contaminación atmosférica en Santiago es la expansión urbana, la segregación de usos del suelo y el aumento de los viajes en automóvil. Si se dejan en segundo plano las políticas orientadas a modificar un estilo de crecimiento urbano que tiene altísimos costos ambientales, no se podrá evitar el continuo incremento de las emisiones del transporte, aunque se limiten los cupos de contaminantes. Ya se tiene experiencia con prohibiciones que no se respetan, precisamente en el tema de la expansión urbana, ya que a pesar de existir un límite urbano fijado por la autoridad desde 1994, se han construido fuera de este límite urbanizaciones de altos ingresos y conjuntos de vivienda social. El mismo Ministerio que impone límites a la expansión urbana construye poblaciones fuera de este límite mediante una regla de excepción definida expresamente ⁽¹⁸⁾. En estas materias no se puede ignorar la fuerza de las tendencias y la magnitud de las presiones por continuar con un modelo mercantil de crecimiento de la ciudad, que se orienta sólo por los precios del suelo.

5.2.6. Mecanismos de Desarrollo Limpio

El Protocolo de Kyoto es un acuerdo destinado a comprometer a los países responsables de la emisión de gases que provocan el efecto invernadero,

en la reducción de dichas emisiones. Dado que el problema del calentamiento global afecta a todo el mundo, la reducción puede efectuarse en un país distinto, mediante el denominado "Mecanismo de Desarrollo Limpio".

El Protocolo de Kyoto es un instrumento creado principalmente para reducir las emisiones de gases invernadero de los países desarrollados. Este instrumento prevé la reducción de los gases en un 5,2% para el año 2012, tomando como base las emisiones existentes en 1990. Aunque el Protocolo fue adoptado en 1997, aún no entra en vigor debido que falta la ratificación de 55 países.

Los "Mecanismos de Desarrollo Limpio", permiten a los países en desarrollo acceder a tecnologías limpias para mitigar y adaptarse al cambio climático, y así poder desarrollar proyectos con fondos nacionales, bilaterales o multilaterales en áreas como eficiencia energética, transporte sustentable, combustibles alternativos o forestación. Estas actividades reducirían o capturarían emisiones de dióxido de carbono, las que serían certificadas internacionalmente transformándose en bonos o certificados de carbono, los cuales podrían ser vendidos a los países desarrollados que requieren cumplir el límite de reducción acordado en los tratados internacionales (CONAMA 2003).

En Chile son varios los proyectos que han logrado financiamiento mediante estos mecanismos: el proyecto hidroeléctrico Chacabuquito en la Región de Chile, al reemplazar generación térmica, reduce 1,7 millones de toneladas de gases de efecto invernadero (en particular de dióxido de carbono, CO₂) ante lo cual MITSUBISHI International compró a 3,5 dólares la tonelada reducida. De esta manera, de los US\$ 37 millones que costó la inversión en la Central, 7 millones de dólares fueron aportados por la venta de los certificados de reducción de los gases de efecto invernadero.

La Comisión Nacional de Medio Ambiente se encuentra impulsando varias iniciativas que tienen como resultado la reducción de gases de efecto invernadero y por lo tanto pueden optar al financiamiento mediante la emisión de Bonos de Carbono. En la Región Metropolitana se han planteado los siguientes proyectos:

- **TRANSANTIAGO** proyecto de reno-

(18) La Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo elaboró el Plan Regulador Metropolitano de Santiago en 1994, fijando el límite urbano. El Servicio de Vivienda y Urbanismo de la Región Metropolitana es el encargado de construir las viviendas sociales. Ambos servicios dependen del Ministerio de Vivienda, también radicado en Santiago.

vacación del transporte público, que permitirá reducir 1 millón de toneladas de CO₂.

- **Recuperación de Metano** en el Relleno Sanitario Lomas de Los Colorados, que se ha proyectado la reducción de 330.000 ton anuales de CO₂ al año 2014.

El éxito de la aplicación de este mecanismo radica en la difusión que la CONAMA puede hacer y en la incorporación de iniciativas públicas y privadas a la certificación de reducción de emisiones.

5.2.7. Plan de Transporte Urbano

2000-2006

El Plan de Transporte Urbano de Santiago (PTUS) consiste en un conjunto de programas destinados al mejoramiento del sistema de transporte de Área Metropolitana de Santiago. Uno de sus objetivos centrales es contribuir a la reducción de las emisiones del transporte, "a través del incentivo a la utilización del transporte público, la racionalización en el uso del automóvil, la racionalización de las tendencias de localización de hogares y actividades, la reorganización institucional del sistema de transporte de la ciudad y la asignación de mayor participación y responsabilidad de los actores del sistema que no pertenecen al gobierno" (SECTRA, 2000).

La reducción de la contaminación de abor- da desde varios frentes. Por una parte se promueve el reemplazo de las tecnologías y de los combustibles, incrementando la red de transporte público con sistemas eléctricos y de gas. Por otra parte se espera "modificar la matriz de viajes, favoreciendo la relocalización de actividades urbanas", para reducir la longitud promedio de los viajes. Al respecto el PTUS⁽²¹⁾ contiene tres programas específicos: (a) Cambios en la localización de establecimientos edu- cacionales; (b) Impulso a nuevas áreas de comercio y servicios y (c) Cambio en las tendencias de local- ización de los hogares.

Entre los años 2000 y 2003 solo se han concretado distintas medidas inmediatas del PTUS , que son medidas de gestión de tránsito destinadas a facilitar los flujos pendulares de la población en los horarios punta. Estas medidas son:

- **Gestión de Vías**, que comprende el inicio de funcionamiento de vías exclusivas para el trans- porte público, reversibles (que cambian de sentido de tránsito durante el día) y la segregación del trans- porte público y privado en la Alameda, que es la principal avenida de la ciudad.

- **Restricción a la circulación de vehículos**, incluyendo por primera vez todos los modos de transporte, y restricción voluntaria a taxis básicos.

- **Gestión de la Operación del Transporte**, que incluye nuevos criterios para la operación de metrobus, buses rurales y reorganización de la operación de los taxis en la Alameda.

- **Medidas normativas que incluyen la apli- cación de tres revisiones técnicas al año para los vehículos no catalíticos**, comerciales y diesel; el pro- ceso de reducción paulatino de la antigüedad del parque vehicular de transporte escolar, la introduc- ción del Diesel Ciudad y la fiscalización de las medi- das.

- **Comercialización del Diesel Ciudad**, pro- ducido por la Empresa Nacional de Petróleo (Enap) y que a partir de mayo reemplazará al actual com- bustible. El Diesel Ciudad reduce el nivel de azufre a 0,03%, cumpliendo con las normas impuestas por las autoridades sanitarias para los próximos años.

Según las estimaciones de la SECTRA (2000) , con la implementación total de las medidas inme- diatas las emisiones del material particulado dis- minuirían en el orden del 10,3%, el monóxido de carbono (CO) en un 10,8%, los hidrocarburos totales (HC) en un 11,3%, los óxidos de nitrógeno (NOX) en un 8,6%, el óxido nitroso (NO₂) en un 6,5% y el amoníaco en un 6,7% ⁽²³⁾.

En el mediano plazo, la transformación rad- ical del transporte público y la modificación de la tendencia a consolidar el automóvil como principal modo de transporte, constituyen los desafíos más importantes para el Plan de Transporte Urbano de Santiago. La licitación de los recorridos de transporte público, a realizarse en abril del 2004, entrega la oportunidad para incrementar las exigencias ambien- tales a los operadores, y se ha anunciado ya que los vehículos deberán cumplir la norma actualmente vigente en Europa.

Hasta el momento el Gobierno ha enfrentado la cerrada oposición de los gremios del transporte, que se niegan a mejorar el estándar actual, aunque es el servicio peor evaluado por la ciudadanía. Las dos únicas huelgas de los operadores de transporte público han sido organizadas en respuesta a las exigencias de mejoramiento del servicio: en 1994 se opusieron a la licitación de los recorridos (antes de ese año no había regulación alguna) y en el 2002 trataron de detener el proceso de licitación de recorridos rurales. En esta última oportunidad obstruyeron las principales avenidas de la ciudad a la hora punta de la mañana, destruyendo vehículos que no adhirieron al paro, razón por la cual los dirigentes gremiales fueron demandados y encarcelados. En este conflicto la ciudadanía respaldó al Gobierno, debido a la mala evaluación del servicio, la escasa popularidad de los dirigentes, y a que en ese día bajaron notoriamente los índices de contaminación atmosférica y acústica, evidenciando la responsabilidad de este gremio en la mala calidad del aire en Santiago.

La reciente publicación de los resultados de la Encuesta Origen-Destino (EOD) (SECTRA, 2003) ha demostrado que entre 1991 y 2001 el automóvil a duplicado su importancia como medio de transporte en Santiago. Este proceso se debe a tendencias asociadas al crecimiento económico, como el incremento de los ingresos de la población y el descenso relativo de los precios de los automóviles (debido a la baja de aranceles de importación). Pero también a la poderosa difusión de una forma de vida asociada al automóvil, con zonas residenciales suburbanas, alejadas de los centros de producción. Todo ello es reforzado por la pésima calidad del servicio de transporte público.

Los ambiciosos objetivos del Plan de Transporte Urbano de Santiago desconocen que su primera versión, elaborada para el período 1995-2000 no cumplió con ninguna de las metas propuestas y enfrentó una gran resistencia de parte de los gremios del transporte, de algunos municipios y no contó con el apoyo irrestricto de otras instituciones públicas. En su segunda versión, 2000-2006, a más de dos años de vigencia todavía no se han realizado acciones que permitan intervenir en la distribución y localización de empresas, hogares, colegios y otras fuentes de atracción de viajes ni tampoco se han promovido nuevos centros urbanos, objetivos centrales del PTUS, como ya se mencionó. Tampoco se ha involucrado a la ciudadanía en la temática ni se han realizado actividades de difusión masiva de las medidas y beneficios del Plan.

5.3. PROTECCIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA

5.3.1. El Plan Regulador Metropolitano de Santiago - PRMS

El Plan Regulador Metropolitano (PRMS) es el principal instrumento de planificación territorial con que cuenta Santiago, fue formulado en 1994 y aunque ha tenido algunas modificaciones en sus diez años de vigencia, mantiene sus planteamientos centrales. Sus objetivos expresos son "la protección del medio natural, la optimización del uso de la infraestructura construida, (...) favoreciendo la ocupación intensiva del suelo urbano y la densificación poblacional" (25). Con estos objetivos el Plan se propone impedir el crecimiento en extensión de la ciudad de Santiago por considerarlo un daño al medio natural y una manera poco eficiente de urbanizar, ya que se desaprovecha la infraestructura construida.

Para impedir la expansión de Santiago define el Límite de Extensión Urbana, que es una línea imaginaria que separa los suelos que pueden ser urbanizados de aquellos que están "excluidos del desarrollo urbano". Estos últimos sólo pueden ser destinados a labores agrícolas o a la protección de la vida silvestre.

La preocupación por la protección de los suelos situados alrededor de las zonas urbanas es tan importante, que el PRMS cubre principalmente suelos rurales, incluyendo toda la Cordillera de la Región Metropolitana, la cual define como Zona de Protección Ecológica, el cauce de los ríos Maipo y Mapocho y extensas zonas que denomina "de Protección Agrícola".

En el año 1997 se incorporó la provincia de Chacabuco al PRMS mediante la modificación del Límite urbano (esta provincia se encuentra al norte de Santiago), con el objetivo de "controlar la expansión de la ciudad". Sin embargo, esta nueva normativa definió la posibilidad de desarrollos inmobiliarios,

residenciales e industriales en zonas que hasta entonces se encontraban fuera del límite urbano, pero eran de propiedad de importantes empresas inmobiliarias que habían publicitado intensamente sus proyectos. Esta modificación del Plan ha sido vista como una reacción de la autoridad para incorporar dentro de la normativa vigente las iniciativas de la empresa privada, tras un intenso lobby ante las autoridades ministeriales, y ante la posibilidad de que dichos desarrollos se realicen fuera del marco normativo.

Debido a que en Chile el precio del suelo se regula por el mercado y las tendencias de localización de los proyectos inmobiliarios los deciden las empresas promotoras, el intenso crecimiento económico de los noventa tuvo su correlato en una inusitada expansión de la ciudad, bajo un mecanismo de excepción diseñado originalmente para la población rural de bajos recursos: consiste en la posibilidad de urbanizar suelos situados fuera del límite urbano mediante la subdivisión de predios agrícolas, hasta un tamaño mínimo de 5.000 metros cuadrados (0,5 hectáreas). Es lo que se ha llamado "parcelación" y cada unidad se denomina "parcela de agrado".

La expansión mediante este procedimiento no ha sido evitada por ningún mecanismo. En 1994 el Ministerio de Agricultura, con el fin de impedir la urbanización en suelos agrícolas, presentó al Congreso una moción para modificar la norma de "parcelación agrícola" exigiendo un tamaño mínimo de cada parcela a 40.000 metros cuadrados, esta moción fue ampliamente rechazada por la mayoría de los congresales, con lo cual se ha mantenido vigente la parcelación en 5.000 metros.

Más recientemente, a principios del año 2003, la Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda, responsable del PRMS, realizó una importante modificación, que permite realizar proyectos inmobiliarios en zonas de protección agrícola, en predios de tamaño superior a 300 hectáreas, con la condicionante de incluir los servicios necesarios para las nuevas viviendas, en particular con establecimientos educacionales y comerciales, lo que evitaría el incremento de los viajes hacia la ciudad. Esta medida busca facilitar la realización de inversiones inmobiliarias, siempre y cuando "internalicen los costos de la urbanización" (SEREMI MINVU, 2003).

Esta modificación constituye un cambio radical de los objetivos originales del PRMS, al establecer condiciones para la expansión urbana. Con ello se asegura que se seguirán realizando proyectos inmobiliarios de alto estándar, que son los que pueden pagar los altos costos de urbanización, en zonas rurales. Con ello en la práctica se autorizan los proyectos que antes se realizaban fuera de los límites urbanos mediante el expediente de la parcelación agrícola. Esta medida tendrá un efecto normativo pero no modificará las tendencias hasta ahora registradas en el crecimiento urbano de Santiago.

Luego de casi diez años de vigencia, el Plan Regulador Metropolitano puede mostrar muy pocos logros en relación con la protección del medio ambiente. En primer lugar no pudo detener la expansión del Área Metropolitana, e incluso, al mantener una zona restringida al desarrollo urbano alrededor de la ciudad, facilitó la proliferación de proyectos inmobiliarios más alejados, que estaban en suelos no regulados por el Plan y se podían realizar sin cumplir con la normativa urbana básica en términos de infraestructura y equipamiento .

Este magro balance de los impactos del PRMS pone en relieve la incapacidad de los planes de ordenamiento físico, inspirados en los conceptos de zonificación y exclusión, para regular procesos complejos de ocupación del suelo, que involucran demandas de suelo diferenciadas por estratos sociales, cambios en los modos de producción agrícola, industrial y agroindustrial, cambios en la arquitectura de los servicios y el comercio metropolitano.

Los espacios rurales que rodean al Área Metropolitana de Santiago han cambiado en las dos últimas décadas, producto del predominio de una agricultura altamente tecnificada, asociada a agroindustrias y centros de servicios para el exportador, cuya forma de ocupación del suelo es muy distinta a los cultivos extensivos que se realizaban hasta los mediados de los ochenta. La población residente cuenta con redes sanitarias, eléctricas y de comunicaciones, además de un nutrido servicio de transporte. Por último muchos trabajadores agrícolas viven en las ciudades menores de la región. Todo ello hace difícil establecer una zonificación que separe espacios rurales y urbanos, porque en la práctica están cada vez más integrados, y se ajusta más a lo

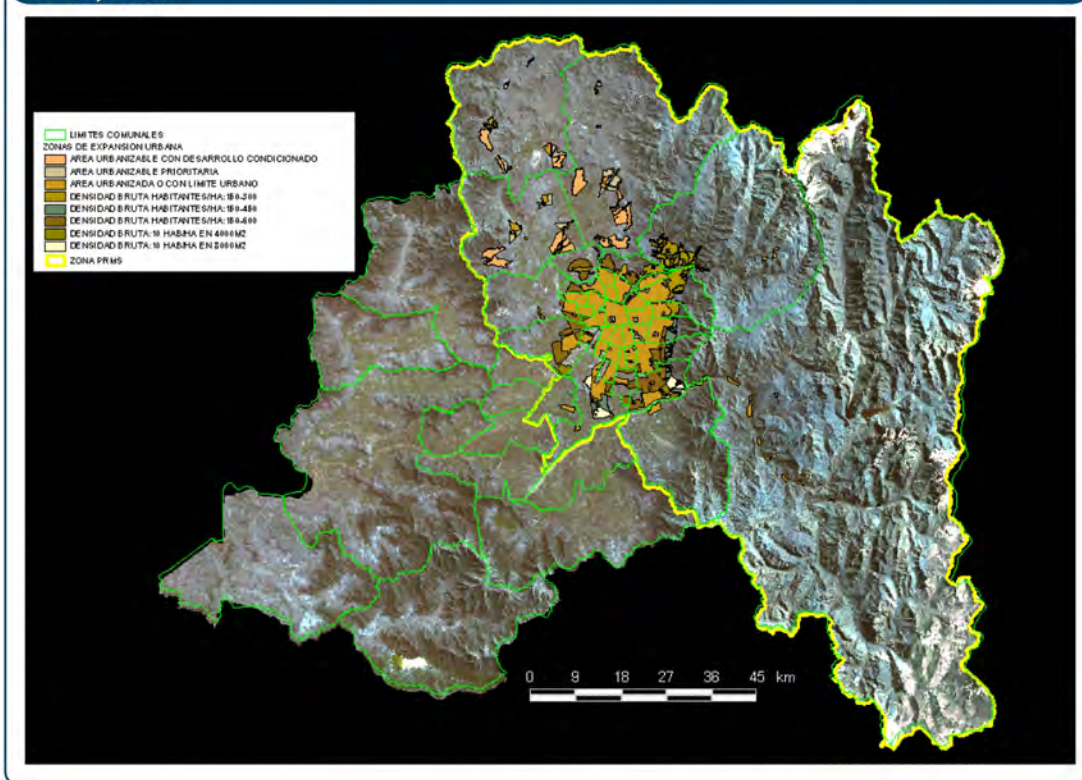
que algunos autores han llamado el urbano, es decir un espacio que presenta características propias de ambos.

En segundo lugar, no se han construido las vías estructurantes, diseñadas por el PRMS para facilitar los flujos vehiculares intercomunales, para disminuir la congestión y la contaminación atmosférica. La dificultad radica en que el Plan no tiene una cartera de proyectos asociada ni existe una destinación presupuestaria que los haga factibles. También en este aspecto el PRMS se encuentra limitado por ser un instrumento de planificación física, que dispone los usos de suelo y alturas de edificación posibles, pero que no tiene las herramientas de financiamiento para construir la infraestructura que haría posibles sus planteamientos.

Tampoco se construyeron los parques y áreas verdes que debían compensar la mayor densidad poblacional, porque no estaban previstos los mecanismos de financiamiento y muchos de ellos están localizados en comunas pobres, cuyas municipalidades no tienen recursos para construir ni mantener dichos parques. En este punto hay una gran dificultad en Santiago, ya que la aridez del verano hace muy cara la mantención de las áreas verdes, puesto que necesitan riego. Finalmente, no se consolidaron los subcentros, que son zonas comerciales definidas por el PRMS y localizadas en la periferia de Santiago, destinadas a atender la demanda de la población cercana, disminuyendo así el número de viajes hacia el centro de la ciudad. Aunque en este último punto se han realizado esfuerzos mediante la construcción de parques, áreas verdes y mejoramientos viales, para atraer comercio y servicios, lamentablemente en las zonas pobres de la ciudad no hay incentivos para estas empresas ya que la demanda es reducida, y por lo tanto sólo se desarrollan subcentros en las zonas de altos ingresos. (ver figura 5.2)

Los únicos temas en los cuales el PRMS ha cumplido con sus objetivos son la relocalización de la industria y el impedimento para la urbanización sobre la cota de los 1000 metros sobre el nivel del mar. Debido a los altos índices de contaminación el Plan prohibió la localización de industrias contaminantes en toda la Región Metropolitana, y aquellas industrias que ya estaban instaladas tuvieron un plazo perentorio para cambiar sus procesos o trasladarse. Las industrias que emiten malos olores o ruidos, o trabajan por las noches son consideradas

Figura 5.2: Área Metropolitana y zonas de expansión suburbana. Santiago de Chile, 2001.



molestas y están obligadas a localizarse fuera del perímetro marcado por la Circunvalación Américo Vespucio (ver figura 5.2). El resultado de esta medida es que al interior de la circunvalación la industria ocupa el 10% de los suelos, en cambio fuera de ella el 33% de los suelos son ocupados por industrias.

El PRMS limitó la extensión de la ciudad hacia la precordillera, y a pesar de la intensa campaña realizada por las empresas inmobiliarias propietarias de esos suelos, que incluyen un estudio realizado por la Universidad Católica, destinado a recomendar la ocupación de esos suelos, no se ha modificado dicha restricción. Los argumentos utilizados a favor de la ocupación es que actualmente estos suelos permaneces eriazos, con baja cobertura vegetal, la cual sería incrementada mediante la realización de urbanizaciones de alto estándar con grandes superficies de parques. Pero este argumento desconoce el valor de corredor biológico que tiene esta zona, para la propagación de vegetación y fauna nativa, especialmente aves, insectos y pequeños roedores.

En realidad el Plan Regulador Metropolitano de Santiago es un instrumento de planificación física del espacio, que basa sus propuestas en aumento de la densidad poblacional, el límite urbano y la separación de las actividades (zonificación). Por esta razón su capacidad para contribuir a la solución de los problemas ambientales de Santiago es limitada, ya que para ello es necesario que el Plan esté enmarcado en una política de ordenamiento territorial que abarque toda la región y todos los componentes ambientales, para hacer coherente la ocupación del suelo con el manejo de las aguas, la disminución de la contaminación atmosférica, la creación de corredores biológicos y otros temas que no son abordados hasta ahora en la planificación.

La falta de esa política integral hace que el precio del suelo sea el único parámetro para la toma de decisiones públicas y privadas, y el motor del desarrollo urbano sea la maximización de la rentabilidad. Pero en esta ecuación no se consideran los múltiples servicios ambientales de los suelos rurales, ni el valor intrínseco de los componentes nat-

urales de la cuenca ni mucho menos los costos de las externalidades negativas que provoca un crecimiento urbano ambientalmente nocivo.

5.3.2. Proyecto “Ordenamiento Territorial Sustentable”

El Gobierno Regional Metropolitano ha desarrollado el Proyecto “Bases para un Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable en la Región Metropolitana de Santiago”, conocido como “Proyecto OTAS”, el cual está coordinado por la Intendencia Regional Metropolitana, su ejecución está a cargo del Departamento de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile, y cuenta con la asesoría de la agencia alemana Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). El principal objetivo de este proyecto fue la formulación de una propuesta de ordenamiento territorial regional basada en los supuestos del desarrollo sustentable, y el diseño de procedimientos formales de coordinación institucional y participación ciudadana para hacer realidad la proposición de ordenamiento.

Entre los años 1996 y 2000 el Proyecto construyó la cartografía ambiental regional, que incluye medio físico, vegetación, fauna, centros poblados y usos del suelo (OTAS.cl). También se realizaron estudios para determinar los destinos óptimos para cada sector de la región, en función de sus potencialidades de uso y las necesidades de conservación. Entre 2000 y 2002 se elaboró, en consulta con todos los servicios públicos regionales, una propuesta de ordenamiento territorial para la Región.

A pesar del enorme esfuerzo desplegado el proyecto OTAS ha tenido un mínimo impacto en la región. En primer lugar porque la propuesta de Ordenamiento Territorial elaborada no es vinculante, por lo tanto los servicios públicos no tienen la obligación de ajustarse a ella. Tampoco está inserta dentro de la normativa urbana, puesto que no corresponde a ninguno de los instrumentos de planificación que define la Ley, por lo tanto, las iniciativas privadas tampoco tienen la obligación de respetarlo. La gran debilidad de OTAS es que radica en la Intendencia, la cual no tiene atribuciones en materia de planificación territorial, sino que radican

en el Ministerio de Vivienda, y no se estableció desde el principio una coordinación entre ambas instituciones que permitiera que esta propuesta de planificación se incorporara como un instrumento sancionado legalmente.

El aporte del Proyecto OTAS es la publicación de la cartografía ambiental regional, que se mantiene actualizada mediante convenios con distintas instituciones, y la publicación en su página web de los estudios realizados.

5.3.3. Otros Instrumentos

Además de los Planes Reguladores Comunes y el Plan Regulador Metropolitano, hay una serie de servicios públicos que tienen atribuciones que influyen en el ordenamiento territorial regional, pero que se aplican aisladamente y sin coherencia entre ellos.

• **Servicio Agrícola y Ganadero:** Otorga permiso a todos los proyectos y construcciones que se realizan en espacio rurales pero no están relacionados con faenas agrícolas. Este permiso se denomina “cambio de uso del suelo”, cuando se trata de grandes proyectos el permiso se otorga con consulta a Ministerio de Agricultura y Ministerio de Vivienda. Cuando afecta suelos fiscales se debe consultar al Ministerio de Bienes Nacionales.

• **Ministerio de Bienes Nacionales:** otorga título de propiedad a residentes de suelos fiscales. Habitualmente se trata de familias de escasos recursos que han ocupado ilegalmente suelos sin utilización, en laderas de cerros o riberas de ríos. La entrega de estos títulos de propiedad suele ser el origen de asentamientos rurales, ya que permite a las familias acceder a subsidios de vivienda y solicitar la instalación de redes sanitarias y eléctricas.

• **Ministerio de Agricultura:** delimita y establece mediante un Decreto los suelos que serán destinados a Áreas Silvestres Protegidas, las cuales son administradas por la Corporación Nacional Forestal, un servicio dependiente de ese Ministerio. Comprende Parques Nacionales, Reservas Forestales, Monumentos Naturales y Santuarios de la Naturaleza.

• **Legislación Minera:** establece un mecanis-

mo para pedir la explotación del subsuelo, mediante una concesión minera. Esta concesión es "un derecho real, distinto e independiente del dominio del predio superficial, aunque tengan un mismo dueño; oponible al Estado y a cualquier persona; transferible y transmisible; susceptible de hipoteca y otros derechos reales"⁽²⁹⁾ Mediante esta norma se entrega el dominio completo del subsuelo, por tiempo indefinido, a las empresas que inician explotaciones mineras. Dado que esta ley se superpone a otras, la concesión minera predomina sobre otros usos del suelo, inclusive la vivienda social, agricultura o extracción de agua para consumo humano.

Estas atribuciones se traducen en zonas de la Región que están excluidas de las normas establecidas por los instrumentos de planificación, siendo las más conflictivas la parcelación agrícola, el cambio de uso del suelo agrícola y la concesión minera. Las dos primeras se traducen en la urbanización de zonas rurales, sin los permisos establecidos por la normativa urbana, y la tercera en el desarrollo de actividades altamente contaminantes como la extracción de áridos, en zonas que tienen otros destinos de uso del suelo.

5.4. AGUA: POLITICAS

Los problemas del agua en Santiago de Chile se originaron en la falta de tratamiento de las aguas servidas, lo que determina una grave contaminación de las aguas superficiales, y la falta de una red de evacuación de aguas lluvia, que provoca inundaciones durante las lluvias de invierno.

Estos problemas han sido enfrentados mediante políticas de alcance nacional, ya que ambos afectan a la mayoría de las ciudades chilenas. Desde mediados de los noventa se delineó la estrategia de descontaminación de la cuenca de Santiago, que incluye plazos perentorios para el tratamiento de las aguas servidas domésticas, normas de emisión de residuos líquidos y creación de mecanismos de financiamiento de las obras necesarias. Paralelamente se elaboró el Plan Maestro de Aguas Lluvia de Santiago, cuyo resultado es una completa programación de obras de ingeniería destinadas a la evacuación de las aguas lluvia desde el área urbana a los ríos Mapocho y Maipo.

Estas políticas están orientadas a corregir los impactos negativos sobre el entorno, pero no controlan los mecanismos que generan la presión sobre estos componentes: se descontaminan las aguas pero no hay una política destinada a un uso más eficiente de ella, se construye la red de evacuación de aguas lluvia pero no se promueve una forma de urbanización que permita la infiltración de la lluvia hacia el subsuelo, ni se exploran soluciones alternativas basadas en la capacidad de absorción de los suelos con cobertura vegetal.

5.4.1. Tratamiento Aguas

Servidas

El Plan de Saneamiento Hídrico del Gran Santiago incluye la construcción de tres grandes plantas de tratamiento de aguas servidas en la periferia del Área Metropolitana: El Trebal, La Farfana y Los Nogales, y otras 13 plantas de menor tamaño localizadas en otros centros urbanos de la región. Con estas obras, al año 2009 se podrá descontaminar el 100% de las aguas servidas de toda la cuenca de Santiago ⁽³⁰⁾.

El Plan de Saneamiento comenzó con la construcción de la Planta El Trebal en abril del año 2000. Esta planta inició sus operaciones en noviembre de 2001, tratando un caudal promedio de 4,4 metros cúbicos por segundo, y permite descontaminar el 25% del total de las aguas servidas generadas por los habitantes de Santiago. Significó una inversión de US\$ 150 millones ⁽³¹⁾.

La segunda planta construida es La Farfana, diseñada para tratar el 50% de las aguas servidas de Santiago. Es considerada la inversión ambiental más importante de la historia de Chile y se encuentra entre las cinco plantas más grandes del mundo, con un costo total de US\$ 315 millones. La Farfana permite descontaminar las aguas residuales generadas por una población de 3.300.000 habitantes y las aguas que devuelve a los cauces naturales son utilizadas en el riego de suelos agrícolas. La planta y sus instalaciones anexas ocupan 60 hectáreas, a las que se agregan 24 hectáreas en donde se construye una laguna y diversas áreas verdes, para conservar la flora y fauna que habita en el sector (Aguas Andinas, Cuenta Anual 2002).

Figura N 5.3: Localización de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas en la Región Metropolitana de Santiago.



Además se ha iniciado la construcción de 10 plantas de menores dimensiones en otras localidades de la región, las cuales también vierten sus aguas servidas a los ríos Mapocho y Maipo. Con estas plantas se cumplirá el objetivo de tratar el 100% de las aguas servidas de la región. Las inversiones programadas entre 2001 -2005 para tratamiento de aguas servidas alcanzan la suma de US\$ 563 millones, mientras que la producción de agua potable en el mismo periodo alcanza US\$ 98 millones, la distribución US\$ 110 millones y la recolección de las aguas servidas US\$ 38 millones (Aguas Andinas, Cuenta Anual 2002).

Las inversiones destinadas al tratamiento de aguas servidas suman el 67% del total de inversiones proyectadas por las empresas sanitarias entre 2001-2005.

El tratamiento de las aguas servidas implica la extracción de sólidos y contaminantes de las aguas, los cuales deben ser sometidos a un tratamiento que genera un subproducto llamado biosólido. Con el fin de evitar que se transformen en desechos, se desarrollan dos proyectos de investigación, orientados a estudiar la conveniencia de reintegrarlos al medio ambiente. Uno de ellos estudia la utilización de una fracción de los biosólidos como fertilizante agrícola, característica que se ha demostrado a nivel internacional, en condiciones de clima y suelo similares a las de la Cuenca de Santiago (INIA, 2003). El otro estudio, realizado por el Servicio Agrícola y Ganadero, busca su utilización para la recuperación de suelos, ya que los altos contenidos de materia orgánica de los biosólidos permiten acelerar los procesos de regeneración de suelos degradados.

5.4.2. Normas de Emisión de Residuos Industriales Líquidos

Junto con el control de la contaminación doméstica, se ha iniciado la regulación de los efluentes líquidos de origen industrial. El texto de la norma señala que busca "proteger los cuerpos de agua, los sistemas de recolección de aguas servidas y prevenir que los contaminantes transportados por éstos puedan ser accidentalmente liberados sin tratamiento al medio ambiente urbano, debido a defectos o roturas del sistema" (Decreto N° 609/98 Ministerio de Obras Públicas, 1998). Para ello establece las concentraciones máximas de sustancias contaminantes que pueden ser emitidas a las redes públicas y faculta a la empresa operadora del servicio de recolección de aguas servidas a controlar estas descargas. La empresa sanitaria está facultada también para determinar el valor máximo del volumen de descarga diario (VDD, en m³/día), permitido a cada industria.

Esta norma ha tenido una gran efectividad, ya que la empresa sanitaria tiene la capacidad técnica y la obligación económica de controlar las descargas al sistema, para asegurar la correcta operación evitando las emisiones que no sólo dañan al medio ambiente sino también a sus propias instalaciones. Con ello el Estado evita el costo de fiscalización y asume el rol de árbitro en las eventuales diferencias entre las empresas sanitarias y los industriales.

5.4.3. Fiscalización

La institución fiscalizadora de todos los temas relativos al agua potable y alcantarillado, es la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Es una institución pública, descentralizada, con atribuciones normativas, de control y sanción, responsable del cumplimiento de las normas relativas a la calidad del servicio, tarifas y control de residuos industriales líquidos. Constituye el ente regulador, ya que el sector sanitario chileno está conformado por empresas privadas, públicas y semi-públicas. Todas ellas sometidas al mismo tipo de regulación, fijación de tarifas y fiscalización.

(33) Apartado escrito por Bárbara Saavedra.

La Superintendencia define su misión como sigue: "Garantizar a los clientes de los servicios de agua potable y saneamiento de las zonas urbanas del país, que éstos corresponden (en cantidad y calidad) a los ofrecidos, que su precio es justo y sostenible en el largo plazo; y asegurar a la comunidad, que el agua una vez utilizada será tratada para ser devuelta a la naturaleza de forma compatible con un desarrollo sustentable. Esta responsabilidad será cumplida buscando promover la transparencia en el mercado, el autocontrol por parte de las empresas, y desarrollando una actuación eficiente" (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2002).

La importancia asignada al tema ambiental en la gestión de la Superintendencia y la eficiencia demostrada en su capacidad de sanción, aplicando multas significativas ante el incumplimiento de normas de emisión, e incluso mejorando los reglamentos y procedimientos en esta dirección hacen que ésta sea una de las respuestas más eficaces del Estado chileno ante el problema de contaminación hídrica.

5.5. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD⁽³³⁾.

El reconocimiento de la biodiversidad como un componente singular y fundamental del patrimonio nacional es reciente y escaso. Ello es reflejo del tremendo desconocimiento de la composición y función de la biodiversidad tanto a nivel global como regional, fenómeno que se refleja a su vez en una fragmentada e incompleta respuesta legal para su protección. De hecho, el concepto biodiversidad no está incluido dentro de la Carta Fundamental de Chile (Montenegro 2003). Es esperable, que a medida que se avance en el conocimiento de la biodiversidad nativa, se valore con ello su importancia para la mantención de numerosos procesos naturales, incluyendo la salud y el bienestar humanos, así como para el desarrollo de procesos productivos con mayor sustentabilidad. Esto sin duda redundará en mayor interés social en su protección, que debiera reflejarse en la creación y cumplimiento de leyes de protección.

Normalmente se asume que los temas ambientales, incluyendo la biodiversidad, son transectoriales, y concluyen a él diversas disciplinas. Ello ha determinado que en el debate de la conservación de la biodiversidad confluya opinión tanto de especialistas en las áreas de las ciencias biológicas (e.g., botánicos, zoólogos, genetistas, ecólogos, etc.), como de especialistas de las áreas sociales (e.g., antropólogos, abogados, economistas, etc.). Son estos últimos sin embargo, los que más influyen en la toma de decisiones respecto de la conservación de la biodiversidad. Este hecho ha distorsionado el valor intrínseco que la biodiversidad tiene para la mantención de la salud y el bienestar humano (incluyendo el económico), especialmente en áreas de gran concentración de personas, como son los centros urbanos. Ello a pesar de que son numerosos los mandatos éticos y legales que explicitan la conservación de la biodiversidad en conjunto con la actividad productiva y de desarrollo, más aún que estas últimas dependen de la primera.

La diversidad biológica o biodiversidad se define en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente como "la variabilidad entre los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas". La extensión y complejidad de esta definición no ha sido abordada por iniciativas concretas, ni se cuenta con financiamiento público directo para enfrentarlas.

5.5.1. Protección Legal de la Biodiversidad

A pesar de que la legislación chilena históricamente ha contenido aspectos relativos a la conservación de los recursos naturales (e.g., Lara et al. 1996), la protección a la biodiversidad como tal, sólo se incorpora en la década de los 90, luego de la cumbre de Río en 1992. En ese momento, el Gobierno de Chile, con una visión global y estratégica firma acuerdos internacionales que lo obligan a desarrollar una propuesta de Plan de Acción Nacional orientada a lograr la preservación y el uso sustentable de la diversidad biológica a nivel nacional, que finalmente queda integrado a la Ley de Bases del Medio Ambiente.

Esta Ley incorpora explícitamente el término biodiversidad, e involucra tanto normas de preservación de la naturaleza, administración áreas protegidas, fomento e incentivo para la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada, establecimiento de un reglamento que clasifique las especies de flora y fauna silvestre según el estado de su conservación; confección y mantención de un inventario de ellas; y fiscalización de normas de preservación y conservación que les sean aplicables, así como, en general, la adopción de acciones y medidas tendientes a conservar la diversidad biológica y preservación de dichas especies. Asimismo, la ley contempla la incorporación de planes de manejo destinados al uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables asegurando su regeneración y la diversidad biológica de las especies incluidas en alguna categoría de conservación (CONAMA 1994).

En la actualidad existen diversos organismos estatales que tienen injerencia sobre materias de protección y uso de flora y fauna nativa: CONAMA, CONAF, SAG y el SERNAP. Estos organismos tienen escasa articulación entre ellos, y administran una legislación amplia, difusa e inorgánica. Carecen asimismo de recursos financieros y técnicos para reforzar el sistema de áreas protegidas, así como para incrementar la información científico-técnica sobre biodiversidad a escala local y global (Simonetti 1999a).

Destaca asimismo que la legislación chilena normalmente ha privilegiado la protección de especies de bosques, fenómeno que queda reflejado en la temprana aparición de leyes o decretos que regularon la corta de árboles (véase Ormazábal 1993, Lara et al. 1996). Relativamente temprano en el siglo pasado se decretó además, regulaciones para la caza de vertebrados (véase Iriarte 1997). Otros grupos sin embargo, como invertebrados terrestres, plantas herbáceas, o plantas no vasculares, han permanecido sistemáticamente fuera de la legislación que regula su conservación. No existe legislación alguna que regule la conservación y uso de material genético nativo (Iriarte 1997), ello a pesar del enorme potencial que presentan nuestras especies silvestres, fundamentalmente debido a su naturaleza única.

Por otro lado, nuestro país ha suscrito la mayoría de los convenios internacionales sobre conservación ambiental y protección de la vida silvestre (e.g., Convención de Washington 1967, Convención

CITES 1975, Convención RAMSAR 1980, Convención sobre la Diversidad Biológica, 1995) (Iriarte 1997), los que se han legalizado mediante decretos supremos o leyes específicas. Sin embargo, a pesar de haber suscrito diversas agendas globales de protección de biodiversidad, nuestro país continúa sin desarrollar y/o aplicar legislación actualizada para cumplir con estos acuerdos internacionales de protección de nuestra biodiversidad (e.g. Figueroa et al. 2003, Hervé 2003, Montenegro 2003). Esta discrepancia se suma, a la existencia de leyes opuestas, que favorecen por un lado políticas productivas, a la vez que están jerárquicamente por sobre aquellas leyes que entregan protección a la biodiversidad (véase Montenegro 2003).

Miller et al. 1983 destacan asimismo, que parte de la desprotección en la que se encuentra la fauna nativa se debe a que aquellos organismos encargados de velar por el cumplimiento de las leyes de protección de la fauna en Chile, como es la fuerza policial, no cumplen satisfactoriamente con este cometido. Ello por cuanto el resguardo de las leyes asociadas a la vida silvestre no han sido prioridad de estas instituciones, las cuales carecen de recursos, presentan dotaciones escuálidas, además de un recargo de tareas fiscalizadoras de diversa índole. Sin duda que en el futuro cercano, el éxito de las estrategias de conservación dependerá de una actividad fiscalizadora eficiente. Para ello se debe preparar a los efectivos policiales en forma adecuada, entregarles junto con el conocimiento básico de la diversidad biológica y su importancia para la mantención de diversos procesos vitales y productivos, elementos legales poderosos que les permitan cumplir con su trabajo fiscalizador en forma efectiva. La actividad fiscalizadora se podría extender a otros actores sociales, asociados a agrupaciones sociales locales, organizaciones no gubernamentales, etc.

5.6. MEJORAMIENTO DEL HÁBITAT URBANO

5.6.1. Construcción de Espacios públicos

Desde el año 1992 se han venido realizando diversos programas para la creación de espacios públicos en todo Chile, orientado a la construcción participativa de plazas de juego, pavimentaciones,

sedes sociales, canchas deportivas, entre otras. Estos programas se diferencian de la inversión que el Estado realiza en materia de espacios urbanos, que se encuentra focalizada principalmente a la creación de áreas verdes tanto en cantidad de proyectos como en recursos invertidos.

En la actualidad existen numerosas instituciones que realizan programas de diverso calibre, destinados al mejoramiento del espacio público (Ver Cuadro 5.3). Salvo la Asociación de Municipios PROTEGE, ninguna de estas iniciativas es propia del Área Metropolitana de Santiago, sino que se trata de acciones de escala nacional, emprendidas por diversos organismos estatales. A pesar de reconocer la importancia de la construcción de todo tipo de espacios públicos, en la región no se ha originado una acción coordinada y persistente en esta dirección.

Tabla N° 5.3: Programas de gestión de Espacios Públicos.

INSTITUCIONES	PROGRAMA	DESDE	DESCRIPCION
Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Parques Urbanos	1992	Orientado a la construcción de parques en sectores populares
	Mejoramiento comunitario	1996	Busca mejorar el equipamiento de interés común de poblaciones anteriores a 1994.
Ministerio de Bienes Nacionales	Programa Chile Comuna		Entrega en forma gratuita bienes nacionales de uso público para que la municipalidad invierta en equipamiento comunitario
Comisión Nacional de Medio Ambiente	Fondo de Protección Ambiental	1996	Gran parte de los proyectos han sido destinados a la construcción participativa de espacios públicos.
Ministerio Secretaría General de Gobierno	Programa Chile Barrio	1997	Transformación de 450 campamentos en barrios con mejor calidad de vida. Diseño y construcción de espacios públicos.
Corporación Forestal Nacional	Programa Forestación Urbana Participativa	1993	Concurso organizado por municipios. CONAF provee las especies a plantar, la asistencia técnica y la capacitación.
Fondo de Las Américas	Concurso Anual de Proyectos	1995	Concursos regulares de proyectos ambientales para ONG donde se incluye la habilitación de espacios públicos.
Comité Pro defensa de la Flora y Fauna	Generación de espacios públicos comunitarios.	1990	Promueve la construcción espacios públicos en sectores populares urbanos.
Fundación Trabajo para un Hermano	Programa de construcción participativa de espacios públicos	1998	El organismo actúa como gestor e intermediario con los municipios, para la obtención de otros recursos y realiza la asistencia técnica
Municipalidades	Concurso de proyectos con fondos locales (FONDEVE)	1992	Mediante los Fondos de Desarrollo Vecinal, son proyectos de corta duración (2 a 6 meses) y de escasa asignación de recursos financieros.
Asociación de Municipalidades "PROTEGE"	Programa de protección de la precordillera andina de Santiago	1996	Focalizado para la habilitación del sector andino precordillerano de Santiago para fines recreativos, turísticos y de protección de la biodiversidad.

Fuente: Eduardo Ubal, 2000.

La iniciativa más importante, tanto en el volumen de recursos destinados, como en las superficies construidas, ha sido el Programa de Parques Urbanos del Ministerio de Vivienda. No obstante, a pesar de sus positivos resultados, en el año 2002 el Ministerio lo cerró definitivamente. En los 10 años en que operó logró la construcción de grandes parques en comunas pobres de la Región Metropolitana, pero se encontró con la dificultad de que la mayoría de los municipios no puede mantener dichos parques. Esto se debe a la necesidad de mantención y riego, que es muy caro, debido al largo período sin lluvias propio del clima de Santiago. El resultado es que el Ministerio de Vivienda debía gestionar los recursos para la mantención, lo que redundaba en costos muy altos, que no fueron priorizados en la política de este Ministerio.

Otras iniciativas de menor envergadura, pero con más persistencia en el tiempo, son el programa Chile Barrio, que está orientado al diseño y construcción de espacios públicos de pequeñas dimensiones, pero que benefician a familias de escasos recursos. Pueden postular a este fondo los municipios y las organizaciones sociales, a condición de que demuestren la capacidad de mantener los espacios públicos que están solicitando. El gran aporte de este Programa es el compromiso que genera en el cuidado y mantención de las obras realizadas.

5.6.2. Protección del Patrimonio

Urbano

La Conservación del patrimonio urbano y arquitectónico de Santiago obedece fundamentalmente a la Ley N°17.288, sobre Monumentos Nacionales, la cual establece una serie de disposiciones respecto a las excavaciones y prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas. Una de las deficiencias más importantes que históricamente ha presentado dicha Ley es la ausencia de beneficios tributarios o financieros que incentiven la conservación y restauración de monumentos nacionales.

La reciente modificación de la Ley de Donaciones con Fines Culturales representa un avance en esta materia, ya que establece beneficios tributarios a quienes realicen donaciones destinadas al Consejo de Monumentos Nacionales, para la eje-

cución de proyectos dirigidos a la conservación y restauración de monumentos nacionales. Y si bien excluye los monumentos de propiedad privada, esta ley constituye una oportunidad cierta para involucrar y relacionar diversos organismos del Estado con la ciudadanía en la conservación del patrimonio cultural.

Entre los instrumentos normativos respecto al patrimonio urbano existentes en Chile se destacan las Normas sobre Zonas Típicas o Pintorescas, que regulan la administración de sectores declarados en esta categoría de acuerdo a la ley N° 17.288. Toda "Zona Típica" requiere de un "Instructivo de Intervención", que regula la modificación, ampliación, restauración, demolición parcial, de los inmuebles incluidos en la Zona Típica. Corresponde al Consejo de Monumentos Nacionales la aprobación de éstos instructivos.

El Consejo de Monumentos Nacionales y la ley 17.288 se vinculan con otras leyes, reglamentos y ordenanzas que precisan y fortalecen su acción en el campo del patrimonio cultural y natural. Uno de estos instrumentos es el Reglamento del sistema de Evaluación de Impacto ambiental, que fija que en cualquier Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, se deberán señalar las medidas apropiadas para la conservación y/o protección del Monumento Histórico que se afecta (Reglamento SEIA, Artículo 73). También los Planes Reguladores Comunes, deben considerar dentro de sus exigencias el reconocimiento, individualización y la gráfica en los planos todos aquellos edificios y elementos valor patrimonial, cuyos méritos o atributos de significación cultural hacen necesaria y aconsejable su integración a la estructura física y social de la ciudad.

Respecto a los Monumentos Nacionales el Plan Regulador no debe establecer normas especiales, puesto que se encuentran regulados por otras disposiciones (Ley 17.288). Sin embargo, puede ser necesario prever en el Plan algunas disposiciones para ser aplicadas en su entorno, tendientes a valorizarlos, otorgarles mayor identidad y relevancia urbana, e integrarlos

El Plan debe establecer los Inmuebles y Zonas de Conservación Histórica, según un proceso de identificación, calificación y registro que incluya la consideración de la calidad artística - estilística -

ornamental del inmueble o conjunto, la técnica constructiva, la contemporaneidad del conjunto, el estado de conservación, edad de la construcción, entorno y/o presencia urbana, entre otras variables. Los Edificios, lugares y "unidades morfológicas reconocibles", corresponden a edificaciones aisladas; barrios característicos de la realidad local que presentan rasgos propios; o espacios públicos por cuyo perfil sea recomendable preservar dado que llegan a conformar unidades reconocibles y apreciadas por los habitantes.

5.6.5. Localización de Vertederos

Actualmente la totalidad de los residuos sólidos del Área Metropolitana de Santiago, se dispone en dos rellenos sanitarios: Loma de Los Colorados que está situado en la comuna de Til-Til, al norte de la región metropolitana, y Santa Marta, situado en Talagante, al suroeste. La localización y otras características tecnológicas de estas instalaciones están sujetas a las condiciones fijadas por la autoridad regional, mediante una licitación pública. A esta licitación pueden concurrir todas las empresas que deseen prestar el servicio y que cumplan con los requisitos establecidos para este efecto.

Debido al alto costo de construcción de rellenos sanitarios, en las grandes ciudades suelen competir pocas y grandes empresas, configurando un mercado de características oligopólicas. En el caso de Santiago es así y las empresas que se ha incorporado a este mercado son KIASA, con capitales estadounidenses, Campagne Général des Aux, con capitales franceses asociado con la empresa nacional COINCA, y el grupo formado por TASUI, STARCO, DEMARCO y ENASA con capitales nacionales. Todas estas empresas participan también en la recolección y transporte de los residuos sólidos.

En este esquema de gestión, la localización de los lugares de disposición final debe cumplir con las disposiciones sanitarias y ambientales vigentes, pero los terrenos destinados a este uso son aportados por las empresas operadoras. No se cuenta por lo tanto, con una planificación previa acerca de la localización, ni con una reserva de suelos con este fin. Para las autoridades el mecanismo de licitación

representa ventajas, ya que permite contar con alternativas tecnológicas, lo que se traduce en competencia por precio y por calidad del servicio (Galilea, 2001), lo cual beneficia a las municipalidades.

El sistema de gestión imperante ha descuidado un aspecto central para un manejo sustentable del tema de los residuos sólidos: la selección de tecnologías y lugares de disposición final según criterios ambientales y sociales. La decisión acerca de estos temas no está en manos de las autoridades regionales, sino que está fragmentada en las municipalidades, lo cual dificulta una toma de decisiones fundada en una visión integral del área metropolitana (Reyes, 2003).

El Gobierno Regional ha intervenido en el tema a través de dos herramientas disponibles: la elaboración de una Política Regional de Residuos Sólidos Domiciliarios, y la modificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago. En lo sucesivo, cualquier licitación convocada por un municipio o una asociación de municipios tendrá que ajustarse a esta Política Regional, con lo cual se resuelve parcialmente la inexistencia de una visión integral de este tema. Por otra parte, la modificación del Plan Regulador Metropolitano permitió flexibilizar los criterios de localización de estas instalaciones, definiendo condiciones de localización más realistas y adecuadas a las tecnologías hoy en uso para el diseño y operación de estos recintos.

Ahora bien, respecto de la localización de los futuros vertederos, no hay muchas posibilidades de anticipación. Hasta ahora se han diseñado varios planes integrales para la adecuada localización de los vertederos en Santiago. Sin embargo, ningún relleno sanitario se ha ejecutado a partir de alguno de esos planes (San Martín, 1997). Además, cada vez que una empresa del ramo adquiere terrenos, los residentes y diversas organizaciones ambientalistas, se organizan para impedir el eventual construcción de instalaciones destinadas a las basuras. El sistema de licitación para la construcción de vertederos hace que estos conflictos se presenten como conflictos entre particulares. Sin embargo, en todos los casos las municipalidades adquieren un rol protagónico en las movilizaciones, lo cual los transforma en conflictos entre autoridades locales y autoridades regionales.

5.7. OTRAS POLÍTICAS

5.7.1. Estrategia de Desarrollo Regional y Sustentabilidad

Debido a la inexistencia de una unidad administrativa o política metropolitana no existen enunciados de política referidos específicamente a la ciudad de Santiago, sino que ésta debe asumir aquellos que han sido planteados para la Región.

En el año 2000, la Intendencia Metropolitana publicó la nueva Estrategia de Desarrollo Regional, la cual fue elaborada mediante un proceso de participación de las instituciones públicas regionales y de representantes de organizaciones privadas, empresariales y sindicales. Los objetivos de la Estrategia fueron enunciados como sigue:

"...promover la transformación de sus habitantes en ciudadanos solidarios, recuperar identidad regional sobre la base de su diversidad cultural y crecer en equilibrio, avanzando en la construcción de un mejor territorio para vivir. Desarrollar mejores usos de las infraestructuras y tecnologías, fomentando el acceso a oportunidades competitivas que fortalezcan un compromiso económico sostenible, ambientalmente sustentable y socialmente integrado, así como la gestión responsable y articulada entre las autoridades regionales, provinciales, comunales y sectoriales." (Gobierno Regional, 2000).

Esta estrategia se estructura sobre cinco ejes temáticos claves que son considerados como "Cinco Sueños para la Acción" dentro de los cuales, las variables sustentabilidad, medio ambiente y desarrollo ocupan un lugar privilegiado. Explícitamente se busca "promover un crecimiento económico ambiental y territorialmente sustentable, de modo que exprese una efectiva mejora de la calidad de vida de sus habitantes (Gobierno Regional, 2000). Para ello se propone básicamente una estrategia basada en el ordenamiento territorial, tratando de comprometer a distintas instituciones públicas en los lineamientos elaborados por el Programa Ordenamiento Territorial Sustentable, de la Intendencia. Este Programa ha

contado durante una década con apoyo de instituciones y especialistas alemanes, lo cual permitió elaborar una completa base cartográfica y una serie de diagnósticos acerca del medio natural regional.

La estrategia pone énfasis en la integración social a través de la participación ciudadana y mediante la valoración de la diversidad cultural y étnica de la región. Respecto a las actividades económicas reconoce el rol central de la región en la economía nacional y se propone aumentar su competitividad e integración a los mercados internacionales.

Una debilidad relevante de la Estrategia es la escasa consideración de los distintos actores sociales, políticos, económicos (e inclusive los institucionales tanto a nivel nacional como a nivel comunal) que constituyen la dinámica de la región, lo que necesariamente disminuye la posibilidad de concretar más objetivos. La falta de consideración de los distintos planes, proyectos y políticas que actualmente se llevan adelante en la Región. Y si bien la Propuesta de Agenda Estratégica clasifica los distintos proyectos de la Región en las categorías "urgentes", "importantes" y "emblemáticos" nunca se llega a la instancia de establecer fechas ni plazos para la concreción de los mismos.

5.7.2. Presencia de la Agenda 21

Local

Chile firmó el documento de la Agenda 21 (Plan de Acción en pro del Desarrollo Sostenible) el mismo año de la Cumbre de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Desde 1992 la institución encargada de coordinar la implementación de la misma es la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). En 1998 se crea el Consejo de Desarrollo Sustentable en Chile con la función de órgano asesor del Presidente en materia de desarrollo sustentable e implementación de la Agenda 21 en el país.

La CONAMA presentó en el año 2002 la Agenda Ambiental País para el período 2002-2006, la cual busca complementar las medidas que ya delineadas por el gobierno para impulsar el crecimiento económico del país asegurando que el mismo sea sustentable. Si bien el gobierno ha

presentado una gran cantidad proyectos y planes, muchos de los que se encuentran dentro de la denominación "Agenda 21" se han venido desarrollando con anterioridad a los planteamientos de este acuerdo internacional. (CONAMA, 2002).

El siguiente Cuadro destaca las principales acciones, programas y políticas de las temáticas derivadas de la Agenda 21 que se han implementado en los distintos niveles políticos nacionales y regionales de Chile:

Para el período 2002-2006, la Agenda Ambiental del Gobierno se centrará en las siguientes líneas prioritarias de acción: recuperación ambiental de las ciudades, preservación y protección del patrimonio natural, modernización y agilización de la gestión ambiental y cultura ambiental.

Además se fijaron algunos de los compromisos concretos para el año 2000 que son: dictar la norma de calidad para aguas continentales superficiales, depositar el 50% de los residuos en rellenos sanitarios que cuenten con aprobación ambiental, reciclar al menos el 12% de los residuos sólidos domiciliarios, aprobar la reformulación del Plan de Prevención y Descontaminación de Santiago (ya cumplido), enviar al Congreso el proyecto de ley de Bonos de Descontaminación, definir reglamento para áreas silvestres protegidas privadas y dar vigencia al reglamento que perfecciona el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) (CONAMA, 2002) .

Sin embargo, se debe señalar que no existen organizaciones no gubernamentales o instituciones en la sociedad chilena que hayan realizado un seguimiento sistemático y continuo a los compromisos gubernamentales establecidos en la Agenda 21, y como sostiene el Programa Chile Sustentable "...tampoco esta ha sido utilizada como instrumento de control desde la sociedad civil"⁽³⁹⁾. Lo último no implica que otros mecanismos de control no se hayan ejecutado, como distintas movilizaciones y formulaciones en diversos campos, temas y conflictos específicos.

5.8. BIBLIOGRAFIA

- AGUAS ANDINAS, 2002, Cuenta Anual 2002, Santiago de Chile
- JOSEP BAGUÉ, Gerente General de Empresa Sanitaria Aguas Andinas, en comunicado de prensa, 11 de junio 2003.
- En <http://www.aguasandinas.cl/comunicado.html>
- FRANCISCO BRZOVIC, (2001) "Políticas e Instrumentos para la Gestión Ambiental" en Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile, Ed. Universitaria, Santiago.
- CONAMA (2003) "Ley de Bonos de Descontaminación" Gobierno de Chile
- (2002): "Agenda Ambiental País 2002 – 2006", Santiago de Chile.
 - (2001): "Sexto Programa Priorizado de Normas" CONAMA, Santiago.
 - (2000): "Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica 2000-2005" Santiago.
 - (2000): "Antecedentes para la Revisión de las Normas de Calidad de Aire contenidas en la Resolución N° 1215 del Ministerio de Salud, 1978" Informe Final, estudio realizado por SGA Ltda. para CONAMA. Santiago
 - (1994) "Ley de Bases Generales del Medio Ambiente" Santiago, Diario Oficial, noviembre 1994
- CONAMA y SUR Profesionales, (2002): "Visiones de los Actores Institucionales Respecto del Ordenamiento Territorial", Documento de Difusión. Santiago de Chile. De la Cuadra, Fernando M.; (2002): "Conflicto ambiental y acción colectiva en Chile: el caso de la contaminación atmosférica de Santiago", en: CLACSO, "Ecología Política: Naturaleza, Sociedad y Utopía", Héctor Alimonda (Comp.), Buenos Aires.
- FIGUEROA E, Y BAYTELMAN & SD SASTRAPRAJDA (2003) Biodiversidad y Comercio: el desafío de crecer irresponsablemente o desarrollarse sustentablemente. En: FIGUEROA E & JA SIMONETTI (eds) Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena: 225-284. Editorial Universitaria, Santiago.
- Fundación TERRAM; (2001), "Informe de Coyuntura. Desde la perspectiva de la sustentabilidad", Santiago de Chile.
- Fundación TERRAM; (2002): "Balance Ambiental del año 2002", Santiago de Chile.
- Fundación TERRAM; (2001): "Análisis de Políticas Públicas N° 3", Santiago de Chile.
- SERGIO GALILEA, Intendente Región Metropolitana, en El Mercurio, 6/5/2001 "Basura del sur de la capital: Hacia su morada final", reportaje, página F1.
- HERVÉ D (2003) La regulación de la responsabilidad por el sano a la biodiversidad. Iniciativas en el marco de la convención sobre diversidad biológica y su protocolo de bioseguridad. En: FIGUEROA E & JA SIMONETTI (eds) Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena: 117-138. Editorial Universitaria, Santiago.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, INIA, Estudio "Uso benéfico de lodos cloacales en agricultura" en http://www.inia.cl/investigacion/proyectos/proy_sele.cfm
- IRIARTE A (1997) Regulaciones al acceso a los recursos biológicos en Chile: un desequilibrio entre flora y fauna silvestre. Noticiero de Biología 5: 92-97.
- GIANNI LÓPEZ Director Ejecutivo de CONAMA, Presentación de la Agenda Ambiental 2002, marzo 2002, en <http://www.conama.cl/rm/568/article-9878.html>
- GOBIERNO DE CHILE; (2002): "Cumbre Mundial Sobre Desarrollo Sostenible Johannesburgo, Informe Nacional República De Chile", CONAMA, Santiago de Chile.
- Gobierno Regional (2000): "Estrategia de Desarrollo Regional", Intendencia Región Metropolitana, Santiago de Chile.
- LARA A, C DONOSO & JC ARAVENA (1996) La conservación del bosque nativo en Chile: problemas y desafíos. En: ARMESTO JJ, MTK ARROYO & C VILLAGRÁN (eds) Ecología de los bosques nativos de Chile: 335-362. Editorial Universitaria, Santiago.
- MONTENEGRO S (2003) Biodiversidad y Derecho en propiedad. En: FIGUEROA E & JA SIMONETTI (eds) Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena: 87-116. Editorial

Universitaria, Santiago.

OÑAT, Juan; (2000): "Incorporación de Chacabuco al PRMS", en: Revista Tranvía, Año 1, Número 5, Santiago de Chile

ORMAZÁBAL CS (1993) The conservation of biodiversity in Chile. Revista Chilena de Historia Natural 66: 383-402.

O'Ryan, Raúl y Larraguibel, Luis; (2000): "Contaminación del aire en Santiago: ¿qué es, qué se ha hecho, qué falta?", Revista Perspectivas, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

ROZZI RICARDO, MASSARDO FRANCISCA, SILANDER JOHN Jr., ANDERSON CRISTOPHER Y ANDRÉS MARÍN (2003) "Conservación biocultural y ética ambiental en el extremo austral de Sudamérica: Oportunidades y dificultades para el bienestar social" en FIGUEROA E & JA SIMONETTI (eds) Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena: 87-116. Editorial Universitaria, Santiago.

Sagaris, Lake; (2002): "Equidad y Sustentabilidad: ¿Hasta Dónde Llegará El Plan De Transporte De Santiago? En Revista Tranvía, Santiago de Chile.

Santibañez, Miguel; (2002): "Programa Chile Sustentable, Fomento del Desarrollo Sostenible de los Asentamientos Humanos", Santiago de Chile.

Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo; (1997): "Plan Regulador Metropolitano de Santiago- Incorporación Provincia de Chacabuco" SEREMI MINVU RM, Santiago de Chile.

- (1998): "Anteproyecto Plan Regional de Desarrollo Territorial de la Región Metropolitana (PREDET-RM)", versión electrónica, Santiago de Chile.

SECTRA; (2000) "Plan de Transporte Urbano, Resumen Ejecutivo" SECTRA, Santiago de Chile.
SIMONNETTI, 1999a.

Ubal, Eduardo (2000): "Gestión de espacios públicos con participación ciudadana en la Región Metropolitana de Santiago", Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

Urrutia, Cristian; (2002): "Transporte Urbano En Santiago y Calidad del Aire - Reflexión En una

Semana Completa Saturada De Episodios Críticos de Contaminación", Santiago de Chile.

Leyes y Reglamentos
Decreto Supremo N°4 de 1992, del Ministerio de Salud.

Decreto Supremo N° 131 de 1996, "Declara a la Región Metropolitana Zona Saturada por ozono (O3), material particulado respirable (PM10), partículas en suspensión (PTS), monóxido de carbono (CO) y Zona Latente por dióxido de nitrógeno (NO2)" Secretaría General de la Presidencia, Santiago.

Decreto Supremo N° 30 de 1997, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago.

Decreto N° 609 de 1998, "Normas de emisión de Residuos Industriales Líquidos a los Sistemas de Alcantarillado, Ministerio de Obras Públicas, Santiago.

Ley de Bases Generales del Medio Ambiente N° 19.300, 1994, Ministerio del Interior, Santiago.

Ley 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, 2001, Ministerio del Interior, Santiago.

Resolución Exenta N° 912 "Aprueba Norma Primaria de Calidad de Aire para Monóxido de Carbono (CO)" CONAMA, septiembre 2000, Santiago.

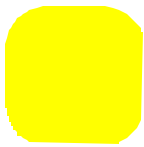
Resolución Exenta N° 913 "Aprueba Norma Primaria de Calidad de Aire para Ozono (O3)" CONAMA, septiembre 2000, Santiago.

Resolución Exenta N° 914 "Aprueba Norma Primaria de Calidad de Aire para Dióxido de Nitrógeno (NO2)" CONAMA, septiembre 2000, Santiago.

Resolución Exenta N° 915 "Aprueba Norma Primaria de Calidad de Aire para Anhídrido Sulfuroso (SO2)"



RECOMENDACIONES



6.1. CALIDAD DEL AIRE

Después de diez años de aplicación de políticas destinadas a solucionar la contaminación atmosférica en Santiago, tras sucesivos planes de descontaminación y de transporte urbano, no se han logrado las metas establecidas por las autoridades. Si bien se ha registrado un descenso en el número de eventos críticos de contaminación – emergencias y preemergencias – no ha ocurrido lo mismo con los días de alerta ambiental. La operación del Modelo de Pronóstico no ha tenido los resultados esperados, pero resulta positivo constatar que se ha iniciado su revisión y ajuste, porque muestra una capacidad de corrección de las herramientas utilizadas para el control de la contaminación.

Las normas de calidad y de emisión han sido actualizadas, mejorando estándares y procedimientos, y se elaboró la Ley de Bonos de Descontaminación, lo que permite poner en práctica mecanismos que estaban previstos desde 1994 en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. No obstante, permanece sin ser tratado el problema de fondo de la contaminación atmosférica de Santiago: la falta de una estrategia de desarrollo de escala metropolitana, ajustada a las restricciones ambientales y meteorológicas propias de su localización, comandada por una autoridad legitimada ante la ciudadanía y capaz de orientar al sector público y privado en la toma de decisiones coherentes.

El Estado chileno muestra una gran capacidad para la elaboración de normas y procedimientos y también para implementar soluciones basadas en herramientas de mercado (licitación, bonos de descontaminación, compensación de emisiones), pero no es igualmente hábil para modificar tendencias que ocasionan los problemas ambientales. La institucionalidad vigente no se ajusta a la complejidad del problema, y la escasez del presupuesto público asignado impide la adopción de medidas que resultan caras (pero rentables desde el punto de vista ambiental) y de una fiscalización intensa y efectiva.

En Santiago ya no hacen falta estudios ni diagnósticos de la situación del aire, sino que es tiempo de poner en práctica las soluciones de tectadas en los últimos diez años. La implementación de políticas destinadas a reducir las PRESIONES sobre el recurso aire, más que a modificar su ESTADO, son el paso que puede marcar la diferencia entre la efectividad y el fracaso. Al respecto se pueden proponer las siguientes recomendaciones:

1. Políticas de transporte público

Las iniciativas elaboradas y promovidas por diferentes oficinas públicas en materia de transporte, suelen tener incorporadas grandes obras de infraestructura y millonarios gastos de operación, en pos de lograr un mejoramiento sustancial del sistema. En la actualidad, el transporte público es responsable de una buena parte de la contaminación atmosférica, debido a la mala calidad de la flota (muchos son camiones con chasis modificado para servir de transporte público), la nula mantención, las malas prácticas de manejo y, en ocasiones, el uso de combustibles adulterados que contienen sustancias tóxicas. Esta situación ha llevado a plantear cambios tan radicales, como nuevas redes de tren subterráneo combinadas con trenes de superficie y buses eléctricos, trenes elevados, reemplazo total de la flota, entre otros.

Estas iniciativas si bien serían una importante mejoría en el sistema, tienen costos tan altos que las hacen imposibles, y finalmente tienen como resultado la mantención de la situación actual. En el transporte urbano se suele dar la tendencia a priorizar obras monumentales (como las redes de tren subterráneo y grandes autopistas) que quedan incompletas por falta de recursos públicos, y terminan sirviendo sólo a una parte de la población.

La gradualidad de las acciones emprendidas hasta ahora, con la integración de inversión privada, para la construcción de autopistas urbanas, y de inversión pública para el inicio de las obras de ampliación de la red de tren subterráneo, constituyen un punto a favor en la dirección de cambiar el pésimo sistema de transporte que opera en Santiago. Sin embargo, los avances son evidentes en la construcción de obras – ya se ha dicho, con recursos públicos y privados – pero no son tan claros en lo que respecta a la regulación del sistema de transporte.

Esto último implica una modificación en la relación con los operadores del transporte, fortalecimiento de la autoridad fiscalizadora, efectivo reemplazo del parque y mayor capacidad de sanción de parte de la autoridad ante el incumplimiento de alguna normativa. El plan de transporte "Transantiago" apunta en esta dirección, sin embargo se ha visto retrasado por diversos cambios en su organización, sembrando la inquietud respecto al efectivo cumplimiento de sus ambiciosas metas.

Las políticas aplicadas en Santiago pueden ser un buen ejemplo de cómo incorporar la inversión privada y allegar recursos para las obras públicas, pero no se observan similares avances en materia de gestión y regulación del transporte.

2. Transporte no motorizado

En Santiago existen varias organizaciones de ciclistas que realizan campañas tendientes a lograr que una mayor cantidad de personas opte por este sistema de transporte. Sin embargo, es una opción difícil ya que la ciudad no cuenta con mínimas condiciones de seguridad para los ciclistas. No hay más de 5 kilómetros de ciclovías en todo Santiago, resultando imposible realizar viajes al trabajo o estudio (que son los motivos más importantes de desplazamiento) lo cual obliga a utilizar las mismas vías que utilizan los vehículos motorizados con los consiguientes riesgos de accidentes.

Uno de los proyectos contenidos en el Plan Transantiago es el desarrollo de una red de ciclovías, ello constituye una inversión de menor calibre en el contexto del programa y tendría grandes beneficios para toda la población, ya que además de ser vehículos no contaminantes, favorecen la realización de ejercicio físico, y permiten ahorrar los costos del pasaje en transporte colectivo. La bicicleta es un medio bastante usado en comunas más pobres, precisamente por este ahorro.

3. Mediciones de PM_{2,5}

De acuerdo a la evidencia médica de los últimos 15 años el material particulado de diámetro menor a 2,5 micrones, o PM_{2,5} es el que reviste mayor peligro para la población, ya que invade los tejidos más finos del sistema respiratorio, provocando enfermedades graves. Por esta razón es urgente incorporar al PM_{2,5} entre las mediciones que se realizan diariamente mediante la Red de Monitoreo de Calidad del Aire, y generar normas de calidad

específicas, que permitan controlar las emisiones. En Santiago hay estudios realizados por las universidades que permiten contar con datos recientes acerca de la cantidad y calidad de estas partículas, con una estimación de su composición.

4. Compromiso Ciudadano

La educación ambiental debe estar orientada a la comprensión de las características geográficas de Santiago, que la hacen una ciudad distinta a otras y que imponen restricciones a las emisiones atmosféricas. Probablemente menos de la mitad de los santiaguinos entiende en que consiste y cómo se origina la inversión térmica. Es frecuente que en las noticias y reportajes de prensa, que la ciudadanía asigna sólo al Gobierno la responsabilidad en la disminución de la contaminación, y por tanto, los fracasos se atribuyen a falta de interés y compromiso gubernamental. Pero no hay una revisión de las acciones cotidianas que contribuyen a la contaminación. El importante que la ciudadanía entienda los impactos de sus propias acciones, puesto que la sumatoria de 5,5 millones de acciones si es un impacto que se refleja en los índices de calidad del aire.

5. Fiscalización y Prevención

Una de las principales recomendaciones de política en relación con los problemas de contaminación atmosférica es la incorporación más decidida de la ciudadanía en el control y prevención. Esto requiere de la incorporación de organizaciones ciudadanas en la fiscalización de acciones y evaluación de las políticas.

Es posible incorporar a organizaciones comunitarias, estudiantiles y colegios, en acciones de fiscalización de situaciones tales como quemas ilegales de basuras, emisiones excesivas de fuentes fijas o móviles y en la difusión de acciones que requieren de participación ciudadana. Este tipo de participación social contribuye a paliar el escaso financiamiento con que cuentan las instituciones fiscalizadoras, a la vez que permite formar un cuerpo de personas comprometidas con el cuidado del medioambiente.

La evaluación de políticas debe ser pública, y llegar a la mayoría de la población. En la actualidad casi toda la difusión de iniciativas ambientales se realiza a través del portal Internet de CONAMA, pero la mayoría de la población no tiene acceso a este

medio de comunicación. Asimismo, frente a los atrasos o incumplimiento de metas no se observan cambios en los responsables de los programas, lo que genera la sensación de que las autoridades no están sujetas a evaluación ni siquiera al interior del Gobierno.

6.2 PROTECCIÓN DE LOS SUELOS

El único instrumento legal que protege los suelos son los Planes de Ordenamiento Territorial. La Ley de bases generales del Medio Ambiente se refiere especialmente a los humedales, pero no a las restantes superficies no urbanizadas que pueden tener un importante valor ambiental. Sin embargo el Plan Regulador Metropolitano de Santiago ha mostrado baja efectividad en la protección de suelos agrícolas y naturales, debido a ciertas limitaciones propias de su enfoque y a la existencia de legislación paralela que permite la ocupación urbana o "semi-urbana" de estos suelos.

Para conseguir una efectiva protección de los suelos es necesario desarrollar instrumentos de planificación territorial que estén fundados en una visión de largo plazo de los procesos ecológicos, económicos y sociales. La consideración simultánea de estos distintos aspectos permitirá contar con lineamientos que integren las necesidades de la protección ambiental y las actividades económicas. La política de ordenamiento territorial regional debe abarcar toda la región y todos los componentes ambientales, para hacer coherente la ocupación del suelo con el manejo de las aguas, la disminución de la contaminación atmosférica, la creación de corredores biológicos y la mantención de la diversidad del paisaje regional.

Las recomendaciones en esta materia son las siguientes:

1. Anulación de mecanismos de subdivisión de suelos rurales

Se recomienda la modificación de las normativas que permiten la subdivisión de suelos agrí-

colas en predios de 5.000 metros cuadrados, ya que este tamaño predial no es adecuado para explotaciones agrícolas y claramente se utiliza para urbanizar subrepticamente suelos rurales. La exigencia de tamaño mínimo de 40.000 metros cuadrados, tal como fue propuesto por el Ministerio de Agricultura en 1994, permitiría disminuir la presión sobre suelos rurales asegurando la permanencia de unidades de explotación adecuadas para el futuro.

2. Modificación de criterios de entrega de títulos de dominio

Si bien es una iniciativa muy importante y se debe mantener, la entrega de Títulos de Dominio a familias que residen dispersas en las zonas rurales contribuye a generar pequeños poblados carentes de toda urbanización y encarece la prestación de los servicios urbanos básicos. Se recomienda la consideración de criterios ambientales así como los costos de urbanización, antes de entregar títulos de dominio en zonas no adecuadas, tales como cerros, riberas de ríos y zonas inundables o de riesgos de remoción en masa.

3. Modificación de criterios para determinar zonas de protección de los suelos

La mayor parte de las Áreas Silvestres Protegidas se encuentra al sur del paralelo 40° S, estando muy mal representados los ecosistemas propios de la Zona Central de Chile. En el caso específico de la Región de Santiago se propone incorporar criterios como la rareza, vulnerabilidad, escasez y endemismo de las especies presentes, para delimitar zonas de protección.

4. Modificación de la ley minera

La legislación minera en Chile es muy importante, porque es la actividad que genera la porción más importante del Producto Interno Bruto. Sin embargo, esta importancia ha llevado a excesos como la predominancia de la Ley Minera por sobre las normas de ordenamiento territorial siendo vigente incluso por sobre las zonas de protección. Esta condición ha determinado que las empresas de extracción de áridos, utilicen la legislación minera para instalar sus faenas en cualquier sector de las áreas urbanas y rurales.

La extensión de la vigencia de los planes de ordenamiento territorial al subsuelo, permitiría evitar

que la extracción de áridos afecte las napas subterráneas, quebradas, cerros y riberas de los ríos, lugares en donde se suelen localizar y que no cuentan con la protección de otras normativas.

6.3 PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

El abastecimiento de agua potable no es todavía un problema en la ciudad de Santiago, ya que cuenta con buenas reservas en las cumbres cordilleranas y subterráneas. La cobertura del servicio es muy alta, ya que más del 98% de los hogares cuenta con agua potable al interior de la vivienda, mientras que más del 95% está conectado a la red de alcantarillado. Desde el año 2000, después de la privatización de la empresa, se inició la construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas, y a fines del 2003 el 75% de las aguas de la ciudad son tratadas antes de verterlas a los cursos naturales.

El tratamiento de las aguas servidas modificará radicalmente el paisaje de Santiago y sus alrededores. El avance en este tema demuestra una vez más la capacidad que ha tenido el gobierno chileno para idear y aplicar mecanismos que permiten la participación privada en servicios públicos, incorporando el financiamiento privado de obras que no pueden ser construidas por el Estado debido a sus altos costos.

Sin embargo, el sistema de gestión del agua no resuelve un problema emergente, que es la escasez de agua. Actualmente existe una medida de control de consumo que se aplica en verano. El agua que se consume por sobre el promedio mensual del usuario se cobra mucho más cara. Esta medida permite racionalizar el uso del recurso en los meses secos, a la vez que evita la realización de nuevas inversiones para aumentar las reservas de agua. En este punto coincide un beneficio ambiental con el beneficio privado, y por eso es aplicado por la empresa.

Tampoco se ha modificado el Código de Aguas, el cual genera grandes disparidades en la distribución del recurso, y constituye una forma de privatización de las aguas superficiales y subterráneas, sin que exista un sistema de regulación acerca de la adjudicación, utilización y traspaso de derechos. De acuerdo a la legislación vigente si la institución responsable, Dirección General de Aguas, estima que hay disponibilidad de aguas es obligatorio adjudicar los derechos. Esta situación es más delicada en relación con las aguas subterráneas, ya que no hay ningún sistema de control acerca de las reservas, el consumo y la calidad.

Los temas mencionados permiten elaborar las siguientes recomendaciones:

1. Promover el ahorro de agua

El tratamiento de las aguas servidas ha mejorado la situación de este recurso en la Cuenca, no obstante es necesario realizar acciones decididas destinadas a evitar el derroche de este recurso. Una visión de largo plazo, más respetuosa del medio ambiente y de los equilibrios hídricos de la Cuenca exige que todos los ciudadanos y también las actividades productivas realicen esfuerzos para disminuir el consumo de agua, utilizando más eficientemente el agua.

La Dirección General de aguas ha proyectado que al año 2017 se duplicarán las demandas de agua para la minería, industria y usos domésticos. En cambio, la agricultura sólo aumentará en un 20% sus demandas, porque, si bien se incrementarán las superficies plantadas, la tecnificación lleva a disminuir significativamente el gasto de agua. Si se cumplen estas proyecciones, en quince años más nos enfrentaremos a un escenario de marcada escasez. Por esta razón, es necesario modificar las conductas en relación con el agua, que se considera un recurso abundante, porque comenzará a ser escaso. En Santiago es muy frecuente ver, durante los meses de verano, las regaderas de jardín abiertas durante todo el día para evitar que el césped se dañe. Esto ocurre en los edificios públicos, universidades, colegios y domicilios.

Los principales consumidores de agua son la minería, la agricultura, la industria y la población.

En ese mismo orden se debe priorizar el ahorro y cuidado del agua. El Estado debe hacerse cargo directamente de este problema ya que las aguas son un bien de uso público. El negocio de las empresas distribuidoras es vender agua, por lo tanto no corresponde a su lógica promover el ahorro del recurso, y tampoco el actual marco regulatorio contiene incentivos en esta dirección.

2. Modificación de la legislación vigente

En realidad esta recomendación es de aplicación nacional, pero se plantea en el presente informe porque resulta de fundamental importancia para la Región Metropolitana de Santiago, en la cual coexisten grandes y crecientes demandas de agua.

El marco jurídico-institucional vigente, si bien ha facilitado la realización de inversiones productivas demandantes de agua y ha permitido una excelente cobertura para la población, al mismo tiempo presenta aspectos que generan conflictos entre usuarios e ineficiencias en el manejo del recurso. El principal problema radica en que la actual legislación obliga a conceder derechos de aprovechamiento a particulares, aunque ello afecte al bien público. También permite que se asignen derechos de aguas por caudales mayores a los que realmente se necesitan (Pizarro et al. 2000). El resultado de esta situación es que los particulares pueden acumular derechos de agua con fines especulativos, sin darles un destino productivo o de consumo (Pizarro et al. 2000).

Una de las modificaciones que ha planteado la propia Dirección General de Aguas, es establecer la obligación de justificar la cantidad de agua que se solicita, en función del uso al cual se piensa destinar, cantidad que sería regulada por un reglamento. También se ha propuesto fijar una patente por los derechos de aguas que no se utilizan. El valor de dicha patente debería calcular en base al costo alternativo del caudal no utilizado, lo cual se traduce en valores más altos cuanto más demanda y/o escasez hay del recurso en un cuenca. Hoy día no hay obligación de pagar cantidad alguna por derechos no utilizados, lo cual ocasiona perjuicios a otras actividades e incluso al desarrollo regional cuando hay escasez de recursos.

El relación con las aguas subterráneas es necesario promover la conformación de organizaciones de usuarios (que existen en el caso de las

aguas superficiales) para medir los caudales que se extraen y administrar eficientemente un recurso que es común. Asimismo se puede promover un mercado de derechos de aguas subterráneas, mediante una regulación ambientalmente adecuada, para facilitar el traspaso de derechos dentro de un mismo acuífero, evitando la existencia de derechos sin uso. La DGA ha propuesto la entrega de derechos provisorios, por un tiempo definido, si transcurrido ese lapso se comprueba que no hay perjuicios sobre los restantes usuarios el derecho se transforma en definitivo. Con ello se puede saber como reacciona el acuífero ante la nueva extracción.

3. Las aguas lluvias en la ciudad

En Santiago se debe pensar en una mejor integración de las aguas superficiales en la estructura urbana, ya que hasta el momento, la forma de urbanización obstruye el curso natural de las aguas de la Cuenca, ocasionando inundaciones en períodos de lluvias. El Plan Maestro de Aguas Lluvia está basado en la construcción de grandes colectores que recogen las aguas transportadas por una red de colectores de menor diámetro. Esta red será construida y operada por Aguas Andinas, la empresa de agua potable, la cual cobrará por el transporte de las aguas lluvia. Este esquema constituye una solución de alto costo, que ignora otras alternativas de conducción e integración de las aguas dentro de la ciudad.

Entre las alternativas a los colectores subterráneos se cuentan las áreas verdes inundables, diseñadas para recibir aguas y drenarlas hacia el subsuelo, que en períodos secos se mantienen como parques o plazas. En Santiago hay grandes superficies destinadas a parques y plazas que aún no están construidas, y constituyen un a oportunidad para conseguir dos beneficios importantes a la vez: áreas verdes para la ciudadanía y áreas que hacen posible la infiltración de aguas lluvias, con la consiguiente recarga de los acuíferos.

6.4 PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD¹.

Si bien Chile ha suscrito la mayoría de los convenios internacionales sobre conservación ambiental y protección de la vida silvestre, entre los que se cuentan Convención de Washington 1967, Convención CITES 1975, Convención RAMSAR 1980, Convención sobre la Diversidad Biológica, 1995 (Iriarte 1997), todavía no se ha generado una legislación propia que permita cumplir con los objetivos planteados por estos acuerdos internacionales. Tampoco la institucionalidad actual permite fiscalizar eficientemente el cumplimiento de normas vigentes, las cuales son burladas por la inexistencia de controles rigurosos. Parte de la desprotección en que se encuentra la fauna nativa se debe a que los organismos encargados de velar por el cumplimiento de las leyes de protección, como es la fuerza policial, no cumplen satisfactoriamente con este cometido (Miller et al. 1983).

Asimismo, se mantienen vigentes normativas y leyes que se oponen a la protección de la biodiversidad, como la Ley Minera y el Código de Aguas. La primera permite la explotación del subsuelo y la segunda la extracción de aguas en zonas que tienen importantes riqueza de especies, e incluso en ecosistemas singulares como las lagunas altiplánicas.

La pérdida y modificación del hábitat es una amenaza para organismos tan distintos como hongos, helechos, mamíferos y aves (Simonetti, 1995). En la Región Metropolitana la modificación del hábitat como consecuencia de la expansión urbana parece ser la causa fundamental de expulsión de muchas especies que ven restringida su distribución a sectores menos intervenidos. La fragmentación del bosque nativo tiene efectos negativos sobre numerosas especies, los cuales son modulados en parte por el tipo de actividades que rodea a estos fragmentos.

Para organismos de agua dulce la extracción de agua de ríos y lagos y la contaminación de

los mismos constituye una amenaza para su permanencia y reproducción. De hecho los principales ríos de la cuenca, el Mapocho y Maipo, han perdido su diversidad biológica debido a la extracción para actividades productivas y la contaminación de ambos cursos. La presencia de compuestos organoclorados y metales pesados ha sido detectada en organismos marinos, como moluscos, cetáceos y aves, pero aunque no hay un registro de especies de agua dulce, es obvio que también han sido afectados, puesto que los cursos de agua son el vehículo para estos contaminantes en todo Chile Central.

Las propuestas elaboradas son las siguientes:

1. Propuestas de conservación en áreas urbanas

La mantención de altos niveles de biodiversidad nativa en Santiago y su región puede tener efectos positivos directos o indirectos sobre otros factores como disminución contaminación atmosférica, disminución de inundaciones, ganancia de suelo agrícola y forestal, reducción de contaminación de aguas, mayor estabilidad microclimática, etc., todos factores que redundan en el bienestar de la población local. En la precordillera por ejemplo, el caso de la forestación de zonas rurales o perímetro urbano disminuiría el riesgo de remoción de biomasa (e.g., aluviones), debido al efecto de protección y sujeción que ejerce la vegetación sobre las capas superficiales del suelo.

En Santiago este último es vulnerable debido fundamentalmente al efecto de la lluvia invernal. La cubierta vegetal reduce el impacto de llegada del agua al suelo, evitando así el desprendimiento masivo del terreno. Debido a que el aporte de lluvia en la zona central de Chile ocurre fundamentalmente en invierno (di Castri & Hajek 1976), la forestación con especies nativas siempreverdes, representantes típicos de esta zona del país es lo más recomendado. Ello por cuanto la presencia de hojas en esta época del año (fenómeno que no ocurre con las especies introducidas, normalmente deciduas), amplía el área de protección entregada por el follaje.

En invierno, el efecto positivo de la mantención de biodiversidad vegetal en la precordillera, así como en las partes bajas de la Región redundaría en un aumento en la porosidad del suelo, debido al efecto directo no sólo de las raíces de las plantas, sino que de la fauna edáfica que

ella tenga asociada. Esto tiene como consecuencia, un escurrimiento superficial menor en las zonas precordilleranas con mayor pendiente, lo que reduce la escorrentía superficial. La reforestación similar en zonas bajas favorecerá la absorción de las aguas lluvias, produciendo el efecto neto de reducción de volúmenes de agua de inundaciones.

2. Forestación con especies nativas

La forestación urbana en Santiago, ha sido hecha en base a especies exóticas. Esto tiene probablemente un origen en los colonizadores europeos, los que en un afán por recrear su entorno, instalaron especies de sus países de origen en este nuevo hogar (e.g., plazas, casas, campos de cultivo, etc.). Las consecuencias de esto tienen relación no sólo pérdida de identidad con la biota local tanto de la población urbana y rural, sino que redundan negativamente en otros aspectos como la salud de la población. Es así por ejemplo, que la presencia de vegetación exótica, la cual mayoritariamente pierde su follaje en invierno, acentúa el problema de contaminación atmosférica en la ciudad de Santiago. La forestación masiva de especies de plantas siempreverdes, típicas del matorral de Chile central en espacios urbanos y suburbanos, proveería de cobertura vegetal en invierno, época del año en que se acentúan los problemas de contaminación aérea, debido a que se favorecería la captación de CO₂.

Asimismo, las especies nativas de Chile central, reducen su consumo de agua en época estival, por lo que la forestación urbana con especies nativas favorecería el ahorro de agua en la época en que su disponibilidad es menor. Adicionalmente, los árboles nativos de la zona Mediterránea son en su mayoría especies entomófilas, lo que significa que su polinización es realizada por insectos, por lo que producen muy bajas cantidades de polen. Por el contrario, las especies tradicionalmente utilizadas en planes de forestación urbana en Santiago incluyen especies exóticas que son polinizadas por viento (e.g., álamo, plátano oriental), por ello producen grandes cantidades de polen, con el consecuente efecto negativo sobre la salud de las personas, las que se desarrollan cuadros alérgicos cada vez más significativos en la época primaveral. Este es un ejemplo claro de cómo los aspectos ambientales, los cuales son tratados normalmente como problemas, pueden constituir justamente la solución a los mismos.

Asimismo, la presencia ubicua de vegetación nativa en el perímetro urbano de la

Santiago disminuirá el grado de disrupción existente entre sectores urbanos y rurales, favoreciendo la penetración de fauna nativa en la ciudad, haciendo más amigable el entorno urbano. La consecuencia más importante sin embargo de la inclusión explícita de biodiversidad nativa dentro del perímetro urbano, se asocia a la noción de identidad de las personas, debido al reconocimiento de lo propio, con la consecuente ganancia en compromiso de conservación de la biodiversidad nativa. Ello debido a que es sabido que sólo se conserva lo que se conoce, y la mejor manera de fomentar el conocimiento de la biodiversidad de Chile es llevándola al lugar donde vive la mayoría de ellos.

En la ciudad de Santiago existe un enorme potencial para la recuperación de la biodiversidad nativa en la ciudad de Santiago, el que se sustenta en la existencia de 2.686 hectáreas de espacios verdes públicos. A pesar de que éstos representan escasos 5,7 m²/habitante de área verde, ellos pueden constituir el punto de partida para el desarrollo de planes de recuperación nativa, e integración del patrimonio biológico en la ciudad más importante de nuestro país. El acercamiento y la generación de pertenencia e identidad de la biota nativa con la población local, debiera ser una de las variables respuesta para evaluar el éxito de estas prácticas, asociada además a otros indicadores relacionados con la salud (e.g., incidencia de alergias, enfermedades respiratorias), el microclima (e.g. variación en T°, humedad aire), calidad agua y aire (e.g., partículas de carbón, elementos fosforados, etc.), o indicadores económicos (e.g., gasto municipal en salud, agua regadío, etc.).

3. Biodiversidad e Identidad regional

La ordenación del territorio urbano y rural es el reflejo del imaginario que las personas tienen del entorno en que desean vivir. Asimismo, es la ordenación del territorio la que en parte limita el potencial para imaginar la ciudad que queremos. En la actualidad la presencia y conocimiento de biodiversidad nativa en todos sus niveles, es escasa en la ciudad de Santiago. Ello redundan en un poco o nula valoración de este factor en el diseño de la ciudad, así como en el desarrollo e implementación de políticas destinadas a su conservación. Ello a pesar del tremendo valor biológico, patrimonial, y funcional que tiene la biodiversidad nativa de la zona central de Chile y de la Región Metropolitana de Santiago.

La recuperación y mantención de la biodiversidad nativa tanto en espacios urbanos como rurales de la Región de Santiago en de los espacios urbanos representa por ello casi un mandato. Las consecuencias de esta decisión redundarán en forma positiva no sólo en aspectos de salud, económicos, estéticos, sino que ellas se manifestarán asimismo en sentimientos de pertenencia e identidad. Este último es quizá el aspecto más relevante que puede otorgar la conservación de la biodiversidad nativa en la región.

La incorporación correcta de la dimensión ambiental en el desarrollo urbano, tiene efectos positivos tanto para los actores privados como públicos involucrados en el desarrollo, y son percibidos directamente tanto a escala local como global por las personas. Así, los objetivos de la conservación biológica, como un componente de la dimensión ambiental, se sobreponen en gran medida a los objetivos del desarrollo social (Rozzi et al. 2003).

6.4 MEJORAMIENTO DEL HÁBITAT URBANO

6.5.1 Espacios Públicos

Un componente central del hábitat urbano son las áreas verdes, parques y plazas, en los cuales la población tienen la posibilidad de realizar actividades recreacionales o descansar, y que además contribuyen a hacer más habitable la ciudad. En la actualidad los principales problemas que se enfrentan en Santiago, en relación con la construcción y mantención de áreas verdes tienen que ver con los recursos, los usuarios y la normativa. La escasez de recursos se refleja en el bajo número de espacios públicos habilitados y con mantención permanente. En algunas zonas los usuarios tienen responsabilidad en la escasa vida útil de estos espacios debido a destrozos y deterioro que ocasionan, lo cual va acompañado del abandono, precisamente debido a los problemas de seguridad (Ubal, 2000). La

normativa actual no facilita la participación de usuarios y del sector privado en la construcción y mantención de espacios públicos, con lo cual se pierde la posibilidad de incrementar las inversiones. Además los recursos destinados a este fin se encuentran dispersos en distintos organismos como el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el de Bienes Nacionales, Ministerio de Obras Públicas y los Municipios, que no trabajan conjuntamente (Ubal, 2000).

Otro aspecto importante es la calidad de las calles y avenidas, las cuales deben servir al objetivo de permitir el desplazamiento de vehículos motorizados, pero también deben destinar espacio suficiente para el tránsito peatonal. En este último aspecto la ciudad de Santiago tiene una gran deuda con sus habitantes, ya que muchas calles son intransitables, no cuentan con arborización ni mobiliario y carecen de seguridad para los peatones. Asimismo, en muy pocos casos se cuenta con ciclovías bien delimitadas que faciliten este tipo de transporte.

La distribución de los espacios públicos, en particular de áreas verdes por habitante, es muy desigual en Santiago. Las diferencias entre las comunas de más altos y más bajos ingresos, es tan marcada que en las primeras se registra una superficie 10 veces mayor de áreas verdes por habitante. La labor del Estado es en esta materia fundamental, ya que los municipios más pobres no cuentan con los recursos necesarios para la construcción y mantención de las áreas verdes. Una de las lecciones del Programa de Parques Urbanos del Ministerio de Vivienda es precisamente la necesidad de proveer recursos desde el nivel central para la mantención de parques en zonas pobres, de lo contrario éstos se deterioran por falta de cuidado, mantención y riego.

En función de las dificultades expuestas se elaboran las siguientes proposiciones:

1. Favorecer el financiamiento privado de espacios públicos

Frente al déficit actual de espacios públicos y a la escasez de recursos estatales para financiarlos, se hace necesario generar mecanismos que permitan la inversión privada con este fin. En Chile hay bastante experiencia en relación con la incorporación de la empresa privada en actividades tradicionalmente realizadas por el Estado, tales como

la construcción de vialidad urbana, recolección de basuras, construcción de obras de riego, entre otros. En el Área Metropolitana de Santiago hay numerosos terrenos baldíos, restos de antiguos pozos de extracción de áridos (en la zona sur), cauces secos de antiguos esteros, las riberas del Río Mapocho, entre otros, los cuales pueden ser habilitados como parques, y en algunos casos permiten la construcción de estadios u otras instalaciones deportivas mayores.

La concesión de estos espacios, que son bienes nacionales de uso público, que permita la explotación de una parte de ellos, con cobro a los usuarios y deje otras superficies de libre acceso, para todo público, puede ser un mecanismo apropiado a este fin. Para realizar este tipo de concesiones se debe establecer una regulación adecuada, que defina cuidadosamente las condiciones en que se debe mantener el espacio público, los cobros máximos posibles y las características de las zonas de libre acceso. También se puede privilegiar la realización de convenios entre las empresas concesionarias y las escuelas públicas, para que los niños puedan realizar actividades deportivas, ya que muchos establecimientos educacionales carecen de esta infraestructura y con ello se obtiene un doble beneficio.

2. Fortalecer la construcción y mantención de áreas verdes en zonas pobres

En aquellas zonas mayoritariamente habitadas por familias pobres no es una alternativa el concesionar espacios públicos. En este caso el Estado tiene la obligación de reforzar los programas de construcción de áreas verdes y deportivas, asegurando la mantención de ellas, la cual incluye riego, reparaciones, pago de iluminación, etcétera. Sólo de esta manera se puede asegurar el mejoramiento del hábitat urbano en estas comunas, ya que los municipios no disponen de los ingresos necesarios para hacer frente a estos gastos. La participación de la comunidad en la construcción de áreas verdes de menor tamaño ha demostrado ser una buena manera de asegurar que los propios usuarios cuiden y mantengan estos espacios.

Con una iniciativa sostenida de parte del Estado se podrá revertir la tremenda disparidad que existe entre las comunas de altos y bajos ingresos en Santiago.

6.5.2 Producción de Residuos

Sólidos

El crecimiento poblacional, aumento del consumo y la prohibición del uso de incineradores son las causas que se han sumado para provocar un sostenido incremento en la cantidad de residuos sólidos domiciliarios en Santiago. Esto trae aparejado la necesidad de nuevas y mayores superficies para la disposición final, los cuales deben estar cada vez más alejados de los centros urbanos debido a los conflictos sociales que ocasiona su localización, encareciendo de paso el costo de manejo. La mantención de estas tendencias significará a futuro persistentes dificultades de gestión de los RSD (CONAMA, 1997).

Al analizar el sistema de gestión de los residuos sólidos en Santiago, se puede concluir que no incorpora criterios de sustentabilidad en su operación. Ello porque no contiene incentivos para la disminución de la producción de residuos, la tarifa cobrada a los usuarios es independiente de la cantidad de residuos y no se cobra a todos los usuarios, con lo cual no se puede percibir el costo real del servicio. Por su parte, las Municipalidades contratan empresas de transporte y recolección, pagando por tonelada transportada, pero debido a la existencia de economías de escala, los costos unitarios suelen disminuir cuanto mayor es la cantidad a disponer. Por esta razón los municipios tampoco tienen incentivos para realizar programas de reciclaje o campañas para la disminución de la producción de basuras.

El sistema de gestión de los residuos sólidos de Santiago favorece el incremento de la producción de basuras y carece de cualquier incentivo para el reciclaje y la disminución de materiales desechables. En una economía de mercado, los incentivos y las regulaciones constituyen la orientación para todos los agentes que operan en un mercado específico, pero estas orientaciones no existen en Santiago.

Las recomendaciones de política son las siguientes:

1. Localización de rellenos sanitarios

Al mismo tiempo, la antigüedad de los vertederos existentes, ha obligado la creación de nuevas alternativas para la disposición final. Estos

representan un mayor costo para la sociedad debido a las ubicaciones más lejanas de la ciudad y a la mayor exigencia de las normas sanitarias y ambientales, que obligan a desarrollar un mayor nivel tecnológico en los vertederos.

La localización de los rellenos sanitarios se hace de acuerdo con la disponibilidad de suelos y en función de negociaciones que las empresas puedan hacer con los municipios, para disminuir la presión vecinal que impide su eventual localización. Este fue el mecanismo empleado por la empresa KDM para la construcción de Lomas de Los Colorados, en la comuna de Til-Til, ya que comprometió la construcción de una escuela y el aporte de una cantidad anual de recursos para inversión en infraestructura comunitaria. La capacidad de negociación de la empresa determina entonces la localización del vertedero, y no criterios tales como la disminución de las distancias recorridas o la ausencia de externalidades sobre otras actividades económicas.

Se debe determinar con anticipación las condiciones que deben cumplir los rellenos sanitarios para su emplazamiento, haciendo transparente y público el proceso de selección de alternativas, para evitar suspicacias y disminuir la percepción de arbitrariedad que se genera en la opinión pública al desconocer los criterios de selección de una localización en particular.

2. Reciclaje

El reciclaje de desechos sólidos permite conservar los recursos naturales, disminuir el consumo de energía en los procesos productivos y alargar la vida útil de materiales manufacturados. Sin embargo, de acuerdo con CONAMA (1997) el proceso de reciclaje implica costos a los municipios o entidades responsables, ya que los ingresos percibidos por la venta de estos productos son inferiores a los costos de inversión y operación. Por ellos sería necesaria una subvención para este servicio.

En la medida que existan mayores alternativas de reciclaje – vidrio, plásticos, papel, cartones – mayor efecto tendrá el incentivo

económico para reducir la cantidad producida. Las experiencias nacionales en reciclaje y el aumento creciente de los centros de recepción de residuos reciclables, junto a los incentivos sociales que acompañan estos programas permiten proyectar que la participación de los usuarios en los programas de reciclaje será creciente. (CONAMA, 1997)

Para que sea posible incrementar significativamente el reciclaje debe existir una política decidida al respecto, coordinada entre las distintas instituciones que intervienen en el proceso y que debe abordar todos los aspectos del manejo de residuos sólidos domésticos: generación, separación, tratamiento, disposición final y reciclaje.

3. Tarificación de las basuras

Como una estrategia para incentivar la disminución de la generación de desechos, se ha estudiado la tarificación por unidad depositada. Este constituye un mecanismo económico que permite al usuario percibir directamente el costo del servicio, y además esforzarse por disminuir la producción de basuras, ya que ello se traduce en un menor pago por el servicio. Esta establece una diferencia radical con la situación actual, en la cual se paga una cantidad fija, lo que determina que los habitantes que generan una pequeña cantidad de residuos subsidien a quienes producen una mayor cantidad.

Por lo tanto, la tarificación diferenciada por unidad constituye un sistema más equitativo que, además, es consecuente con el principio “el que contamina paga”, establecido en la Ley de Bases del Medio Ambiente de Marzo de 1994 y en la Declaración de Río, como uno de los pilares de la política ambiental (CONAMA, 1997).

Pero un programa de tarificación debe estar acompañado de alternativas de reciclaje ya que los usuarios pueden tener así una posibilidad adicional de disminuir sus residuos, más allá de las modificaciones de consumo que deben hacer para este fin. Datos de EPA (1992) citados por CONAMA indican que los programas de reciclaje y compostaje absorben entre un 8% a 13% más de basura en peso cuando son utilizados en forma complementaria con este sistema de tarificación.

6.6 BIBLIOGRAFIA

visión ambiental regional y la creación de sistemas armonizados a nivel regional que apoyen el proceso de toma de decisiones.

DI CASTRI F & ER HAJEK (1976) Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica, Universidad Católica de Chile, Santiago.

IRIARTE A (1997) Regulaciones al acceso a los recursos biológicos en Chile: un desequilibrio entre flora y fauna silvestre. *Noticiero de Biología* 5: 92-97.

CONAMA 1994 "Ley de Bases Generales del Medio Ambiente" CONAMA, Santiago.

CONAMA, 1997 "Tarificación diferenciada para la basura domiciliaria el manejo de residuos sólidos domiciliarios en base a la cantidad generada" Documento de Trabajo N° 6, Serie Economía Ambiental, CONAMA, Santiago.

MILLER SD, J ROTTMANN, KJ RAEDEKE & RD TABER (1983) Endangered mammals of Chile: status and conservation. *Biological Conservation* 25: 335-352.

PIZARRO R, SALAZAR C, BRAVO C, CARO J (2000) "Recursos Hídricos" en Informe país: Estado del Medio Ambiente en Chile 1999" Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, LOM Ediciones, Santiago.

ROZZI R, MASSARDO F, SILANDER J Jr., ANDERSON C, A. MARÍN (2003) "Conservación biocultural y ética ambiental en el extremo austral de Sudamérica: Oportunidades y dificultades para el bienestar social" En: FIGUEROA E & JA SIMONETTI (eds) *Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena*: 87-116. Editorial Universitaria, Santiago.

SIMONETTI J., ARROYO M.T.K., SPOTORNO A., LOZADA E., (1995) Editores: "Diversidad Biológica en Chile" CONICYT, Santiago Informe GEO CIUDADES forma parte de un conjunto de iniciativas del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente que responden al llamado del Foro de Ministros del Medio Ambiente de América Latina y El Caribe que ha señalado la necesidad de generar una