

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

CONSULTORIA PM - 07

**“PLAN MAESTRO DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE
AGUAS LLUVIAS DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS.
IX REGIÓN”**

RESUMEN EJECUTIVO

NOVIEMBRE 2002

CYGSA: Padre Mariano # 231, Providencia. Fono (02) 346 8168, 346 8146 Fax: 346 8171 Santiago, Chile

INDICE

1.- INTRODUCCION	1
1.1.- <i>Objetivos y Alcances</i>	<i>1</i>
1.2.- <i>Área de Estudio.....</i>	<i>2</i>
2.- ANTECEDENTES GENERALES DE LA ZONA.....	4
2.1.- <i>Características Urbanas.....</i>	<i>4</i>
2.2.- <i>Aspectos Demográficos.....</i>	<i>5</i>
2.3.- <i>Características Socio – Económicas.....</i>	<i>5</i>
2.4.- <i>Antecedentes históricos del sistema de aguas lluvias del área de estudio</i>	<i>7</i>
3.- HIDROLOGIA	8
3.1.- <i>Determinación de la Precipitación Media representativa de la Zona de Estudio</i>	<i>9</i>
3.2.- <i>Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia.....</i>	<i>10</i>
3.3.- <i>Recurrencia anual de las lluvias</i>	<i>10</i>
4. ESTUDIO DE SUELOS	11
4.1.- <i>Unidades Homogéneas</i>	<i>12</i>
4.2.- <i>Coficiente de escorrentía para suelos rurales.....</i>	<i>12</i>
4.3.- <i>Uso actual y futuro del suelo urbano.....</i>	<i>13</i>
4.3.1.- <i>Reseña histórica de la ciudad.....</i>	<i>14</i>
4.3.2.- <i>Situación actual de la ocupación del suelo urbano</i>	<i>15</i>
4.3.3.- <i>Coficientes de escorrentía uso actual del suelo</i>	<i>16</i>
4.3.4.- <i>Tendencia de ocupación de suelo.....</i>	<i>17</i>
4.3.5. <i>Demanda futura de suelo urbano</i>	<i>20</i>
4.3.6 <i>Coficientes de escorrentía para uso futuro</i>	<i>22</i>
5.- INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	23
5.1.- <i>Generalidades.....</i>	<i>23</i>
5.2.- <i>Resumen Situación Actual de Colectores</i>	<i>25</i>
5.3.- <i>Otras infraestructuras.....</i>	<i>25</i>
5.4 <i>Capacidad Hidráulica Actual.....</i>	<i>25</i>
5.4.1.- <i>Red Colectora Entubada o Abovedada. Colectores.....</i>	<i>26</i>
5.4.2.- <i>Capacidad de Canales y Cauces Naturales.....</i>	<i>26</i>
5.5.- <i>Capacidad Hidráulica en situación mejorada.....</i>	<i>27</i>
6.- PATRON DE DRENAJE	27

6.1.-	<i>Descripción de los Sistemas Receptores.</i>	28
6.2.-	<i>Identificación del patrón de drenaje de la cuenca.</i>	28
7.-	DIAGNOSTICO	29
7.1.-	<i>Generalidades</i>	29
7.2	<i>Situación actual</i>	29
7.3.-	<i>Situación futura.</i>	30
8.-	ALTERNATIVAS DE SOLUCION	32
9.-	PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES	37
9.1.-	<i>Evaluación Económica y priorización.</i>	41
9.2. -	<i>Daño Situación Sin Proyecto.</i>	45
9.3.-	<i>Daño Situación Con Proyecto y Daño Anual Evitado.</i>	48

1.- INTRODUCCION

1.1.- Objetivos y Alcances

Con la promulgación de la Ley N° 19.525, publicada en noviembre de 1997, se le asignó al Ministerio de Obras Públicas la responsabilidad del desarrollo de los Planes Maestros de Aguas Lluvias y Drenaje, a fin de definir las redes primarias y secundarias de evacuación y drenaje.

Le corresponde al Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas, la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria del sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Corresponde al Ministerio de Vivienda y Urbanismo la planificación y estudio de la red secundaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, y a través de los respectivos Servicios de Vivienda y Urbanización Regional, la proyección, construcción, reparación y mantención.

Tomando en cuenta los serios problemas de inundaciones que se producen en diversas poblaciones de la ciudad de Temuco y Padre las Casas, se indicó como prioritaria, la contratación de este Plan Maestro, para lo cual la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas a través de la respectiva licitación, adjudica a la Empresa Consultora CYGSA – CHILE S.A., la elaboración del “Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Temuco y Padre Las Casas, IX Región.”

Este Plan Maestro, se justifica en el crecimiento de su área urbana, con el consiguiente aumento de las áreas impermeables, lo que ha tenido como consecuencia un aumento de los caudales, volúmenes y velocidades del flujo superficial, habiéndose generado problemas de inundaciones, de amplios sectores bajos de la ciudad, y particularmente en la parte de las zonas de Temuco, más cercanas al cauce del río Cautín.

Los objetivos del estudio estaban orientados a: Estudiar el problema de evacuación y drenaje de las aguas lluvias del área de estudio con una proposición integral, para realizar una caracterización y diagnóstico de la infraestructura existente para la situación actual y futura, de forma de identificar las zonas a sanear; Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje con un período de retorno adecuado a cada zona a sanear; Desarrollar y estudiar la viabilidad a nivel de perfil de las alternativas del sistema de aguas lluvias y obtener las prioridades de los proyectos de inversión dentro del Plan Maestro y finalmente, definir la Red Primaria de los sistemas que permitirán la

evacuación y drenaje de aguas lluvias de las ciudades de Temuco, Padre Las Casas y de la localidad de Labranza.

1.2.- Área de Estudio

El área del estudio comprende toda la zona urbana, tanto actual como con sus zonas de expansión de las ciudades de Temuco y Padre Las Casas determinadas en los Planos Reguladores de ambas Municipalidades y la localidad de Labranza.

El área de la zona de expansión comprende la proyección del crecimiento de población y uso del suelo en un horizonte de 30 años. El estudio incluye todas las cuencas aportantes de escorrentía que pudiesen afectar, directa o indirectamente, al área de estudio de las zonas urbanas correspondiente y su proyección

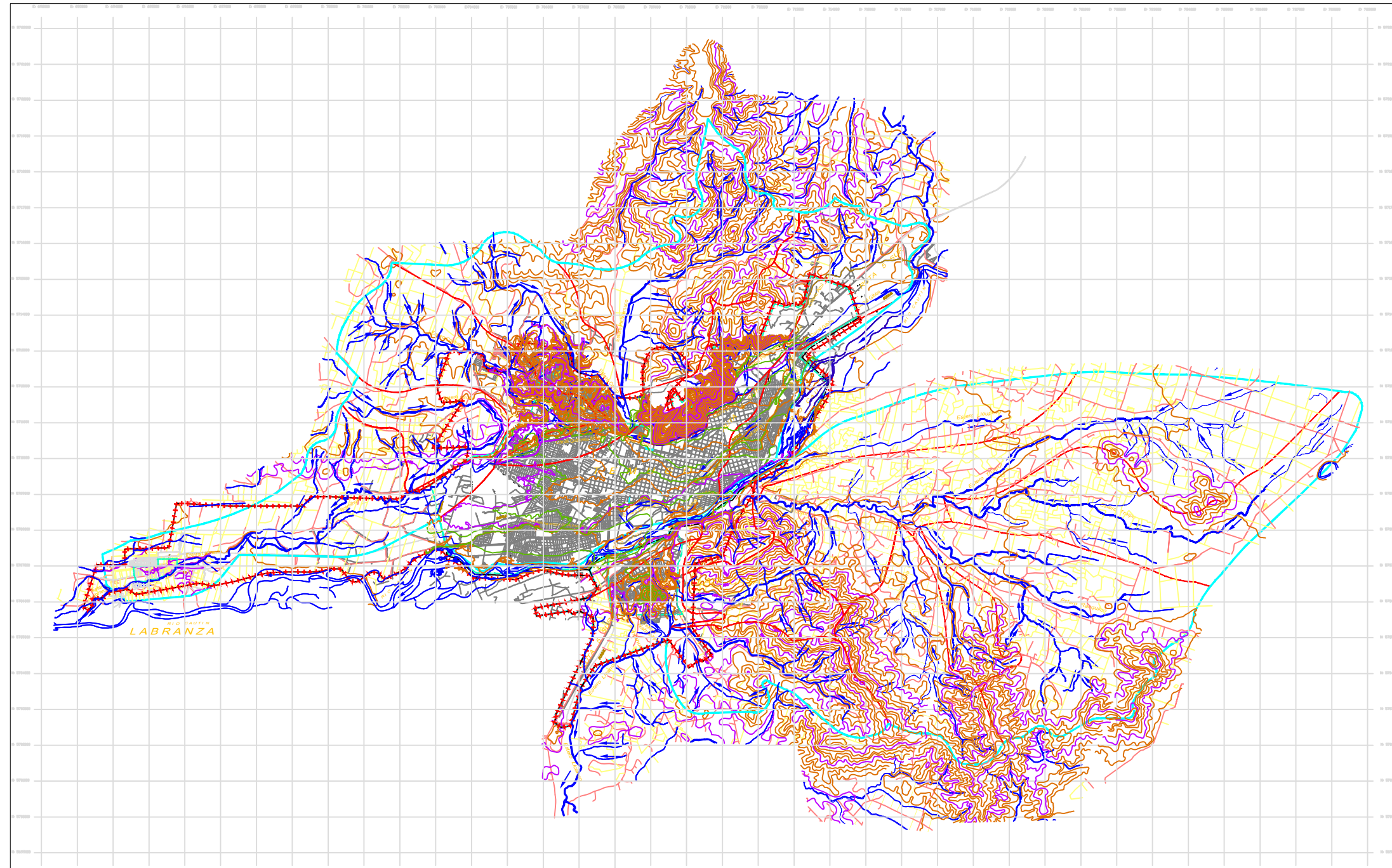
.
Durante el desarrollo de las primeras actividades del estudio, se identificaron los divisores de agua de las cuencas aportantes que incidían hacia Temuco, Padre Las casas y Labranza determinándose el área total de la cuenca aportante que se muestra con su respectiva leyenda en la Fig. 1 Plano General del Área de Estudio y su cuenca aportante.

Para delimitar esta área, se utilizó el estudio del Plano Regulador Intercomunal realizado por la Secretaría Ministerial de Vivienda y Urbanismo en la cual se realiza una estimación fundada de la demanda esperada de suelo urbano para el período hasta el año 2015.

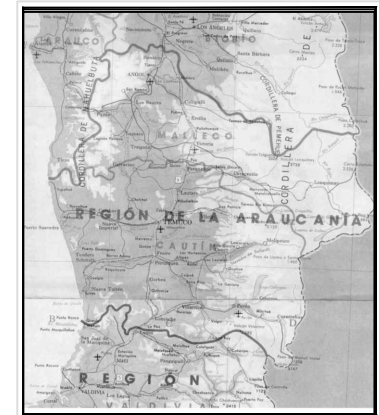
En base a los mismos criterios y estándares, utilizados en dicho estudio, se diseñó una proposición que resume las tendencias más evidentes, las políticas públicas y las restricciones, tanto naturales como artificiales, que orientan físicamente la extensión urbana de la ciudad, obteniéndose una previsión de la infraestructura requerida, con una proyección y delimitación del área para el horizonte del Plan Maestro, que ha sido aprobada y utilizada en el desarrollo del estudio.

PLANTA GENERAL

ESCALA 1:125.000



PLANO DE UBICACION GEOGRAFICA
ESCALA 1:1.000.000



CUADRO DE AREAS APORTANTES

Sector	Area (Km ²)
Temuco y Labranza	128,89
Plan de Casas	107,98
Total	236,84

SIMBOLOGIA

- LINEA FERREA
- LIMITE DEL AREA TRIBUTARIA A LAS CIUDADES
- LIMITE DE LAS SUB-CUENCAS TRIBUTARIAS
- LIMITE URBANO
- LIMITE DE EXTENSION URBANA (AREA DE ESTUDIO)
- CANALES O ESTEROS
- SUBDIVISION URBANA (MANZANAS)
- CAMINOS Y SENDEROS
- CURVAS DE NIVEL
- CADA 25 m
- CADA 5 m

LABOR Nº	REVISOR	FECHA	APROBACION
FIGURA Nº1			

PROYECTO	CLASIF.	FECHA Nº1	APROBACION Nº
PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENALJE DE AGUAS LLUVIAS DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS	G	Plano General del Area de Estudio y su Cuenca Aportante	
INSTITUCION DE ORIGEN	ESCALA	COORDENADAS	OTRO
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS			

2.- ANTECEDENTES GENERALES DE LA ZONA

Las comunas de Temuco y Padre Las Casas están ubicadas en ambas márgenes del río Cautín, en la IX Región de la Araucanía. La Región se localiza aproximadamente entre los paralelos 37° 35' y 39° 37' de latitud sur y desde los 70° 50' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico siendo que su superficie, alcanza los 31.842,3 km².

Administrativamente, la Región se organiza en 2 provincias: Malleco, de 11 comunas en la zona norte y Cautín en la parte sur, de 20 comunas, incluida en esta última la de Padre Las Casas.

La capital regional es la ciudad de Temuco y las capitales provinciales son las ciudades de Angol de la provincia de Malleco y Temuco de la provincia de Cautín. La capital regional se ubica a 667 km. de la ciudad de Santiago. Temuco es Capital Regional, Provincial y Comunal.

El río Cautín, principal vía de agua de ambas comunas y receptor final de todas las descargas de agua, forma parte de la hoya del río Imperial, del cual es uno de sus formadores; drena una superficie aproximada de 2.969,6 km².

La ciudad de Temuco, que es parte de la Depresión Intermedia, entre cordillera de los Andes y la cordillera de la Costa, tiene un clima templado lluvioso con influencia mediterránea. Las precipitaciones aumentan de poniente a oriente.

En la época Otoño – Invierno la precipitación media anual sobre la cuenca del río Imperial es de 1.630 mm, con valores que oscilan entre los 800 mm y 4.000 mm anuales en la parte alta de la cuenca.

La temperatura media de la cuenca del río Cautín es aproximadamente 11° C, variando desde 12, 5° C en la costa hasta valores estimados de 5° C en las cumbres más altas de la cuenca. Las temperaturas máximas se producen en el mes de enero, mientras que las mínimas ocurren en el mes de julio.

2.1.- Características Urbanas

La comuna de Temuco cuenta con un Plan Regulador vigente desde el año 1983. El 8 de septiembre de ese año, se publicó en el Diario Oficial el Decreto N° 100 del MINVU, que aprobó el Plan Regulador Comunal de Temuco, el que estaba vigente desde el 8 de octubre de 1966; posteriormente le fueron

modificados los límites de las zonas céntricas de la ciudad de Temuco, mediante el Decreto N° 77 del 7 de mayo de 1986.

Dentro de la superficie, existen zonas predominante urbanas, además de las llamadas áreas de restricción, que corresponde a áreas de preservación del medio natural.

La comuna de Padre Las Casas, ha definido su Plan Regulador Comunal en términos muy semejantes al de Temuco, siendo el área urbana de 1.176,2 ha en la actualidad.

2.2.- *Aspectos Demográficos*

Según el censo de 1992, la población de la IX Región de la Araucanía era de 781.242 habitantes lo que representa un 5,99% sobre el total del país de la cifra señalada , el 61% constituía población urbana y un 39% población rural, esta última a su vez, constituida en un alto porcentaje de personas de origen mapuche.

Hacia fines del año 2005, el I.N.E. estima una población 917.927 habitantes para la región, de los cuales 627.923 (68,4%) serán urbanos y 290.004 (31,6%) serán rurales; se comprende entonces que hay una clara tendencia al aumento de la concentración urbana.

Las estimaciones de población futura de que se dispone actualmente, indican que la población urbana en conjunto de las comunas de Temuco y Padre Las Casas será de 324.136 habitantes en el año 2015. No hay estimaciones en un horizonte a más largo plazo.

2.3.- *Características Socio – Económicas*

Según la encuesta CASEN 1996, la IX Región tendría hacia fines de 1998, los mayores índices de pobreza e indigencia del país. Entre 1987 y 1996, a nivel del país, el porcentaje de población en situación de pobreza disminuyó desde un 45,1% a un 23%; en la Región, dicho porcentaje disminuyó desde un 59,6% a solamente un 36,4%; situación análoga se presenta en la indigencia, donde a nivel nacional, el porcentaje disminuyó desde un 17,4% a un 5,8%; y en la región; dicho porcentaje solo disminuyó desde un 29,3% a un 12%.

El nivel de escolaridad promedio de la población económicamente activa en la región es de 8,36 años,

cifra menor que el promedio del país que es de 9,57 años. Este bajo nivel de escolaridad de la fuerza de trabajo, unido a los bajos niveles de la capacitación laboral, constituyen serios obstáculos que debe enfrentar la población regional, para poder acceder a puestos de trabajo más calificados y mejor remunerados.

La Región presenta, en el período 1990-1997, un crecimiento promedio del 6,6% que es inferior al 7,7% verificado a nivel nacional, en el mismo periodo. En la generación del producto regional, los sectores de mayor importancia relativa que participan son el silvoagropecuario con un 21,1%, el comercio con un 18,9% y la industria manufacturera con un 14,1%. El crecimiento económico de los últimos años ha sido liderado por los sectores de industria manufacturera que creció un 230% y el de construcción que lo hizo en un 190%. Otros sectores que aportan significativamente al crecimiento son el de transportes y comunicaciones y el de servicios financieros.

Los indicadores de salud son coherentes con los resultados observados en las políticas aplicadas para reducir las tasas de mortalidad infantil, neonatal y general, siendo su tendencia a la mejoría. A pesar que los índices de mortalidad infantil han sufrido una substancial mejoría, aún continúa siendo una de las más altas del país.

El sistema educacional incluye todos los niveles, desde pre-básico a universitario. En él la cobertura regional es inferior al promedio nacional observado, para todos los años de referencia y en todos los niveles educacionales.

La IX Región de La Araucanía se caracteriza por ser la única Región del país que no genera energía eléctrica y por lo tanto, para satisfacer sus necesidades, depende íntegramente del Sistema Interconectado Central.

ESSAR S.A., a esta época, alcanzaba coberturas de 98 % y 67 % de agua potable y de aguas servidas, respectivamente. La capacidad total de producción ascendía a 3.327.698 m³.

La ciudad de Temuco cuenta con servicio de alcantarillado de aguas servidas y parcialmente con alcantarillado de aguas lluvias; en sistemas separados.

2.4.- *Antecedentes históricos del sistema de aguas lluvias del área de estudio*

La instalación del servicio de alcantarillado de agua servidas y de alcantarillado de aguas lluvias para la ciudad de Temuco, se remonta a los primeros años de la década del 20.

El proyecto primitivo para los desagües de aguas lluvias contemplaba la descarga de la red de colectores al Canal de la Luz; debido a la oposición de los concesionarios de este canal, debió ser modificada con descarga al río Cautín.

El sector de Padre Las Casas posee una incipiente red de colectores de aguas lluvias; con lo cual, la mayor parte de los caudales generados por éstas escurren gravitacionalmente hasta los puntos bajos.

La geomorfología de la zona está constituida principalmente por colinas y quebradas, existiendo construcciones dentro de estas quebradas, transformándose en zonas de alto riesgo de inundación por aguas lluvias.

Labranza no posee red de alcantarillado de aguas lluvias. En general no presenta problemas de anegamiento y sólo se inundan sectores bajos, de poca pendiente ubicados entre el estero Botrolhue y el río Cautín, con una urbanización no aprobada, pero con redes de agua potable, alcantarillado de aguas servidas, electrificación, etc.

Antecedentes sobre Inundaciones

Temuco

- Desborde del Río Cautín en Sta. Rosa y en Amanecer.
- Desborde del Sistema Gibbs – G.Mistral – Botrolhue
- Puntos bajos en la meseta aluvional del Cautín en Temuco
- Sistema de evacuación y descarga de los mismos insuficientes en la meseta aluvional del Cautín en Temuco

Padre las Casas

- Margen izquierda del río Cautín.
- Paso bajo nivel de entrada a la comuna producto de la ineficiente evacuación de las aguas lluvias

- Avenida. Corvalán, Población los Caciques, debido al colapso de los colectores ante fuertes precipitaciones y en el sector de calle Pleiteado.

Labranza

- Desborde del río en la parte baja ocupada ilegalmente.

3.- HIDROLOGIA

Para el análisis hidrológico de la zona en estudio desde el punto de vista de las aguas lluvia, se ha recurrido a la información hidrometeorológica de que se dispone en la zona.

Para esto se ha recopilado la información estadística de los eventos, registrados en las estaciones pluviométricas de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas (DGA) y de la Universidad Católica de Temuco (UCTEM) así como estaciones pluviométricas ubicadas en los alrededores de la ciudad de Temuco, Vilcún por el oriente y Lautaro por el norte.

Para un análisis de frecuencia confiable se realizaron en primer lugar las correlaciones lineales entre estaciones pluviométricas de la zona de estudio y fuera de ella las que permitieron analizar, corregir, ajustar y extender las estadísticas existentes.

El análisis de las correlaciones y extensiones de las series se realizó sobre valores base ya corregidos en anteriores estudios realizados por otras oficinas consultoras obteniéndose una extensión, relleno y corrección de precipitaciones extremas para 24, 48 y 72 hrs respectivamente.

A continuación se realizó el Análisis de Frecuencia de las series históricas corregidas y extendidas según el análisis de correlaciones de las series de precipitaciones máximas en 24, 48 y 72 horas, corregidas y extendidas, aplicando los métodos clásicos para determinar la probabilidad de excedencia.

La expresión de mejor ajuste gráfico correspondió a la fórmula de Chegodayev y en base a la aplicación de dicha fórmula, se obtuvieron los resultados del cálculo de la precipitación máxima en 24 horas y períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años para cada una de las estaciones.

Se procedió a efectuar un análisis de frecuencias analítico para cada estación de la zona de estudio, los

3.2.- *Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia*

Para estimar curvas IDF teóricas en la zona de estudio, denominadas así porque se han desarrollado a partir P24 obtenida del análisis de frecuencia, se utilizó la aplicación del método analítico corregida por el factor k aplicando los Coeficientes de duración propuestos por Varas y Sánchez (1985).

3.3.- *Recurrencia anual de las lluvias*

Se calculó la Curva de Duración General o de Recurrencia Anual de Precipitaciones para las estaciones Pueblo Nuevo y Maquehue, que presentan la mayor longitud de datos de precipitaciones diarias, entre las estaciones consideradas

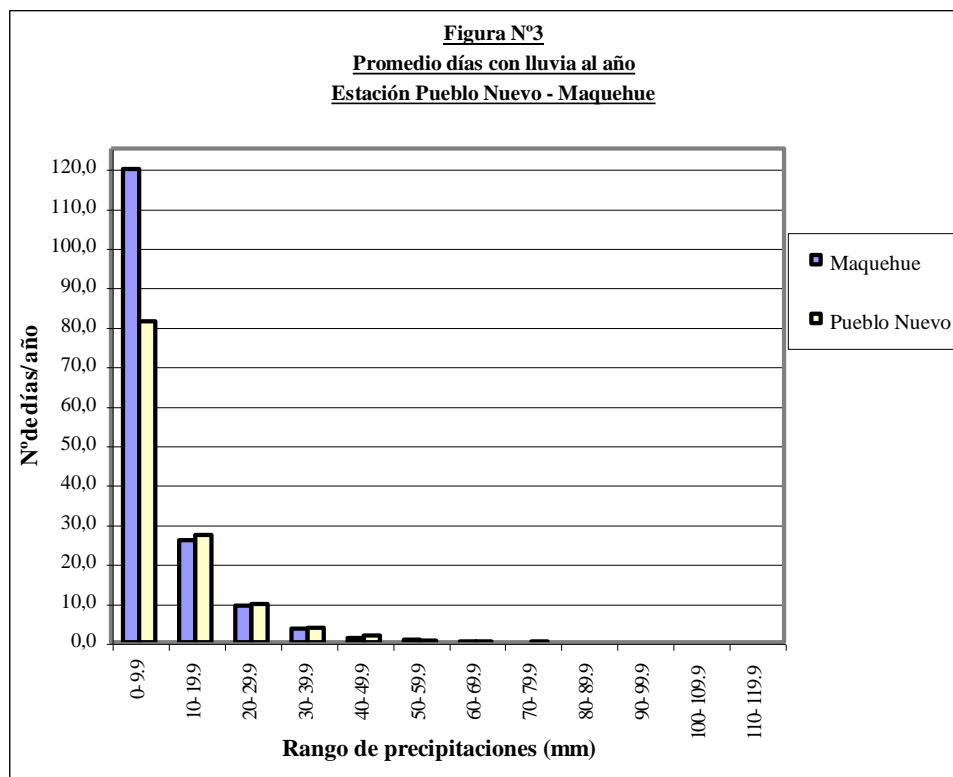
De ese estudio se desprende que de los 43 años considerados para su formación en 5.332 oportunidades llovió en la zona, lo que representa un porcentaje de días con lluvia del 33,97%.

Durante el presente año, cuando la precipitación alcanzó un valor dentro del rango de 0-9,9 mm, que representa una probabilidad del 22,2% anual, la ciudad se vio afectada localmente producto de sumideros en mal estado.

De los antecedentes históricos que representan un porcentaje anual del 0,5%, se puede señalar que con 45 mm. de agua caída se identifican anegamientos en la población Santa Rosa y paso bajo nivel de acceso a Padre Las Casas. La figura N° 3, siguiente ejemplifica estos resultados

En promedio si se diseña un sistema de lluvias para un período de retorno de 2 años se evitan inundaciones, en promedio, alrededor de 160 días al año

Resultados de curvas de recurrencia anual



4. ESTUDIO DE SUELOS

Los suelos de la región del Cautín son de transición, ya que en las cuencas del Cautín y Toltén comienzan a ganar importancia los suelos derivados de cenizas volcánicas, hasta ocupar más de la mitad del territorio presentando texturas moderadamente finas a finas, los llamados trumaos, con topografía de lomajes, con colores pardo a pardo amarillento oscuro, profundos, de buen drenaje, alta capacidad de almacenamiento de agua, alto contenido de materia orgánica en la capa arable; reacción moderadamente ácida y con alta capacidad de retención de fósforo, debido a su elevado contenido de Aluminio, lo que determina una fertilidad natural baja. (CIREN 1986).

Según los antecedentes de suelo, clima e hidrología, las 360 mil hectáreas de superficie del Valle Central de la región, tienen un potencial de uso, esencialmente agropecuario y forestal, siendo que estos representan el 79% de la superficie.

4.1.- *Unidades Homogéneas*

Para la determinación de las Unidades Homogéneas se utilizaron los elementos ambientales : suelo, pendiente y vegetación de acuerdo a sus categorías.

La definición de área se realiza por medio de la superposición e intersección de la cartografía escala 1:50.000 de los temas Suelo y Pendiente. Cada tipo de suelo se subdivide de acuerdo al rango de pendiente que lo contenga, originando una unidad específica. De acuerdo a la cobertura vegetal que presente esta unidad específica, se define su grado de fragilidad o de resistencia a la erosión.

4.2.- *Coefficiente de escorrentía para suelos rurales.*

Se ha calculado el coeficiente de escorrentía, para suelos rurales definidos por los límites de los Planes Reguladores respectivos.

Para determinar el coeficiente de escorrentía adecuado para cada zona en que se definieron características homogéneas, se utilizaron los siguientes supuestos, criterios y métodos:

Supuestos

- La cantidad de precipitación se distribuye en forma homogénea en cada unidad.
- Todas las unidades homogéneas tienen el mismo grado de erosión.
- El follaje de la vegetación es perenne.
- La forma de las cuencas o subcuencas a las que pertenecen las unidades son iguales.

Criterios

- Se mantendrán las unidades homogéneas determinadas en el capítulo homónimo.
- Las unidades homogéneas de igual serie de suelo se diferenciarán por su pendiente y por su cobertura vegetal.

Métodos

Para la determinación del coeficiente de escorrentía se consideran las condiciones de permeabilidad y características de la superficie del suelo que se describen en la siguiente tabla:

Valores de K

Componente	Valores de K		
Pendiente	Baja	Media	Alta
Relieve del terreno	1	10	20
Tipo de suelo	Arcilla	Normal	
Permeabilidad del suelo	15	10	
Cobertura	Baja	Media	Alta
Vegetación	15	10	5
Acuífero	Escasa		
Capacidad de almacenamiento	15		

Resultados

A cada Unidad Homogénea, de acuerdo a sus características, se le calcula un valor K, que resulta de la sumatoria de los distintos parámetros descritos para suelos rurales.

Para obtener el coeficiente de escorrentía a partir del valor K, se utiliza el siguiente cuadro:

Suma de K	C mínimo	C medio	C máximo
75 a 100	0.65	0.72	0.80
50 a 75	0.50	0.57	0.65
30 a 50	0.35	0.42	0.50
25 a 30	0.20	0.26	0.35

4.3.- *Uso actual y futuro del suelo urbano*

Este análisis pretende determinar la superficie construida o urbanizada dentro de los límites urbanos de las localidades de Temuco, Padre Las Casas y Labranza, para cuantificar la superficie impermeable o permeable y deducir los índices de escorrentía correspondientes.

Asimismo, se abordó el desarrollo de estos centros urbanos con el fin de proyectar sus características futuras, en cuanto a extensión y grado de ocupación del suelo, con el fin de obtener información similar que permita proyectar las obras, previendo una estimación de las demandas asociadas.

4.3.1.- Reseña histórica de la ciudad

El día 24 de febrero de 1881, el ministro del interior Manuel Recabarren, funda el fuerte de Temuco, ubicado en la ribera norte del río Cautín entre los cerros Conun huenu y Ñielol. En 1887 se crea la provincia de Cautín, de la cual Temuco pasa a ser capital. A comienzos del siglo XX la ciudad contaba con alrededor de 16.000 habitantes.

En el año 1910 llegan los primeros automóviles a la ciudad, lo que crea la necesidad de mejorar la vialidad y se traduce en una mayor interdependencia entre la ciudad de Temuco y las localidades vecinas, ampliando el radio de influencia de esta ciudad. Para esta fecha Temuco se extendía sobre las 300 hectáreas y su crecimiento se orientaba hacia el norte hasta los faldeos del Ñielol y al oeste por el camino a Nueva Imperial. Posteriormente, y hasta 1951 la ciudad de Temuco se extendía por sobre las 500 hectáreas, incorporándose a la malla urbana el sector de Padre Las Casas. Luego se sobrepasa el umbral de crecimiento nordeste representado por la línea férrea, formándose el barrio de Santa Rosa

Desde este período y durante los siguientes 20 años comienza una gran presión por la vivienda, que los gobiernos enfrentaron de distintas formas por medio de planes especiales de asentamientos urbanos operaciones sitio, subsidios habitacionales y planes de radicación y erradicación de campamentos.

Entre 1961 y 1971 ocurre la mayor expansión en el sector noroeste, específicamente en barrio Santa Rosa. Esto se caracteriza por conjuntos residenciales espontáneos o medianamente planificados, de población de bajos recursos.

Desde la década del 70 a la fecha la ocupación de terrenos por familias de bajos ingresos genera formas espaciales donde la pobreza es elemento característico, fundamentalmente en los sectores de Nuevo Amanecer y Padre Las Casas. La ocupación de terrenos surge como un primer paso hacia la vivienda, a la que sigue como segunda instancia un esfuerzo propio de edificación.

El tipo de ocupación y orientación de la extensión de la ciudad hacia la ribera sur del Cautín, llevó a que en 1996 se creara la nueva comuna de Padre Las Casas. De esta forma, la ciudad, propiamente tal, quedó bajo la administración de dos municipios, situación que da cuenta de la complejidad alcanzada por el centro urbano.

En su proceso de extensión reciente se advierte una tendencia a la incorporación funcional de otros

centros menores cercanos, generándose corredores de desarrollo en esos sentidos, contiguos a las vías principales de comunicación con el resto del país y la región, advirtiéndose un proceso de localización residencial e industrial radial. De dichos centros, por razones técnicas, Labranza se ha considerado integrante del área que comprende el presente proyecto.

4.3.2.- Situación actual de la ocupación del suelo urbano

El suelo urbano ocupado, o suelo urbanizado, corresponde a las áreas urbanas consolidadas, ubicadas, en su gran mayoría, dentro de los límites urbanos definidos por los correspondientes instrumentos de planificación urbana.

En este caso, se han considerado como áreas actualmente urbanizadas las áreas consolidadas definidas en el Plan Regulador de Temuco, el Plan Regulador de Labranza y el Plan Regulador de la comuna de Padre Las Casas. Para el análisis de la ocupación y uso actual del suelo urbano se ha usado el Límite de Consolidación.

Con el fin de zonificar la situación actual del uso del suelo urbano en primer lugar, se realizó la fotointerpretación y en segundo lugar, se realizó el recorrido de las localidades de Temuco, a través de la vialidad estructurante, para determinar patrones regulares de utilización del suelo determinando zonas con un patrón de utilización homogéneo.

De esta forma se ha llegado a la clasificación por patrones de vivienda o utilización del suelo:

1. Residencial por debajo del 80% de construcción

- Casas de 1 piso aisladas, con un porcentaje de construcción inferior al 80%, no poseen patio ni antejardín. Los suelos circundantes a la propiedad son arenosos con pendientes inferiores al 2%.

2. Residencial con construcción por sobre el 80%

- Casas de 1 piso aisladas, casas de 1 y 2 pisos pareadas. Los jardines y patios se encuentran sin cubierta vegetal, suelos arenosos con una pendiente inferior al 2%.

3. *Residencial con patio y antejardín (liviana)*

- Casas de 2 pisos separadas, con un porcentaje de construcción por debajo del 80%, los patios y antejardines se encuentran cubiertos por gramíneas, con la pendiente del suelo inferior al 2%.

4. *Residencial con patio y antejardín (pesada)*

- Casas de 2 pisos separadas, con un porcentaje de construcción por sobre el 80%

5. *Edificios de departamentos de más de 2 pisos*

- Corresponden a edificios de entre 3 y 4 pisos, que presentan distanciamientos de entre 6 y 10 metros entre cada edificación. El terreno que no está edificado, generalmente no presenta vegetación.

6. *Parques, canchas y cementerios*

- Áreas de recreación y esparcimiento, comúnmente son espacios libres que presentan una cubierta de gramínea.

7. *Sector comercial y centro*

- Corresponde al sector centro de la ciudad, caracterizado por la presencia del comercio y los servicios. Las edificaciones ocupan prácticamente el 100% de las propiedades, remitiéndose las áreas verdes.

8. *Sector mixto C*

- Sectores en los que no existe un patrón único de vivienda, sino que es una asociación de usos y tipos de vivienda.

4.3.3.- *Coefficientes de escorrentía uso actual del suelo*

El coeficiente de escorrentía se ha calculado, para los suelos urbanos definidos por los Planes Reguladores respectivos. Para la determinación del coeficiente de escorrentía se ha considerado las condiciones de permeabilidad y características de la superficie del suelo urbano en relación a su respuesta frente a la presencia de precipitaciones, para lo cual se determinaron cuatro categorías: superficie construida, pavimentada, vegetada y sin uso aparente.

Primero hay diferencia entre superficie permeable e impermeable. Las superficies pavimentada y construida se consideran como impermeables; y las superficies vegetadas y sin uso aparente corresponden

a áreas permeables. A continuación, se consideran los valores propuestos en la Guía de Diseño: "Técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvia en sectores urbanos", del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo de 1996.

Coefficiente de escorrentía genérico

Zona	Coefficiente de escorrentía genérico			
	Construido	Pavimentado	Vegetado	Sin uso aparente
1	0.4	0.8	0.2	0.1
2	0.6	0.8	0.2	0.1
3	0.4	0.8	0.2	0.1
4	0.5	0.8	0.2	0.1
5	0.6	0.8	0.2	0.1
6	0.15	0.8	0.2	0.1
7	0.8	0.8	0.2	0.25
8	0.6	0.8	0.2	0.15

Para calcular el Coeficiente de escorrentía se multiplicó la información del cuadro, para luego, realizar la sumatoria y la ponderación final.

Coefficiente de escorrentía uso actual del suelo urbano

Zona	Característica	Coefficiente de escorrentía
1	Residencial por debajo del 80% de construcción	0.41
2	Residencial con construcción por sobre el 80%	0.58
3	Residencial con patio y antejardín (liviana)	0.41
4	Residencial con patio y antejardín (pesada)	0.53
5	Edificios de departamentos de más de 2 pisos	0.49
6	Parques, canchas y cementerios	0.19
7	Sector comercial y centro	0.79
8	Sector mixto	0.63

4.3.4.- Tendencia de ocupación de suelo.

Las tendencias de crecimiento de una ciudad y, más específicamente, la conformación más probable de la extensión futura del suelo urbanizado, depende en gran medida de las disposiciones de los Instrumentos de Planificación Urbana vigentes en dicho territorio, por cuanto determinan sus límites e intensidad de ocupación. Aún así, es preciso considerar que estos instrumentos deben ser ajustados en la medida que la presión del mercado inmobiliario marque preferencias locacionales diferentes a las previstas.

El Plan Regulador de Temuco data de 1983, ha sufrido diversas modificaciones tendientes a incorporar nuevas zonas urbanas para acoger el fuerte crecimiento posterior a su dictado, sin embargo, las demandas previstas y las restricciones que deben tenerse presentes, hacen conveniente su actualización. El cambio más importante que lo afecta proviene de la creación en 1996 de la comuna de Padre las Casas, cuyo territorio urbano estaba comprendido en el de Temuco. De allí que se esté iniciando el estudio del nuevo Plan, en base a un convenio entre la Municipalidad de Temuco y la Universidad de Chile.

El Plan Regulador de Padre las Casas está elaborado y próximo a cumplir con las últimas instancias de aprobación. Incorpora áreas capaces de absorber el crecimiento previsto hacia el sur de la ciudad de Temuco en su conjunto, ya que la comuna no se puede concebir como una entidad independiente, sino por el contrario, como parte de un sistema urbano integral, que distribuye sus funciones y su crecimiento independientemente de sus límites comunales.

El Plan Regulador de Labranza está completamente obsoleto, dada su antigüedad y el crecimiento, aunque discreto del poblado como tal. También requiere su reformulación.

Por primera vez, en el último tiempo se ha estudiado y propuesto un Plan Regulador Intercomunal que abarca las comunas de Temuco, Padre las Casas, Nueva Imperial, Lautaro, Vilcún, Freire y Pitrufquén. Este instrumento se encuentra formulado desde 1998, faltándole cumplir solamente con el requisito de la Declaración de Impacto Ambiental para ingresar al CORE para su aprobación.

Las tendencias de crecimiento del complejo urbano, materia de este estudio, se caracterizan por ciertas irregularidades de continuidad, diferenciación de los usos de suelo preferentes y por verse enfrentadas a restricciones y limitantes previstas en las leyes vigentes y en las políticas regionales de desarrollo.

Entre las limitaciones más importantes, hay que destacar que gran parte del territorio que rodea la ciudad es indígena y se rige por las disposiciones de la Ley 19.253, según la cual los predios no pueden ser enajenados ni adquiridos, salvo entre comunidades o personas de una misma etnia, lo que plantea una restricción muy fuerte a un posible crecimiento de gran importancia hacia el poniente y el sur.

Por su parte, la aplicación de la Ley 3.516, de Predios Rústicos, ha provocado una fragmentación indeseada del suelo rural colindante con los límites urbanos vigentes, dando origen a instalaciones residenciales irregulares, con urbanización incompleta. A la fecha existe consenso en cuanto a la

necesidad de controlar este fenómeno y establecer una normativa apropiada que impida esta forma de avance “urbano”.

Como se ha visto, la ciudad de Temuco ha experimentado importantes incrementos de superficie urbanizada en las últimas décadas. Los procedimientos de Cambio de Uso (expediente mediante el cual se incorporan áreas no urbanas), tanto solicitados y aprobados, como no aprobados, y las últimas modificaciones del Plan Regulador Comunal de Temuco, demuestran un marco de tendencias que se resume de la siguiente manera :

- a. Hacia el norte, siguiendo el trazado de la Ruta 5, se han localizado actividades industriales y desarrollos inmobiliarios residenciales de baja y media densidad.
- b. Hacia el sur destaca la radicación industrial en torno a la Ruta 5 y la localización de proyectos habitacionales del sector público en Padre las Casas.
- c. Hacia el oriente el crecimiento se remite a localizaciones residenciales de baja densidad.
- d. Hacia el poniente, el crecimiento se bifurca en base a el camino a Nueva Imperial y el camino a Cholchol.

En los últimos años se han realizado intentos por realizar proyectos en las Vegas de Chivilcán, que se han abandonado por su alto costo, ya que requieren sanear un amplio sector inundable y los estudios técnicos elaborados hasta ahora no han sido considerados satisfactorios desde el punto de vista hidrológico. Su principal falencia deriva de no asumir los mayores caudales que recibirían los esteros Temuco y Botrolhue.

En general, las posibilidades de urbanizar la mayor parte de la zona poniente pasan por un saneamiento de la cuenca a través del Estero Botrolhue, el cual no tiene la capacidad adecuada para sobrellevar la carga hidráulica que una urbanización de magnitud incorporaría a este sistema fluvial. La escasa pendiente del terreno y la división predial existente dificultan las posibilidades de mejorar su cauce después de su unión con el canal G. Mistral, para modificar su punto de evacuación al río Cautín.

Proyección de Población

Las proyecciones de población realizadas por distintas instituciones coinciden en la mantención de tasas mas moderadas, que harán que Temuco sobrepase los 400.000 habitantes en el horizonte del proyecto.

De los datos conocidos, para el estudio se han utilizados las siguientes proyecciones :

Cuadro N°9
Proyección de la Población Urbana de Temuco 2000 – 2015

Año	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
<u>Población</u>	302.816	309.824	316.661	323.448	330.120	336.741

Fuente : I.N.E

4.3.5. Demanda futura de suelo urbano

El estudio del Plan Regulador Intercomunal de Temuco (elaborado por la Secretaría Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la IX Región) realizó una estimación fundada de la demanda esperada de suelo urbano para el próximo período, hasta el 2015.

La formulación de la proyección de la demanda se basa en una hipótesis de crecimiento tendencial de la población, ya que su estabilidad o su incremento dependerá de variables económicas y sociales, cuyo comportamiento futuro no se puede precisar. Se aplicaron estándares de uso de suelo por habitante observados en otras ciudades intermedias, de modo de adoptar niveles acordes a la evolución previsible de las actividades económicas que generan la demanda de suelo urbano.

Así, se aplicó un promedio de 65.1 m²/hab para la actividad residencial, 2.95 m²/hab para la comercial, 14.75 m²/hab para los servicios y equipamiento, 8.27 m²/hab para la industria, 11.60 m²/hab para áreas verdes, 14.33 m²/hab para vialidad y 3.05 m²/hab para otros.

La superficie que deberá incorporarse al año 2015, llega a las 2.163 ha, de las cuales el 54% estará destinado a la localización netamente residencial.

En base a estos criterios y estándares, se diseñó una proposición de Plan Regulador Intercomunal que resume las tendencias más evidentes, las políticas públicas y las restricciones, tanto naturales como artificiales, que orientan físicamente la extensión urbana de la ciudad.

Es así que se han diseñado las siguientes zonas:

A. Zona Urbana Consolidada:

Corresponde al conjunto de zonas y áreas incluidas dentro de los límites urbanos de los correspondientes Planes Reguladores Comunales. En ella se mantienen los usos y condiciones de construcción y urbanización actualmente vigentes.

B. Zona de Extensión en Alta Densidad:

Sectores localizados en torno a las áreas urbanas consolidadas, destinadas a absorber la mayor parte del crecimiento urbano.

C. Zonas de Extensión en Baja Densidad con Crecimiento Condicionado

Área destinada a aquellos terrenos que asumen una extensión urbana en baja densidad. Corresponde básicamente a aquellos sectores donde se ha aplicado la Ley 3.516. Se permitirá la localización preferencial de equipamiento deportivo, áreas verdes, esparcimiento y turismo de escala regional y comunal.

Opción de Crecimiento Condicionado:

Se aprobarán proyectos que cumplan con lo siguiente:

- Densidad Bruta Residencial promedio: 50 hab/ha
- Coeficiente máximo de constructibilidad: 1,2

A. Zona de Extensión con Crecimiento Condicionado:

Corresponde a terrenos eminentemente agrícolas, aunque con capacidades de uso de suelo limitadas (clase IV a VI)

Opción de Crecimiento Condicionado:

Se aprobarán proyectos que cumplan con lo siguiente:

- Densidad Bruta Residencial promedio: 50 hab/ha
- Coeficiente máximo de constructibilidad: 1,2

Estas condiciones para la urbanización en estas zonas pretende impedir una conurbación entre Temuco y Labranza y el avance urbano hacia el poniente, aplicándosele normas de exigencia que obligan a resolver todos los requerimientos de equipamiento e infraestructura generados por el proyecto.

En síntesis, las zonas que corresponden al plano intercomunal están capacitadas para albergar satisfactoriamente y con holgura, el crecimiento urbano que puede experimentar la ciudad de Temuco, al menos, hasta el año 2015, cubriendo ampliamente la demanda prevista al 2030, ya que puede albergar, en total, más de 1.000.000 habitantes, de ocuparse completamente.

Las condiciones planteadas a futuras urbanizaciones de magnitud, están dirigidas a que dichos desarrollos sean capaces de afrontar y resolver el conjunto de requerimientos de equipamiento e infraestructura necesarios para su sustentabilidad.

Cabe destacar que la capacidad detectada en las zonas disponibles para albergar el crecimiento de Temuco, supera con creces las proyecciones esperadas para el año 2.030.

4.3.6 Coeficientes de escorrentía para uso futuro

Las zonas de crecimiento que se ubican dentro del Límite de consolidación actual, se consideraron con un patrón urbano de similares características a los de sus zonas adyacentes. Las zonas externas al Límite urbano actual se han considerado:

En alta densidad y la de proyectos tendrán la categoría de residencial por sobre el 80% de construcción.

En baja densidad con crecimiento condicionado, la de extensión con crecimiento condicionado y la de modificaciones y extensiones mantendrán el coeficiente de escorrentía de la situación actual, debido a que la densificación esperada es baja (50 Hab x Há).

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Coefficiente de Escorrentía uso futuro suelo urbano.

Zona	Coefficiente de escorrentía
Zona de extensión en alta densidad	0.58
Zona de extensión en baja densidad con crecimiento condicionado	Rural
Zona de extensión con crecimiento condicionado	Rural
Proyectos	0.58
Modificaciones y extensiones	Rural
Crecimiento dentro del L.U. densidad 100 Hab x Há	0.41
Crecimiento dentro del L.U. densidad 50 Hab x Há	0.41

Debido a la baja densidad poblacional y habitacional (de carácter rural) las siguientes zonas mantendrán los coeficientes de escorrentía de la Situación Actual (que corresponden a los asignados a las Unidades Homogéneas):

- Zona de extensión en baja densidad con crecimiento condicionado,
- Zona de extensión con crecimiento condicionado, y
- Modificaciones y extensiones.

5.- INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

5.1.- Generalidades.

Por “identificación de la infraestructura de aguas lluvias existente” debe entenderse las actividades y/o acciones que se llevan a cabo, en terreno, con el objeto de verificar la existencia de vías naturales o artificiales de captación, conducción y descarga de aguas, cualquiera que sea su origen y de sus estructuras afines, obras estas que de una u otra manera, influyen en la problemática de las inundaciones y/o anegamientos dentro del área urbana de las comunas de Temuco y Padre Las Casas.

En la ejecución de la verificación de la infraestructura existente se ha identificado a los dos grandes grupos, que abarcan todas las vías de escurrimiento de las aguas lluvias de las localidades en estudio y que incluyen la red colectora abovedada, con todos los Colectores y la red colectora a tajo abierto, que considera Canales y Cauces naturales.

Red colectora abovedada.

La red colectora abovedada, actualmente existente, para la evacuación de aguas lluvias, que han constituido el catastro realizado para la ciudad de Temuco, incluido el barrio de Labranza, como para la comuna de Padre las Casas, consta de 66 colectores, de los cuales 64 son independientes y 2 son unitarios, siendo que 50 colectores están ubicados en Temuco, 1 en Labranza y 15 en Padre las Casas.

Los colectores así identificados se presentan en diversos aspectos, siendo que la mayoría son circulares, de hormigón, variando de diámetros desde 200 mm hasta 1.000 mm. Existen excepciones con estructuras de cajón pero en cortos trechos y otros de diferentes materiales De acuerdo con lo solicitado en los Términos de Referencia, para el catastro solo se ha considerado diámetros superiores a 300 mm.

En general se presentan en buen estado, a pesar de algunos de ellos ser bastante antiguos. Se ha encontrado todo tipo de embanques, tales como bolones, tierra, escombros, etc., principalmente en las cámaras de los sumideros.

Algunas de sus descargas, principalmente al río Cautín no han sido encontradas, por estar bajo las defensas de enrocados que fueron construidas para evitar la entrada y erosión por desbordes del río, hacia la ciudad.

En general, la red colectora abovedada es independiente, es decir, solo para conducción de aguas lluvias. Existen dos colectores unitarios, es decir aguas servidas y aguas lluvia conducidas por un mismo colector.

Red colectora a tajo abierto. Canales.

Se ha identificado, en terreno, los principales canales que atraviesan las comunas y que por su trazado, capacidad de porteo y obras de arte asociadas, presentan o pueden presentar, una decisiva influencia en la interceptación, recolección, conducción y descarga de los aportes provenientes de aguas lluvias.

Esta influencia, actualmente se manifiesta en forma negativa, por sus características de ser canales sentados originarios en la función de riego, tramos con sus paredes laterales semidestruidas, o aún por presentarse sin mantención ni limpieza y por lo tanto embancados y con secciones de escurrimiento muy pequeñas, en conclusión con poca capacidad de transporte. Con estas características, al interceptar flujos de agua acumulan volúmenes en sus cunetas o bordes, transbordan y son causa de inundaciones y/o

anegamientos.

Esta situación puede revertirse positivamente si se les adecua, limpia y mejora su capacidad de conducción, transformándolos en efectivas vías de evacuación de las aguas lluvias, evitando su acumulación dentro del propio canal y los desbordes consiguientes.

Para el catastro de estos elementos se optó por realizar un levantamiento topográfico relativo a coordenadas I.G.M. de secciones transversales, perfiles longitudinales, puntos singulares y algunas obras de arte necesarias para la caracterización de las vías principales de escurrimiento a tajo abierto, que pueden tener influencia significativa en el escurrimiento de las aguas lluvias en el área de estudio.

5.2.- *Resumen Situación Actual de Colectores*

La recopilación de datos realizada ha podido identificar que existen colectores que se encuentran actualmente con algún tipo de impedimento, para colaborar en la evacuación de las aguas lluvias y que se producen cámaras selladas, inundadas y embancadas y descargas con acceso embancada o tapada.

La recopilación de datos ha dado también la identificación del actual estado de los sumideros de la red catastrada para lo cual se catastraron 711 sumideros en Temuco y 90 en Padre Las Casas y el resultado de su actual situación que debe entenderse que si un sumidero no tiene embanque se ha considerado bueno, si tiene hasta 50% de embanque se considera medio y si tiene mas del 50% se considera embancado, que 47,26% está bueno, 15,20% esta medio y 37,55% embancado.

5.3.- *Otras infraestructuras.*

Dentro de los cauces naturales de la región, el más importante es, sin duda, el río Cautín, destino final de todos los sistemas de evacuación y drenaje del área del estudio. Se ha estimado que la información recolectada, sobre las condiciones de escurrimiento, así como los niveles que se alcanzan durante las crecidas, y la geometría general del río, en su atraveso por las ciudades, se constituyen en antecedentes suficientemente, confiables y satisfactorios.

5.4 *Capacidad Hidráulica Actual*

Una vez realizado el catastro de la red existente se ejecutó el cálculo de las capacidades hidráulicas

teóricas en la situación actual, de la red conductora. En forma separada se aborda la red colectora entubada de aguas lluvia existente de los canales naturales o artificiales, abiertos o entubados y las calles.

Las capacidades de porteo, expresaban los resultados de aplicar los datos básicos obtenidos en el levantamiento de terreno y de aplicar conocidas formulas de la ingeniería hidráulica y sanitaria, con algunos parámetros estimados.

5.4.1.- Red Colectora Entubada o Abovedada. Colectores.

En la red colectora de aguas lluvia, las capacidades de porteo hidráulicos corresponden a la relación $h/D = 1$, es decir con escurrimiento a boca llena, donde “h” es la altura del escurrimiento y “D” es el diámetro interior del colector y no a la capacidad máxima del mismo debido a una definición entregada por la Inspección Fiscal.

Para el efecto de este cálculo se han empleado las ecuaciones de Ganguillet y Kutter habiéndose estimado el coeficiente de rugosidad de Manning de acuerdo al tipo y características del estado del material, siendo que en el hormigón se ha adoptado $n = 0.016$ en representación de un grado de rugosidad típico, para tubos con desgaste.

5.4.2.- Capacidad de Canales y Cauces Naturales

Las distintas secciones de las vías de escurrimiento a tajo abierto, se han definido sobre la base de un kilometraje acumulativo, expresado en metros, desde un punto inicial indicado en los planos y siguiendo el sentido de escurrimiento de las aguas. Los distintos trechos o tramos en que se ha dividido la extensión del cauce, corresponden a sectores de secciones de características definidas y relativamente constantes (fundamentalmente en forma, dimensiones y estado de presentación), sin cambios bruscos de pendientes de fondo y/o de trazado en planta y se han seleccionado tomando en consideración los aspectos críticos que se producen en cada tramo de cálculo.

La capacidad de porteo de canales y cauces naturales, reflejan las capacidades de porteo actuales, de los distintos elementos de la red colectora a tajo abierto, es decir, tal como se presentan hoy en día, sin adecuaciones ni mejoramientos. Esta condición se ha materializado a través de la estimación de altos valores del coeficiente de rugosidad de paredes y fondo y de las relativamente pequeñas alturas máximas

consideradas en el escurrimiento, producto de los significativos espesores de embanques que presentan en sus secciones.

5.5.- Capacidad Hidráulica en situación mejorada

Particularmente en las vías a tajo abierto, es relativamente fácil mejorar las condiciones del escurrimiento y por lo tanto aumentar su capacidad de porteo, mediante simples trabajos de limpieza, desembanque, perfilación de taludes y fondo y, también con mayores inversiones en adecuación de las secciones con aumento de su altura, base o modificación de sus taludes y aún con revestimientos en los diferentes trechos en que se presentan condiciones deficientes para el libre flujo de los caudales.

En los tramos entubados y en los colectores bajo tierra, así como de los elementos de captación, de la misma manera la limpieza y mantención es también de relativa facilidad, si esta se presenta en sus entradas o en sus salidas, cuando tienen facilidades de acceso, ya sea en sumideros, cámaras o descargas.

Con base en estas consideraciones generales, se ha determinado la capacidad de los elementos que forman el sistema de evacuación de aguas lluvia, suponiendo que las condiciones de sus secciones han sido mejoradas y/o adecuadas, solo bajo trabajos simples de inversión menor. Se ha tratado de reflejar esta nueva situación mediante la variación de algunos de los parámetros tanto geométricos como hidráulicos.

6.- PATRON DE DRENAJE

Se puede intentar describir el patrón de drenaje, como la interpretación de la forma en que escurre el agua sobre la superficie de la tierra, a través de la infraestructura natural o artificial, existente.

El patrón de drenaje de una ciudad, indica, exactamente, como el agua producida por una lluvia y que cae sobre ella, se mueve, sobre la superficie natural, sobre las calles o estructuras viales existentes, sobre los esteros, canales y cauces en general y al mismo tiempo, sobre la infraestructura que ha sido construida, para su evacuación, con la intención de facilitar su recorrido y evitar los problemas de inundación.

6.1.- Descripción de los Sistemas Receptores.

En la ciudad de Temuco se pueden destacar, preferentemente, dos sistemas evacuadores que reciben casi la totalidad de la escorrentía producida por las aguas lluvias transportadas por las calles, colectores y cauces naturales y éstos son el Río Cautín y el Canal Gibbs, siendo que éste, en su paso por la ciudad, cambia de nombre a Gabriela Mistral, con diferentes características al anterior y finalmente desemboca en el propio Río Cautín como Estero Botrolhue – Estero Labranza, aguas abajo de Labranza.

El más importante es el propio río Cautín, que además recibe el aporte de las descargas y vías de escurrimiento de Padre Las Casas y posteriormente aguas abajo el de Labranza.

El Canal Gibbs, se desarrolla a tajo abierto, desde su bocatoma en el Cautín, hasta poco más allá de su cruce con la calle Huérfanos; donde se convierte en el colector n° 5 de la red de la ciudad. Una vez reaparecido como canal a tajo abierto, recibe por la margen derecha al Estero Kolossa. Aguas abajo continúa bajo Gibbs hasta el aporte del Estero Temuco donde cambia de nombre a Gabriela Mistral. Bajo esta denominación aguas abajo recibe el aporte del Estero Coihueco a partir del cual cambia de nombre a Estero Botrolhue hasta Labranza.

Los dos sistemas Cautín y Gibbs, reciben la escorrentía de todos los cauces, canales, calles y colectores existentes en la ciudad.

6.2.- Identificación del patrón de drenaje de la cuenca

Sobre la base de la topografía realizada para la zona, donde se ha identificado el tipo de urbanización, si las calles están pavimentadas o en tierra, el tipo de construcción circundante, la presencia de áreas verdes y las principales características de su permeabilidad, se han identificado los diferentes elementos que conducen la escorrentía producida por la lluvia, y el sentido del flujo que pueden transportar. Con los GPS' para casi todos las esquinas incluidas en el estudio, se ha definido la delimitación de las subcuencas y sistemas de drenaje identificando las vías preferenciales del escurrimiento a través de canales, cauces y calles, el respectivo ingreso a la red colectora de aguas lluvia y su descarga al sistema final de conducción.

7.- DIAGNOSTICO

7.1.- Generalidades

Para establecer el diagnóstico de las áreas de inundación en el sistema en estudio se han analizado los resultados de la modelación y se han comparado con los antecedentes existentes.

El principal motivo de inundación es el producido por el río Cautín al salirse de su curso, cuando al elevarse el nivel del agua traspasa los taludes de contención, para lo cual se han construido defensas parcialmente, lo que conduce a revertir el fenómeno porque el agua apozada entre las defensas forma piscinas e inunda sectores sin adecuada evacuación.

El segundo motivo de inundaciones es la falta de limpieza y mantención de la estructura de conducción del drenaje, que al estar embancados y sin mantención no permiten el flujo normal del escurrimiento.

Durante el estudio y como resultado de la simulación para la situación actual se ha llegado a la conclusión que con una adecuada limpieza de la estructura de captación, evacuación y drenaje (colectores y cauces en radio urbano) no se deberían presentar problemas graves de inundaciones en la ciudad, limitándose a puntos aislados que podrían tener una adecuada y fácil solución. Se exceptúa de esta simplicidad únicamente el paso a nivel de Padre Las Casas.

7.2 Situación actual .

El río Cautín es el principal receptor y transportador de la escorrentía, fuera del área del estudio y no produce el ahogamiento de los colectores que a él descargan para la lluvia de período de retorno de 2 años y en este caso la simulación consideró caída libre para dichas descargas. Para las lluvias de períodos de retorno 5 y 10 años produce el ahogamiento de la mayoría de los colectores que a él descargan.

El sistema Gibbs, (Gabriela Mistral - Botrolhue), por su parte, recibe el resto de los colectores y produce el ahogamiento de algunos, para la lluvia de período de retorno de 2 años, no habiendo diferencias con las lluvias de 5 y 10 años. En la modelación, se identificaron varios desbordes puntuales que se interpretaron como falta de sección de escurrimiento, o sea puntos bajos del borde del canal.

En el Canal Pillanlelbún también se producen varios desbordes en área rural, pero es importante constatarlos para ser tomados en cuenta en las soluciones propuestas. Para 5 y 10 años, se incorporan nuevas secciones de desborde, lo mismo ocurre en el Estero Coihueco; en el Estero Colico no hay diferencia en los tres períodos.

A nivel de subsistemas asimilados a colectores se han detectado varios que colapsan y también colapsan a nivel de subáreas, asimiladas a las cámaras respectivas. Para 5 y 10 años son muchas más las que colapsan.

Varias calles, sobrepasan su capacidad máxima y para el período de retorno de 10 años a nivel de sistemas nada cambia, en canales y en colectores y a nivel de subáreas asimiladas a cámaras éstas aumentan.

Evidentemente que a medida que aumenta la precipitación, producto de una lluvia de mayor período de retorno, las condiciones de desborde e inundaciones empeoran. Esto se aprecia mucho mas claramente en los excedentes de las calles. Para los períodos de retorno mayores, como se ha apreciado en los resultados obtenidos, las calles comprometen mas puntos de exceso de capacidad.

7.3.- Situación futura.

En este aspecto, a nivel de sistema no hay cambios en los problemas detectados entre la situación actual y la situación futura, para cada periodo de retorno considerado. Las modificaciones de los coeficientes de escorrentía productos de los cambios de uso de suelo (situación futura) no afectan a los desbordes del canal Gibbs-Gabriela Mistral-Botrolhue, mas allá de lo ocurrido en la situación actual y no implican cambios en los aportes al río Cautín.

De igual forma, a nivel de subsistemas el resto de los canales no se afecta por los mismos cambios y no hay desbordes diferentes de los ya considerados.

Con relación a colectores, la modificación de los coeficientes de escorrentía por la mayor ocupación y modificación del uso del suelo (situación futura), para un mismo periodo de retorno sólo afecta a algunos colectores. Nada cambia significativamente con relación a la situación actual para ellos.

En conclusión

Los problemas de inundación tanto a nivel de sistema, subsistema y subáreas, para cada periodo de retorno considerado tanto en situación actual y futura, prácticamente son los mismos.

El análisis a nivel de sistema indica las siguientes situaciones:

El canal Gibbs, entre su inicio y la confluencia del estero Temuco, excede en varios tramos la capacidad de porteo, producto principalmente de los aportes del canal Pillanlelbún aguas arriba, que posee un área de drenaje considerable y de rápida respuesta y que descarga en el Estero Kolossa, que aporta finalmente al canal Gibbs, que en conjunto con la escasa sección del canal en algunos tramos, no permite el transporte del agua que se introduce en su lecho.

El canal Gabriela Mistral, entre la confluencia del estero Temuco y la confluencia del estero Coihueco, donde hay varias descargas de aguas lluvias, sobrepasa su capacidad si coincide la crecida de este último, con la capacidad a plena carga del propio canal, Gabriela Mistral.

El estero Botrolhue, no tiene suficiente capacidad de porteo para recibir la crecida conjunta del Gabriela Mistral y del Coihueco, aguas abajo de su confluencia, principalmente por el estado de sus secciones transversales. Este mismo canal, hacia aguas abajo en su desarrollo, produce desbordes de su cauce al recibir además los aportes en camino de sus sub-cuencas aportantes, lo que hace a partir de la actual bocatoma en su unión con el canal Nueva Imperial. A partir de este punto el desborde de su cauce es generalizado produciéndose reiteradamente, inundando los sectores a su paso y llegando a Labranza, con caudales que inundan toda la parte baja de ésta, produciendo grandes trastornos.

A nivel de red colectora abovedada con descarga al sistema, los problemas se limitan:

- a. Capacidad de algunos de los colectores.
- b. Salida adecuada a niveles que permitan su descarga.
- c. Inundación de puntos bajos que existen.

En el Sistema Cautín se producen inundaciones en gran parte de la Población Amanecer (al poniente del cruce con Ruta 5), por nivel de terreno a cota inferior a la del propio río Cautín, en la mayoría de sus crecidas anuales.

El canal Aquelarre tiene un tramo discontinuado, que no le permite evacuar el flujo de agua que transporta, inundando un sector puntual.

El canal de la Luz, que ha sido recientemente entubado casi en su totalidad, aporta grandes cantidades de caudal a la red colectora, produciendo saturación en ciertos trechos pero de escasa importancia.

A nivel de la red colectora abovedada con descarga al sistema, existe falta de capacidad de algunos colectores para transportar la escorrentía que les llega y también por falta de salida en algunas descargas, tapadas por las defensas fluviales o embancadas.

La escorrentía que se produce en Padre las Casas, prácticamente no influye en el río Cautín, pues la mayor parte es transportada hacia el sur por los esteros que la cruzan.

El Estero Botrollhue produce problemas de inundaciones en Labranza antes de su confluencia al río Cautín en la zona baja, invadida por tomas.

8.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Medidas no estructurales.

De acuerdo con los resultados del diagnóstico existen algunos eventos que originan una serie de aspectos que llevan a que en época de lluvias, la ciudad presente graves problemas de damnificados.

Los aspectos que deben ser materia de cuidado futuro, pues de continuar se pone también en riesgo la integridad de las personas, se refieren a la ocupación indiscriminada y sin control por invasión de riberas de esteros, quebradas y cerros de las proximidades. Durante las lluvias, las crecidas de la escorrentía, producida ya sea en cauces o superficies, producen el arrastre de los suelos e inundación de las riberas ocupadas, originando una serie de damnificados que ocupaban estas superficies. Estos dos elementos deben ser los principios fundamentales a tener en cuenta para impedir su proliferación.

La otra medida no estructural que se debe considerar en las soluciones, y que se puede evaluar del punto de vista de los costos, tiene relación con la necesidad de limpieza y mantenimiento, permanente de la red colectora, ya sea a tajo abierto como abovedada.

Filosofía de Solución.

Para las medidas estructurales aquí tratadas, se monta una serie de soluciones, algunas de pequeños aspectos, con otras que además solucionan problemas múltiples, las que en conjunto constituyen una alternativa de proposición que ayuda o resuelve la inundación.

Las posibles ideas de solución consisten en abordar cada aspecto en forma separada en primer lugar y posteriormente componer soluciones que puedan resolver aspectos unificados del problema.

En el caso de áreas que aportan una gran escorrentía y poseen una respuesta muy rápida, la solución obvia es disminuir el efecto, previendo obras que, por un lado permitan disminuir la crecida con relación al valor máximo, o sea retardando su efecto y cuando es posible aprovechando dicha solución para otros efectos o usos. Cuando no es posible, simplemente se pretende disminuir el valor máximo de la crecida. Esta idea se ha aplicado por ejemplo en los canales Pillanlelún, Estero Coihueco y Estero Temuco, que poseen áreas de aporte de gran dimensión o respuesta muy rápida a la escorrentía, idea que permite una mejor adaptación del sistema Gibbs-Gabriela Mistral_Botrolhue.

En algunos casos en que existe falta de capacidad de la sección, por ejemplo, en canales o esteros, se ha previsto su aumento para atender diferentes caudales de porteo, dentro de las posibilidades que da el tramo por donde se desarrollan los canales o esteros. Este ejemplo se aplica en toda la extensión del canal Gibbs. La misma situación tiene una limitante en el caso del canal Gabriela Mistral, donde las secciones, de las obras de arte, no pueden ser modificadas sin un alto costo. En este canal la idea es mantener un flujo transportado equivalente a 25 m³/seg, capacidad que permiten las obras citadas.

En otros casos donde la modificación de la sección no es suficiente o no se puede realizar, o aún cuando el hacerlo no evita el problema hacia aguas abajo, la solución propuesta es desviar el caudal necesario, hacia descargas que puedan soportar los excesos de caudal. Este caso se aplica al Estero Botrolhue entre su inicio aguas abajo del Gabriela Mistral, hasta la bocatoma del canal Nueva Imperial. En este Estero se hace necesario el estudio en mayor profundidad, a nivel de proyecto básico.

En las áreas, donde no existe o falta, red colectora abovedada, se propone una nueva construcción o su complementación.

En las áreas donde los colectores existentes no poseen suficiente capacidad para evacuar la escorrentía producida, se proponen refuerzos paralelos o complementación y división de los existentes.

En las áreas donde los colectores no tienen salidas, por estar embancadas, estar tapadas por las defensas fluviales, o simplemente no existir alternativa de vaciado, se proponen interceptores que captando dichos colectores, puedan en capacidad y desnivel, transportar el caudal necesario para lugares adecuados a recibirlos.

Se plantearon dos macroalternativas incorporando los proyectos realizados y aprobados, dentro de la planificación de obras de infraestructura de la ciudad y un conjunto de proyectos que permiten con la misma eficiencia, la solución del problema integral de drenaje de las aguas lluvias, del área de estudio.

Con estos elementos, en el modelo utilizado para la obtención del diagnóstico, se ha realizado una nueva simulación, lo que permitió comparar la situación futura con y sin proyectos.

En las soluciones propuestas, se hace la suposición que todo el caudal es conducido por la red colectora, en el caso de la red abovedada, lo que quiere decir que el agua no corre por las calles, sino que es toda absorbida por los sumideros y en el caso de la red a tajo abierto, se calcula su capacidad para transportar los caudales definidos necesarios y por lo tanto una vez alcanzada esta situación, no hay desborde.

Tanto los canales como los colectores se calculan para su capacidad máxima, en escurrimiento libre y con toda la sección transversal como área útil, o sea, sin embanques.

Alternativas estructurales de estudio.

Estas dos alternativas que se han denominado Macroalternativa 1 y Macroalternativa 2, se estudiaron a nivel de perfil y se adecuaron de forma a mejor aprovechar tanto la topografía disponible como para hacerlas lo más racional y económicas y sus resultados han concluido las siguientes:

A1.- Aumento de la capacidad de porteo de caudal del canal Gibbs entre la confluencia del Canal Pillanlelbún y el Estero Temuco. La idea consiste en aumentar la sección del canal a través de limpieza, perfilamiento y modificaciones de altura y taludes lo que permiten que el canal aumente

su capacidad desde 5 a 20 m³/seg., a medida que aumenta su recorrido. Se complementa con la necesidad de retardar la crecida del canal Pillanlelbún.

- A2.- Modificación de las secciones transversales del canal Gabriela Mistral entre la confluencia del Estero Temuco hasta la confluencia del Estero Coihueco. En ambas confluencias de los esteros al Gabriela Mistral, se producen remansos, los que originan desbordes del canal inmediatamente aguas abajo y se ha calculado que la capacidad máxima sin desborde del canal debe ser limitada a los 25 m³/seg.
- A3.- Construcción de un refuerzo para el colector 32, que descarga al Estero Colico con falta de capacidad para portar toda la escorrentía que llega desde la subcuenca de aporte.
- A4.- Refuerzo del colector 37, que drena el excedente del agua que no tiene posibilidad de ser evacuada, actualmente a través de este colector y que desarrollándose por la calle San Martín, transporta estos excesos hacia el gran colector Simón Bolívar.
- A5.- Laguna de retención, construida en el Canal Pillanlelbún, aguas arriba de la confluencia al Estero Kolossa, para permitir una disminución del aporte al canal Gibbs, en el trecho correspondiente
- A6.- Laguna de retención en el Estero Coihueco, con la misma finalidad de la anterior, permitiendo una disminución del caudal “peak” de aporte, que entra al canal Gabriela Mistral.
- A7.- Laguna de retención en el Estero Temuco, en la confluencia de los Esteros Pichitemuco y Colico, que tiene también la finalidad de retener la crecida de estos Esteros.
- B1.- Refuerzo del colector 11, en 5 de Abril y R. Ortega para disminuir el rebalse.
- B2.- Colector 14 denominado Sargento Aldea que descarga en el colector 18, refuerzo, prolongación y construcción de ramales que no tiene la suficiente capacidad de evacuar las aguas lluvias de su área de aporte y varios puntos bajos y sectores donde no hay red.
- B3.- Nuevo colector por calle Milano ya que el colector 48, tiene su descarga tapada por las defensas fluviales que fueron construidas en la ribera del río Cautín.
- B4.- Refuerzo del colector 50, desde la calle Martín Lutero hasta San Gabriel por la calle Recabarren y la prolongación de la descarga hasta el canal Aquelarre.
- B5.- Extensión del colector 44, que no tiene descarga, para prolongarlo hasta el canal Aquelarre.
- B6.- Prolongación del colector 23, cuya última cámara se encuentra sin salida, hasta conectarlo con el Interceptor Simón Bolívar.
- B7.- Prolongación del colector 41, que se encuentra sin salida hasta conectarlo al colector Simón Bolívar.
- B8.- Colector que permite darle salida al colector 49. Esta conexión se hace descargando este colector vía Los Crisantemos hasta Las Tranqueras, recogiendo los puntos bajos de esta calle, donde gira

- hasta avenida Italia y descarga al canal Aquelarre.
- B9.- Prolongación del colector 34, que no tiene salida para conectarlo a través del colector 23, al colector Simón Bolívar.
 - B10.- Separación del colector 39 actualmente unitario, y conexión con el gran interceptor por la calle Simón Bolívar.
 - B11.- La proposición final en conjunto con el drenaje propuesto por Vialidad Urbana para el sector es que el drenaje se conduce hacia calle Capri a través de sendas canaletas paralelas por ambos costados de Recabarren y todo el drenaje se desvía posteriormente hacia la calle Toscana hasta el interceptor Milano . Se aprovecha de esta forma a través de este mismo colector por Toscana, de aliviar en dos puntos el colector 48 que descargaba en la idea original por la calle Parma a través de otro colector que de esta forma no se hace necesario.
 - C1.- Construcción de un ramal al colector N° 37 existente para eliminar la inundación de las calles Hochstetter, San Martín y O'Higgins.
 - C2. Construcción de una extensión, hacia aguas arriba del colector 38, por la calle Pablo Neruda, para evitar las inundaciones del sector.
 - C3.- Extensión del colector 5, por avenida Rudecindo Ortega, para ingresar la escorrentía de esa calle, desde su inicio.
 - C4.- Construcción de un nuevo colector por calle Pedro de Valdivia, descargando al canal Gabriela Mistral, para evacuar la inundación de las calles Tizano con Pedro de Valdivia.
 - C5.- Construcción de un nuevo colector, que da inicio al colector Simón Bolívar para evacuar el agua de las Avenidas Alemania, Dinamarca, Holandesa, 18 de Septiembre y Senador Estebanez.
 - C6.- Extensión y refuerzo del colector 37 por calle Sangers y San Martín, para el drenaje de la inundación que se produce en la intersección de O'Higgins con Sangers.
 - C7.- Construcción de un nuevo colector por calle Pérez Canto y siguiendo por Inés de Suarez, hasta empalmar con el colector 23.
 - C8.- Construcción de un colector por calle Italia desde Las Tranqueras, para evacuar el flujo de esta calle y conectarlo al canal Aquelarre.
 - C9.- Ramal del colector Recabarren que se prolonga hasta Recabarren con Parma, para drenar la inundación de esta intercepción y conectarla al colector Recabarren.
 - C10.- Ramal al interceptor Milano, para evacuar el escurrimiento y aposamiento en calle Venecia, Alessandría y alrededores.
 - C11.- Construcción de un ramal por calle Italia, para conectarse al colector Milano, para evacuar la escorrentía superficial de la calle Italia, entre Alessandría y Palermo.

- C12.- Construcción de un ramal al colector Recabarren, que corre por la calle Capri, drenando todos los puntos bajos del área.
- C13.- Ramal que permite conectar el punto bajo de la calle Río Valdivia, para darles salida hasta el colector 43 al otro lado de la Ruta 5.
- C14.- Refuerzo del colector 14, por las calles Puntilla y Claro Solar, hasta su conexión al interceptor Costanera. .
- C15.- Gran interceptor Costanera, previsto para la evacuación de los sectores bajos, aledaños al río Cautín y que capta los escurrimientos de la avenida costanera y alrededores.
- C16.- Extensión del colector 15 para evacuar el flujo que corre por las calles Urrutia, Orella y alrededores.

9.- PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES

Una vez identificada la factibilidad y evaluados los impactos, se analiza y calcula desde el punto de vista económico una serie de proyectos, que en conjunto resuelven el problema de drenaje de las aguas lluvias de la ciudad, en las áreas en que no existe o es insuficiente.

Del análisis de los resultados parciales y generales de los costos de construcción, de los proyectos, se desprende que en la mayoría de los casos, existe un incremento del costo, en la medida que aumenta el período de retorno de las lluvias para el diseño. Una vez dimensionados a nivel de perfil, fueron sometidos a análisis de impacto ambiental, y se ha podido apreciar que todos representan un beneficio, en términos de esa variable.

Para poder consolidar los proyectos más adecuados, recomendar su ejecución, postergación o eliminación del cronograma previsto, se requiere también además de la evaluación del tipo técnico y ambiental realizadas, realizar la evaluación económica.

De esta forma, se ha hecho el análisis económico de ellos, para lo cual se utiliza una metodología que permite una adecuada evaluación, a la vez que su comparación y finalmente, la obtención de la priorización de los proyectos.

Todo el análisis tiene como hipótesis que la ciudad de Temuco presenta condiciones bien particulares, en cuanto a las inundaciones por las aguas lluvias, habiéndose detectado en el transcurso del estudio, que

existen áreas específicas de cotas bajas que no poseen el debido drenaje y donde por veces con ocasión de lluvias de elevada cantidad, existen problemas de drenaje por la falta de infraestructura adecuada que lo permita.

En general la ciudad tiene una buena respuesta a la precipitación, salvo excepciones. Para la solución de la mayoría de ellos, se han propuesto los proyectos citados, que en total representan una inversión de poco valor, comparado con inversiones necesarias para resolver el mismo problema en otras ciudades del país. El resultado en forma de presupuesto de los proyectos, evaluados en la etapa anterior, ha sido de un valor que va desde los US \$ 16.100.000 a aproximadamente US \$ 17.350.000 dependiendo del período de retorno de la lluvia de diseño.

De estos presupuestos, se ha podido extraer también, que existe muy poca diferencia entre los valores encontrados de las obras consideradas, cuando se analizan los diferentes períodos de retorno incluidos en el estudio, o sea 2, 5 y 10 años, porque en la mayoría de los casos la característica de los problemas de inundación indica una pequeña duración del efecto.

Del análisis realizado se recomienda hacer las inversiones para el saneamiento de la ciudad a través de las obras proyectadas para una lluvia de período de retorno de 10 años, que están incluidas en la **Macroalternativa Reformulada N° 1**, que se presenta en Figura N°4.

Dichas inversiones se deben escalar en el tiempo con adecuada desfase que permita ir ejecutando aquellas obras de mayor prioridad rápidamente e ir incrementando el resto, a medida de las necesidades. Esto se incluye en el siguiente cuadro.

Costo y Prioridad de los Proyectos

Nombre del Proyecto	Costo (M\$)	Prioridad de Inversión
Pr – Gibbs	57.943	1 ^a
Pr – GM	75.079	1 ^a
Pr – S Mar	354.085	1 ^a
Pr – 12 Feb	547.326	1 ^a
Pr – Rudort	24.785	1 ^a
Pr – Stgo A - 1	576.980	1 ^a
Pr – Vene	132.426	1 ^a
Pr – Inter Milano	1.713.471	1 ^a
Pr – Recab	479.466	1 ^a
Pr – Huaina	88.233	2 ^a
Pr – Altami	145.843	2 ^a
Pr – Italia	374.301	2 ^a
Pr – Ines	270.706	2 ^a
Pr – Neruda	51.095	2 ^a
Pr – Inter SB	1.302.614	2 ^a
Pr – Perez C	506.855	2 ^a
Pr – Urrutia	207.689	2 ^a
Pr - Pillan	163.499	3 ^a
Pr – Coih	555.842	3 ^a
Pr – Temu	680.859	3 ^a
Pr – JM Car	71.822	3 ^a
Pr – Javiera	336.949	3 ^a
Pr – P Vald	261.719	3 ^a
Pr . Inter Costanera	1.594.112	3 ^a

Los costos de mantenimiento se estiman en un porcentaje de la inversión y se mantienen a lo largo de la vida útil del proyecto. La Consultora ha estimado que el costo de Mantenimiento anual debería ser del orden del 0,5 % de la inversión inicial.

Con estos parámetros definidos, se puede decir que a nivel de perfil de los proyectos, se tienen razonablemente definidos los costos de construcción y operación de los proyectos, o sea está definida la inversión necesaria a su funcionamiento a lo largo de su vida útil.

9.1.- Evaluación Económica y priorización.

Para poder realizar la Evaluación Económica, se requiere determinar también los Beneficios obtenidos por la ejecución y operación de dichos proyectos.

Beneficios Asociados a los Proyectos de Aguas Lluvias

La experiencia que existe con relación a la evaluación beneficio costo en inversiones de esta naturaleza, es que hay una gran dificultad en la cuantificación de los beneficios que representan las inversiones en proyectos de drenaje, por la cuantificación del daño que se evita al solucionar los problemas que son causados por las inundaciones.

Los Beneficios que se obtienen por la ejecución de proyectos de drenaje de aguas lluvias, se asocian directamente a los daños evitados que producen. La experiencia de la DOH, ha orientado la metodología que se utiliza y describe más adelante, que recoge además las recomendaciones entregadas por Mideplan y los resultados de otros Planes Maestros de Aguas Lluvias, que han antecedido al presente.

Para determinar el beneficio anual esperado de los proyectos de Aguas Lluvias, la idea primordial consiste en determinar el daño anual evitado por éstos. Para obtener dicho daño evitado, se debe considerar, para tormentas con distinta probabilidad de ocurrencia, el daño ocasionado para la situación sin proyecto y en segundo término el daño ocasionado para la situación con proyecto. La diferencia entre ambos corresponde al daño evitado.

Para la correcta evaluación de los daños evitados, al ejecutar proyectos de Aguas Lluvias, se debe considerar una serie de variables que son afectadas por las inundaciones y que permiten, al cuantificar dichos efectos, evaluar el nivel de daño asociado a distintos tipos y niveles de inundación.

Entre las variables que son afectadas por las inundaciones para el caso de poblaciones urbanas se destaca:

a) Aumento del tiempo de viajes de peatones y vehículos.

El tiempo de viaje en zonas con cierto grado de inundación es mayor de lo normal, producto de un flujo vehicular más lento. Esto produce pérdida en las actividades productivas.

b) Ausentismo laboral y escolar.

Las inundaciones ocasionan, en algunos casos, la imposibilidad de asistencia al trabajo y al colegio y/o universidad, lo que significa una merma en la actividad formadora y productiva.

c) Enfermedades y gastos médicos

Producto de las inundaciones se producen aumentos en las enfermedades y por ende en los gastos asociados a éstas enfermedades, tanto para las personas afectadas como a los servicios de salud. Ello también produce pérdidas en la producción de las personas afectadas.

d) Interrupción de servicios públicos

Se producen cortes de energía eléctrica, mal funcionamiento del servicio de alcantarillado, agua potable turbia en el suministro o corte del mismo, etc.

e) Limpieza del sector inundado

Las inundaciones producen arrastre de sedimentos y sólidos, cuya remoción y limpieza produce un costo municipal, que se traduce en un costo de oportunidad para que dichos recursos fuesen utilizados en otras obras de beneficio comunal. Esto implica una menor eficiencia de las inversiones municipales y por ende una pérdida en la productividad del gasto público.

f) Medidas de emergencia

Ocasionan gastos municipales destinados a financiar medidas de emergencia, como albergues, evacuación y rescate de afectados, etc.

g) Plusvalía de viviendas

Los sectores que son proclives a inundaciones disminuyen su valor comercial, pues se transforman en un bien raíz con cierto grado de riesgo implícito.

h) Deterioro de las viviendas, comercio e industrias afectadas.

Las viviendas afectadas sufren deterioros de sus instalaciones que van desde destrucción del inmobiliario hasta fallas estructurales de ésta. Lo mismo ocurre en las industrias afectadas, en donde además se debe incluir posibles deterioros en la maquinaria. Todo lo anterior significa pérdidas en términos económicos.

Poder definir el costo que producen distintos grados de inundación en las variables mencionadas y en otras que pudiesen aparecer, es una tarea que no es posible hacer exactamente, si no se cuenta con antecedentes reales obtenidos de realizar encuestas a todos los agentes involucrados.

Sin embargo, se puede obtener una aproximación bastante aceptable si se utilizan índices que consideren gran parte de las posibles variables involucradas. Un indicador válido para medir las pérdidas relacionadas con la actividad económica es el Producto Interno Bruto, PIB.

En el caso de la limpieza del sector inundado y medidas de emergencia, se considera un valor estimado del costo municipal y en el caso de la plusvalía y daño físico, se considera un porcentaje del avalúo total del bien raíz.

Costo asociado a pérdidas de Productividad usando PIB.

Si se conoce la actividad productiva principal de un sector determinado, se puede determinar la pérdida que significaría la suspensión de las actividades en cierto período de tiempo. Esto permite cuantificar el daño relacionado además con cada sector analizado.

Para Ocupación y Uso de Suelo, se han utilizado las mismas zonas definidas en el estudio de suelos que permite identificar las zonas tipo. Luego se asocia a cada zona tipo, las actividades productivas características. Como la información económica está a nivel regional y se necesita la información comunal, se han reducido los valores, proporcionalmente a la población correspondiente a Temuco. Así se obtiene el PIB de la ciudad.

Luego el PIB asociado a cada actividad se distribuye en cada una de las zonas en los cuales tiene presencia, para así definir para cada zona tipo, un PIB total.

Para poder obtener valores de Actividad económica (PIB) interrumpida por inundaciones en cualquier sector, se define un valor por unidad de superficie. Esto se logra dividiendo el valor total anual de PIB

Urbano por zona tipo, por la superficie total de cada zona tipo. Con el valor obtenido para cada zona tipo por hectárea, se puede calcular el valor asociado a cada zona de inundación, multiplicando la presencia de cada zona tipo (Ha) por el valor de PIB urbano total anual por hectárea (MM\$/Ha) obteniendo de este modo la actividad productiva asociada a cada zona de inundación (MM\$).

El valor obtenido PIB Urbano Total Anual, representa la interrupción absoluta de las actividades productivas durante el año. Se debe por lo tanto reducir dicho valor por un factor que permita disminuir el valor anual a un valor asociado a cada evento de inundación. Para definir el factor de reducción, se ha considerado dos conceptos generalmente utilizados, que juntos definen el valor final de actividad productiva interrumpida:

- **El tiempo de permanencia de la inundación y de los efectos de ésta;** aún cuando una inundación deje de existir como tal, su efecto perdura en algunos casos por mayor tiempo. Por ejemplo, una industria a la que se le deterioran sus maquinarias.
- **La Severidad de la inundación.** Distintos grados de inundación generan obviamente distintos niveles de daño.

Una manera bastante eficiente y utilizada para definir un nivel de daño por inundación, referida a actividades que se interrumpen, es asociar éste a la altura del escurrimiento o empozamiento de las aguas. Esto permite discretizar intervalos de daño según la altura de la inundación, de acuerdo con la propuesta del cuadro siguiente:

% del PIB Urbano Anual afectado según altura del agua por escurrimiento o empozamiento

Altura de agua (cm)	% del PIB afectado
0 – 5	0
5 – 10	5
10 – 15	10
15 – 30	30
30 – 50	50
Más de 50	100

Entonces, por efecto de los dos conceptos mencionados (permanencia y severidad), se procede a ponderar el valor total de PIB según el % afectado de éste. Para determinar el nivel del agua que se empoza y/o

escurre en alguna zona de inundación, se recurre a la información histórica de inundaciones y fundamentalmente a la obtenida del diagnóstico.

Costo asociado al daño físico de la propiedad, incluyendo disminución del Avalúo

Al valor del daño en la actividad o en el PIB Urbano Anual de cierta zona afectada, se le debe agregar un valor de daño a los inmuebles y daño al mobiliario y/o enseres inundados.

Este nuevo daño considera dos componentes básicos: la destrucción de bienes, asociado mayoritariamente al mobiliario y/o enseres, y la disminución del avalúo de la propiedad o pérdida de valor, producto de ser un sitio propenso a inundaciones.

Se considera que el valor de los bienes es proporcional al valor del inmueble. Dicho porcentaje depende del sector. Además, como la pérdida producto de la inundación es parcial, y se produce a partir de cierto nivel de altura de inundación, se ha considerado un factor de ponderación de daño físico a la propiedad y efecto de pérdida del avalúo. Este valor se ha estimado en un 0.1% y 5% del valor total de la propiedad más los bienes inmuebles y/o enseres.

% de Daño Físico a Inmueble y/o Enseres y pérdida de avalúo según Altura de Inundación

Altura de agua (cm)	% del Total afectado
0 – 20	0.0
20 – 30	0.1
30 – 40	0.5
40 – 50	2.0
Más de 50	5.0

Finalmente lo que se obtiene es, el daño total por efecto de daño a la propiedad y la pérdida de avalúo.

9.2. - *Daño Situación Sin Proyecto*

El Daño anual esperado para la situación sin proyecto, corresponde en primer término, al obtenido, luego de evaluar el daño anual esperado de las inundaciones detectadas en el Diagnóstico. A éstos costos se le agregan los producidos por tormentas menores. La suma de ambos daños corresponde al daño total anual esperado para la situación sin proyecto, o sea:

$$\text{Daño Total Esperado Anual} = \text{Daño Esperado} \times \text{Etapa de Diagnóstico} + \text{Daño Tormentas Menores}$$

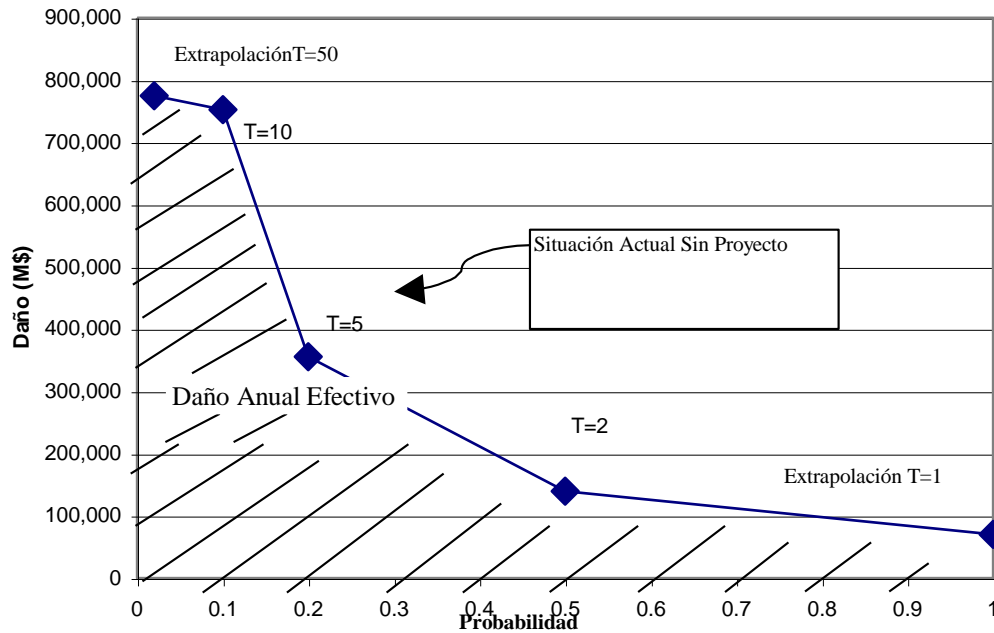
Por otro lado es necesario también, determinar la curva de Daño v/s Probabilidad de Ocurrencia de la tormenta. Para generar la curva, basta con graficar los daños asociados a la Probabilidades de Ocurrencia 0.5, 0.2 y 0.1, asociadas a $T_R = 2, 5$ y 10 años. Como se necesita calcular el área bajo la curva, se extrapola siguiendo la tendencia lineal, permitiendo así obtener un valor estimado para $P = 1$ ($T_R=1$ año) y otro valor para $P = 0$ (o sea el valor más cercano posible que entregue la tendencia, en éste caso 0.02 o sea para $T_R = 50$ años), y así poder cerrar dicha curva.

Daño Total Esperado. Situación sin Proyecto

Daño Situación Sin Proyecto, en función del período de retorno de la tormenta			
Proyecto	$T_R=2$ años	$T_R=5$ años	$T_R=10$ años
	Daño (M\$)	Daño (M\$)	Daño (M\$)
Pr – Huaina	0	110	195
Pr – S Mar	96,178	177,137	214,823
Pr – 12 Feb	39	1,624	13,691
Pr – Stgo A			
Pr – Urrutia	1,495	3,320	4,579
Pr – JM Car	0	48	62
Pr – Altami	218	283	325
Pr – Italia	82	132	161
Pr – Ines	145	189	217
Pr – PerezC	192	379	456
Pr – Neruda	0	315	530
Pr – Rudort	1,293	2,380	2,909
Pr – P Vald	1,460	1,896	2,328
Pr – Vene	1,969	3,018	4,210
Pr – Recab	1,479	2,228	3,055
Pr – Inter SB	32,876	111,417	134,968
Pr – Inter Milar	1,376	1,776	6,537

Daño Anual Esperado según Diagnóstico Situación Sin Proyecto

Daño Evitado v/s Probabilidad de ocurrencia



Resumen daño Situación Sin Proyecto, Tormentas Mayores

	$T_R=1$ año	$T_R=2$ años	$T_R=5$ años	$T_R=10$ años	$T_R=50$ años	Daño Anual esperado (M\$)
	(M\$)	(M\$)	(M\$)	(M\$)	(M\$)	
Daño Total	69,999	139,998	355,473	752,286	822,285	88,907
Probabilidad de ocurrencia	1.00	0.50	0.20	0.10	0.02	

El área bajo la curva representa el Daño Total Anual Esperado, ocasionado por todas las tormentas que se espera ocurran en un año y cuyo período de retorno $T_r > 1$ año, entonces se tiene:

Daño Total Anual Esperado (tormentas mayores $T_r > 1$ año) = (M\$) 88.907

El nivel mínimo de precipitación que se considera que produce algún grado de daño en Temuco es del orden de 20 mm diarios. Además el nivel considerado en las tormentas mayores es del orden de 50 mm diarios. Por lo tanto se debe considerar los eventos incluidos en éste intervalo.

A nivel preliminar, basándose en la información histórica, se estima que las tormentas menores generan en promedio, un daño aproximado al 10% del daño producido por una tormenta de $Tr = 2$ años. Entonces si consideramos que existen en promedio 15 días con lluvia dentro del intervalo considerado, tenemos:

Daño Anual Total Esperado

(Tormentas menores $Tr < 1$ año) = $(10\%)*(15 \text{ días/año})*(M\$139.998) = M\$ 209.997$ (/año)

Por lo tanto para la ciudad de Temuco, para la condición actual sin proyecto se tiene :

Daño total anual esperado = $M\$ 88.907 + M\$ 209.997 = M\$ 298.904$

9.3.- *Daño Situación Con Proyecto y Daño Anual Evitado*

El Daño anual esperado para la situación con proyecto, corresponde al Daño que permanece, una vez que se ejecuten las obras correspondientes a cualquiera de los diseños analizados ($Tr=2, 5, 10$ años), para tormentas de $Tr=2, 5$ y 10 años. Este daño, que evidentemente será menor al daño esperado para la situación sin proyecto, se obtiene del mismo modo que en la situación sin proyecto, esto es, calculando el área bajo la curva de daño v/s probabilidad de ocurrencia.

Para determinar la curva de daño, se considera que un diseño dado, por ejemplo $Tr=2$ años evita todos los daños para tormentas de hasta 2 años y para tormentas mayores se produce un daño que crece proporcionalmente al daño para la situación sin proyecto. Esto permite definir curvas para cada período de diseño y de este modo comparar el daño para la situación sin proyecto.

El daño Anual Evitado se define como el daño que evita la construcción de los proyectos de solución, para los distintos períodos de diseño. Esto es equivalente al área entre las curvas de daño para las situaciones con y sin proyecto.

Así de este modo, se obtiene el daño evitado que corresponde a los beneficios esperados por la ejecución de los proyectos. Cabe señalar que además del beneficio directo, se agrega otro beneficio de construir las obras, que es el ahorro a las arcas municipales en las tareas de emergencia y saneamiento de zonas afectadas por inundaciones. Este valor, a falta de datos más exactos, se ha estimado en 20 millones de pesos anuales, los cuales se reparten proporcionalmente entre los proyectos considerados. El resumen de este cálculo se incluye en el cuadro siguiente.

Daño esperado para cada Período de Retorno de Diseño (2, 5, 10 años), sometido a distintos Períodos de Retorno de Tormenta (2, 5, 10, 50 años) para la ciudad de Temuco

Diseño	Daño (M\$)				Daño anual Esperado (M\$) ⁽¹⁾	Daño anual Evitado (M\$) ⁽²⁾
	Lluvia T=2 año	Lluvia T=5 año	Lluvia T=10 año	Lluvia T=50 año		
T=2 años	0	215476	612288	682287	68608	20300
T=5 años	0	0	396812	466811	31977	56931
T=10 años	0	0	0	69999	4200	84707
probabilidad	0.5	0.2	0.1	0.02		

(1) Calculado como el Area Bajo la Curva de Daño v/s Probabilidad de Lluvia, para cada diseño

(2) Calculado como el Area entre las curvas, para la situación con y sin proyecto

Se incluye finalmente un cuadro que resume todos los cálculos , separados por cada proyecto y para todos juntos , con los cuales se procede posteriormente a la evaluación económica de ellos.

Resultados finales de Daño Anual Evitado o Beneficio Esperado

Proyecto	daño anual	daño anual esperado Con Proyecto			daño anual evitado o beneficio esperado		
	esperado Sin	(M\$)			(M\$)		
	Proyecto (M\$)	T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=2 años	T=5 años	T=10 años
Pr – Huaina	25,00	24,60	5,92	0,00	0,40	19,08	25,00
Pr – S Mar	177.499,00	19.286,39	5.523,39	2.885,33	158.212,61	171.975,61	174.613,67
Pr – 12 Feb	1.179,50	1.115,34	845,84	1,17	64,16	333,66	1.178,33
Pr – Stgo A	31.987,00	30.164,58	22.007,61	33,24	1.822,42	9.979,39	31.953,76
Pr – Urrutia	2.902,50	443,20	133,00	44,85	2.459,30	2.769,50	2.857,65
Pr – JM Car	9,18	9,18	0,95	0,00	0,00	8,23	9,18
Pr – Altami	378,95	20,56	9,50	6,54	358,39	369,45	372,41
Pr – Italia	148,53	12,99	4,49	2,47	135,54	144,04	146,06
Pr – Ines	252,97	13,71	6,33	4,36	239,26	246,63	248,61
Pr – PerezC	358,81	43,01	11,16	5,76	315,81	347,65	353,06
Pr – Neruda	69,00	-	15,11	0,00	-	53,89	69,00
Pr – Rudort	2.387,50	260,60	75,82	38,79	2.126,90	2.311,68	2.348,71
Pr – P Vald	2.550,00	148,20	74,01	43,79	2.401,80	2.475,99	2.506,21
Pr – Vene	3.559,50	320,84	142,46	59,07	3.238,66	3.417,04	3.500,43
Pr – Recab	2.662,50	229,59	102,23	44,38	2.432,91	2.560,27	2.618,12
Pr – Inter SB	70.068,00	15.986,84	2.634,80	986,28	54.081,16	67.433,20	69.081,72
Pr – Inter Milano	2.706,01	442,00	375,00	41,00	2.264,01	2.331,01	2.665,01
Pr – Inter Costanera	161,04	17,00	10,00	3,00	144,04	151,04	158,04
Daño Total	298.904,99	68.538,61	31.977,62	4.200,02	230.297,38	266.927,36	294.704,97

El análisis económico de los proyectos, se ha realizado utilizando un horizonte de 30 años y una tasa de descuento de 12 %. Además se considera que toda la inversión se realiza en el año cero y que a lo largo de su vida útil, se produce la mantención de las obras y se reciben los beneficios.

Determinados los flujos de ingresos y costos asociados se procede a la evaluación a través de los indicadores más utilizados y útiles, esto es el VAN y el TIR, cuyos resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Resultados Evaluación Económica General de Temuco

Evaluación Económica de los Proyectos de Aguas Lluvias

n (años) = 30.00	Fa = 8.06
i (%) = 0.12	

Nombre	Inversión inicial (U.F.)	Costo Mantención (U.F.)	Costo Mantención actualizado (U.F.)	Daño anual Esperado sin proyecto (U.F.)	Daño anual Esperado con proyecto (U.F.)	Daño anual Evitado (U.F.)	Daño anual Evitado Actualizado (U.F.)	Beneficio Disminución Gastos Operacionales (U.F.)	Beneficio Disminución Gastos Operacionales Actualizado (U.F.)	Beneficio Neto Anual Actualizado (U.F.)	VAN (U.F.)	TIR %
--------	--------------------------	-------------------------	-------------------------------------	---	---	---------------------------	---------------------------------------	---	---	---	------------	-------

Total Ciudad

Diseño T=2 años	551,765.9	2,758.8	22,222.9	20,411.4	4,685.0	15,726.3	126,678.4	1,608.8	12,959.4	139,637.8	-434,350.9	-
Diseño T=5 años	591,811.7	2,959.1	23,835.8	20,411.4	2,183.6	18,227.8	146,827.9	1,733.0	13,959.4	160,787.3	-454,860.2	-
Diseño T=10 años	617,350.6	3,086.8	24,864.4	20,411.4	286.8	20,124.6	162,107.0	1,816.9	14,635.6	176,742.6	-465,472.3	-

(*) Considerando valor U.F. = \$14644*1000 pesos al 12 de diciembre de 2000

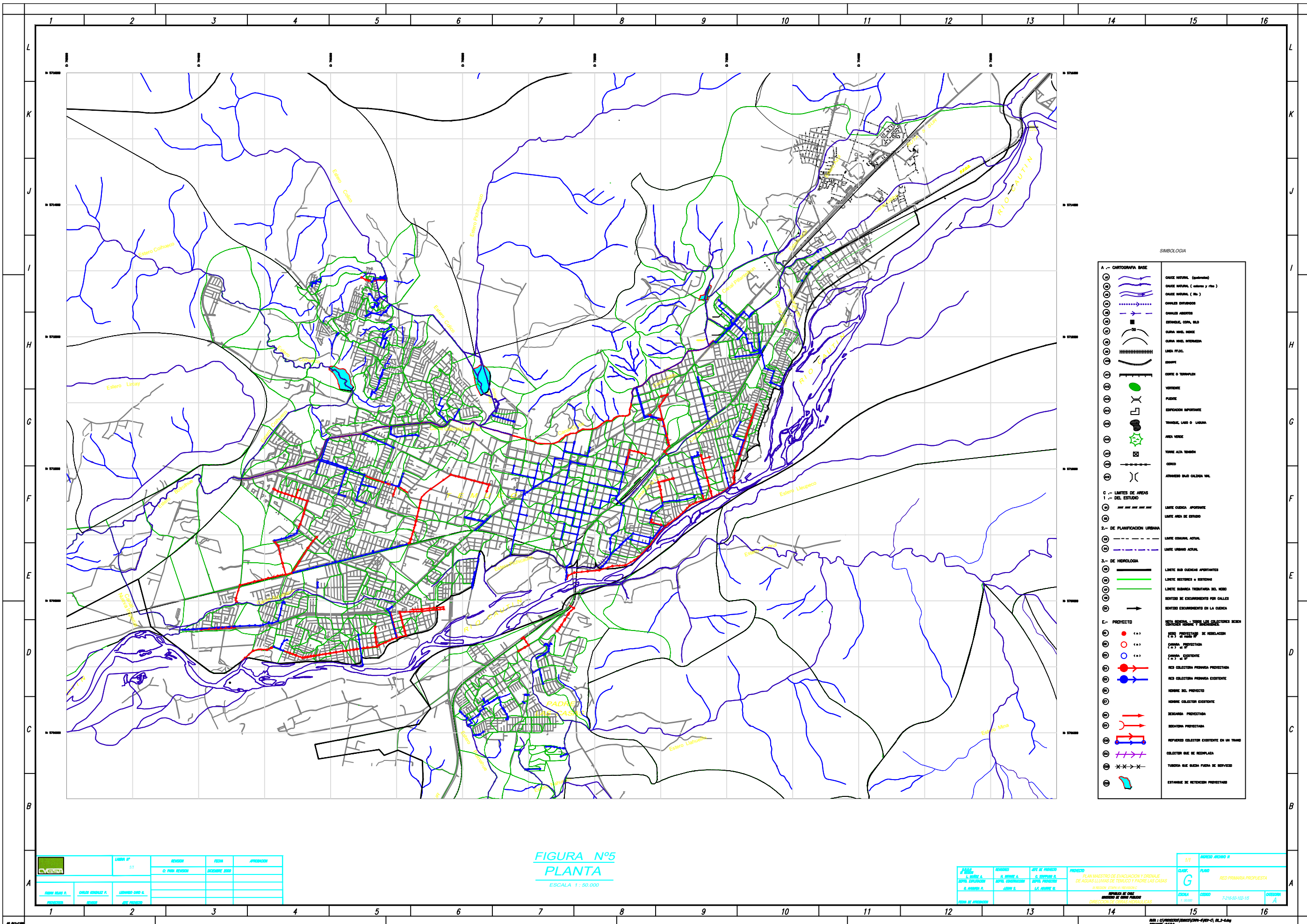
Como era de esperar, todos los proyectos propuestos para resolver integralmente el saneamiento de la áreas inundables de la ciudad, se presentan como soluciones más que nada desde el punto de vista social, teniendo en cuenta que es muy difícil justificar económicamente este tipo de proyectos.

DEFINICIÓN DE LA RED PRIMARIA

La definición más importante en la conclusión del estudio es que teniendo como base los resultados se pueda separar la red primaria de responsabilidad del MOP de la red secundaria de responsabilidad del Minvu.

De acuerdo con la filosofía del Plan Maestro, se debe considerar como red primaria aquella que conduce la escorrentía principal de la ciudad, o sea corresponde a todos los sistemas y subsistemas.

Analizados los aspectos y la forma en que se ha planificado la evacuación de la escorrentía de la ciudad se ha definido que forman parte de la red primaria todos los colectores de diámetros superiores a 500 mm y los sistemas de drenaje a tajo abierto Canal Gibbs-Gabriela Mistral-Botrollhue y los esteros dentro del área de estudio. En Figura N° 5, se presenta un esquema de la Red Primaria de la ciudad de Temuco.



SIMBOLOGIA

- A. CARTOGRAFIA BASE
 - ① CAUCE NATURAL (entubado)
 - ② CAUCE NATURAL (abierto y riego)
 - ③ CAUCE NATURAL (rio)
 - ④ CANALES ENTUBADOS
 - ⑤ CANALES ABIERTOS
 - ⑥ ESTERQUE, COPA, BLO
 - ⑦ CLAVIA HUEL BORDO
 - ⑧ CLAVIA HUEL INTERMEDIA
 - ⑨ LINEA PFOZ.
 - ⑩ BARRIO
 - ⑪ CORTE O TRAMPOLIN
 - ⑫ VEREDAS
 - ⑬ PUEBLO
 - ⑭ EDIFICACION IMPORTANTE
 - ⑮ TALLER, LABOR O LABORIN
 - ⑯ AREA VERDE
 - ⑰ TORRE ALTA TORREON
 - ⑱ CERCO
 - ⑲ ATARDECER BAO CALZADA VIAL
- B. LIMITES DE AREAS DEL ESTUDIO
 - ① LIMITE CUENCA APTORANE
 - ② LIMITE AREA DE ESTUDIO
- C. DE PLANIFICACION URBANA
 - ① LIMITE COENCA ACTUAL
 - ② LIMITE URBANO ACTUAL
- D. DE HIDROLOGIA
 - ① LIMITE SUB CUENCA APTORANES
 - ② LIMITE RECTORES o ESTEROS
 - ③ LIMITE SUBAREA TRIBUTARIA DEL RIO
 - ④ SENTIDO DE ESCURRIMIENTO POR CALLES
 - ⑤ SENTIDO ESCURRIMIENTO EN LA CUENCA
- E. PROYECTO
 - ① RED GENERAL LIMITE LAS COLECTORAS MENOS COLECTORAS TERCERA Y CUARTA
 - ② RED PROYECTADA DE REDUCCION DE TUBO
 - ③ CUENCA PROYECTADA (1:1 y 1:2)
 - ④ CUENCA EXISTENTE (1:1 y 1:2)
 - ⑤ RED COLECTORA PRIMARIA PROYECTADA
 - ⑥ RED COLECTORA PRIMARIA EXISTENTE
 - ⑦ HORQUE DEL PROYECTO
 - ⑧ HORQUE COLECTOR EXISTENTE
 - ⑨ BARRERA PROYECTADA
 - ⑩ BARRERA EXISTENTE
 - ⑪ REEMPLAZO COLECTOR EXISTENTE EN UN TRAMO
 - ⑫ COLECTOR QUE SE REEMPLAZA
 - ⑬ TUBERIA QUE QUEDA FUERA DE SERVICIO
 - ⑭ ESTANQUE DE RETENCION PROYECTADA

FIGURA N°5
PLANTA
ESCALA 1:50.000

LABOR Nº	REVISOR	FECHA	APROBACION
517	C. PARRA REVISOR	NOVIEMBRE 2009	

PROYECTO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	FECHA	PROYECTADO
PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAL DE AGUAS LLUVIAS DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS	J. PARRA	A. PARRA	A. PARRA	NOVIEMBRE 2009	

CLASIF.	PLANO
G	RED PRIMARIA PROYECTADA