

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento Silvicultura

PROPUESTA DE MANEJO DEL ARBOLADO Y RODALES URBANOS
UBICADOS EN EL SECTOR DE LA LAGUNA LAS TRES PASCUALAS
CIUDAD DE CONCEPCIÓN



MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCIÓN - CHILE

1999

**PROPUESTA DE MANEJO DEL ARBOLADO Y RODALES URBANOS
UBICADOS EN EL SECTOR DE LA LAGUNA LAS TRES PASCUALAS,
CIUDAD DE CONCEPCIÓN**

Profesor Asesor

Miguel Espinosa Bancalari
Profesor Titular
Ingeniero Forestal, Ph D.

Profesor Asesor

Fernando Muñoz Sáez
Profesor Asistente
Ingeniero Forestal

Director

Departamento Silvicultura

Manuel Sanchez Oláte
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal, Dr.

Decano

Facultad de Ciencias
Forestales

Fernando Drake Aranda
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal

Calificación de la memoria de título:

Miguel Espinosa B. :80 puntos (Ochenta puntos)
Fernando Muñoz S. :89 puntos (Ochenta y nueve puntos)

Dedicada con mucho cariño:

A mi recordada madre (q.e.p.d.), padre y hermanos, por todo el apoyo constante que me entregaron, durante el transcurso de mis estudios.

A mi querida esposa, por su valiosa colaboración que me permitió finalizar esta memoria de título.

Y en especial, a mi hijo Oscar Javier, a quién deseo entregar el día de mañana, un ambiente urbano más habitable.



Mis Agradecimientos:

A Dios, por no haberme abandonado en los momentos en que mi salud estuvo delicada, lo que permitió finalmente terminar con éxito, esta memoria de título.

A quienes fueron mis profesores asesores y colaboradores directos en esta memoria. Don Miguel Espinosa Bancalari, y don Fernando Muñoz Sáez.

Finalmente, agradezco la colaboración de los arquitectos y docentes de la Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, de la Universidad del Bío-Bío, señores Roberto Lira Olmo y Sergio Baeriswyl Rada.



INDICE DE MATERIAS

| CAPÍTULOS | PÁGINA |
|-----------|---|
| I | INTRODUCCION..... 1 |
| II | METODOLOGÍA..... 3 |
| | 2.1 Descripción y características del área de estudio..... 3 |
| | 2.2 Evaluación y característización del arbolado urbano..... 4 |
| | 2.3 Diagnóstico integrado..... 6 |
| | 2.4 Elaboración del plan de manejo forestal del arbolado y rodales urbanos..... 6 |
| III | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 8 |
| | 3.1 Antecedentes ambientales del área de estudio..... 8 |
| | 3.1.1 Clima..... 8 |
| | 3.1.2 Geomorfología..... 9 |
| | 3.1.3 Geología..... 10 |
| | 3.1.4 Hidrología..... 12 |
| | 3.1.5 Vegetación natural..... 15 |
| | 3.1.6 Vida silvestre..... 16 |
| | 3.2 Antecedentes urbanos del área de estudio. 17 |
| | 3.2.1 Historia..... 17 |
| | 3.2.2 Uso del suelo..... 18 |
| | 3.2.3 Nivel de urbanización..... 23 |
| | 3.2.4 Condiciones sociales..... 30 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3 | Caracterización y evaluación del arbolado y rodales urbanos dentro del área de estudio..... | 36 |
| 3.3.1 | Composición de especies..... | 36 |
| 3.3.2 | Estructura morfométrica de los árboles urbanos..... | 44 |
| 3.3.3 | Manejo forestal del arbolado y rodales urbanos..... | 46 |
| 3.3.4 | Estado fitosanitario del arbolado y rodales urbanos..... | 46 |
| 3.3.5 | Daños detectados en el arbolado y rodales urbanos..... | 48 |
| 3.4 | Evaluación de los problemas y/o conflictos detectados con el arbolado urbano dentro del área de estudio..... | 55 |
| 3.5 | Propuesta de manejo al arbolado y rodales urbanos..... | 57 |
| 3.5.1 | Técnicas de silvicultura urbana aplicables..... | 59 |
| 3.5.2 | Plan de rehabilitación urbana y paisajística..... | 62 |
| 3.5.3 | Selección de especies..... | 65 |
| 3.5.4 | Sistema de plantación..... | 69 |

| | | |
|------|-------------------|----|
| IV | CONCLUSIONES..... | 71 |
| V | RESUMEN..... | 73 |
| VI | SUMMARY..... | 74 |
| VII | BIBLIOGRAFÍA..... | 75 |
| VIII | APENDICE..... | 81 |
| IX | ANEXO..... | 83 |



INDICE DE TABLAS

| TABLA N° | | PÁGINA |
|--------------------|---|--------|
| <u>En el texto</u> | | |
| 1 | Grado de materialidad de las calles que componen el área de estudio (Sector Laguna Las Tres Pascualas)..... | 26 |
| 2 | Especies que forman el arbolado urbano y antecedentes de la acera en las calles perimetrales del área de estudio..... | 39 |
| 3 | Composición de árboles urbanos y antecedentes de la acera en las calles interiores del área de estudio..... | 40 |
| 4 | Valores promedios de variables morfométricas: Dap, altura total (H), altura de fuste (Hf) y altura de copa (hcp) por especie en las calles que más influyen sobre la Laguna Las Tres Pascualas..... | 45 |
| 5 | Árboles plantados en las aceras que presentan pérdidas de corteza en el fuste..... | 49 |
| 6 | Árboles plantados en las aceras que presentan incrustaciones metálicas (e.g. clavos) en la corteza..... | 51 |

| | | |
|---|--|----|
| 7 | Árboles plantados en las aceras con problemas de canchros y con más del 50% de su corteza podrida..... | 53 |
| 8 | Cantidad de árboles que presentan una pérdida temprana de hojas por calle..... | 54 |
| 9 | Especies recomendadas para arborizar las áreas degradadas, en las aceras de calles dentro del área de estudio..... | 68 |

En el apéndice

| | | |
|----|--|----|
| 1A | Formulario para caracterizar el estado fitosanitario de los árboles y rodales urbanos existentes en el Sector Laguna Las Tres Pascualas..... | 81 |
| 2A | Cantidad y porcentaje de árboles urbanos de la especie acacio de bola que levantan ó rompen pastelones en la acera de las calles: Paicaví, Bulnes, Lientur, Ainavillo, Galvarino y Cruz..... | 82 |

En el Anexo

| | | |
|----|---|----|
| 1B | Antecedentes hidromórficos y ambientales de la Laguna Las Tres Pascualas (Pérez, 1997)..... | 83 |
| 2B | Efecto de la cubierta arbórea sobre el coeficiente de escorrentía (TRAGSA-TRAGSATEC, 1994)..... | 84 |
| 3B | Algunas recomendaciones del tamaño de las fajas de amortiguación y zonas ribereñas que permiten proteger la calidad del agua (Avello, 1997)..... | 85 |
| 4B | Sensibilidad de algunas especies de árboles latifoliados a la contaminación atmosférica (Del Cañizo y González, 1994)..... | 86 |
| 5B | Sensibilidad de algunas especies de coníferas a la contaminación atmosférica (Del Cañizo y González, 1994)..... | 87 |
| 6B | Arbustos ornamentales resistentes a la contaminación atmosférica de compuestos específicos como: SO ₂ , F, Pb, CO, CO ₂ , NO y NO ₂ (Del Cañizo y González, 1994)..... | 88 |

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° PÁGINA

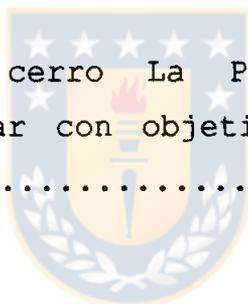
En el texto

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Area de estudio limitada por el polígono que forma la calle Vicuña Mackenna por el noroeste, calle Bulnes por el sureste, calle Lientur por el noreste y calle Paicaví por el suroeste..... | 3 |
| 2 | Plano del área de estudio zonificada. Zona norte: Sector Vicuña Mackenna (Rojo); Zona Sur: Sector Bulnes (Azul); Zona Poniente: Sector Paicaví (Amarillo) y Zona Oriente: Sector Cerro La Pólvora (Verde)..... | 5 |
| 3 | Vista de la Laguna Las Tres Pascualas, desde su lado norte..... | 12 |
| 4 | Plano de la ciudad de Concepción en el año 1752, elaborado por Domingo Ortiz de Rozas. En él se aprecia la repartición de solares y dos lagunas. La de la izquierda corresponde a la Laguna Las Tres Pascualas y en el centro se muestra la Laguna de los Negros, actualmente rellena..... | 19 |

- 5 Plano de Concepción, el año 1856. En el se muestra como la ciudad se ha desplazado hacia el nororiente, llegando casi al borde Sur de la Laguna Las Tres Pascualas..... 20
- 6 El área de estudio, Laguna Las Tres Pascualas, según el nuevo Plan Regulador de Concepción (En elaboración)..... 22
- 7 Vista aérea de parte del sector de Vicuña Mackenna, donde puede apreciarse una gran concentración de viviendas precarias, que significan un serio problema social, pues habitan en terrenos privados, sin servicios de alcantarillado y con conexiones clandestinas de agua potable y electricidad..... 28
- 8 La fotografía muestra el área verde municipal existente en calle Paicaví, único espacio de uso público habilitado para acceder en forma directa al borde de la Laguna..... 29
- 9 Plano de ubicación de las ocupaciones irregulares existentes en el sector: Vicuña Mackenna (Rojo); Bandera (Verde); Manuel Rodríguez (Café); Ranquil (Celeste); Janequeo (Amarillo) y Bulnes (Azul)..... 31

| | | |
|----|--|----|
| 10 | La fotografía muestra el sector de Bulnes donde vive un núcleo poblacional de 34 familias emplazado en terrenos de bienes nacionales de uso público..... | 34 |
| 11 | Cantidad de árboles urbanos presente en cada una de las aceras de las calles censadas, dentro del área de estudio..... | 38 |
| 12 | Pasaje Las Camelias una de las calles interiores que existen en el área de estudio, donde no existen árboles plantados en la acera..... | 42 |
| 13 | Vista aérea del cerro La Pólvara, actual Campus Las Tres Pascualas, Universidad San Sebastian. En este lugar se encuentran las principales formaciones forestales del área de estudio, compuestas por: aromo común, aromo australiano, álamo plateado, ciprés, eucalipto, pino radiata y sauces..... | 43 |
| 14 | El aromo común forma una de las formaciones boscosas más interesantes desde el punto de vista paisajístico dentro del sector de la Laguna Las Tres Pascualas..... | 44 |
| 15 | Estado sanitario del arbolado urbano dentro del sector..... | 47 |

- 16 Pérdida de parte de la corteza del fuste de un acacio de bola, plantado en la acera de calle Galvarino, esquina Bulnes..... 50
- 17 Inserción de clavos en la corteza para colgar bolsas de basura la que produce malformaciones o protuberancias en el fuste..... 51
- 18 La fotografía muestra un acacio de bola que se encuentra afectando los tendidos eléctricos y telefónicos en calle Bulnes..... 56
- 19 Laderas del cerro La Pólvara, que se propone manejar con objetivos estéticos y paisajísticos..... 61
- 20 La fotografía muestra una de las especies nativas elegidas para plantar dentro del sector, se trata del Maitén. Estos árboles en particular, se encuentran en la Remodelación Paicaví..... 67



INTRODUCCIÓN

La ciudad de Concepción, posee una gran diversidad de paisajes y ambientes naturales, entre los que destaca la Laguna Las Tres Pascualas.

En el XI Congreso Forestal Mundial, desarrollado en Antalya, Turquía, en 1997, se discutió la importancia de las zonas verdes en el bienestar del ser humano, en la biodiversidad y en el medio ambiente. Una de las conclusiones del Congreso fue que la silvicultura urbana debe ser la disciplina encargada de expandir la infraestructura verde de las ciudades, rehabilitando y restaurando los ecosistemas boscosos existentes en el interior de ellas (Nilson y Randrup, 1997).

Kuchelmeister y Bratz (1993), definen silvicultura urbana como una rama especializada de la silvicultura, que tiene por finalidad el cultivo y la ordenación de árboles con miras a aprovechar la contribución actual y potencial que éstos pueden aportar al bienestar de la población urbana, tanto del punto de vista fisiológico, como sociológico y económico. En su sentido más amplio, el concepto de silvicultura urbana se refiere a un sistema múltiple de ordenación que incluye las cuencas hidrográficas municipales, el hábitat de las especies animales silvestres, las oportunidades de esparcimiento al aire libre, el diseño del paisaje, la recuperación de desechos en el ámbito municipal, el cuidado de los árboles en general y la producción de fibra de madera como materia prima.

El objetivo general de esta memoria de título es: planificar un adecuado manejo a la vegetación que rodea el entorno de la Laguna Las Tres Pascualas, aplicando silvicultura urbana y paisajismo.

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Caracterizar las distintas zonas que puedan ser diferenciadas dentro del área de estudio, recopilando antecedentes ambientales como: clima, geología, geomorfología, hidrología, vegetación natural y vida silvestre. Junto con antecedentes urbanos, como: historia, uso del suelo, nivel de urbanización y condiciones sociales de la población residente.
2. Caracterizar y evaluar el arbolado, presente en el área de estudio, a través de un censo y toma de datos que permita cuantificar la composición de especies, estructura, manejo y estado fitosanitario.
3. Identificar y analizar los problemas o conflictos que presenta el arbolado urbano en el ambiente en que se encuentra situado.
4. Proponer un plan de manejo forestal al arbolado y rodales urbanos del tipo boscoso, existente dentro del área de estudio, que considere un análisis integrado de la información generada, permitiendo la identificación de áreas que necesiten de rehabilitación y restauración.

II. METODOLOGÍA

2.1 Descripción y características del área de estudio.

El área de estudio se ubica entre los $36^{\circ}48'50''$ latitud sur y los $73^{\circ} 02' 30''$ longitud oeste, dentro del radio urbano de la ciudad de Concepción. Abarca 36 ha, formando un polígono que tiene como límites a la calle Vicuña Mackenna hacia el noroeste, Bulnes por el sureste, calle Lientur por el noreste y calle Paicaví por el suroeste (Fig. 1).

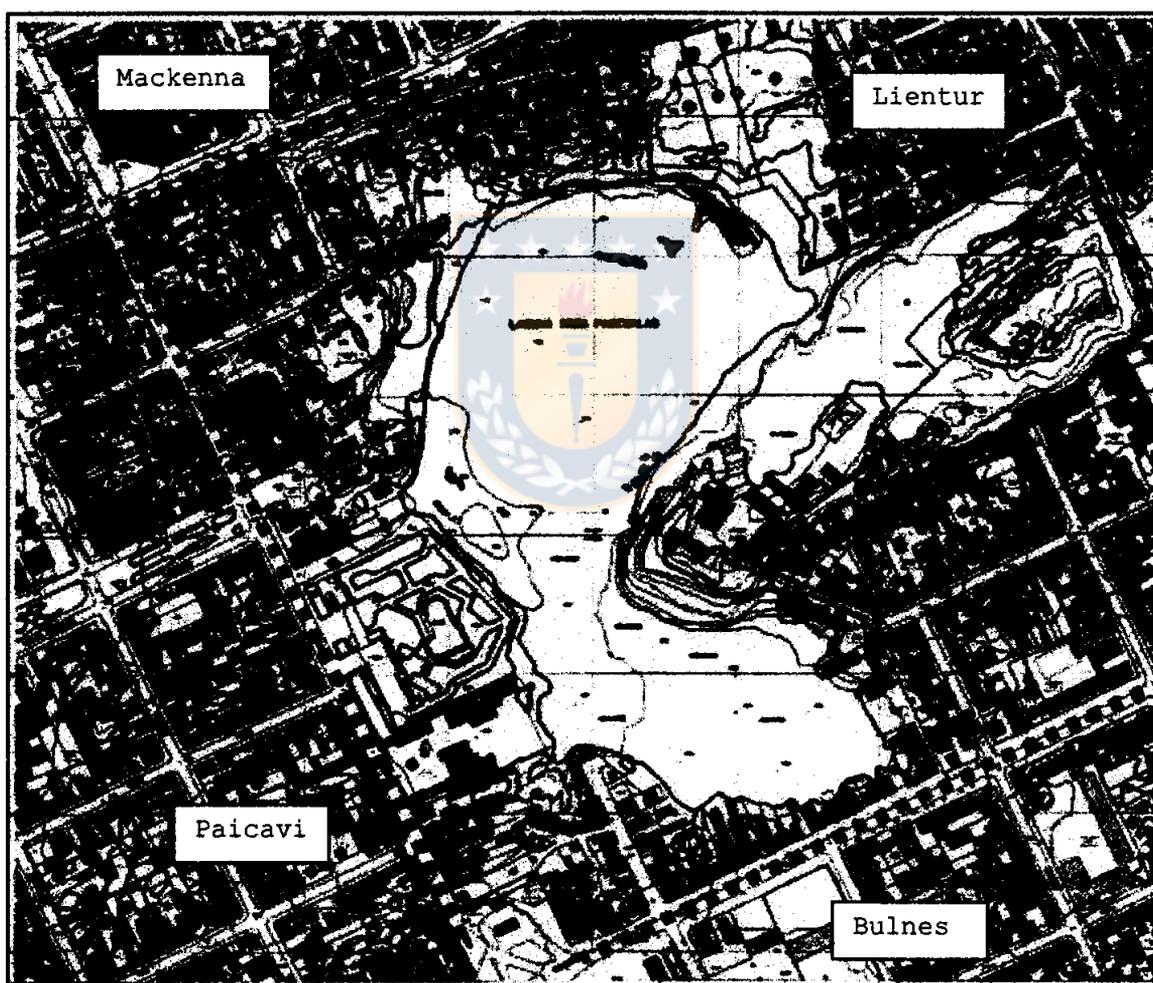


FIGURA 1. Área de estudio limitada por el polígono que forma la calle Vicuña Mackenna por el noroeste, calle Bulnes por el sureste, calle Lientur por el noreste y calle Paicaví por el suroeste.

Hacia el sureste se encuentra un importante centro residencial denominado Remodelación Paicaví y un histórico centro de reunión conocida como Plaza Condell. Hacia el noreste se encuentra el sector denominado Barrio Norte.

El área de estudio se integra al resto de la ciudad, a través de la Avenida Manuel Rodríguez y las calles Camilo Henríquez, Janequeo, Lientur y Paicaví.

2.2 Evaluación y caracterización del arbolado urbano.

Para caracterizar y evaluar de mejor forma el arbolado y rodales urbanos presentes en el área de estudio, se dividió el área en cuatro zonas, denominadas: Zona norte: Sector Vicuña Mackenna; Zona Sur: Sector Bulnes; Zona Poniente: Sector Paicaví y Zona Oriente: Sector Cerro La Pólvora (Fig. 2).

Dentro de cada zona, se caracterizó y evaluó el arbolado urbano plantado en las aceras de calles; se identificó las especies que se encontraban en el interior de sitios particulares y en las áreas verdes; y se caracterizó y evaluó los árboles aislados y rodales urbanos que existían en la península del cerro la Pólvora.

Para caracterizar y evaluar la vegetación existente en las calles y pasajes se planificó un inventario forestal que consistió en un censo. Este se ejecutó en mes de Enero de 1998, y abarcó un total de 6520 metros lineales de calles y pasajes.

El censo consideró la identificación de la especie; análisis de la estructura del árbol (diámetro de fuste a

1,3 m, desde el suelo, en cm; altura total, (H), en m; altura del fuste, (Hf), en m, y altura de copa (Hcp), en m); estado de manejo, forma de copa (según Chanes 1995) y evaluación fitosanitaria (Tabla 1 A).

Para caracterizar y evaluar los rodales y arboles aislados ubicados en el interior de sitios y en el cerro la Pólvara, se optó por visitar las propiedades y realizar algunas mediciones puntuales para evaluar estructura, composición, estado de manejo y estado fitosanitario.

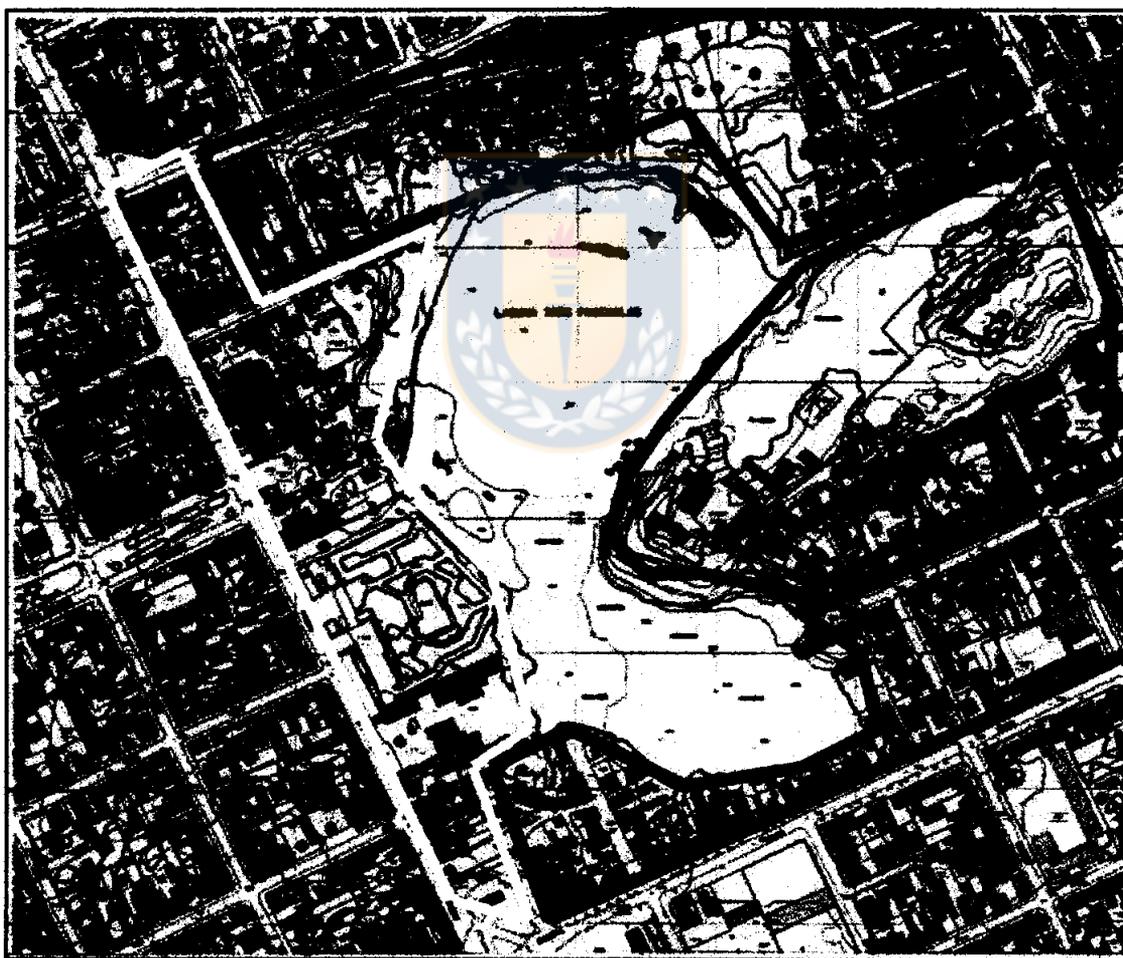


FIGURA 2. Plano del área de estudio zonificada. Zona norte: Sector Vicuña Mackenna (Rojo); Zona Sur: Sector Bulnes (Azul); Zona Poniente: Sector Paicaví (Amarillo) y Zona Oriente: Sector Cerro La Pólvara (Verde).

2.3 Diagnóstico integrado.

Luego de haber caracterizado y evaluado el arbolado de calles, los rodales y árboles aislados presentes en el área de estudio, se determinaron los problemas y/o conflictos que presenta el arbolado urbano, junto con la identificación de sectores que necesitan rehabilitación y/o restauración de la vegetación.

Para determinar qué áreas necesitaban de rehabilitación o restauración se definió **área degradada**, como: "la superficie de suelo urbano de uso público, desprovista de cobertura arbórea, ya sea por vandalismo, problemas de sitio (condiciones edáficas) que provocó un deterioro progresivo del árbol significándole la muerte ó simplemente por que nunca ha sido plantado un ejemplar, en ese sitio; la superficie ubicada en pendiente, que presenta una baja cobertura arbórea, escasa presencia de arbustos y plantas herbáceas y por las condiciones de suelo y clima es vulnerable a procesos de remoción en masa".

2.4 Elaboración del plan de manejo forestal del arbolado y rodales urbanos.

El plan de manejo forestal, aplica métodos de silvicultura urbana, orientados a satisfacer el deterioro existente en los árboles urbanos, junto a solucionar los conflictos que estos generan en el área de estudio.

Una de las mayores dificultades que se abordó fue la entrega de una técnica de poda que permita la formación de las copas de los árboles urbanos, de tal modo que tengan una altura suficiente, que permita el normal paso de

peatones y/o vehículos; evitando los conflictos con los diferentes tendidos aéreos de transmisión: electricidad y teléfono; evitando, además, que las señalizaciones y semáforos queden ocultos tras el follaje y ramas.

Por último, se entrega una selección de especies arbóreas, que pueden ser consideradas por futuros Programas de Arborización Urbana.

Esta selección de especies, no sólo se enfoca en proporcionar un mejoramiento del paisaje urbano sino que persigue contribuir en mejorar las condiciones ambientales del entorno de la Laguna Las Tres Pascualas. Por ejemplo: disminuir la sedimentación y contaminación del agua de la Laguna, con la propuesta de un borde de protección arbolado; disminuir los niveles de contaminación atmosférica y acústica con una adecuada propuesta de remplazo y conservación del arbolado urbano existente en las calles, junto al diseño de barreras arbóreas que controlen el polvo y el ruido ambiente; y mejorar el hábitat para la vida silvestre residente y visitante de la Laguna, a través de refugios para la avifauna.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Antecedentes ambientales del área de estudio

3.1.1 Clima

El clima del sector corresponde al templado cálido, de Tipo Mediterráneo, caracterizado por la presencia de cuatro meses fríos y húmedos bien marcados, que agrupan entre 62 y 75 por ciento del monto total de las precipitaciones anuales, las que fluctúan entre los 1000 mm al norte y entre 1300 y 1400 mm al sur de la VIII Región (CIER-SERPLAC, 1977).

Con respecto a las temperaturas, no se observan situaciones extremas ya que la cercanía del Océano Pacífico ejerce un fuerte poder moderador. Según datos entregados por EMESA Ltda. (1984), existirían tres meses cálidos: Diciembre, Enero y Febrero con temperaturas superiores a 15°C, en donde el mes más cálido sería Enero con una media de 16,1°C. Entre Marzo y Mayo el clima puede clasificarse como templado cálido, al igual que entre Octubre y Noviembre con temperatura media superior a 10°C. Los meses más fríos serían entre Junio y Septiembre con temperaturas inferiores a 10°C.

Los vientos predominan en dirección suroeste, entre los meses de Octubre a Marzo, presentando una fuerza promedio que varía entre los 8,1 y 11,2 nudos. Entre los meses de Abril y Septiembre, predominan los vientos de dirección Norte, con promedios que fluctúan entre 7,6 y 13 nudos (EMESA Ltda., 1984).

3.1.2 Geomorfología

La geomorfología del área, está condicionada a lo que es la terraza aluvial del río Bío-Bío, construida durante el Pleistoceno Superior y Holoceno. Esta llanura, formada por las arenas negras procedentes del río Laja, presenta profundidades hasta 107 m bajo el nivel del mar lo que queda explicado por el aluvionamiento siempre abundante de los cursos inferiores y por fenómenos de subsidencia isostática ocasionadas por la sobrecarga de la fosa estructural (Mardones, 1978).

El viento, las defluviaciones propias a un sector de subsidencia y fenómenos de rejuvenecimiento tectónico relativamente recientes dan a la terraza una topografía y modelado muy irregular. En particular, el área de estudio se caracteriza por la presencia de la depresión hidrográfica de la Laguna Las Tres Pascualas, que se extiende desde la llanura central, aproximadamente calle Castellón, hasta los bordes norte y sur poniente del cerro La Pólvora, alcanzando un área aproximada a las 45 ha (Pérez, 1997).

El cerro la Pólvora, cuya cota más alta, en lo que corresponde al área de estudio es de 42 m.s.n.m. (López, 1997), marca una presencia importante dentro del área de estudio.

La altura promedio del espejo de agua de la Laguna es de 8,50 m.s.n.m. Alrededor del lecho, la máxima depresión coincide con el eje de la calle Prieto, corredor natural de drenaje desde la cuenca hacia la Laguna, que en su

intersección con calle Paicaví llega a tener una cota aproximada a los 10,0 m.s.n.m.

La línea férrea, que corresponde a un sector de terraplén, bordea el sector norte del área de estudio. Alcanza en su nivel más alto, la cota de 16 m sobre el nivel del mar (López, 1997).

Al norte de la Laguna Las Tres Pascualas, entre el cerro La Pólvora y Chacabuco, en los Barrios Norte y Chillancito, el área es modelada por dunas interiores, estabilizadas por la vegetación. El transporte eólico generado por el encajamiento local del viento sur, seleccionó el material asociando a estas formas una gran cantidad de limos y arcillas.

3.1.3 Geología

Pérez (1997) señala que el área de estudio, presenta de acuerdo con la carta tectónica de Gali, las siguientes características: una formación geológica denominada cerro la Pólvora, formado por una plataforma sedimentaria (PS) que corresponde a arenas y arcillas apoyadas en rocas clásticas que emergieron y dieron forma al cerro. En él existen rocas graníticas hacia la ladera sur occidental.

Hacia el costado sur se encuentran dispuestos de suroeste a noroeste, coluviones de ladera (C) de espesor reducido y de poca estabilidad para fundaciones. Todo este sector está fuertemente antropizado, lo que ha generado inestabilidad en las laderas, por lo que se hace necesario su forestación y protección de taludes.

Los suelos en el entorno de la Laguna poseen una deficiente calidad estructural, producto de una diversidad de rellenos artificiales, incluidos restos orgánicos y escombros que varían en espesor hasta los 1,5 m de profundidad (Pérez, 1997).

Según Mardones (1978), en la parte más profunda del relleno, se encuentran arenas del tipo Bío-Bío (Add), de color oscuro, andesítico-basáltico de origen piroclástico, aportadas por erupciones del volcán Antuco y transportadas por el sistema fluvioglaciario del Laja, que llegan hasta los 30 m de profundidad, presentan una mejor capacidad de soporte y compresividad para la fundación; en tanto que permite la forestación de especies adaptadas a texturas arenosas, con un drenaje bueno a excesivo. Hacia el sector sur, se alternan las arenas del Bío-Bío, rellenas con las dunas de arenas negras (D).

Hacia el norte de la Laguna, sobre las arenas descritas, se encuentran arenas de dunas y limos, cuyo espesor máximo es de aproximadamente 4,0 m. Estructuralmente es muy irregular y fácilmente erosionable, lo que demanda estudios específicos de mecánica de suelo (Mardones, 1978).

Es importante señalar que existe una gran cantidad de barros, turbas y otros materiales pobremente drenados en el antiguo lecho del lago hacia el norte y sur, de no más de 3,00 m de profundidad, de muy mala calidad como suelo de fundación (Mardones, 1978).

3.1.4 Hidrología

La Laguna Las Tres Pascualas, limnológicamente corresponde a un lago de origen léntico (Ryding y Rast, 1992). Tiene una superficie estimada de 5,89 ha de extensión, un ancho máximo de 217 m, un ancho medio de 145 m, un largo máximo de 406 m, una línea de costa de 1150 m y un volumen total de agua de 300.135 m³ (Pérez, 1997) (Fig. 3).

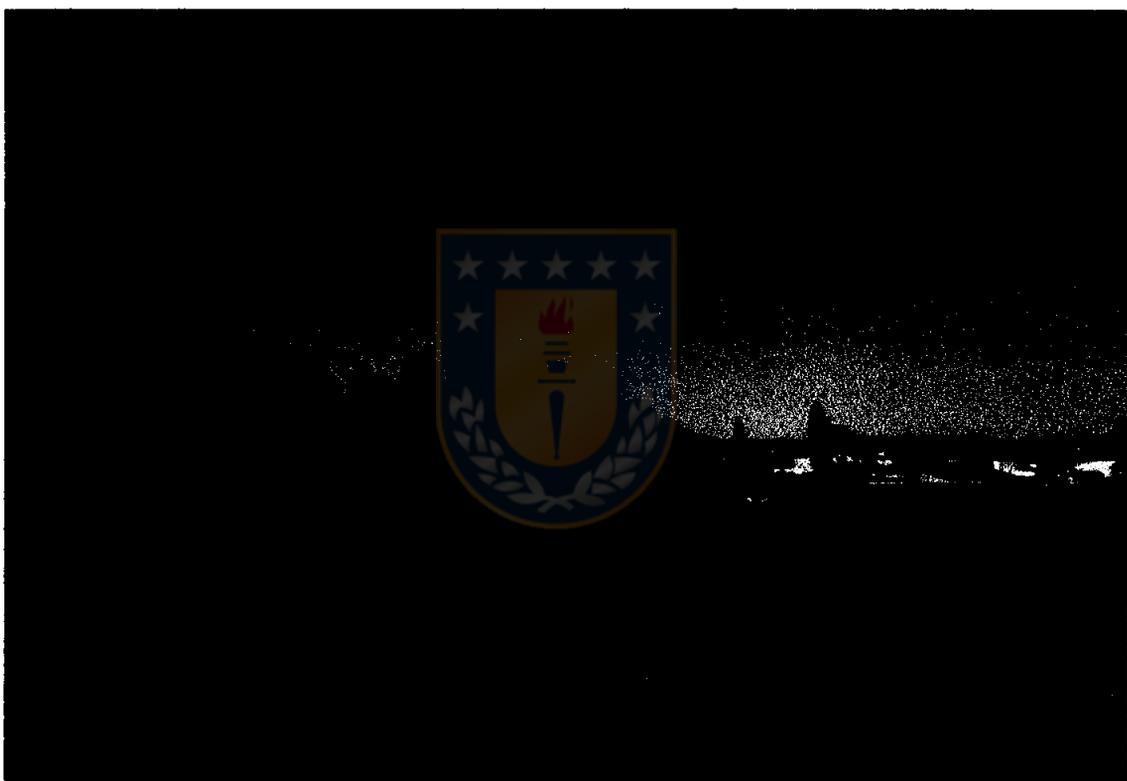


FIGURA 3. Vista de la Laguna Las Tres Pascualas, desde su lado norte.

Mardones (1978), señala que al sur del cerro La Pólvara, la forma aterrazada de sus laderas fue accidentada por numerosos canales de defluviación que drenaban hacia lo que hoy es calle Maipú y las Heras. Hoy en día, existe en dichas calles un largo brazo de rellenos artificiales,

producidos luego del terremoto de 1939, el cual tiene dirección hacia el río Andalién. De esta forma, es muy probable que este antiguo drenaje confluyera hacia el río Bío-Bío, en épocas pasadas.

Mardones (1978) señala que la precipitación directa sobre la cuenca, junto a una alta napa freática y un flujo de agua, en dirección norte, en forma de drenaje subterráneo de las aguas lluvias de su cuenca natural, serían los aportes (imput) al cuerpo acuático.

Los egresos están representados por flujos superficiales, subsuperficiales y subterráneos que tienen salida en dirección al río Andalién. Más las pérdidas por evapotranspiración e intercepción.

Aplicando el modelo hidrológico propuesto por TRAGSA-TRAGSATEC (1994), el agua almacenada se representa por la absorbida por la vegetación, microfauna del suelo, litera, matriz del suelo y por la propia Laguna.

En lo que respecta a la calidad del agua de la Laguna, diversos estudios señalan que el excesivo aporte de nutrientes disuelto en las aguas lluvias que llegan a la Laguna provoca que este cuerpo acuático se encuentre eutroficado, lo que provoca la estimulación de una serie de cambios sintomáticos, como el incremento en la producción de algas y macrófitas y el deterioro de la calidad del agua (Rydyng and Rast, 1992) (Tabla 1 B).

En la Laguna, algunas muestras tomadas al agua, han registrado entre 10.000 y 24.000 coliformes por 100 ml de agua. Actualmente, según el Departamento del Ambiente del

Servicio de Salud Concepción existen 540 coliformes fecales por cada 100 ml de agua (SSC, 1998). Aunque estas cifras permiten el uso recreativo de este cuerpo lacustre (según la norma chilena NCH1333-1977 ¹).

Dado que en el área no existe una faja de amortiguación que reduzca los contaminantes que ingresan al agua, esta debiera crearse en función de cuatro variables: (1) condiciones físico-químicas del suelo en el área de amortiguación; (2) condiciones físico-químicas que existen en la columna de agua, si está presente; (3) el tipo de plantas, animales y comunidades microbiales presentes; y (4) el tiempo de residencia del agua en la faja de amortiguación (NCASI, 1992, citado por Avello, 1997).

De existir una zona de amortiguación que asemeje una formación boscosa natural, la vegetación influirá en forma más directa sobre la escorrentía y de esta forma en el flujo superficial. Al respecto TRAGSA-TRAGSATEC (1994), señala que la disminución de la escorrentía superficial e incremento de la dotación de agua en el suelo se debe a cinco factores en los que influye la vegetación: (1) mayor capacidad de infiltración de los suelos; (2) intercepción de la precipitación, que disminuye la intensidad de los aguaceros, distribuyéndose el agua a lo largo del tiempo; (3) mayor rugosidad de la superficie y mayores obstáculos del contorno, lo que produce una fuerte disminución de la velocidad de desplazamiento de las aguas superficiales (la cuarta parte del suelo raso, retardándose el tiempo de concentración en los cauces, disminuyendo no sólo el caudal

¹ Un cuerpo acuático esta apto para el desarrollo de actividades recreativas, incluido el baño, entre otros parámetros si tiene bajo 1000 coliformes fecales por cada 100 ml de agua.

de punta en la descarga, sino también su volumen promedio, por la mayor posibilidad de infiltración y evaporación que supone este retraso); (4) transpiración de plantas, lo cual regula la humedad del suelo, manteniendo una capacidad de almacenaje disponible aún en épocas de gran humedad; y (5) gran capacidad de absorción de agua de las cubiertas de restos vegetales y humus, propias de las masas forestales, que retrasa el punto de saturación y, por lo tanto, el comienzo del flujo superficial.

Según Molchanov (1966), citado por TRAGSA-TRAGSATEC (1994), la influencia de la superficie ocupada por áreas boscosas dentro de una cuenca se relaciona con el coeficiente de escorrentía superficial (Tabla 2B).

3.1.5 Vegetación Natural

La vegetación natural dentro del área de estudio forma parte del denominado bosque caducifolio de Concepción, que se extiende por las laderas bajas y medias de la Cordillera de la Costa de la VIII Región y que se presenta en dos fases, una húmeda hacia la vertiente oceánica y una fase seca hacia el oriente (Gajardo, 1994).

Ugarte (1999)², señala que las especies que podrían haber estado presentes en el cerro La Pólvara deben haber sido similares a las que se encuentran en los fragmentos de bosque nativo costero existentes en la península de Hualpén y que han sido descritas por Polyméris (1995). Estas especies serían: arrayán (*Luma apiculata*), avellanillo

² Dr. Eduardo Ugarte. Departamento Botánica. Facultad de Biología. Universidad de Concepción. Concepción. Comunicación personal.

(*Lomatia dentata*), boldo (*Peumus boldus*), lingue (*Persea lingue*), litre (*Lithrea cáustica*, maqui (*Aristotelia chilensis*) y olivillo (*Aextoxicom punctatum*), entre otras.

En los márgenes de la Laguna, aún existen algunas plantas acuáticas del tipo emergentes como: *Juncus sp*, *Thypha dominguesis* y *Scirpus californicus*. En tanto que en el cuerpo acuático se encuentra una planta acuática flotante, introducida, llamada jacinto acuático (*Limnobiium laevigatum*).

3.1.6 Vida Silvestre

De acuerdo a antecedentes aportados por niños del sector, en la Laguna existen algunos peces como: carpa (*Cyprinus carpio*), pocha (*Cheirodon galusdae*), bagre grande (*Nematogenys inermes*) y chanchito (*Cichlasoma facetum*).

Las aves acuáticas, que se han visto en la Laguna en forma permanente son: taguita (*Porphyriops melanops*), tagua (*Fulica leucoptera*), yeco (*Phalacrocorax olivaceas*) y garza chica (*Egretta thula*). En el sector también se encuentra algunos pájaros como: zorzales, jilgueros, tordos, queltehues, gorriones y palomas.

Los mamíferos terrestres que residen en el área son principalmente tres: guaren (*Rattus norvegicus*), laucha (*Mus musculus*) y conejo (*Oryctolagus cuniculus*). En algunas ocasiones, se han visualizado coipos (*Myocastor coypos*).

3.2 Antecedentes urbanos del área de estudio

3.2.1 Historia

El nombre de Laguna Las Tres Pascualas, según Oliver y Zapata (1950), surge de la Leyenda que a fines del siglo XIX indicaba que:..." tres muchachas lavaban su ropa al igual que muchas mujeres pobres de la época en esta laguna. Todas las mañanas y tardes acudían al lavado las Tres Pascualas con sus grandes atados de ropa sobre las cabezas. Una mañana fueron encontrados los tres cuerpos flotando en la laguna, la razón de su muerte nunca se aclaró realmente. Surgiendo, dentro de las crónicas la más famosa de ellas la que cuenta la llegada de un forastero que se enamoró separadamente de las tres. No sabiendo elegir a cual de ellas quería como esposa, las invitó a orillas de la laguna, la noche de San Juan. Remó en las aguas y al ver reflejadas a las tres gritó Pascuala, Pascuala, Pascuala y todas se adentraron en la laguna, ahogándose en sus aguas. Por ello se dice que en la noche de San Juan se ve un bote y en medio del croar de las ranas surge el grito del forastero llamando a las mozas...".

Al costado oriente de la Laguna se encuentra el cerro la Pólvara. Su nombre data desde el año 1832, en que se construyeron en sus laderas los polvorines de la ciudad, para desocupar las bóvedas ubicadas entre calles Víctor Lamas y Chacabuco, y Salas y Prat que se convirtieron finalmente en el cuartel de la puntilla (Oliver y Zapata, 1950).

El acontecimiento histórico, quizás el más importante, acontecido en los márgenes de la Laguna Las Tres Pascualas,

es relatado por Oliver y Zapata (1950) quienes señalan que don Pedro de Valdivia habría establecido, en dicho lugar, su primer campamento la noche del 21 de Febrero de 1550, luego de haber terminado sus incursiones hacia el Sur del río Bío-Bío. Esa noche doscientos soldados bien armados junto a un número no cuantificado de indios, se habrían enfrentado al pueblo mapuche en un área que abarcó desde el borde suroriente de la Laguna hasta la actual Plaza Acevedo. Esta primera confrontación esta registrada en la historia de Chile, como la Batalla del Andalién.

3.2.2 Uso del suelo

Según Pérez (1997), el suelo urbano del sector comenzó a definirse sólo en este siglo, ya que desde el traslado de la Ciudad de Concepción desde Penco, hacia el valle de la Mocha el 25 de Diciembre de 1751 (Oliver y Zapata, 1950) (Fig. 4), hasta mediados del siglo XIX (1856), la Laguna sólo era un sitio natural localizado en un punto periférico de la ciudad, que había dado origen a comentarios que señalaban la presencia de ciertos monstruos (Campos, 1974) (Fig. 5).

A fines del siglo XIX (1895), la ciudad de Concepción se encuentra expandida hacia el lado norte, quedando la Laguna las Tres Pascualas como un espacio seminatural dentro del radio urbano que permite el esparcimiento y recreación de la población.

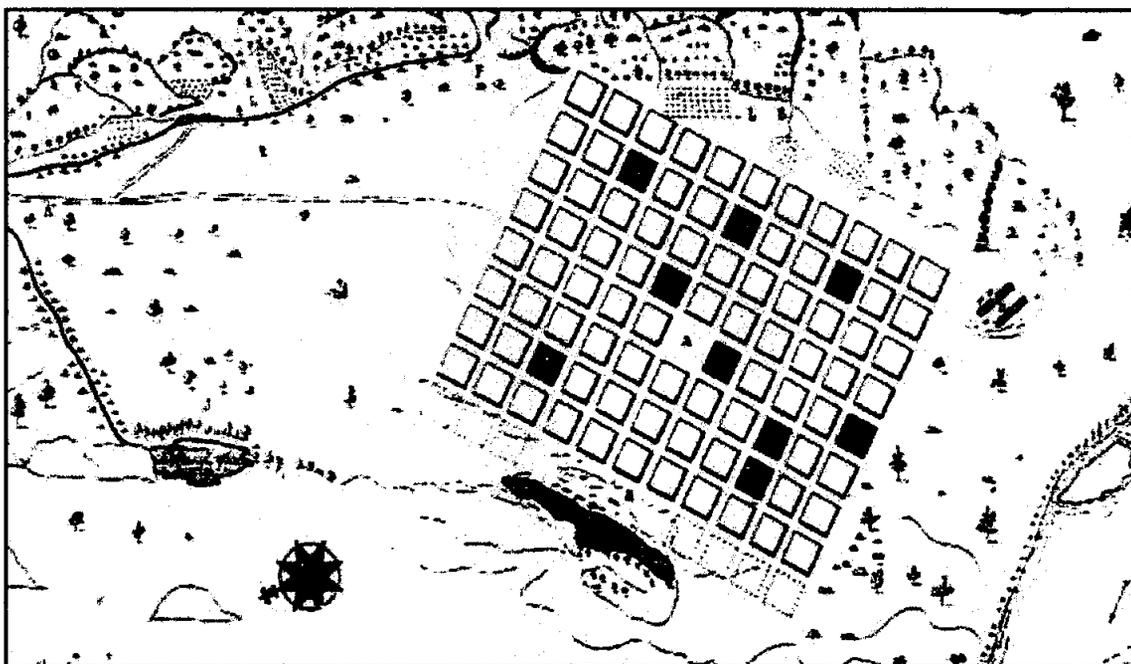


FIGURA 4. Plano de la ciudad de Concepción en el año 1752, elaborado por Domingo Ortiz de Rozas. En el se aprecia la repartición de solares y dos lagunas. La de la izquierda corresponde a la Laguna Las Tres Pascualas y en el centro se muestra la Laguna de los Negros, actualmente rellena.

En el año 1901, se crea el Club de Regatas "Arturo Prat", que fue una iniciativa de caballeros chilenos, franceses e italianos. Esta iniciativa llegó a ser el principal punto de recreación de los penquistas en los comienzos de siglo. Los organizadores de este recinto se empeñaron en hermosear el sector plantando especies exóticas, realizaron actividades de competencia de remo y construyeron un velódromo (Louvel, 1988).

El terremoto de 1939, provoca un fuerte cambio en el sector y en el uso de la Laguna. De ser un sitio de recreación y esparcimiento pasa a ser un lugar prácticamente eriazo, pues se derriban sus instalaciones y se pierde el interés

de parte de la comunidad por seguir sustentando y cuidando el cuerpo acuático.

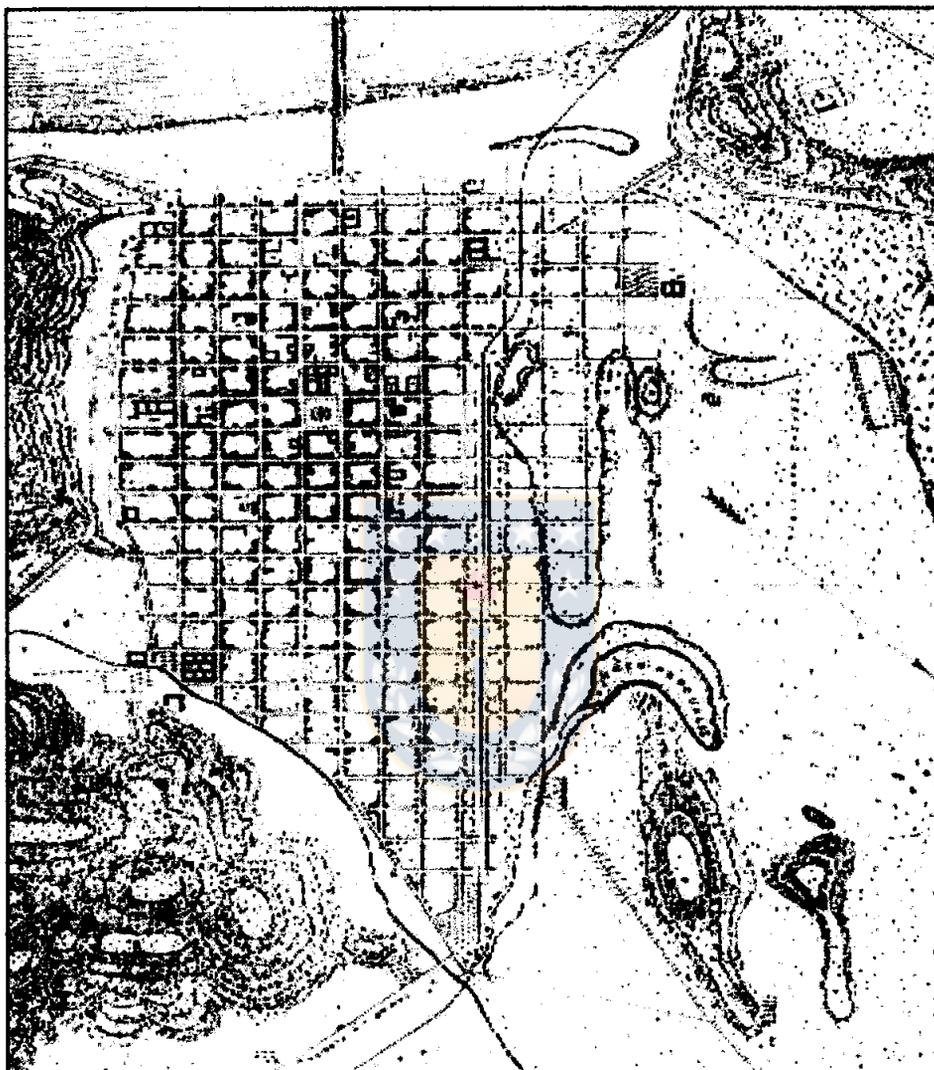


FIGURA 5. Plano de Concepción, el año 1856. En el se muestra como la ciudad se ha desplazado hacia el nororiente, llegando casi al borde Sur de la Laguna Las Tres Pascualas.

El sismo en la zona, produce el acelerado crecimiento de la ciudad y el relleno de los contornos de la Laguna, con una gran cantidad de escombros, para luego permitir la

ocupación irregular de un sinnúmero de familias que quedan sin residencias.

Deben pasar alrededor de cuarenta años, de un virtual abandono del área, para que el municipio y comunidad penquista reconozca nuevamente la potencialidad del área como uso recreativo y residencial; lo que queda expresado en el plan regulador del año 1982, vigente a la fecha, que considera el área como una zona **S-4**, donde es posible desarrollar usos de suelo como: microzonas industriales; vivienda, comercio, oficina, equipamiento, áreas verdes, industria y bodega inofensiva o molesta no contaminante (Baeriswyl, 1996).

El nuevo Plan Regulador, define nuevos usos de suelo para el sector de la Laguna Las Tres Pascualas; estos corresponden a sectores S-16, S-18, Área verde y Corredor urbano (Utz et al., 1996) (Fig. 6).

• **S-16 Nombre: Laguna Las Tres Pascualas**

Descripción: Se permite en torno a la laguna, una edificación libre, pero condicionando su ocupación de suelo, de manera de asegurar la preservación y dominio visual del cuerpo acuático. Se excluye toda actividad industrial contaminante y de bodegaje.

• **S-18 Nombre: Áreas recreacionales**

Descripción: Se permite en torno a los cerros y áreas de protección, el equipamiento turístico-recreacional y de servicio, equipamiento deportivo, de manera que los usos sean compatibles con el rol natural que cumplen.



FIGURA 6. El área de estudio, Laguna Las Tres Pascualas, según el nuevo Plan Regulador de Concepción (en elaboración).

- **Área verde**

Descripción: El nuevo plan regulador, asigna diversos roles a las áreas verdes, entre los que destacan las áreas de protección ecológica y de restricción, tanto de tipo privado como de tipo público. Cada rol se diferencia según si son de tipo comunal, vecinal o de tipo intercomunal. De esta forma en el sector de la Laguna Las Tres Pascualas, el nuevo Plan Regulador define un área verde intercomunal.

- **C-6 Nombre: Corredores urbanos Alonso de Ribera**

Descripción: Los corredores urbanos presentan características formales específicas, como edificación en altura, ocupación de suelo, alta constructibilidad, alta densidad y usos de suelo adecuados a las áreas vecinas.

Los corredores quedan definidos por los fondos de sitios que enfrentan a las vías correspondientes.

3.2.3 Nivel de Urbanización

- **Agua potable**

La red de distribución de agua potable está en buen estado y cubre casi toda la superficie urbana actual del sector en estudio. Además existe factibilidad técnica para realizar nuevas instalaciones que permitan mejorar las existentes.

- **Alcantarillado de aguas servidas**

Cada sector dentro del área de estudio desagüa sus residuos urbanos en forma diferente según el tipo de viviendas existente en el área. Las viviendas regulares, oficinas y bodegas están conectadas al servicio de alcantarillado existente. Existe un porcentaje importante de viviendas

precarias que no posee una conexión a la red de alcantarillado; teniendo para la evacuación de las aguas servidas, pozos negros y ductos de evacuación hacia la Laguna (Baeriswyl, 1996).

Los sectores más pobres y de más alta irregularidad, no poseen instalaciones sanitarias con los servicios básicos, por lo tanto, no tienen un sistema de evacuación de aguas servidas.

- **Alcantarillado de aguas lluvias**

El área de estudio no cuenta con una red de colectores de aguas lluvias que lleven los flujos hacia el sistema orgánico de evacuación de aguas lluvias que tiene la ciudad y que desagüe hacia el río Bío-Bío y río Andalien.

De esta forma, gran parte del sector evacua las aguas lluvias hacia la Laguna. En el sector de calle Bulnes, Cruz, Galvarino y Lientur, existe un sistema de alcantarillado de aguas lluvias el cual está con un alto grado de deterioro, siendo deficiente por las bajas pendientes y por la falta de un decantador de sedimentos que impida su colapso.

- **Vialidad**

La ordenanza local vigente del Plan Regulador actual, clasifica las vías urbanas existentes en la ciudad de Concepción en cinco categorías: Autopistas regionales, vías principales, colectoras primarias, colectoras secundarias y vías locales.

En el área de estudio se observa que no existe una red vial expedita, puesto que no ha sido implementada completamente.

El área esta limitada por las vías colectoras primarias (Paicaví y Vicuña Mackenna) y dos vías locales (Bulnes y Lientur).

Dentro de este contexto de clasificación, destaca la calle Paicaví, que es la vía de comunicación entre la intercomuna Concepción-Talcahuano; y calle Lientur la que estando sin pavimentar en un tramo amplio, permite un flujo y conexión hacia el Barrio Norte.

La calle Bulnes se encuentra pavimentada, y cuenta con un alto flujo vehicular, permitiendo el desplazamiento oriente poniente dentro de la ciudad.

La calle Vicuña Mackenna está dividida por la vía férrea y se encuentra en gran parte sin pavimentar, siendo deficiente el desplazamiento vehicular. Sin embargo es una importante vía potencial de comunicación con el sector de Barrio Norte.

Las calles del sector presentan los siguientes grados de materialidad: pavimento de hormigón, adoquines y tierra (Tabla 1).

Es posible apreciar que en las áreas más consolidadas dentro del área del estudio existe un trazado de vías más normado y regular a diferencia de los sectores irregulares donde la vialidad se ha dado en forma casi espontánea y sin un proyecto ni lineamiento futuro (e.g. Vicuña Mackenna, entre Paicaví y Ainavillo).

TABLA 1. Grado de materialidad de las calles que componen el área de estudio (Sector Laguna Las Tres Pascualas).

| Calles de tierra | Calles de adoquín | Calles pavimentadas |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Janequeo, entre Bulnes y Laguna. • Janequeo, entre Vicuña Mackenna y Bandera. • Vicuña Mackenna, entre Paicaví y Ainavilo. • Pasaje Ranquil. • Lientur, sector corte. | <ul style="list-style-type: none"> • Ainavillo, entre Bulnes y cerro La Pólvora. • Galvarino, entre Bulnes y Cruz. • Cruz, entre Lientur y Laguna. | <ul style="list-style-type: none"> • Paicaví. • Bulnes. • Lientur, en toda su extensión excepto sector el corte. • Vicuña Mackenna, entre Lientur y Ainavillo. • Ainavillo, entre Vicuña Mackenna y el cerro La Pólvora. • Pasaje Las Camelias. • Pasaje Los Lirios. • Pasaje Las Dalías |

En cuanto al transporte público, el área está adecuadamente cubierta, dada su cercanía a calles Paicaví y Lientur, vías por las cuales transita la mayor cantidad de la locomoción colectiva de la ciudad que une la intercomuna.

A continuación se presentan algunas características por zona:

• **Zona Norte: Sector Vicuña Mackenna**

Este sector tiene una superficie aproximada de 7,32 ha, se aprecia una enorme diferencia de planificación urbana entre el sector poniente y el sector oriente.

El subsector oriente, tiene una superficie aproximada de 4,32 ha y se extiende desde el cerro La Pólvora por el sur, la calle Ainavillo por el lado poniente, calle Lientur por el oriente y calle Vicuña Mackenna por el norte. Predominan

las viviendas individuales, donde se conserva el ambiente de barrio, con sus propios negocios, fuentes de soda y panadería. Recientemente se ha mejorado la vialidad urbana con la pavimentación de calles, pasajes y confección de aceras, a través del Programa de Pavimentación Participativa, impulsado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).

El subsector poniente, tiene una superficie de 3,0 ha y abarca desde calle Ainavillo por el oriente, hasta calle Janequeo por el poniente y desde calle Vicuña Mackenna por el Norte hasta el borde norte de la Laguna Las Tres Pascualas.

La vialidad urbana dentro de este sector, es muy deficiente, debido a que la Avenida Vicuña Mackenna entre Ainavillo y Paicaví, es sólo de tierra con un ancho promedio de 3 m.

Desde el punto de vista urbano, el área es netamente residencial, predominando las viviendas de madera de un piso. En el sector de calle Paicaví, existe una mayor cantidad de empresas de servicios, con algunas instalaciones mayores como bodegas.

Uno de los principales problemas urbanos que presenta este sector es la presencia de una gran cantidad de familias habitando en terrenos que no le son propios, en donde viven como allegados, en condiciones muy precarias y sin los servicios básicos de alcantarillado, agua potable y electricidad (Fig. 7).

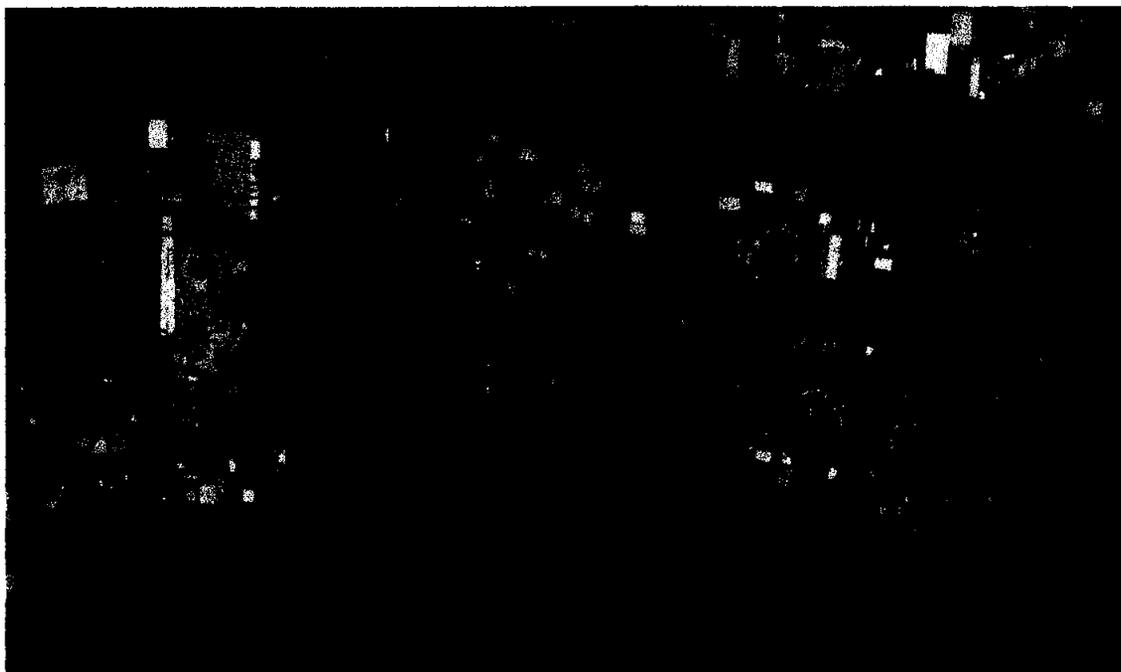


FIGURA 7. Vista aérea de parte del sector de Vicuña Mackenna, donde puede apreciarse una gran concentración de viviendas precarias, que significan un serio problema social, pues habitan en terrenos privados, sin servicios de alcantarillado y con conexiones clandestinas de agua potable y electricidad.

• **Zona Poniente: Sector Paicaví**

Este sector tiene una superficie aproximada de 9,8 ha. Dentro de él, destaca la presencia de un área verde municipal (Fig. 8) que divide el sector en dos: el tramo norte, alrededor de 3,4 ha, caracterizado por la presencia de viviendas de madera de un piso, que datan de la década de los 70. También existen talleres como mueblerías y algunos negocios. En tanto, en el área sur, abarcando una superficie aproximada de 3,0 ha, se encuentran industrias pequeñas y medianas como una fábrica de baldosas, talleres metalmeccánicos, una venta de automóviles y un servicentro.

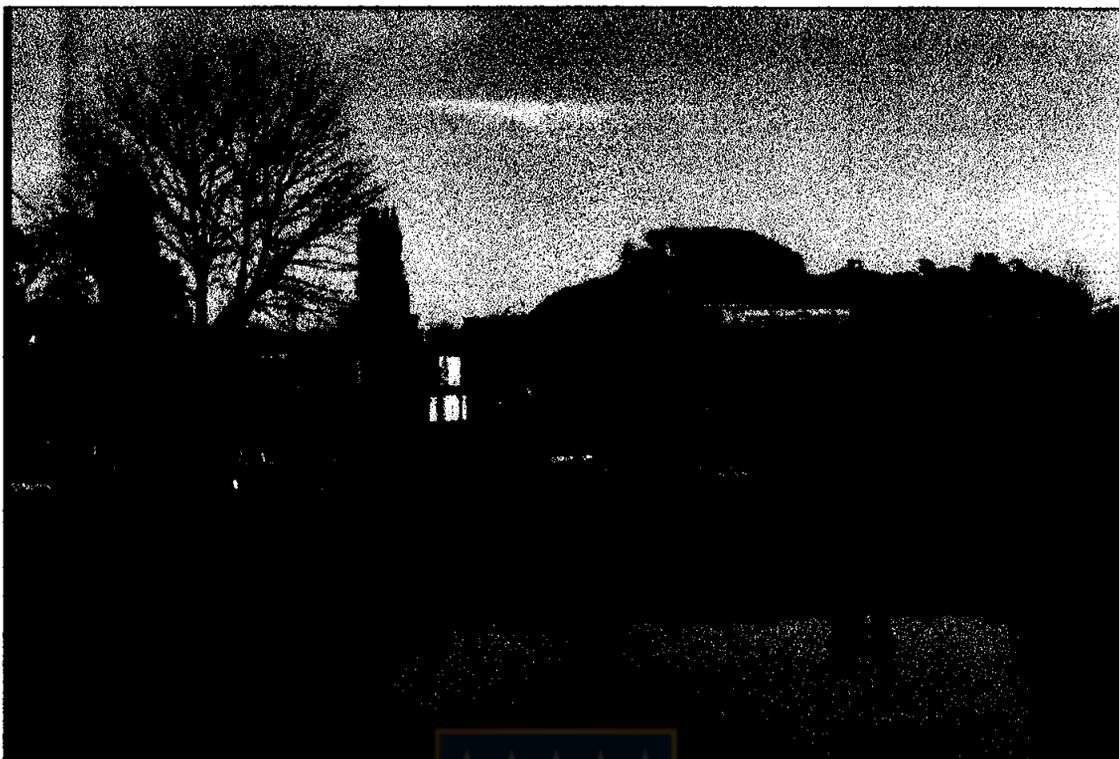


FIGURA 8. La fotografía muestra el área verde municipal existente en calle Paicaví, único espacio de uso público habilitado para acceder en forma directa al borde de la Laguna.

- **Zona Sur: Sector Bulnes**

Este sector abarca una superficie de 5,2 ha y está delimitado por calle Bulnes por el sur, el cerro La Pólvara por el norte, calle Galvarino por el poniente y calle Lientur por el oriente.

La tipología de las viviendas es homogénea, en su mayoría de un piso, sin antejardín y predomina la madera como material de construcción principal.

- **Zona Oriente: Sector Cerro la Pólvara**

Dentro del área de estudio, se encuentra parte del cerro La Pólvara, denominado La Península, que tiene aproximadamente 6,5 ha de superficie. Con sus 42 m.s.n.m. representa un

atractivo estético de enorme importancia dado que el espejo de agua de la Laguna se ubica a una cota cercana a los 8,5 m, lo que significa tener una altura perceptible de 33,5 m respecto al cuerpo de agua (López, 1997). La presencia de abundante vegetación en sus laderas, contribuyó para ser considerado dentro de las zonas de patrimonio paisajístico penquista (Baeriswyl, 1996).

3.2.4 Condiciones sociales

Según un estudio del sector Laguna Las Tres Pascualas, desarrollado por Utz et al. (1996), la población urbana que rodea la Laguna Las Tres Pascualas presenta diferencias fundamentales, que tienen relación a su evolución histórica y tipificación económica y social. Estas diferencias permiten realizar una subsectorización constatando la existencia de cinco núcleos poblacionales, los cuales coexisten con absoluta independencia entre sí, en un estado permanente de marginalidad social y sanitaria, contribuyendo de manera sistemática a aumentar el estado de profunda antropización en el cual se encuentra la Laguna (Fig. 9).

A continuación se entrega las características de cada una de las ocupaciones irregulares identificadas: Bandera, Janequeo, Bulnes, Manuel Rodríguez, Ranquil y Vicuña Mackenna.

- **Bandera**

Constituye una ocupación irregular de terrenos de bien nacional de uso público. Correspondiente a la prolongación de la calle Bandera, la cual llega hasta el borde nororiente de la Laguna. Orillando el cuerpo de agua se

encuentran concentradas y atomizadas, 14 familias. Quienes habitan estructuras habitacionales emplazadas en forma improvisada, ocupando parte de la calle.

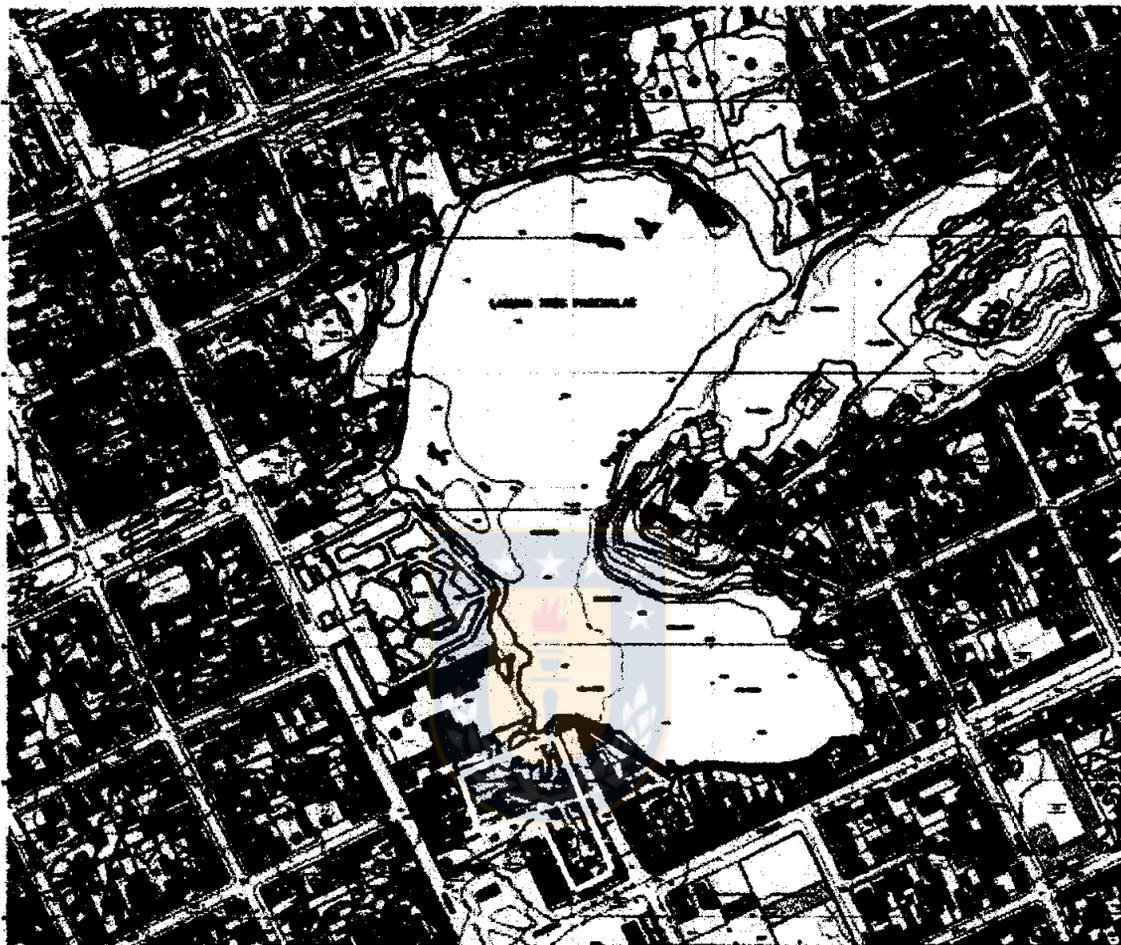


FIGURA 9. Plano de ubicación de las ocupaciones irregulares existentes en el sector: Vicuña Mackenna (Rojo), Bandera (Verde), Manuel Rodríguez (Café); Ranquil (Celeste), Janequeo (Amarillo) y Bulnes (Azul).

El total de las familias dispone de agua potable y luz eléctrica, contando con instalaciones individuales y autorizadas por los organismos respectivos.

En relación ha la eliminación de residuos en el subsector de Bandera, un total de once familias disponían de pozos

negros y dos tenían un sistema de alcantarillado alternativo, con tuberías que descargaban a la Laguna.

En cuanto al grado de habitabilidad de las viviendas en términos higiénicos, existe un profundo estado de marginalidad sanitaria, por cuanto la ubicación inadecuada de los pozos negros, con demasiada cercanía a las viviendas, constituye un riesgo permanente para la salud de las familias residentes.

- **Janequeo**

El sector de Janequeo, también conocido como Santiago Bueras, corresponde a la prolongación de la calle Janequeo, desde Bulnes, hasta el borde sur de la Laguna.

Según el Plan Regulador Comunal vigente, el área esta clasificada como S-9, correspondiente a un uso de suelo exclusivo de área verde, lo cual de acuerdo a la Ley General de Urbanismo y Construcciones, no se permite el uso residencial o habitacional, u otros usos distintos a los anteriormente señalados.

La población que habita el lugar, esta definida por 37 familias, con un total de 150 habitantes residentes en el sector denominado Janequeo interior.

El tiempo de permanencia de las familias en el sector es temporalmente heterogéneo, con periodos de residencia que van desde dos meses hasta los 40 años.

En cuanto a la infraestructura urbana, se puede señalar que el sistema de eliminación de excretas se realiza vía pozos negros (27 viviendas) y un sistema de alcantarillado

alternativo (8 viviendas), caracterizado por instalaciones artesanales, con tuberías que desagüen a la Laguna.

Existe un adecuado abastecimiento de agua potable y luz eléctrica, con instalaciones compartidas que agrupan a un promedio de tres familias por medidor.

Se repite la situación de poca habitabilidad estructural de las viviendas. Existen además niveles de hacinamiento muy elevados debido a que el promedio de recintos básicos en cada vivienda se limitan a dos dormitorios, existencia de cocina en el 100% de los casos y en un 20% una habitación destinada a living comedor.

- **Bulnes**

En el sector de Bulnes, habita un núcleo poblacional de 34 familias emplazado en terrenos de bienes nacionales de uso público, definidos por el Plan Regulador Comunal como S-9 (Área Verde), por más de 50 años (Fig. 10).

Desde el punto de vista estructural, constituye un barrio consolidado. Por cuanto las familias que allí residen cuentan con toda la infraestructura de equipamiento fundamental, contando con alcantarillado, agua potable y luz eléctrica, lo que los coloca en un nivel de urbanización superior a los otros subsectores.

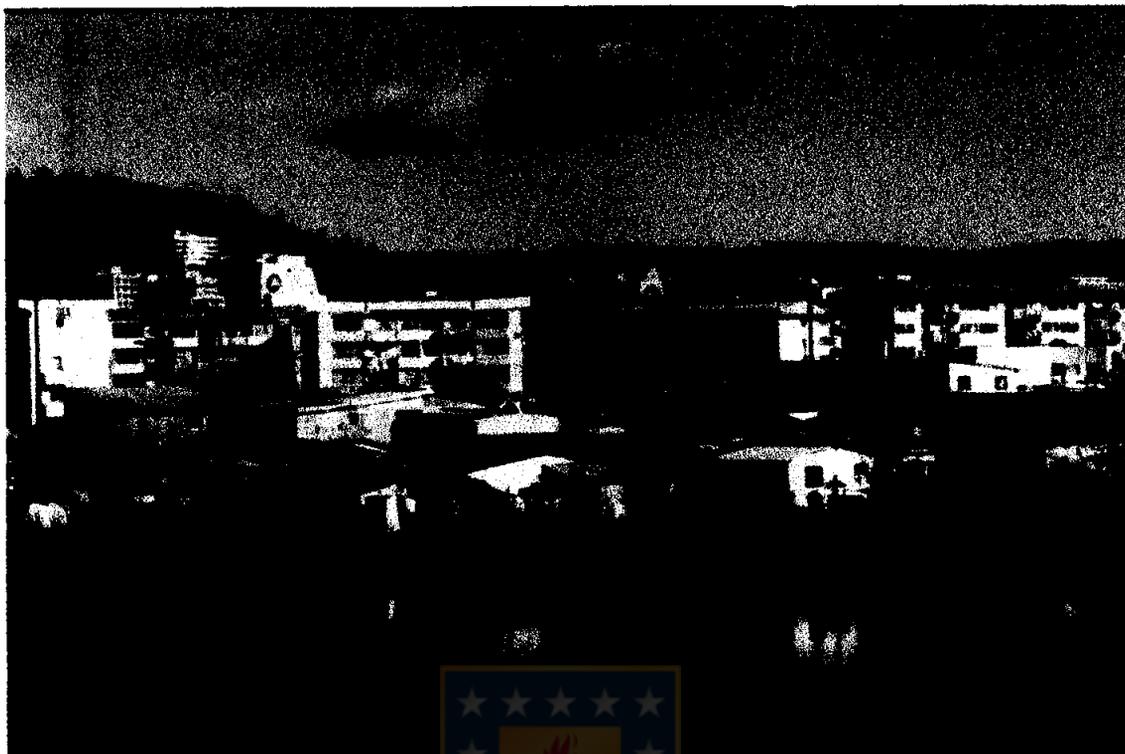


FIGURA 10. La fotografía muestra el sector de Bulnes donde vive un núcleo poblacional de 34 familias emplazado en terrenos de bienes nacionales de uso público.

• **Vicuña Mackenna**

En el sector de Vicuña Mackenna, habita un núcleo poblacional de 46 familias, un total de 153 habitantes, emplazado en terrenos particulares, lo que constituye una apropiación irregular de terrenos, cuyo origen se remonta a más de 40 años, siendo la más reciente de un año.

La infraestructura sanitaria esta constituida por pozos negros, alcantarillado alternativo que descargan sus residuos a la Laguna e incluso existen algunas familias que no cuentan con ningún sistema de eliminación de excretas.

- **Manuel Rodríguez**

Corresponde a un núcleo poblacional de 15 familias que habitan en terrenos de bienes nacionales de uso público, que corresponden a la prolongación de la avenida Manuel Rodríguez, finalizando en el borde poniente de la Laguna.

Este asentamiento humano data desde hace 45 años, cuentan con energía eléctrica y agua potable; la infraestructura sanitaria que existe la constituyen pozos negros, fosas sépticas y alcantarillados alternativos que descargan sus excretas a la Laguna.

- **Ranquil**

Corresponde a un núcleo poblacional formado por 46 familias que habitan en terrenos particulares. Estas ocupaciones registran una data de establecimiento original de 50 años.

En cuanto a su infraestructura sanitaria, el sistema utilizado es de pozos negros y fosas sépticas.

Las viviendas son de madera, a excepción de cuatro que son de albañilería; todas se encuentran en buen estado de conservación, las que además disponen de servicios básicos de agua potable y luz eléctrica.

3.3 Caracterización y evaluación del arbolado y rodales urbanos dentro del área de estudio

3.3.1 Composición de especies

Dentro de las 36 ha que comprende el área de estudio, se identificaron cuarenta especies diferentes de árboles urbanos, los cuales fueron plantados en antejardines, patios interiores de residencias, áreas verdes, a lo largo del borde de la Laguna Las Tres Pascualas ó en las aceras de calles y pasajes.

De las especies existentes, cinco son nativas: ***Aristotelia chilensis*** Mol. (maqui). ***Embothrium coccineum*** J.R. et G. Forster (notro), ***Lithraea caustica*** (litre), ***Maytenus boaria*** Mol. (maitén) y ***Sophora macrocarpa*** (mayo). En tanto, treinta y cinco son especies exóticas: ***Acacia delbata*** Link (aromo común), ***Acacia melanoxylon*** R. Br. (aromo australiano), ***Acer pseudoplatanus*** L. (arce), ***Araucaria angustifolia*** (Bert.) O. Kuntze (araucaria brasileña), ***Betula pendula*** Rothm (abedul), ***Catalpa bignoniodes*** Walt. (catalpa), ***Cedrus libani*** (Lound.) A. Rich. (cedro del Líbano), ***Citrus limon*** Burm. (limonero), ***Cocos plumosa*** Hook. (palma cocotera), ***Cupresus macrocarpa*** Gord. (Ciprés), ***Eleagnus angustifolia*** L.(olivo de bohemia), ***Eriobotrya japonica*** (Thunb.) Lindl. (níspero), ***Eucalyptus globulus*** Labill (eucalipto), ***Ficus carica*** L. (higuera), ***Fraxinus excelsior*** L. (fresno común), ***Gleditsia triacanthos*** L. (acacia de las tres espinas), ***Juglans regia*** L. (nogal), ***Lagetroemia indica*** L. (crespón), ***Laurus nobilis*** L. (laurel de comer), ***Liquidambar styraciflua*** L. (liquidámbar) ***Magnolia grandiflora*** (magnolia), ***Malus comunis*** L. (manzano), ***Olea europea*** L. (olivo), ***Platanus orientalis*** L.

(plátano oriental), *Persea americana* Miller. (palto), *Populus alba* L. (álamo plateado), *Populus deltoide* Bart. (álamo musolino), *Populus nigra var. itálica* L., (álamo negro), *Prunus ceracífera var. pisardii* (ciruelo de flor), *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Dougl. (pino oregón), *Quercus robur* L. (encina), *Robinea pseudoacacia* (acacio), *Robinea pseudoacacia var. umbraculífera* L. (acacio de bola), *Salix babilónica* L. (sauce llorón) y *Ulmus americana* L. (olmo).

• **Arbolado urbano**

Dentro de los 6.520 metros lineales de aceras estudiadas, sólo en 4.782 metros se encontraron árboles, totalizando 163 árboles urbanos, cuya distancia de plantación varió entre 6 y 24 m. La variabilidad existente en dicha longitud fue afectado por alguno de los siguientes factores: (1) la acera se encuentra pavimentada lo que impide la plantación de árboles; (2) se han realizado ensanches en la calle ó remodelaciones en viviendas, que han ocasionado la eliminación de árboles existentes y (3) la acera presenta un ancho insuficiente (menor a 1,5 m), lo que ha impedido la plantación de árboles por ocasionar el entorpecimiento del tráfico peatonal por la acera.

En la Fig. 11, se muestra la cantidad de árboles que fueron encontrados en la acera de cada una de las calles identificadas dentro del polígono formado por las calles Bulnes, Vicuña Mackenna, Lientur y Paicaví.

En la Tabla 2 se presenta las especies existentes en cada una de las aceras de las calles perimetrales del polígono urbano estudiado.

En la calle Paicaví, de los 1240 metros lineales de aceras existentes, en el tramo estudiado, sólo hay 22 árboles urbanos; los cuales se encuentran plantados en hileras que tienen una distancia variable de plantación.

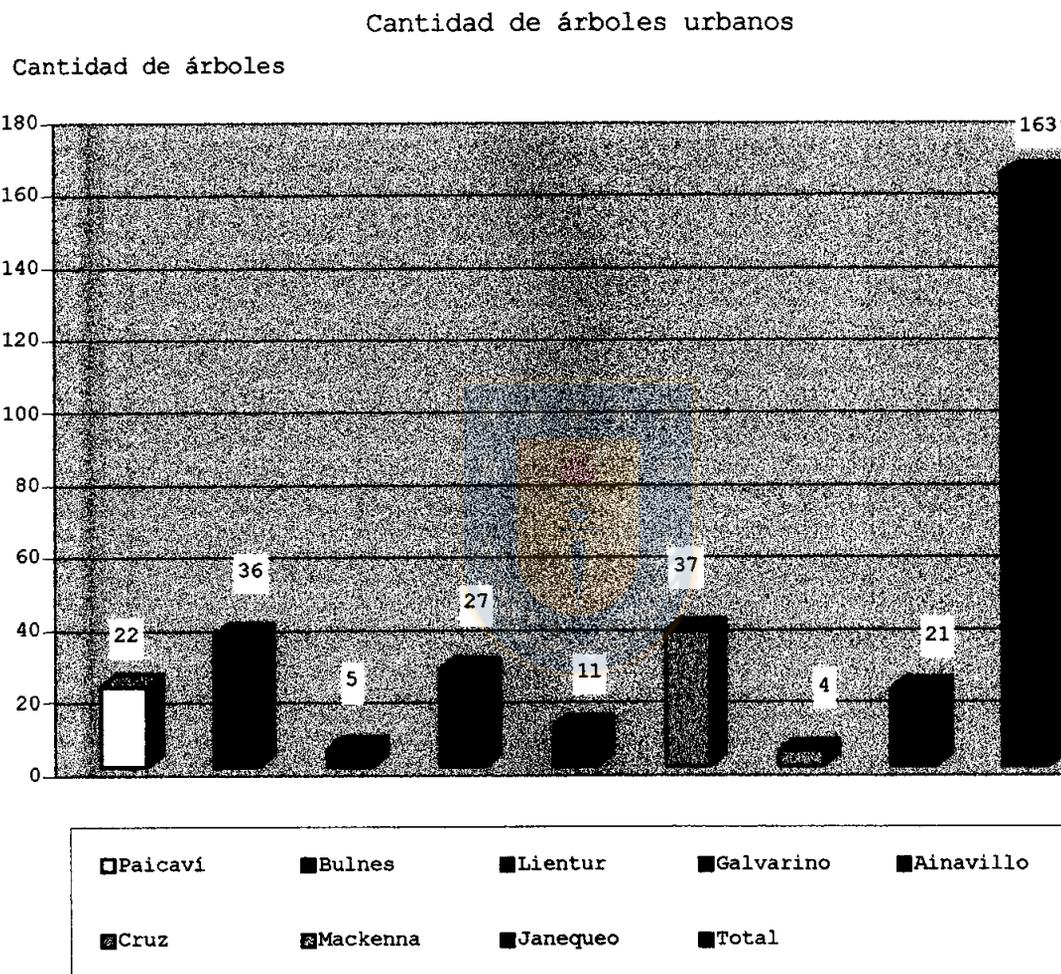


FIGURA 11. Cantidad de árboles urbanos presente en cada una de las aceras de las calles censadas, dentro del área de estudio.

La calle Lientur sólo tiene arboles urbanos en su acera oriente, entre las calles Bulnes y Cruz (114 m), donde existen cinco árboles, quedando un total de 990 metros

lineales de aceras desarborizadas, entre calle Cruz y Vicuña Mackenna.

Similar situación ocurre en la calle Vicuña Mackenna que de 1260 metros lineales de aceras factibles de ser arborizadas, sólo existen cuatro árboles en los 124 metros de aceras que hay entre calle Lientur y Ainavillo.

TABLA 2. Especies que forman el arbolado urbano y antecedentes de la acera en las calles perimetrales del área de estudio.

| Calle | Antecedentes de la acera | | | Árboles urbanos existentes | | |
|----------|--------------------------|-----------|---------------|----------------------------|----------|-----------------------------|
| | Ancho (m) | Long. (m) | Observaciones | Especie | Cantidad | Distancia entre árboles (m) |
| Paicaví | 2,6 | 1240 | C/pastelón | Acacio de bola | 18 | 24,3 |
| | | | | Catalpa | 1 | |
| | | | | Álamo musolino | 1 | |
| | | | | Fresno | 1 | |
| | | | | Arce | 1 | |
| | | | | TOTAL | 22 | |
| Bulnes | 3,0 | 640 | C/pastelón | Acacio de bola | 32 | 10,64 |
| | | | | Acacio | 3 | |
| | | | | Álamo musolino | 1 | |
| | | | | TOTAL | 36 | |
| Lientur | 2,6 | 540 | C/pastelón | Acacio de bola | 4 | 12,4 |
| | | | | Acacio | 1 | |
| | | | | TOTAL | 5 | |
| Mackenna | 2,7 | 660 | C/pastelón | Álamo musolino | 3 | 22,95 |
| | | | | Arce | 1 | |
| | | | | TOTAL | 4 | |

Una situación muy distinta se da en la calle Bulnes, de los 640 metros lineales de aceras existentes en el lado norte, sólo entre las calles Ainavillo y Lientur no hay árboles plantados, debido a que el ancho de la acera no lo permite.

Las calles interiores del polígono urbano en estudio, presentan una composición y estructura de arbolado urbano muy diferente a las calles perimetrales del área de estudio (Tabla 3).

TABLA 3. Composición de árboles urbanos y antecedentes de la acera en las calles interiores del área de estudio.

| Calle | Antecedentes de la acera | | | Árboles urbanos existentes | | |
|-----------|--------------------------|-----------|--------------------|----------------------------|----------|-------------------------|
| | Ancho (m) | Long. (m) | Observaciones | Especie | Cantidad | Dist. Entre árboles (m) |
| Galvarino | 2,6 | 1240 | C/pastelón | Acacio de bola | 15 | 7,26 |
| | | | | Liquidambar | 2 | |
| | | | | Álamo plateado | 5 | |
| | | | | Mayo | 1 | |
| | | | | Acacio de tres espinas | 1 | |
| | | | | Arce | 1 | |
| | | | | Acacio | 1 | |
| | | | | TOTAL | 27 | |
| Cruz | 3,0 | 640 | C/pastelón | Acacio de bola | 35 | 15,83 |
| | | | | Olivo de bohemia | 1 | |
| | | | | Álamo musolino | 1 | |
| | | | | TOTAL | 37 | |
| Ainavillo | 2,6 | 540 | Tierra y Pavimento | Acacio de bola | 5 | 15,53 |
| | | | | Olivo de bohemia | 2 | |
| | | | | Álamo musolino | 2 | |
| | | | | Ciruelo en flor | 1 | |
| | | | | Sauce | 1 | |
| | | | | TOTAL | 11 | |
| Janequeo | 3,0 | 220 | Tierra | Alamo musolino | 18 | 7,11 |
| | | | | Platano oriental | 1 | |
| | | | | Arce | 2 | |
| | | | | TOTAL | 21 | |

• Árboles aislados y rodales urbanos en el interior de sitios y áreas verdes.

En el sector de Vicuña Mackenna, se aprecian árboles forestales y ornamentales como: álamo musolino (***Populus deltoide***), álamo negro (***Populus nigra***), acacio (***Robinea pseudoacacia***), arce (***Acer pseudoplatanus***) y ciprés (***Cupresus macrocarpa***). Entre los árboles más interesantes, destaca una magnolia (***Magnolia grandiflora***) de aproximadamente 50 años de edad que entrega una hermosa belleza escénica al lugar.

En este sector, al igual que en el de Bulnes, existen árboles frutales como: manzano (***Malus communis***), palto (***Persea americana***), limonero (***Citrus limon***), níspero (***Eriobotrya japonica***), higuera (***Ficus carica***), olivo (***Olea europea***) y nogal (***Juglans regia***).

En los pasajes Las Camelias y Las Dalias, las viviendas poseen antejardines, donde se cultivan algunas especies ornamentales y frutales como: ciruelo de flor, olivo, limonero, palto, canelo y fucsia (***Fucsia magallánica***), entre otras (Fig. 12).

Alrededor de la Laguna la vegetación la constituye pequeñas formaciones boscosas de acacio, álamo musolino, mimbre (***Salix sp.***) y sauce (***Salix babilónica***).

En el sector de Paicaví existen algunos árboles aislados como: álamo, sauce, fresno común (***Fraxinus excelsior***), ciruelo de flor (***Prunus ceracífera var. pissardii***) y cipreses.



FIGURA 12. Pasaje Las Camelias una de las calles interiores que existen en el área de estudio, donde no existen árboles plantados en la acera.

En el sector del cerro La Pólvara, destacan por su edad, forma y estado de conservación, 13 especies distintas de árboles, que han sido plantados en jardines interiores: araucaria brasileña (*Araucaria angustifolia*), pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), ciprés (*Cupresus macrocarpa*), palma cocotero (*Cocos plumosa*), magnolia (*Magnolia soulangeana*), olmo (*Ulmus americana*), arce (*Acer pseudoplatanus*), fresno común (*Fraxinus excelsior*), ciruelo de flor (*Prunus ceracífera var. pisardii*), notro (*Embothrium coccineu*), maqui (*Aristotelia chilensis*), quillay (*Quillaja saponaria*) y maitén (*Maytenus boaria*).

En las laderas norponiente y surponiente que dan hacia la Laguna, existen siete rodales coetáneos y puros, formados

por: aromo común (*Acacia dealbata*), aromo australiano (*Acacia melanoxylon*); pino radiata (*Pinus radiata*); eucalipto (*Eucalyptus globulus*); álamo plateado (*Populus alba*); mimbre (*Salix sp.*) y Sauce llorón (*Salix babilónica*) (Fig. 13; Fig. 14).

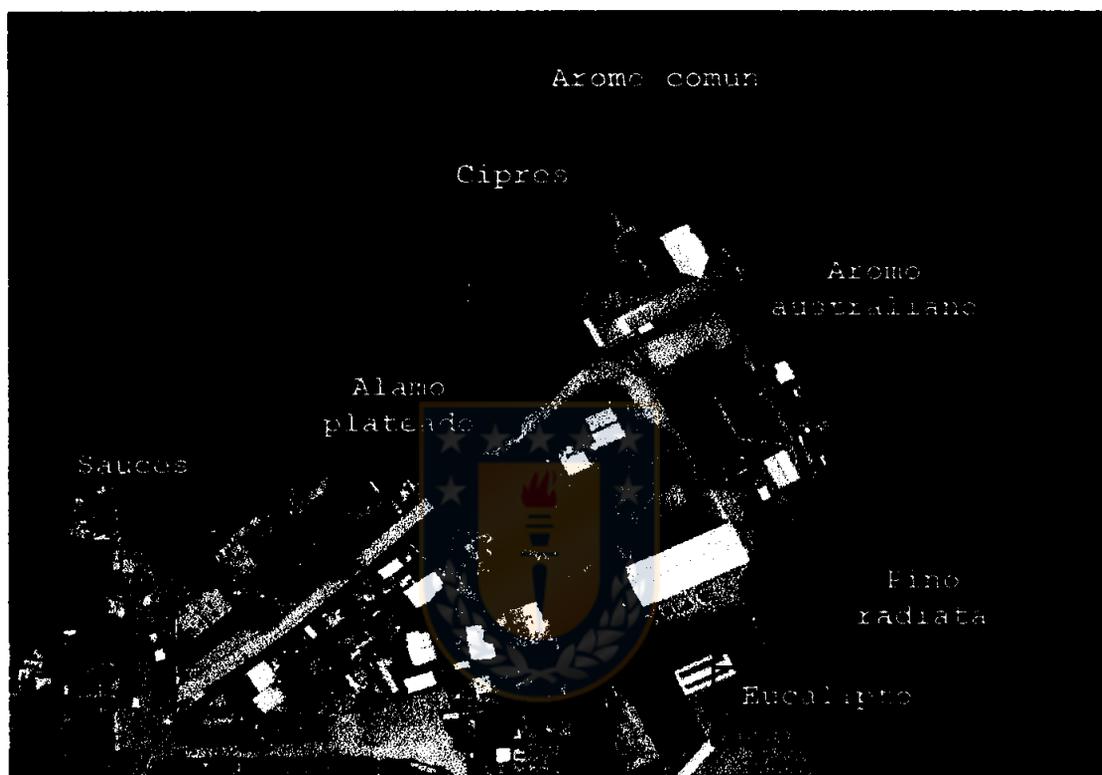


FIGURA 13. Vista aérea del cerro La Pólvara, actual Campus Las Tres Pascualas, Universidad San Sebastián. En este lugar se encuentran las principales formaciones forestales del área de estudio, compuestas por: aromo común, aromo australiano, álamo plateado, ciprés, eucalipto, pino radiata y sauces.

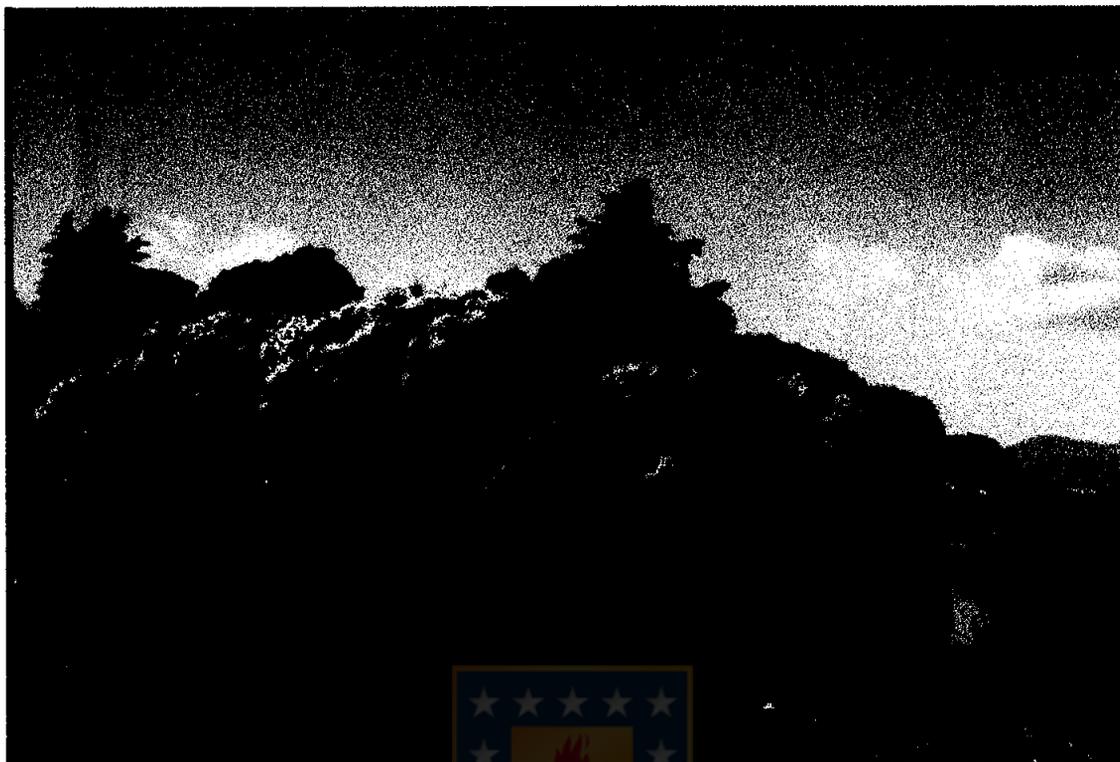


FIGURA 14. El aromo común forma una de las formaciones boscosas más interesantes desde el punto de vista paisajístico dentro del sector de la Laguna Las Tres Pascualas.

3.3.2 Estructura morfométrica de los árboles urbanos.

Según el MOPTMA (1996), la morfometría de los árboles urbanos depende de cinco factores: (1) la especie; (2) la edad de cada individuo; (3) la exposición; (4) factores edáficos y (5) manejo forestal. A su vez, esta última variable repercute en el medio físico en el cual se encuentran plantados, lo que genera una serie de conflictos. En el área de estudio se apreció que el manejo forestal, el tipo de especie y la exposición, afectaron la morfometría de los árboles urbanos (Tabla 4).

En las laderas del cerro La Pólvara (Fig. 19) se propone realizar una corta sanitaria y un raleo por lo bajo, principalmente, a las formaciones de aramo australiano y aramo común. De esta forma se abrirán espacios que permitirán un mayor desarrollo de las copas de estos árboles, permitiendo el ingreso de luz que estimule una adecuada floración en invierno, aumentando de esta forma el potencial estético del área. En los espacios que se encuentran sin árboles, se recomienda plantar especies como: fresno, árbol de judea, quillay, maitén, avellano, notro, roble y raulí.

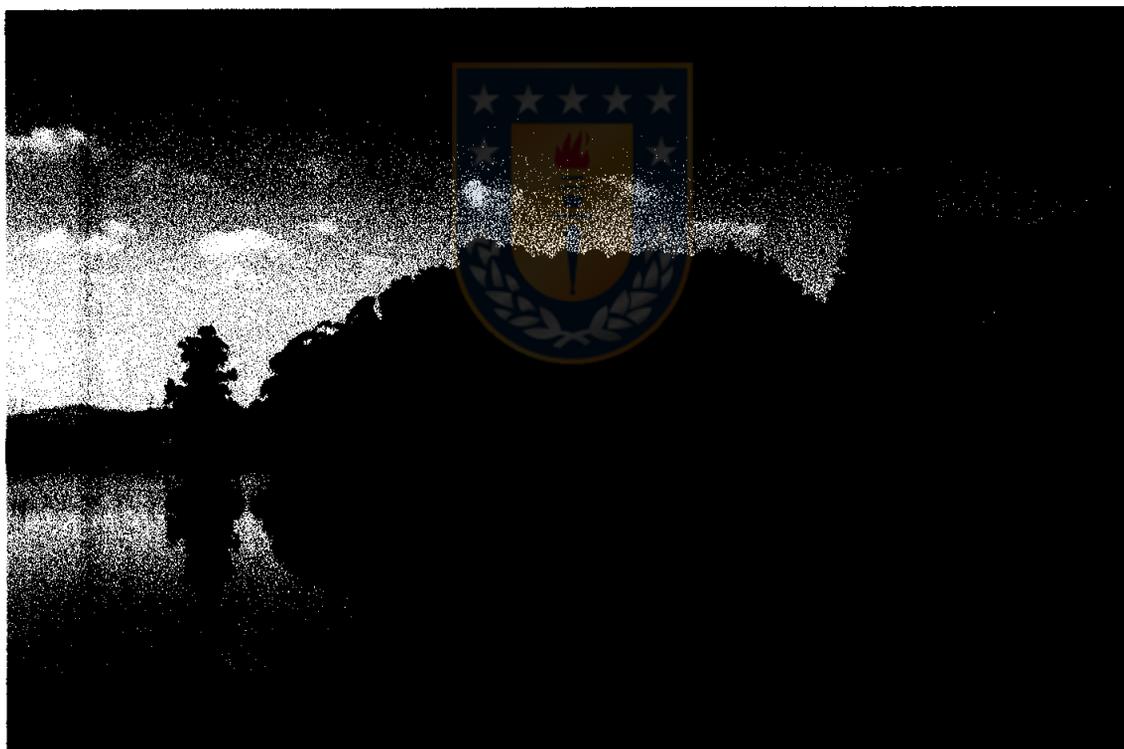


FIGURA 19. Laderas del cerro la Pólvara, que se propone manejar con objetivos estéticos y paisajísticos.

TABLA 4. Valores promedios de las variables morfométricas: Dap, altura total (H), altura de fuste (Hf) y altura de copa (h cp) por especie en las calles que más influyen sobre la Laguna Las Tres Pascualas.

| Calle / orientación | Especie | Dap (cm) | H (m) | H f (m) | H cp (m) |
|----------------------------|------------------|-----------------|--------------|----------------|-----------------|
| Paicaví (NW-SE) | Acacio de bola | 16,35 | 4,87 | 2,25 | 2,62 |
| Ainavillo (NW-SE) | Acacio de bola | 35,44 | 4,28 | 2,18 | 2,10 |
| | Olivo de bohemia | 26,90 | 4,85 | 2,45 | 2,40 |
| Lientur (NW-SE) | Acacio de bola | 25,62 | 4,31 | 2,1 | 2,21 |
| Janequeo (NW-SE) | Álamo musolino | 16,76 | 3,17 | 2,01 | 1,16 |
| | Arce | 8,70 | 2,61 | 1,70 | 0,91 |
| Galvarino (NW-SE) | Acacio de bola | 23,21 | 5,10 | 2,28 | 2,82 |
| | Álamo plateado | 22,06 | 8,40 | 2,08 | 6,32 |
| | Liquidambar | 12,50 | 2,85 | 2,20 | 0,65 |
| Cruz (NE-SW) | Acacio de bola | 19,68 | 4,18 | 2,21 | 1,97 |
| Bulnes (NE-SW) | Acacio de bola | 22,08 | 5,13 | 2,14 | 2,99 |
| | Acacio | 26,30 | 5,65 | 1,83 | 3,82 |
| Mackenna (NE-SW) | Álamo musolino | 36,00 | 4,55 | 2,17 | 2,38 |

Al analizar el comportamiento del Dap en el acacio de bola, este varía entre 16,35 cm (calle Paicaví), que corresponde a árboles semimaduros, y 35,44 cm (calle Ainavillo) que son árboles sobremaduros. La altura varía como promedio entre 4,18 m (calle Cruz) y 5,14 m (calle Bulnes).

En la especie álamo musolino, el Dap varía entre 16,76 cm para árboles jóvenes y 36,00 cm para árboles adultos; su altura fluctúa entre 3,17 m (calle Janequeo), 8,40 m (calle Galvarino) y 35,00 m (calle Paicaví).

La altura de copa varía según la especie y está fuertemente afectada por las podas que se han efectuado.

La altura de copa varía según la especie y está fuertemente afectada por las podas que se han efectuado.

Para el acacio de bola, la altura de copa varía entre 1,16 m y 2,99 m; en el caso del álamo plateado, la altura de copa presenta la mayor longitud con 6,32 m; en tanto que la más pequeña altura de copa la tiene el Liquidambar con 0,65 m.

La altura del fuste en los árboles urbanos es muy similar entre especies; como promedio es de 2,1 m.

3.3.3 Manejo forestal del arbolado y rodales urbanos

No se detectó la aplicación de manejo forestal en el arbolado y rodales urbanos dentro del área de estudio.

En algunos árboles se han podado las ramas que causan problemas al tendido eléctrico y construcciones. Estos trabajos lo han realizado funcionarios municipales, los propios vecinos y la Compañía General de Electricidad. Lamentablemente, los trabajos realizados han tenido serias deficiencias técnicas, lo que ha producido la pérdida del valor estético de algunos ejemplares.

3.3.4 Estado fitosanitario del arbolado y rodales urbanos

La sanidad del arbolado urbano en el sector de la Laguna Las Tres Pascualas es buena, sólo el 22,70% del total de árboles existente en las calles censadas, presenta problemas sanitarios de consideración (Fig. 15).

Árboles urbanos con deficiencias sanitarias

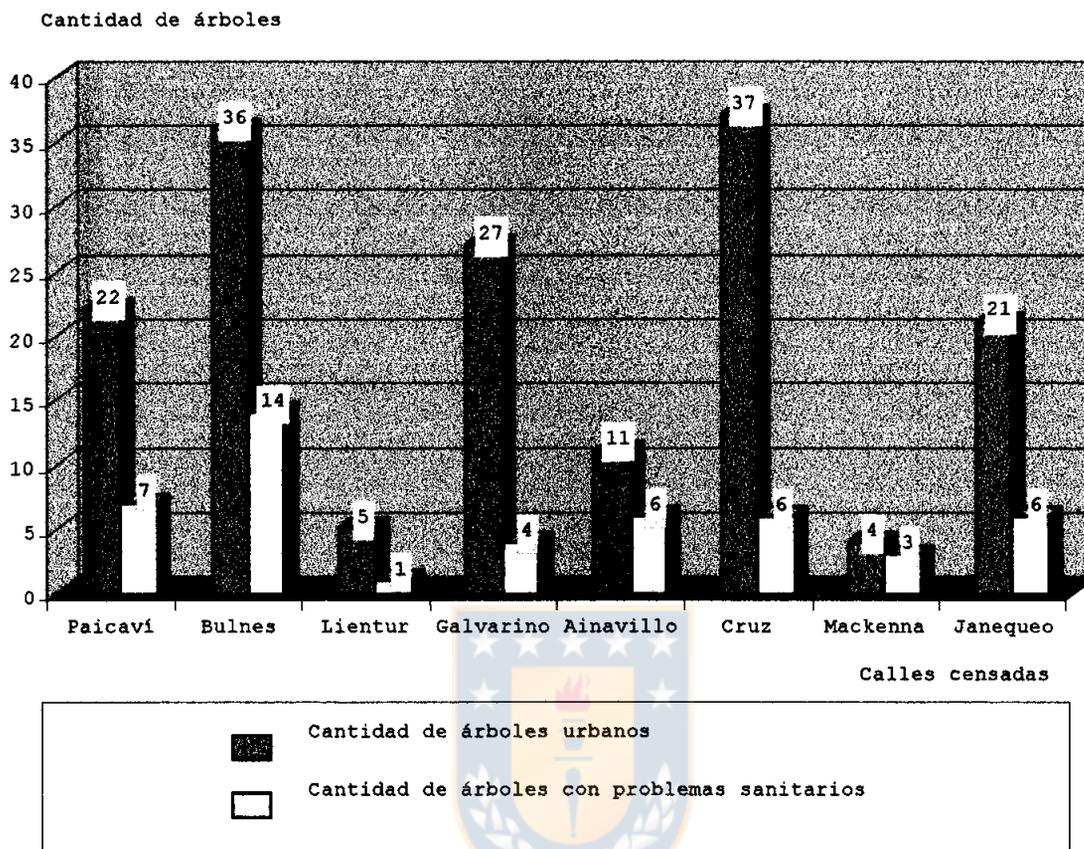


FIGURA 15. Estado sanitario del arbolado urbano, dentro del sector.

El estado sanitario de las especies presentes en los rodales forestales y árboles aislados existentes en el cerro La Pólvora, sector la Península, en un 86,4% es bueno; sólo el 4,5% se encuentra en un estado deficiente. El 9,1% restante, se encuentra en regular estado de conservación.

El deterioro en la salud del árbol se manifiesta por la pérdida temprana de hojas, amarillamiento del follaje, exudación de sustancias desde la corteza, presencia de grandes canchales y pudriciones internas, lo que repercute en el vigor del árbol.

3.3.5 Daños detectados en el arbolado y rodales urbanos

• Daños en las raíces

Según MOPTMA (1996), la urbanización es la responsable de producir al menos cinco alteraciones en el suelo que producen deficiencias sanitarias en los árboles urbanos, debido al rompimiento de raíces y disminución del contenido de aire en el volumen del suelo, lo que dificulta la respiración de las raíces, y por tanto, su crecimiento y el desarrollo de microorganismos aeróbicos, especialmente micorrizas. Estas alteraciones son: (1) compactación del suelo, que dificulta la aireación del suelo y la respiración de raíces; (2) impermeabilización del suelo que impide el normal abastecimiento de agua; (3) rebajes que destruyen raíces laterales; (4) aperturas de zanjas y excavaciones en general que cortan las raíces y (5) alteraciones en el nivel freático, vertidos de productos tóxicos tales como: derivados del petróleo, escapes de conducciones de gas, orines y excrementos de perros, etc., que contaminan el suelo.

En el área de estudio, el daño más común producido en el sistema radical, fue el rebaje del suelo para la construcción de pastelones y la excavación de zanjas para la instalación o renovación de cañerías de agua potable, gas o alcantarillado.

En la calle Ainavillo, los árboles de la acera poniente presentan serias lesiones en sus raíces. Este daño se habría producido luego de que las raíces emergieron del suelo, quedando expuestas al roce con el pastelón, al viento, al polvo y al daño humano. En calle Bulnes, existen ejemplares de similar edad y desarrollo, en el cual el

sistema radical no encontró dificultad para crecer, y aunque también emergieron raíces del suelo, no se dañaron con algún roce, debido a que el pavimento ó pastelón esta distante como promedio a 1,5 metros de los árboles.

• **Daños en el fuste del árbol**

Uno de los daños que se presenta con una alta incidencia es el corte horizontal de la corteza. Dentro del área de estudio, el 12,27% de los árboles presentaron deterioro considerable de su corteza en su fuste (Tabla 5), en el 86,28% de los casos bajo los 2 m de altura.

Tabla 5. Árboles plantados en las aceras que presentan pérdidas de corteza en el fuste.

| Calle | Cantidad de árboles | Árboles con pérdidas de corteza del fuste | Porcentaje de árboles afectados por calle (%) |
|-----------|---------------------|---|---|
| Paicaví | 22 | 1 | 4,55 |
| Bulnes | 36 | 0 | 0,00 |
| Lientur | 5 | 1 | 20,00 |
| Galvarino | 27 | 7 | 25,93 |
| Ainavillo | 11 | 1 | 9,09 |
| Cruz | 37 | 7 | 18,92 |
| Mackenna | 4 | 3 | 75,00 |
| Janequeo | 21 | 0 | 0,00 |
| Total | 163 | 20 | 12,27 |

Dentro de las heridas que se encontraron en el fuste, las de mayor consideración fueron ocasionadas por colisiones violentas de vehículos, lo que produjo agrietamiento de la corteza e inclinación de fustes en un ángulo aproximado a los 30° (Fig. 16).

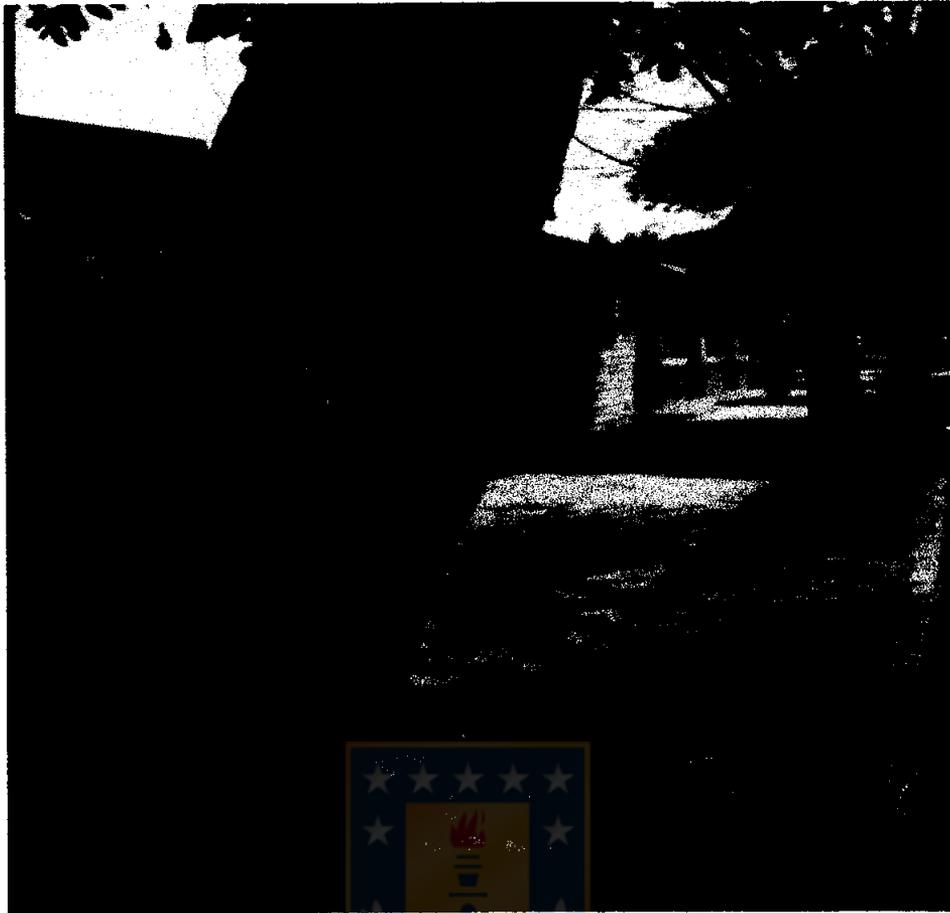


FIGURA 16. Pérdida de parte de la corteza del fuste de un acacio de bola, plantado en la acera de calle Galvarino, esquina Bulnes.

Otro daño típico es la inserción de elementos metálicos en la corteza, sobre todo clavos; un 46,63% de los árboles presentó este problema (Fig. 17; Tabla 6). Cabe señalar que estos elementos son absorbidos por el crecimiento en diámetro de los fustes, dando lugar a deformaciones y posteriores protuberancias (MOPTMA, 1996).

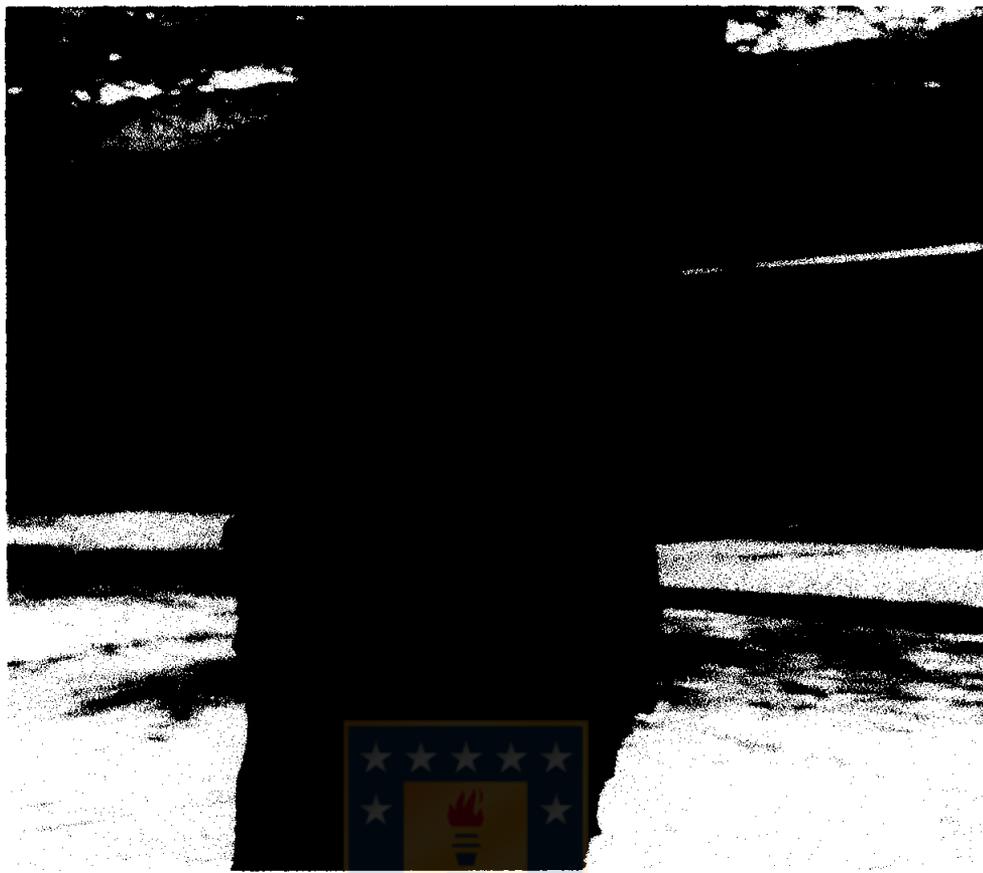


FIGURA 17. Inserción de clavos en la corteza para colgar bolsas de basura, la que produce malformaciones o protuberancias en el fuste.

Tabla 6. Árboles plantados en las aceras que presentan incrustaciones metálicas (e.g. clavos) en la corteza.

| Calle | Cantidad de árboles | Árboles con incrustaciones metálicas (clavos) | Porcentaje de árboles afectados por calle (%) |
|-----------|---------------------|---|---|
| Paicaví | 22 | 8 | 36,36 |
| Bulnes | 36 | 19 | 52,78 |
| Lientur | 5 | 1 | 20,00 |
| Galvarino | 27 | 9 | 33,33 |
| Ainavillo | 11 | 3 | 27,27 |
| Cruz | 37 | 24 | 64,86 |
| Mackenna | 4 | 4 | 100,00 |
| Janequeo | 21 | 8 | 38,10 |
| Total | 163 | 76 | 46,63 |

El descortezado anular del tronco fue notorio en prácticamente todos los árboles de las calles Bulnes, Janequeo, Cruz, Lientur, Galvarino y Ainavillo, en rangos que van entre 1 y 10% de pérdida de corteza.

En los árboles aislados ubicados en el cerro La Pólvora, el descortezado del fuste es el daño más importante. Este daño se presenta en el 18,2%, en tanto que la pudrición interna y aparición de canchros en el fuste fue evidentes en el 27,3%.

- **Daños en ramas**

El corte exagerado de ramas, produce una pérdida de la forma de copa original en los árboles urbanos generando una distorsión visual que altera el paisaje del área. Esto se aprecia en las especies de álamo musolino, ubicados en calle Janequeo, y álamo plateado, liquidambar y árbol de las tres espinas en calle Galvarino, donde los vecinos podaron los ápices de los árboles.

Según Hubert y Courraud (1989) una poda demasiado precoz o excesiva, debilita al árbol y puede provocar la aparición de chupones (ramillas laterales en el fuste) lo que fue muy visible en la mayoría de los acacios de bola y álamos musolinos existentes en el área.

Del total de árboles urbanos existentes en las calles censadas, el 37,41% tiene presencia de canchros; las calles Bulnes, Cruz y Galvarino son las que tienen un mayor número de árboles afectados (Tabla 7).

TABLA 7. Árboles plantados en las aceras con problemas de canchros y con más del 50% de su corteza podrida.

| Calle | Cantidad árboles | Árboles con canchros | Árboles con pudrición | % Árboles con canchros y pudrición |
|-----------|------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Paicaví | 22 | 5 (22,7%) | 1 (4,5%) | 20,0% |
| Bulnes | 36 | 14 (38,9%) | 10 (27,8%) | 71,4% |
| Lientur | 5 | 1 (20,0%) | 1 (20,0%) | 100% |
| Galvarino | 27 | 13 (48,1) | 7 (25,9%) | 53,9% |
| Ainavillo | 11 | 3 (27,3) | 1 (9,1%) | 33,3% |
| Cruz | 37 | 14 (37,8%) | 4 (10,8%) | 28,6% |
| Mackenna | 4 | 3 (75,0%) | 0 (0,0%) | 0,00% |
| Janequeo | 21 | 8 (38,1%) | 0 (0,0%) | 0,00% |
| Total | 163 | 61 (37,4%) | 24 (14,7%) | 39,3% |

Cuando los canchros son más intensos, se comienza a producir pudrición en la madera, de esta forma se determinó la existencia de una severa pudrición, mayor al 50%, en el 39,3% de los árboles que presentaban canchros, lo que equivale al 14,7% de los árboles urbanos plantados en las aceras. Las calles más afectadas fueron Lientur, Bulnes y Galvarino, con un 100%, 71,4% y 53,9%, respectivamente.

En los árboles existentes en el cerro La Pólvara, la existencia de pudriciones y canchros fue de un 13,6%. Presumiblemente, este daño fue producido por malas prácticas de poda.

• **Daños en el follaje**

En la Tabla 8, se muestra la cantidad de árboles que presentan una pérdida temprana de hojas en cada calle.

Tabla 8. Cantidad de árboles que presentan una pérdida temprana de hojas por calle.

| Calle | Cantidad árboles | Árboles que presentan desfoliación temprana | Porcentaje de árboles afectados por calle (%) |
|-----------|------------------|---|---|
| Paicaví | 22 | 1 | 4,55 |
| Bulnes | 36 | 17 | 47,22 |
| Lientur | 5 | 4 | 80,00 |
| Galvarino | 27 | 13 | 48,15 |
| Ainavillo | 11 | 3 | 27,27 |
| Cruz | 37 | 19 | 51,35 |
| Mackenna | 4 | 0 | 0,00 |
| Janequeo | 21 | 1 | 4,76 |
| Total | 163 | 58 | 35,58 |

El 35,58% del arbolado existente en las aceras, evidencia pérdidas temprana de hojas, siendo la especie más afectada el acacio de bola en las calles Lientur, Cruz, Galvarino y Bulnes. En el follaje de esta especie, se encontró una gran cantidad de pulgones, lo que explica la pérdida de hoja.

El resto de las especies arbóreas no registró mayores evidencias de daño en el follaje.

En el caso de los árboles ubicados en el cerro La Pólvara, sólo algunos ejemplares de olmo registraron una pérdida de alrededor del 20% de su follaje, debido presumiblemente a algún insecto u hongo.

3.4 Evaluación de los problemas y/o conflictos detectados con el arbolado urbano dentro del área de estudio.

Se identificaron dos tipos de conflictos entre el árbol y el sitio físico en que se encuentra ubicados. Estos conflictos se dividieron en aéreos y subterráneos:

El primer caso, se refiere a los diversos problemas que ocasiona el crecimiento de la copa en los árboles urbanos como: (1) roce de ramas con el tendido eléctrico y redes telefónicas que abastecen a los vecinos del sector, (2) roce con paredes, ventanas y techos de construcciones vecinas y (3) exceso de sombra en las viviendas lo que impide un adecuado asoleamiento y un exceso de humedad interior hacia las viviendas.

El segundo caso, se refiere al problema que presenta el crecimiento radical con el rompimiento de pavimentos, pastelones, redes de gas, alcantarillado y agua potable. En este caso sólo se evaluó el problema de rompimiento de pastelones.

Los conflictos aéreos se presentan debido al rápido crecimiento de ramas que tienen los árboles urbanos que han sido plantados en la acera, bajo los tendidos eléctricos y telefónicos. Prácticamente el 90% de los ejemplares de álamo plateado, álamo musolino y acacio común tienen problemas. En tanto que el 60% de los acacios de bola que existen en el área presentaron algún tipo de conflicto (Fig. 18).

Se pudo constatar que la forma de la copa en los árboles urbanos es independiente para cada especie y ha sido

alterada por el manejo forestal y la exposición, comprobando lo indicado por Hubert y Courraud (1989).

La forma de copa en la especie acacio de bola, varía entre esférica-ovoidal y de abanico; en el caso de la especie álamo musolino es esférica-ovoidal y para acacio, álamo plateado, arce y olivo de bohemia resultó ser irregular.



FIGURA 18. La fotografía muestra un acacio de bola que se encuentra afectando los tendidos eléctricos y telefónicos en calle Bulnes.

El conflicto subterráneo más notorio que generó el arbolado urbano fue el levantamiento del suelo, por ciertas especies adultas, lo que produjo trizadura y posterior quiebre de pastelones.

El problema de levantamiento de pastelones se evaluó en un 24,54% de incidencia del total de árboles urbanos que se

encuentran plantados en las aceras (Tabla 2 A). Es más notorio en la calle Paicaví, donde el 59,09% de los árboles existentes levantaron y rompieron los pastelones. Le sigue calle Galvarino con un 44,44% y luego calle Cruz con un 29,7%.

En calle Bulnes, sólo el 2,78% de los árboles produjo el quiebre de pastelones, debido a que los árboles estaban ubicados a más de 1,5 m de distancia.

Otro de los conflictos detectado, pero no evaluado, fue el daño que producen las raíces de especies como acacio de bola, álamo musolino y álamo plateado, a los arranques de agua potable y de alcantarillado de las respectivas viviendas.

3.5 Propuesta de manejo al arbolado y rodales urbanos.

Dentro de la ciudad de Concepción, la silvicultura y manejo forestal del arbolado urbano es responsabilidad del Departamento de Ornato, dependiente de la Dirección de Aseo y Ornato de la Ilustre Municipalidad de Concepción. Durante el año 1997, se plantaron 2.313 árboles, principalmente en el Barrio Norte y áreas de Puchacay, Santa Sabina, sector Centro y Barrio Universitario. Además se efectuaron 3.400 podas entre sanitarias y ornamentales (Boero, 1998).

La aplicación de la silvicultura urbana en las ciudades, y particularmente en Concepción, contribuye a generar una serie de beneficios que pueden ser cuantificados tanto cualitativa como cuantitativamente. En tal sentido, son muy

importantes los trabajos desarrollados por Nowak y McPherson (1993) y Mc Pherson, et al.(1994).

Cabe señalar que a lo largo del mundo, la aplicación de la silvicultura urbana como herramienta de planificación y gestión urbana es cada día más utilizada por los departamentos municipales(Haque, 1987; Moll y Gangloff, 1987; Olembo y Rham, 1987; Thaman, 1987; Caballero, 1993; Profous y Rowtree, 1993; Sène, 1993).

Dentro de los beneficios que aporta la silvicultura urbana a la comunidad, Kulcheimeister y Bratz (1993) señala que esta disciplina contribuye en cuatro áreas: (1) paisajismo; (2) educación ambiental; (3) desarrollo de actividades recreativas y (4) salud, debido a que aumenta el bienestar fisiológico y psicológico de las personas. De esta forma al realizar plantaciones de árboles dentro de la ciudad, se producen efectos cuantificables, en el microclima local, que permite mejorar las condiciones del ambiente urbano (Nowak y McPherson, 1993).

En tal sentido, diversos estudios indican que el arbolado urbano modifica variables medioambientales en el interior de la ciudad como: (1) temperatura ambiente (Huang et al., 1987; McPherson, Herrington y Heisler, 1988); (2) consumo de combustible fósiles y energía eléctrica (Heisler, 1990); (3) movimiento del aire (Spurr y Barnes, 1982); (4)disminución del ruido(Marsh, 1991; Cáster, 1996); (5) calidad del aire dentro de la ciudad; (6) humedad relativa del aire en el interior de la ciudad y (7) sobre el dióxido de carbono(CO₂), existente en el aire (Schroeder, et al., 1993).

La reducción de niveles altos de ruido es importante pues, cuando el ruido fluctúa entre 85 y 90 dB(A), por algún período de tiempo, puede provocar la pérdida de audición (Chacalo y Pineau, 1991, citados por Cáster, 1996).

Cáster (1996) citando a Cook (1978), menciona que los árboles y otras plantas, junto con las formaciones geomorfológicas, aminora el ruido de las carreteras entre 6 y 15 dB, mientras que los árboles, en combinación con barreras sólidas, lo reducían entre 5 y 8 dB. Para ello utilizan cinco mecanismos: (1) absorción; (2) deflección; (3) reflexión; (4) refracción; y (5) enmascaramiento.

Respecto a la absorción, las plantas generalmente absorben las frecuencias altas a una mayor velocidad que las frecuencias bajas, lo que significa que elimina selectivamente las frecuencias más perturbadoras al oído humano. Por otra parte los fenómenos de deflección, reflexión y refracción dependen de la configuración geométrica de la plantación de los árboles. Miller (1988), menciona que el fenómeno del enmascaramiento, corresponde a la sustitución de los sonidos molestos por otros más gratos. Por ejemplo, el susurro de las hojas mecidas por la brisa.

3.5.1 Técnicas de silvicultura urbana aplicables

- **Poda**

La poda debilita el árbol; al suprimir ramas se disminuye el número de hojas y, como consecuencia el número de raíces. Las ramas que no se despuntan ramifican más equilibradas, pues cuando se eliminan yemas se vigorizan las que permanecen en la misma rama e incluso las otras del

árbol, debido a que la savia de la zona suprimida es utilizada por el resto de la planta y, especialmente, por los órganos adyacentes (Coque y Díaz, 1996).

Al podar, se debe asegurar que el corte de las ramas debe ser a ras del tronco, de tal modo de generar una pronta cicatrización. Resulta necesario, además, aplicar fungicida y cicatrizante para mejorar el proceso de cierre de la herida inducida por el corte, debido al peligro inminente de aparición de tumores y canchros en los árboles urbanos (Hubert y Courraud, 1989).

Debido a que la tasa de crecimiento es muy variable entre especies y está muy influenciada por el manejo forestal, es que se recomienda manejar en forma más intensiva todas las especies arbóreas plantadas en las aceras, que presenten un rápido crecimiento de altura y amplio radio de copa. De esta forma se recomienda podar, una vez al año, las siguientes especies: álamo musolino, álamo plateado, árbol de las tres espinas y acacio.

En el caso del acacio de bola, bastaría sólo realizar podas bianuales, para evitar el roce que comúnmente producen las ramas de la copa a los tendidos eléctricos y construcciones vecinas.

- **Cortas y Raleo**

En el área norte de la Laguna, donde existe una gran cantidad de mimbres, se recomienda realizar un raleo por lo bajo, es decir dejar los mejores ejemplares en pie de tal modo de mejorar la accesibilidad a esa área.

- **Control de competencia**

Se realizará control de competencia, sólo en las áreas de rehabilitación de la vegetación que los necesiten. Para ello será importante contar con información referente a suelo, pendiente, tipo de vegetación competitiva y recursos económicos disponibles. Para definir que método de control es el más adecuado.

- **Control fitosanitario**

Se recomienda realizar un estudio, más acucioso, de las enfermedades que presenta el arbolado urbano en el sector. Específicamente en lo referente a canchales, pudrición y defoliación. De modo de definir si resulta económico aplicar un método de control fitosanitario ó es necesario realizar un cambio de especies mejor adaptadas a las condiciones existentes.

3.5.2 Plan de rehabilitación urbana y paisajística

La rehabilitación del sector se orienta a una recuperación del espacio público y a un manejo de la vegetación existente, aplicando la silvicultura urbana y el paisajismo como herramienta principal.

Entre los espacios públicos y privados a recuperar se propone convertir el área verde existente, en una zona de encuentro donde sea posible la reunión entre los habitantes del sector. Desde aquí puede ser factible la construcción de un puente que permita conectar la ribera con el sector de la península, nuevo Campus de la Universidad San Sebastian.

En resumen la propuesta de rehabilitación permite incorporar aproximadamente 1000 m² de nuevas áreas verdes en este sector, junto a 50 nuevos árboles entre autóctonos y exóticos.

Entre las dificultades que se debe superar se encuentra la abundante presencia de escombros que dificultará el proceso de plantación y posterior desarrollo de los árboles, por lo que se recomienda confeccionar hoyos de 100X100X100 cm y reemplazar la tierra existente por un 40% de tierra vegetal, 40% de tierra de hoja y un 20% de limo arcilloso. Esto permitiría mejorar la fertilidad y estructura del suelo al momento de plantar la especie arbórea lo que resulta vital para el árbol en sus primeros años.

Otro sector que se propone incorporar como espacio público lo conforma el polígono urbano ubicado en el sector sur de la Laguna. Esta área de acuerdo a los antecedentes entregados por Oliver y Zapata (1950) sería un sitio histórico, que se encuentra totalmente en el anonimato. Según estos autores el sitio correspondería al lugar donde acampó Pedro de Valdivia la madrugada del 24 de Febrero de 1554, y donde se llevó a cabo la Batalla del Andalién, la primera confrontación entre mapuches y españoles.

Pérez (1997) y Araya (1999), identifican a este sector como un área potencial para ser considerado como área verde ó futuro parque, básicamente por las malas condiciones estructurales del suelo. Pero sin lugar a dudas, que el principal problema de convertir este lugar en espacio público, lo constituyen el millar de familias que en condiciones marginales viven en estos terrenos. Por lo que deberán ser erradicados.

Actualmente la Municipalidad de Concepción, SERVIU y el Gobierno Regional, elaboran estudios de factibilidad que permitirán radicar a estas familias dentro del sector en una solución habitacional digna. Uno de los lugares elegidos es el corte Lientur, donde se proyectan bloques de departamentos.

En la ribera del cerro La Pólvara, se necesita disminuir la sedimentación producto del escurrimiento superficial de aguas lluvias, que llegan al cuerpo acuático por la topografía accidentada del terreno.

Para lograr disminuir este escurrimiento, Castelle *et al.* (1994), citados por Avello (1997), señala que toda medida de amortiguación debería considerar cuatro criterios básicos que determinan finalmente el tamaño adecuado de un área de protección vegetal para los recursos acuáticos: (1) valor funcional del recurso; (2) intensidad de uso de tierras adyacentes; (3) características del amortiguador y (4) funciones específicas requeridas del amortiguador.

El tamaño del área de amortiguación depende de las características propias del sector: Las fajas pequeñas son adecuadas cuando el amortiguador está en buenas condiciones (vegetación nativa densa, suelos inalterados), cuando la tierra húmeda o la corriente es de relativamente bajo valor funcional (alto nivel de alteración, dominado por plantas exóticas) y cuando el uso adyacente de las tierras tiene un impacto potencialmente bajo (parques, áreas residenciales de baja densidad). Grandes fajas de amortiguación son necesarias para tierras húmedas y corrientes de alto valor, que son protegidas del intenso uso de tierras adyacentes por amortiguadores en pobres condiciones.

Por las características propias del sector, se propone crear un área de amortiguación que varíe entre los 10 y 15 metros. Al respecto se debe señalar que Araya (1999), propone incorporar un perímetro de protección a la Laguna de 10 m de ancho, donde se desarrollarían áreas verdes, macizos florales, setos y arborización. Este borde permitiría además, acceder en forma libre al cuerpo acuático, desde todos los sectores mediante sendas peatonales. Esta propuesta, desarrollada por la Agencia de Gestión Urbana de la Ilustre Municipalidad de Concepción, se puede mejorar incorporando algunos bosquetes de árboles y arbustos, de preferencia nativos, que permitirían: disminuir el escurrimiento superficial de aguas lluvias, en especial desde las laderas del cerro La Pólvora; entregar condiciones de hábitat natural para la vida silvestre y potenciar la belleza escénica del sector.

En la Tabla 3B, se entregan antecedentes adicionales, sobre anchos de fajas de amortiguación recomendables según algunos objetivos ambientales, aplicables a cuerpos lacustres.

3.5.3 Selección de especies

La especie elegida para rehabilitar un área degradada, debe elegirse de acuerdo a las condiciones existentes en el lugar, donde prima los factores edafoclimáticos y las condiciones urbanas del área, que favorecen o dificultan el desarrollo posterior de la plantación (González del Tánago y García de Jalón, 1995).

La especie arbórea seleccionada para ser plantada en el sector urbano, deberá tener: un bajo consumo de agua; un

reducido desarrollo radical; una buena adaptabilidad a suelos compactados, un bajo requerimiento de nutrientes; adaptable a condiciones de contaminación y toxicidad; resistente al deterioro por vandalismo y presión de carga poblacional; resistencia a fuertes vientos generados por los pasillos que quedan entre los edificios, a la alta luminosidad y radiación solar.

Para seleccionar los árboles que cumplieran las características exigidas anteriormente, se recurrió a los estudios de adaptabilidad de especies arbóreas y arbustivas en ambientes urbanos, desarrollados por Del Cañizo y González (1994) (Tablas 4B, 5B y 6B).

La incorporación de árboles nativos en ambientes urbanos tuvo como restricción la falta de antecedentes sobre su comportamiento en este medio. De esta forma se estimó que el desarrollo de cada especie en el área, debería ser similar al que presenta dentro de la ciudad de Concepción. De esta forma se observó el desarrollo de árboles nativos que crecen en parques y algunas calles de Concepción (Fig. 20).

Una de las mayores dificultades que presenta incorporar árboles en las aceras, es el ancho que tienen estas en algunas calles (e.g. pasaje Las Camelias, cuyo ancho de aceras es menor a 1,5 m). Esto implica decidir entre plantar árboles en hileras ó permitir el flujo normal del peatón. En estos casos, es más conveniente estimular la plantación de especies ornamentales en los antejardines de las viviendas.



FIGURA 20. La fotografía muestra una de las especies nativas elegidas para plantar dentro del sector, se trata del Maitén. Estos árboles en particular, se encuentran en la Remodelación Paicaví, en pleno centro de Concepción.

Uno de los objetivos más importantes que se desea lograr con la restauración es poder reconstituir un ambiente lo más natural posible, ideal para el desarrollo de la fauna silvestre existente y visitante, aplicando el concepto de restauración de ecosistemas. En tal sentido, fue muy importante contar con el estudio de Polyméris (1995), sobre la vegetación natural que existe en la península de Hualpén y que en algún momento pudo haber existido en el área de estudio.

A continuación se entrega la selección de especies exóticas y nativas para ser plantadas en las aceras (Tabla 9).

TABLA 9. Especies recomendadas para arborizar las áreas degradadas, en las aceras de calles dentro del área de estudio.

| Calles | Objetivo a satisfacer | Especie recomendada |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Vicuña Mackenna • Bulnes, • Lientur, • Paicaví <p>Suelo: Arenoso</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ornamental. 2. Protección contra el viento 3. Resistente al polvo. 4. Resistente a la sequía. 5. Resistente al daño generado por el vandalismo y la presión poblacional. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ailanthus 2. Paulonia 2. Ciruelo en flor. 3. Arce platanoides 4. Arce japonico 5. Arce negundo 6. Quillay 7. Abedul 8. Notro 9. Maitén |
| <ul style="list-style-type: none"> • Los Lirios • Las Camelias • Las Dalias <p>Suelo: Arenoso.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ornamental. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Camelia 2. Magnolia |
| <ul style="list-style-type: none"> • Cruz • Galvarino • Ainavillo • Bandera <p>Suelo: Arenoso.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ambiente más natural 2. Ornamental. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Notro 2. Maitén 3. Quillay 3. Abedul 4. Ailanthus 5. Arce japonico |
| <ul style="list-style-type: none"> • Prieto <p>Suelo: Arenoso.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ornamental. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Maitén 2. Quillay 3. Abedul |

Los árboles nativos seleccionados para ser plantados en los espacios degradados fueron: arrayán (*Luma apiculata*), arrayán macho (*Rhaphitamnus spinosus*), avellanillo (*Lomatia dentata*), avellano (*Gevuina avellana*), canelo (*Drimys winteri*), coigue (*Nothofagus dombeyi*), laurel (*Laurelia sempervirens*), lingue (*Persea lingue*), luma (*Anomyrtus luma*), luma blanca (*Myrceugenia chrysocarpa*), sauce chileno (*Salix chilensis*), siete camisas (*Escallonia rubra*), patagua (*Crinodendron patagua*), pilo-pilo (*Sophora*

microphylla), pitao (*Pitavia punctata*) y pitra (*Myrceugenia exsucca*).

Asociado a los árboles propuestos, se entrega una lista con arbustos nativos que cohabitan con ellos. De este modo se mejora la eficiencia del área de protección como amortiguador vegetal

Las especies propuestas son las siguientes: aramo (*Azara lanceolata*), coligüe (*Chusquea culeu*), corcolén (*Azara integrifolia*), copihue (*Lapageria rosea*), culen (*Psoralea glandulosa*), chacay (*Discaria serratifolia*), chaquihue (*Crinodendron hookerianum*), chilco (*Fuchsia magellanica*), fuingue (*Lomatia ferruginea*), guindo santo (*Eucryphia glutinosa*), madroño (*Escallonia pulverulenta*), maqui (*Aristotelia chilensis*), matarratones (*Coriaria ruscifolia*), mayo (*Sophora macrocarpa*), michay blanco (*Berberis congestifolia*), michay (*Berberis darwinii*), murtilla (*Ugni molinae*), nalca (*Gunera chilensis*), natre (*Solanum gayanum*), pillo-pillo (*Ovidia pillo pillo*), quila (*Chusquea quila*), taique (*Desfontainia spinosa*), temu (*Blepharocalyx kruckshanksii*), tepu (*Tepualia stipularis*) y yelmo (*Griselinia jodinifolia*).

3.5.4 Sistemas de plantación

En las aceras de las calles se propone una plantación de árboles de un Dap superior a 4 cm y una altura no superior a 2,5 m.

El hoyo de plantación deberá tener como mínimo 60X60X60 cm, además se deberá colocar un tutor de madera de pino

impregnado de 2" de diámetro o 2" X 3" si es de sección ortogonal; la altura del tutor será de 2 m y el árbol se adosará a éste mediante amarras de plástico o totoras.

Para disminuir los niveles de ruido producto del tráfico de trenes se propone la confección de una pantalla acústica utilizando madera y vegetación. Esta pantalla puede estar conformada por un cerco de madera absorbente asociada con arboles y arbustos, plantados a una distancia de 2 metros cada uno, de tal forma de conformar un ancho de protección mínimo de 6 metros.

Por último, los refugios de la vida silvestre existente y visitante, estarán formados por la vegetación que existe dentro del sector y cualquier plantación de árboles y arbustos adicional que se oriente a satisfacer este objetivo, deberá tener especies nativas con fruto y plantadas en un diseño tipo mosaico, de tal forma de generar una diversidad de especies junto a una integración armónica al paisaje existente.

IV. CONCLUSIONES

1. Dentro de las 36 ha estudiadas, se encontraron 40 especies distintas, que forman el arbolado urbano existente en el sector Laguna Las Tres Pascualas.
2. De los 6.520 metros lineales de aceras existentes en el sector, sólo 4782 metros lineales registran presencia de árboles, totalizando 163 árboles compuestas por 14 especies distintas. Siendo el árbol más común el acacio de bola (66,87%), seguido por el álamo musolino (15,95%), álamo plateado, arce y acacio común, con un 3,07 y olivo de bohemia, con un 1,84%.
3. El estado sanitario del arbolado urbano es bueno; el 22,70% de los árboles plantados en las aceras presenta una pérdida de hojas, colorido extraño del follaje y exudación de sustancias desde la corteza.
4. El daño más importante del arbolado urbano se registró en el fuste. En el 86,28% de los árboles, este daño se encuentra bajo los 2 m de altura
5. El arbolado urbano necesita la aplicación de silvicultura urbana en su manejo y mantención. De esta forma se corrige el deterioro existente en la forma de copa de los árboles.
6. Los conflictos generados entre el árbol y el medio físico en que este habita, se deben exclusivamente a la inadecuada elección de la especie plantada en dicho lugar, que no consideró el desarrollo que alcanza la copa y el sistema radical en el estado adulto.

7. Entre los 6520 metros lineales de aceras existentes en el sector Laguna Las Tres Pascualas, resulta inconveniente plantar árboles en aproximadamente 800 metros lineales. Debido a que en ellos, el ancho de la acera es menor a 1,5 m, lo que dificulta el tránsito peatonal.
8. Si se considera que existen 163 árboles plantados en los 6520 metros lineales de aceras y un árbol urbano como promedio se planta cada 10 m uno de otro; en los 5720 metros lineales de aceras susceptibles de ser arboladas faltarían por plantar 409 árboles.
9. El sector denominado La Península, que forma parte del Cerro La Pólvora, posee rodales urbanos coetáneos del tipo boscoso, que por su ubicación, composición y edad, deben ser manejados con fines estéticos y paisajísticos por la enorme importancia ambiental y de belleza escénica que entregan al área.
10. Se propone confeccionar un perímetro de amortiguación, de 15 m de ancho, a lo largo de la ribera de la Laguna Las Tres Pascualas. Esto permitirá plantar especies arbóreas y arbustivas que disminuyan el escurrimiento superficial de aguas lluvias hacia el cuerpo acuático, aumenten la composición de especies y permitan mejorar el hábitat para la vida silvestre.

V. RESUMEN

En la ciudad de Concepción, durante Enero de 1998, se analizó la vegetación que existe en el área urbana donde se ubica la Laguna Las Tres Pascualas.

Dentro de las 36 ha estudiadas, se encontraron cuarenta especies diferentes de árboles y arbustos, 163 árboles plantados en calles y pasajes y 7 rodales urbanos de gran interés paisajístico y ambiental.

El principal conflicto que presentó la vegetación urbana, la ocasionaron ciertos árboles que crecen junto a la solera de calles y pasajes. Estos árboles rozaban sus ramas con el tendido eléctrico y ventanas de viviendas. Además levantaban el terreno con sus raíces lo que produjo el quiebre de la acera de hormigón.

La propuesta de manejo al arbolado y rodales urbanos existentes, considero la aplicación de técnicas de silvicultura urbana, junto con la corta sanitaria y enriquecimiento de los rodales con especies nativas.

Entre las medidas ambientales propuestas, se encuentra el diseño de un borde de protección de 15 m de ancho alrededor de la Laguna Las Tres Pascualas y la plantación de árboles en áreas degradadas con el objetivo primordial de disminuir el escurrimiento de aguas lluvias hacia la Laguna, servir de protección acústica, disminuir el viento y polvo, brindar un hábitat a la vida silvestre y potenciar la valoración paisajística y recreativa del sector.

VI. SUMMARY

In the urban area of the city of Concepcion, Chile, in January of 1998, the vegetation existing in Las Tres Pascualas lagoon was analyzed.

Within the 36 hectares under study, forty different species of trees and bushes, 163 trees planted on main and adjacent streets and 7 stands of great landscaping interest, were found.

The main problem faced by this urban vegetation was found among trees that grow near the kerb of main and adjacent streets. The branches of these trees hit high tension lines and windows. Furthermore, their roots cause the ground to rise and the concrete on the sidewalks to break.

The tree and stand handling proposal consisted in urban silviculture techniques along with pruning and stand enrichment by means of native tree species.

Among the environmental measures proposed were the desing of a 15-meter wide protection edge around the Las Tres Pascualas Lagoon and tree plantation in degraded areas in order to avoid rainfall runoff into the lagoon, to provide for acoustic protection, to abate wind and dust, and to create a forestry habitat to boost the landscaping and recreational value of the neighborhood.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Araya, C. 1999.** Seccional de la Laguna Las Tres Pascualas, (en elaboración). Agencia de Gestión Urbana. Ilustre Municipalidad de Concepción. Concepción, Chile.
2. **Avello, J. 1997.** Análisis general de las zonas ribereñas con respecto a su rol amortiguador de los efectos nocivos provenientes de fuentes difusas de contaminación: una revisión bibliográfica. Memoria de Título, Ingeniero Forestal. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Silvicultura. Concepción, Chile.
3. **Baeriswyl, S. 1996.** Resumen del seccional Laguna Las Tres Pascualas. Agencia de gestión urbana. Ilustre Municipalidad de Concepción. Concepción, Chile.
4. **Boero, F. 1998.** Estudio sobre la arborización urbana período 1997-1998 en la ciudad de Concepción. Departamento de Ornato. Ilustre Municipalidad de Concepción. Documento Interno. Concepción, Chile.
5. **Caballero, M. 1993.** Silvicultura urbana en la ciudad de Mexico. UNASYLVA 44 (173):20-28.
6. **Campos, F. 1974.** Laguna Las Tres Pascualas. pp 33-41 En: Leyendas y tradiciones penquistas. ORBE. Santiago, Chile.
7. **Cárter, J. 1996.** El potencial de la silvicultura urbana en los países en desarrollo: Conceptos. Departamento de Montes, FAO, Roma. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

8. **CIER-SERPLAC. 1977.** Concepción metropolitano. Cartografía preliminar. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
9. **Chanes, R. 1995.** Deodendrón, árboles y arbustos de jardín en clima templado. Blume. Madrid, España.
10. **Coque M. y M. Díaz. 1996.** Poda de frutales y técnicas de propagación y plantación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Mundi-Prensa. Madrid, España.
11. **Del Cañizo J. y R. González. 1994.** Jardines, diseño, proyecto, plantación. (5ª Ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España.
12. **EMESA Ltda. 1984.** Estudio Laguna Grande de San Pedro, Concepción. Alternativas de uso del suelo ribereño. Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. Secretaría Regional Ministerial. Servicio de Vivienda y Urbanización Región del Bío-Bío. Concepción, Chile.
13. **Gajardo, R. 1994.** La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
14. **González del Tánago, M. y D. García de Jalón. 1995.** Restauración de ríos y riveras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Fundación Conde del Valle Salazar. Madrid, España.
15. **Haque, F. 1987.** Silvicultura urbana, perfiles de 13 ciudades. UNASYLVA 39 (155): 14-25.

16. **Heisler, G. 1990.** Mean windspeed below building height in residential neighborhoods with different tree densities. ASHRAET Trans. 96: 1389-1396.
17. **Huang, J., H. Akbari, H., Taha and A. Rosenfeld. 1987.** The potencial of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. Journal Climate Appl. Meteorology 26: 1103-1106.
18. **Hubert y Courraud. 1989.** Poda de arboles forestales. Mundi-Prensa. Madrid, España.
19. **Kulchelmeister, G. y S. Braatz. 1993.** Una nueva visión de la silvicultura urbana. UNASYLVA 44 (173): 3-12.
20. **López, M. 1997.** Recuperación urbana Laguna Las Tres Pascualas. Seminario de Título. Universidad del Bío-Bío. Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño. Concepción, Chile.
21. **Louvel, R. 1988.** Club regatas "Arturo Prat". pp 67-70 En: Crónicas y semblanzas de Concepción. Ilustre Municipalidad de Concepción. Departamento de Relaciones Públicas. Concepción, Chile.
22. **Márdones, M. 1978.** El sitio geomorfológico de las ciudades de Concepción y Talcahuano. Instituto de Antropología, Historia y Geografía. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
23. **Marsh, W. 1991.** Landscape planing environmental applications. (2°Ed.). Wiley & Sons. Michigan, U.S.A.

24. **McPherson, E.G., L.P. Herrington and G.M. Heisler. 1988.** Impacts of vegetation on residential heating and cooling. *Energy and Buildings* 12: 41-51.
25. **McPherson, E.G., D. Novak and R. Rowntee. 1994.** Chicago urban forest ecosystem. USDA Forest Service. Northeastern Forest Experiment Station. General Technical Report NE-186. Radnor, Pennsylvania, U.S.A.
26. **Miller, R. 1988.** Urban Forestry Planning and Managing Urban Greenspaces. Prentice Hall, New Jersey. USA.
27. **Moll, G. y D. Gangloff. 1987.** Silvicultura urbana en los Estados Unidos. *UNASYLVA* 39 (155): 36-45.
28. **MOPTMA. 1996.** Árboles en la ciudad. Fundamentos de una política ambiental basada en el arbolado urbano. (2ª Ed.). Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid, España.
29. **Nilsson, K. y T. Randrup. 1997.** Silvicultura urbana y periurbana. XI Congreso Forestal Mundial. Antalya, Turquía. Vol. 1, Tema 3.
30. **Novak, D.J. y E.G. McPherson. 1993.** Cuantificación del impacto ambiental de los árboles en Chicago. *UNASYLVA* 44 (173): 41-44.
31. **Olembo, R. y P. de Rham. 1987.** Silvicultura urbana en dos mundos diversos. *UNASYLVA* 44 (173): 26-35.

32. **Oliver C. y F. Zapata. 1950.** Libro de oro de la historia de Concepción. Litografía Concepción S.A. Concepción, Chile.
33. **Pérez, L. 1997.** Situación urbana de sistemas lacustres en la ciudad de Concepción. Propuesta de ordenamiento para un caso de estudio. Tesina Diplomado en Análisis y Gestión del Ambiente. Universidad de Concepción. Centro EULA-Chile. Concepción, Chile.
34. **Polyméris, C. 1995.** Vegetación actual de la península de Hualpén: Clasificación y Dinámica. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias con mención Botánica. Universidad de Concepción. Escuela de Graduados. Concepción, Chile.
35. **Profous, G. y R. Rowntree. 1993.** Estructura y gestión de la silvicultura urbana en Praga. UNASYLVA 44 (173): 33-40.
36. **Ryding S. y W. Rast. 1992.** El control de la eutrofización en lagos y pantanos. UNESCO. París, Francia y Pirámide S.A. Madrid, España.
37. **Schroeder, P., R. Dixon y J. Winjum. 1993.** Ordenación forestal y agrosilvicultura para reducir el dióxido de carbono atmosférico. UNASYLVA 44 (173): 52-59.
38. **Sene, E. 1993.** Plantaciones y bosques urbanos y periurbanos en Sahel. UNASYLVA 44 (173): 45-51

39. **S.S.C. 1998.** Informe de análisis de muestra de agua de diversos cuerpos acuáticos de la comuna de Concepción. Departamento Programa del Ambiente. Servicio de Salud Concepción.
40. **Spurr, S. y B. Barnes. 1982.** Ecología forestal. 3ra Ed. John Wiley & Sons. Guanajato, México.
41. **Thaman, R. 1987.** Agrosilvicultura urbana. Las Islas del Pacífico y su entorno. UNASYLVA 39 (155):2-13.
42. **TRAGSA-TRAGSATEC.1994.** Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión. Mundi-Prensa. Madrid, España,
43. **Utz R., P. Mac-Guire, P. Martinez, F. Irarrázabal y P. Leppe. 1996.** Estudio del sector Laguna Las Tres Pascualas. Agencia de Gestión Urbana. Ilustre Municipalidad de Concepción. Concepción, Chile.

VIII. APÉNDICE

TABLA 1 A. Formulario para caracterizar el estado fitosanitario de los árboles y rodales urbanos existentes en el Sector Laguna Las Tres Pascualas.

| Estado sanitario | Característica | Código |
|------------------|--|--------|
| Bueno | El árbol presenta buen vigor, no existen síntomas de defoliación ni presencia de insectos u hongos en raíces, fuste y ramas. | B |
| Regular | El árbol presenta síntomas de defoliación; se han encontrado insectos en su corteza, ramas o follaje. | R |
| Malo | EL árbol se encuentra muy defoliado, existen evidencia de pudrición en el fuste, ramas ó raíces está muy deteriorado, posiblemente se encuentra inclinado. | Ma |
| Muerto | El árbol se encuentra seco. | M |
| Síntoma | Nivel de daño | Código |
| Defoliación | Daño insignificante (entre 0-10%) | 00 |
| | Daño menor (entre 11 - 25%) | 01 |
| | Daño moderado (entre 25 - 50%) | 02 |
| | Daño de consideración (entre 50 - 75%) | 03 |
| | Daño con peligro de muerte (más del 75%) | 04 |
| | Muerto | 05 |
| Descortezado | Daño insignificante (entre 0-10%) | 00 |
| | Daño menor (entre 11 - 25%) | 01 |
| | Daño moderado (entre 25 - 50%) | 02 |
| | Daño de consideración (entre 50 - 75%) | 03 |
| | Daño con peligro de muerte (más del 75%) | 04 |
| | Muerto | 05 |
| Pudrición | Daño insignificante (entre 0-10%) | 00 |
| | Daño menor (entre 11 - 25%) | 01 |
| | Daño moderado (entre 25 - 50%) | 02 |
| | Daño de consideración (entre 50 - 75%) | 03 |
| | Daño con peligro de muerte (más del 75%) | 04 |
| | Muerto | 05 |
| Cancros | No existe | 01 |
| | De fuste (entre 10 - 25%) | 02 |
| | De fuste (entre 25 - 50%) | 03 |
| | De fuste (entre 50 - 75%) | 04 |
| | De fuste (más del 75%) | 05 |
| | Muerto | 06 |

TABLA 2 A. Cantidad y porcentaje de árboles urbanos de la especie acacio de bola que levantan ó rompen pastelones en la acera de las calles: Paicaví, Bulnes, Lientur, Ainavillo, Galvarino, y Cruz.

| Calle | Cantidad De árboles Por calle | Árboles Que rompen y levantan Pavimentos | | Árboles que no causan Mayores Daños | |
|-----------|-------------------------------|--|----------------|-------------------------------------|----------------|
| | | Cantidad | Porcentaje (%) | Número | Porcentaje (%) |
| Paicaví | 22 | 13 | 59,09 | 9 | 40,91 |
| Bulnes | 36 | 1 | 2,78 | 35 | 97,22 |
| Lientur | 5 | 1 | 20,00 | 4 | 80,00 |
| Galvarino | 27 | 12 | 44,44 | 15 | 55,56 |
| Ainavillo | 11 | 2 | 18,18 | 9 | 81,82 |
| Cruz | 37 | 11 | 29,73 | 26 | 70,27 |
| Mackenna | 4 | 0 | 0,00 | 4 | 100,00 |
| Janequeo | 21 | 0 | 0 | 21 | 100,00 |
| Total | 163 | 40 | 24,54 | 123 | 75,46 |

IX. ANEXO

TABLA 1B. Antecedentes hidromórficos y ambientales de la Laguna las Tres Pascualas (Pérez, 1997).

| Características | Valores |
|---|-----------------|
| Latitud (S) | 36 ° 48' 50'' |
| Longitud (W) | 73° 02' 30'' |
| Altura (m) | 12,0 |
| Área espejo de agua (m ²) | 58.950 |
| Largo máximo (m) | 406 |
| Ancho máximo (m) | 217 |
| Perímetro (m) | 1.150 |
| Línea de Costa (m) | 1,33 |
| Profundidad máxima (m) | 8,2 |
| Profundidad media (m) | 5,1 |
| Volumen de agua (m ³) | 300.135 |
| Temperatura superficial máxima (°C) | 22,8 |
| Temperatura superficial mínima (°C) | 10,0 |
| PH | 6,84 - 7,94 |
| Conductividad | 500 - 780 |
| Alcalinidad (meq/ l) | 2,52 - 5,35 |
| Calcio | 35,2 - 49,6 |
| Magnesio | 12,9 - 29,0 |
| Oxígeno disuelto (mg/l) | 0,19 - 10,7 |
| Nitrógeno disuelto | |
| N-NO3 | 34,1 - 1722 |
| P-PO4 | 6,2-539 |
| Coliformes fecales (por 100 ml) | 10.000 - 24.000 |
| Producción macrófitas (Kg/m ²) | 1,76 |
| Categoría trófica | Hipereutrófica |

TABLA 2 B. Efecto de cubierta arbórea sobre el coeficiente de escorrentía (TRAGSA-TRAGSATEC, 1994).

| Superficie arbórea | Escorrentía superficial |
|---------------------------|--------------------------------|
| 0% | 65% - 75% |
| 10% | 25% - 45% |
| 20% | 18% - 25% |
| 30% | 14% - 20% |
| 50% | 10% - 15% |
| 60% | 8% |

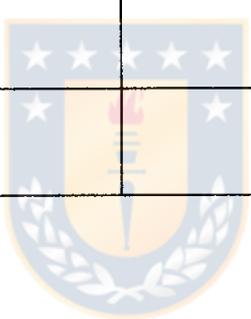


TABLA 3 B. Algunas recomendaciones del tamaño de las fajas de amortiguación y zonas ribereñas que permiten proteger la calidad del agua (Avello, 1997).

| Ancho (m) | Propósito |
|----------------------|--|
| 7 - 12 | Mejorar la calidad del agua. |
| 7 - 50 | Filtrado de sedimentos (Protección de corrientes en cuencas municipales). |
| 10 - 20 | Mejorar la calidad del agua (Protección de corrientes en operaciones forestales, control de la temperatura del agua, sedimentos y nutrientes contaminantes). |
| 11 - 46 | Filtrado de sedimentos, de acuerdo al grado de erodabilidad del suelo. |
| 12 | Control de la temperatura del agua. |
| 15 - 30 | Mejorar la calidad del agua y protección de tierras húmedas y corrientes. |

TABLA 4 B. Sensibilidad de algunas especies latifoliadas a la contaminación atmosférica (Del Cañizo y González, 1994).

Signos : (+) Tolerante (-) Intermedio (0) Sensible

| Especies Latifoliadas | Nombre común | SO₂ | F | Cl | O₃ |
|---|---------------------|-----------------------|----------|-----------|----------------------|
| <i>Acer campestre</i> | Acer común | + | - | | |
| <i>Acer negundo</i> | Arce hoja de fresno | | 0 | 0 | |
| <i>Ailanthus altissima</i> | Ailanto | | + | | |
| <i>Alnus glutinosa</i> | Aliso | | + | | + |
| <i>Betula sp.</i> | Abedul | 0 | - | | |
| <i>Castanea sativa</i> | Castaño | - | - | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Haya | + | - | | 0 |
| <i>Fraxinus sp.</i> | Fresno | + | - | | |
| <i>Juglans regia</i> | Nogal | 0 | - | | - |
| <i>Platanus occidentalis</i> | Plátano Virginia | + | - | | 0 |
| <i>Populus nigra</i> | Álamo negro | 0 | | | |
| <i>Quercus robur</i> | Roble americano | + | - | + | |
| <i>Robinea pseudoacacia</i> | Falsa acacia | + | - | | 0 |
| <i>Salix sp.</i> | Sauce | 0 | + | | |
| <i>Tilia sp.</i> | Tilo | | + | | |
| <i>Ulmus sp.</i> | Olmo | 0 | + | | |

TABLA 5 B. Sensibilidad de algunas especies de coníferas a la contaminación atmosférica (Del Cañizo y González, 1994).

Signos : (+) Tolerante (-) Intermedio (0) Sensible

| Especies Coníferas | Nombre común | SO₂ | F | Cl | O₃ |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------|----------|-----------|----------------------|
| <i>Abies pinsapo</i> | Abeto pinsapo | - | + | | |
| <i>Abies nordmanniana</i> | Abeto del Cáucaso | - | + | | |
| <i>Cedrus atlántica</i> | Cedro de Atlas | + | + | | |
| <i>Cupresus sp.</i> | Ciprés | + | + | | |
| <i>Chaemacyparis sp.</i> | Ciprés | + | + | | |
| <i>Ginkgo biloba</i> | Gingo | + | - | | |
| <i>Juniperus sp.</i> | Enebro | + | + | | |
| <i>Larix decidua</i> | Alerce europeo | 0 | - | | |
| <i>Larix leptolepis</i> | Alerce del Japón | 0 | - | | |
| <i>Picea excelsa</i> | Abeto rojo | 0 | 0 | | |
| <i>Picea glauca</i> | Picea blanca | + | + | | + |
| <i>Picea pungens</i> | Picea azul | - | + | | + |
| <i>Pinus contorta</i> | Pino contorta | - | 0 | | |
| <i>Pinus nigra</i> | Pino laricio | + | + | + | |
| <i>Pinus pinaster</i> | Pino marítimo | 0 | | | |
| <i>Pinus pinea</i> | Pino piñonero | + | | | |
| <i>Pinus ponderosa</i> | Pino ponderosa | 0 | 0 | | |
| <i>Pinus strobus</i> | Pino blanco | 0 | | | |
| <i>Pinus sylvestris</i> | Pino silvestre | 0 | 0 | | |
| <i>Taxus sp.</i> | Tejo | | + | + | |
| <i>Thuja plicata</i> | Tuya gigante | + | + | + | + |

TABLA 6 B. Arbustos ornamentales resistentes a la contaminación atmosférica de compuestos específicos como: SO₂, F, Pb, CO, CO₂, NO y NO₂ (Del Cañizo y González, 1994).

| Arbustos | Plantas trepadoras | Plantas herbáceas |
|--|--|----------------------------------|
| <i>Buxus microphylla</i> | <i>Campsis radicans</i> | <i>Acanthus mollis</i> |
| <i>Ceanomeles japonica</i> | <i>Dioscorea batatas</i> | <i>Begonia semperflorens</i> |
| <i>Cotoneaster pannosa</i> | <i>Hedera helix</i> | <i>Campanula isophylla</i> |
| <i>Evonymus japonicus</i> | <i>Lonicera japonica</i> | <i>Euphorbia marginata</i> |
| <i>Hibiscus syriacus</i> | <i>Parthenocissus tricuspidata</i> | <i>Gazania splendens</i> |
| <i>Ilex cornuta</i> var. burford | <i>Polyganum auberti</i> | <i>Hermoracallis</i> sp. |
| <i>Ilex cornuta</i> var. rotunda | <i>Wisteria sinensis</i> | <i>Iris germánica</i> |
| <i>Ilex decidua</i> | | <i>Miribilis jalapa</i> |
| <i>Ilex vomitoria</i> | | <i>Pelargonium</i> sp. |
| <i>Juniperus chinensis</i> var. armstrong | | <i>Salva especies</i> |
| <i>Juniperus chinensis</i> var. sargent | | <i>Sedum acre</i> |
| <i>Juniperus horizontalis</i> | | <i>Tagetes erecta</i> |
| <i>Juniperus horizontalis</i> var. plumosa | | <i>Vinca major</i> |
| <i>Juniperus horizontalis</i> var. wiltoni | | |
| <i>Lantana camara</i> | | |
| <i>Laurus nobilis</i> | | |
| <i>Myrtus communis</i> | | |
| <i>Pittosporum tobira</i> | | |
| <i>Plumbago capensis</i> | | |
| <i>Prunus glandulosa</i> | | |