CONSULTORÍA PM-41
PLAN MAESTRO DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DE PUERTO VARAS, REGIÓN DE LOS LAGOS

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

AGOSTO 2017

AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.
AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

Fidel Oteíza 1971 Of. 701 – Providencia – Santiago

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

CONSULTORÍA PM-41
PLAN MAESTRO DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DE PUERTO VARAS, REGIÓN DE LOS LAGOS

- En este informe participaron los siguientes profesionales, por parte de la Dirección de Obras Hidráulicas:

NOMBRE	CARGO
Willy Villalobos P.	Inspector Fiscal
Robinson Díaz H.	Inspector Fiscal Subrogante
Alejandro Villa P.	Unidad de Geomensura
Iván Vargas S.	Unidad de Medioambiente
Danissa Venegas M.	Unidad de Participación y Asuntos Indígenas

- En este informe participaron los siguientes profesionales, por parte de la Consultora Ayala, Cabrera y Asociados Ltda.:

NOMBRE	CARGO
Guillermo Cabrera F.	Jefe de Proyecto
Eduardo Riquelme R.	Coordinador de Proyecto
Sergio Matus G.	Ingeniero de Proyecto
Bruno Morales U.	Ingeniero de Proyecto
Braulio Salgado F.	Ingeniero de Proyecto
Juan Pablo Ulloa D.	Ingeniero de Proyecto
Nicolás Avilés D.	Ingeniero de Proyecto
Juan Ignacio Zarate S.	Ingeniero de Proyecto (E)
Lem Mimica V.	Ingeniero Especialista en Modelación
Cristian Andrade M.	Especialista Ambiental
Rodrigo Valenzuela A.	Especialista Ambiental
Carol Pérez V.	Especialista Ambiental
Jessica Antúnez G.	Especialista Ambiental
Andrea Mora H.	Especialista en Geomensura
Marcos Bórquez V.	Especialista en Evaluación Económica
Rowena Pérez M.	Especialista Participación Ciudadana
Kricor Bzdigian K.	Especialista Mecánica de Suelos
Daniel Matus C.	Especialista Arquitectura
Rolando Barozzi G.	Especialista Geología
Marcela Ruffo T.	Dibujante Proyectista
Leonardo Valencia A.	Especialista Diseño Gráfico.
Luis Duque S.	Topógrafo
Pedro Duque G.	Topógrafo

ÍNDICE DE TOMOS

- RESUMEN EJECUTIVO.
- TOMO I: MEMORIA.
- TOMO II: ANEXOS (1 a 6.1).
- TOMO III: ANEXOS (6.2).
- TOMO IV: ANEXOS (6.3 a 9).
- TOMO V: PLANOS (1 a 19).
- TOMO VI: PLANOS (20 a 41).
- TOMO VII: PLANOS (42 a 60).
- TOMO VIII: PLANOS (61 a 80).
- TOMO IX: INFORME DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA.
- TOMO X: ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVOS Y ÁREA DE ESTUDIO. 4
2.1 OBJETIVOS 4
2.2 ÁREA DE ESTUDIO 5
3. ANTECEDENTES GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO 5
4. ESTUDIOS BÁSICOS 8
4.1 HIDROLOGÍA 8
4.2 CAUDAL EN CAUCES NATURALES 10
4.3 SUELOS 12
4.4 NIVELES DEL LAGO LLANQUIHUE 13
5. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE 15
5.1 RESUMEN DEL INFORME TOPOGRÁFICO 15
5.2 CATASTRO DE INFRAESTRUCTURA. 15
6. PATRÓN DE DRENAJE 16
6.1.1 Sistemas Naturales 17
6.1.2 Sistemas Construidos 18
6.1.3 Identificación de los problemas de inundación 21
7. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS 22
8. SIMULACIÓN, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS 23
8.1 CRITERIOS PARA DEFINIR ÁREAS A SANEAR Y SELECCIÓN 23
8.2 CRITERIOS GENERALES PARA EL ESTUDIO DE SOLUCIONES 23
8.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE SOLUCIONES PARA LA DEFINICIÓN DEL PERÍODO DE RETORNO 24
8.4 PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS SOLUCIONES PARA LA TOTALIDAD DE LOS SISTEMAS 25
8.5 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 25
9. SOLUCIONES 26

9.1 DESARROLLO Y VIABILIDAD DE LAS SOLUCIONES 26

9.2 COSTO DE LAS SOLUCIONES ESTRUCTURALES 26

9.3 AREAS APORTANTES Y BENEFICIADOS SOLUCIONES 28

10. EROSIÓN Y DEFORESTACIÓN 30

11. ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL 30

12. ESTUDIO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA 31

13. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES 31

14. SEPARACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS PARA EVALUACIÓN ECONÓMICA 32

14.1 INDICADORES ECONÓMICOS 32

14.2 PRIORIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES 33

15. DEFINICIÓN DE LA RED PRIMARIA 34

15.1 CRITERIOS DE DEFINICIÓN 34

15.2 ELEMENTOS QUE FORMAN LA RED PRIMARIA 35

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 35

ANEXO

- Anexo 1: Tablas Red Primaria y Secundaria de Aguas Lluvias.
- Anexo 2: Planos Red Primaria y Secundaria de Aguas Lluvias.
    - Anexo 2.1: Red Primaria y Secundaria del Limite Urbano.
    - Anexo 2.2: Red Primaria de Aguas Lluvias.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Ley Nº 19.525 publicada en el año 1997, “sobre regulación de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias”, le corresponde al Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. En tanto, corresponde directamente 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 Regionales, la proyección, construcción, reparación y mantención de las mismas.

Además, al MOP se le asignó la labor de preparar los Planes Maestros en lo que se define lo que constituye la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Estos Planes Maestros son aprobados por decreto supremo firmado por los ministros de Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo. El resto de las redes, no contempladas dentro de la definición de red primaria, constituyen por exclusión la red secundaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Como idea general, se ha concebido un Plan Maestro aceptando que en muchos casos la ciudad es la natural receptora de los escurrimientos generados fuera del área urbana, originados en los sectores agrícolas que evacuan por medio de cauces naturales o artificiales. En su trayectoria, específicamente en los tramos en que dichos cauces atraviesan la ciudad, reciben aportes adicionales de aguas lluvias en los sectores urbanos, produciéndose desbordes en los puntos en que su capacidad hidráulica es sobrepasada. En la captación y conducción de las aguas lluvias se puede considerar, dentro de sus factibilidades, el uso de canales, calles y otros medios naturales o artificiales que puedan funcionar eficientemente. También se incluyen medidas, de retardo para amortiguar el pico de los caudales, y otras que favorezcan la infiltración, lo que deberá tener positivos efectos en la generación o conservación de la biomasa, y cuando sea el caso, en el microclima correspondiente.

La ciudad de Puerto Varas no cuenta con Plan Maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias, y actualmente se trabaja en la actualización del Plan regulador de la ciudad vigente desde 1989 y que se encuentra obsoleto por el aumento demográfico de la comuna que, a modo de ejemplo, en el último período intercensal llegó a un crecimiento del 25%.

El principal receptor de las aguas lluvias de la ciudad es el Lago Llanquihue, cuyos niveles de aguas se han estudiado para evaluar los efectos de éstos sobre las descargas de los colectores existentes y proyectados. En términos ambientales, la calidad de las aguas del lago está regulada por el Decreto N° 122, Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue.

El presente estudio consiste en la elaboración del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Puerto Varas, el que representa una

herramienta fundamental para el desarrollo futuro de la ciudad y el manejo y drenaje de las aguas lluvias.

En términos ambientales, este estudio se ha basado en lo que dicta la ley 19.300 y sus actualizaciones contenidas en la ley 20.417, que creó el Ministerio de Medio Ambiente.

El trabajo desarrollado se rige por lo establecido en el Decreto Supremo N°294, del Misterio de Obras Públicas, respecto a las licitaciones y concesiones, sobre obras y servicios que requiera el estado.

2. OBJETIVOS Y ÁREA DE ESTUDIO.

2.1 OBJETIVOS

El objetivo general de esta consultoría es el de formular y elaborar el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Puerto Varas.

A su vez, los objetivos específicos han sido los siguientes:

- Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área de estudio y proponer una solución integral y coherente con su cuenca aportante y los cauces naturales que cruzan la ciudad que a su vez son receptores de aguas lluvias, los cuales podrían ser influenciados por la variación del lago Llanquihue.
- Realizar una caracterización y diagnóstico de la infraestructura existente en la situación actual y futura del área de estudio. Incluyendo los cauces naturales y su descarga al lago.
- Definir las áreas inundables para distintos períodos de retorno de los cauces naturales (esteros, ríos y lago) ya sean naturales o artificiales en las cercanías de la zona urbana de Puerto Varas. Con tal de incorporarlos como restricción en los planes reguladores locales.
- Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para el área de estudio. Si fuera el caso se incluirá a nivel de perfil las obras de protección fluvial requeridas para enfrentar los problemas detectados en los cauces naturales en su paso por la ciudad de Puerto Varas.
- Definir el período de retorno adecuado para las alternativas de solución a los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias de cada zona a sanear.
- Desarrollar y estudiar la viabilidad a nivel de perfil de las soluciones de sistemas de aguas lluvias, necesarios y suficientes, proponiendo un sistema completo, socialmente rentable, para la evacuación de aguas lluvias generadas en la cuenca aportante y en el área de estudio.
- Dimensionar los volúmenes de agua que se aportarán a los caudales de los cauces naturales receptores, como producto de los diseños propuestos y proponer las soluciones para los cauces receptores respectivos.
- Obtener una priorización mediante evaluación económica y otros criterios de los proyectos de inversión dentro del Plan Maestro.

- Definir la Red Primaria y estimar el sistema complementario de evacuación y drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Puerto Varas.

2.2 ÁREA DE ESTUDIO

El "área de estudio" comprende toda la zona urbana de la ciudad de Puerto Varas, actual y con sus zonas de expansión, determinadas en el Plan Regulador Comunal (PRMC) existente o en estudio. Asimismo, se ha incluido áreas de expansión, que se estima serán incorporadas en el nuevo Plan Regulador, actualmente en estudio por parte de la Ilustre Municipalidad de Puerto Varas.

Se ha considerado como área de estudio, el límite propuesto en el estudio de actualización del Plan Regulador de la Universidad de Chile, desarrollado entre los años 2005 y 2008.

El "área de la cuenca aportante", en este estudio incluye todas las cuencas que con su aporte, afectan, directa o indirectamente el área de estudio (zonas urbanas y su proyección), en las que se evaluarán parámetros hidrometeorológicos, hidráulicos, hidrológicos, geomorfológicos, de suelos y otros específicamente indicados.

El área de estudio cubre aproximadamente 30 km2. Las cuencas aportantes de cauces naturales que la afectan, en gran medida están incluidas en esta superficie, a excepción de la cuenca aportante al rio Maullín, que drena una parte del área.

En la Figura 2.3-1, se muestra un plano de ubicación del área de estudio y su cuenca aportante.

3. ANTECEDENTES GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

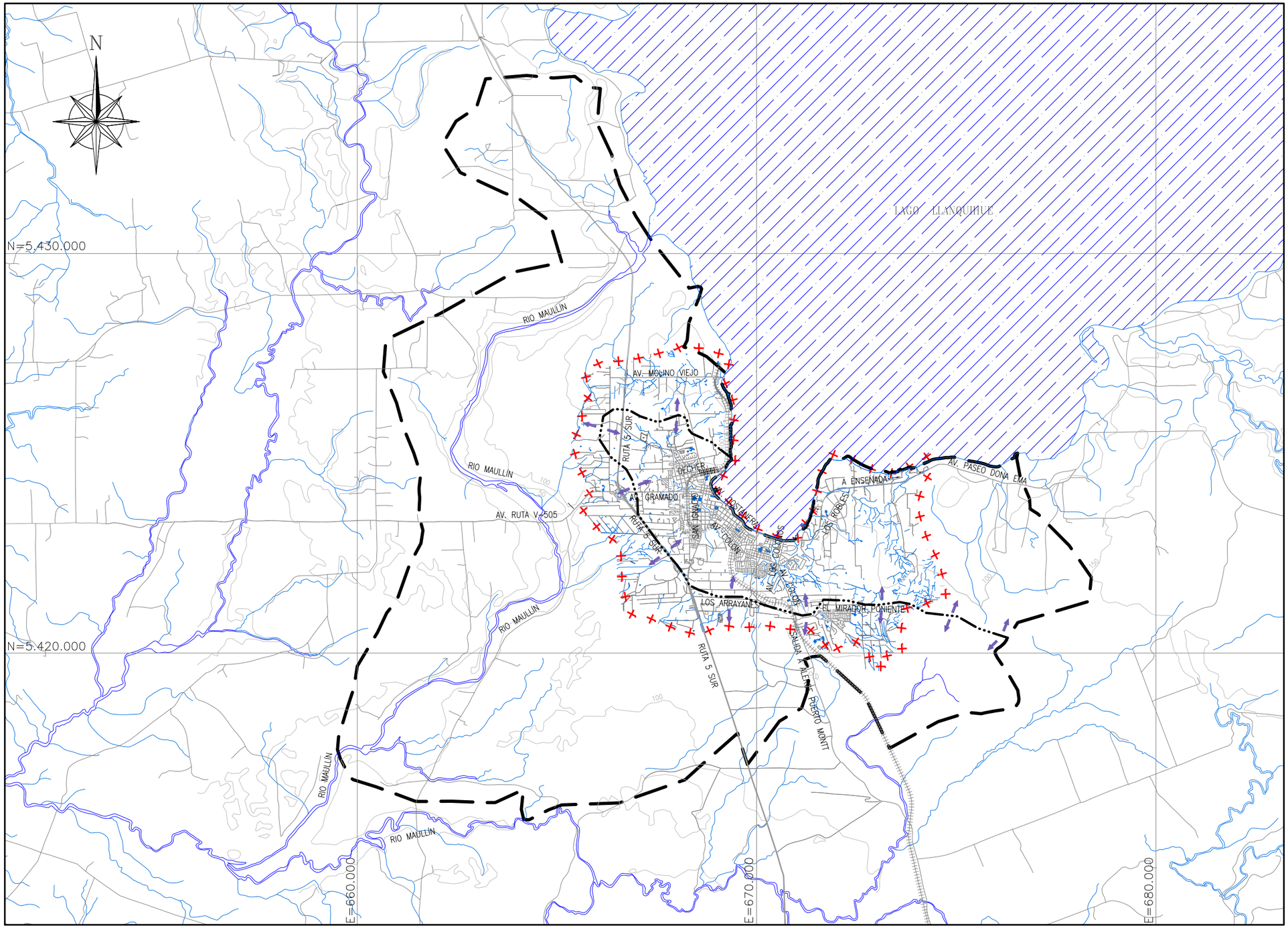
La fundación de Puerto Varas, se remonta al año 1853, cuando algunas acciones llevadas a cabo por el Gobierno, pretendieron incorporar territorios de la zona sur, deshabitados, al resto del país. Al ser creado el territorio de Colonización del lago Llanquihue por Decreto Supremo emanado por el Ministerio de Interior el 27 de junio de 1853, comenzó un paulatino poblamiento de la zona, con inmigrantes venidos principalmente de Alemania.

Administrativamente, la comuna de Puerto Varas pertenece a la provincia de Llanquihue, de la Décima Región o Región de Los Lagos.

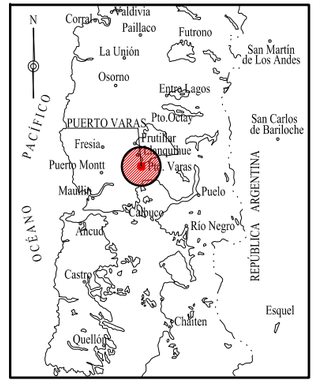
Puerto Varas, tiene un clima oceánico lluvioso. Las precipitaciones se producen durante todo el año, y son más intensas en el invierno y en primavera. Si bien en invierno hay más días de lluvia, estás son menos intensas y van acompañadas de vientos norte y noroeste.

FIGURA 2.3-1
ÁREA DE ESTUDIO Y CUENCA APORTANTE

ESCALA 1:100.000



PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA



SIMBOLOGÍA

- CALLES
- SENDEROS O HUELLA
- CAUCES NATURALES
- CURVAS ÍNDICE
- ÁREA DE ESTUDIO
- ÁREA APORTANTE
- DIVISORIA DE AGUAS
- DIRECCIÓN DE FLUJO
- LÍNEA FÉRREA

AC Ingenieros

FIGURA 2.3-1
ÁREA DE ESTUDIO Y CUENCA APORTANTE

En primavera se producen las más intensas precipitaciones del año, aunque son de menor duración que las invernales. A pesar del predominio de precipitaciones líquidas, en algunos años se producen granizadas leves. Como promedio anual la pluviometría alcanza los 1.800 mm en esta ciudad.

El área de estudio se localiza en un territorio en el que se aprecia un marcado descenso altitudinal del continente, donde las unidades del relieve, ambas cordilleras, el valle central y las planicies litorales, descienden a niveles altimétricos muy bajos. La presencia de cuencas lacustres, los volcanes activos y la acción glacial durante el Cuaternario son algunos de los aspectos que definen su geografía y sobre todo la especial geomorfología de las cuencas que componen el área de estudio. Se destacan las cuencas lacustres de los lagos Llanquihue y Todos Los Santos y los volcanes Calbuco y Osorno.

La superficie total del Lago Llanquihue es de 866,29 km², lo que lo convierte en el segundo lago más grande de Chile.

Los principales ríos en el área son el Maullín que tienen su origen en el Lago Llanquihue y el Pescado que desagua a éste, además del río Petrohué, que nace en el Lago Todos Los Santos y desemboca en el estuario del Reloncaví. En todos ellos se desarrollan actividades recreativas y de pesca deportiva.

Según datos del Censo de Población y Vivienda 2012, la comuna de Puerto Varas tenía una población de 37.569 habitantes, que es el 9,6% de la población de la Provincia de Llanquihue.

En función a las principales unidades del paisaje geomorfológico del territorio que en el cual se inserta específicamente el Área de Estudio, se han clasificado los siguientes grupos de formas:

- Sistemas de Colinas
- Sistema de Terrazas Lacustres.
- Sistema de Terrazas.
- Sistemas de Lechos Fluviales.

En cuanto a la capacidad de drenaje de la ciudad, existe una gran cantidad de colectores de aguas lluvias, varios de los cuales no son capaces de drenar los flujos que se están generando con el crecimiento de ésta, siendo en general de pequeñas dimensiones. Por otro lado, la infraestructura vial cuenta con un alto porcentaje de calles pavimentadas, lo que facilita el escurrimiento de aguas por ellas; sin embargo, aún existen sectores no pavimentados en los que se generan puntos de inundación y un alto arrastre de sedimentos.

4. ESTUDIOS BÁSICOS

4.1 HIDROLOGÍA

El estudio hidrológicotuvo como objetivo el cálculo de las crecidas de diseño para las obras de saneamiento. En una primera parte, que corresponde a este apartado, se generaron las tormentas de diseño que fueron utilizadas para evaluar caudales de crecidas, necesarias en el diagnóstico y diseño de soluciones de aguas lluvias.

Adicionalmente, se incluyó una caracterización general, tanto pluviométrica como fluviométrica del área, para respaldar el análisis de eventos máximos realizados.

Se generaron las curvas de intensidad–duración–frecuencia, y se definieron las lluvias de diseño, asociadas a distintas duraciones y períodos de retorno.

Igualmente, se analizó la recurrencia de las lluvias en la zona, para determinar el promedio de tormentas de diferentes magnitudes en el área de interés y se realizó un análisis general de la pluviometría, para determinar la existencia de tendencias de largo plazo en las precipitaciones anuales.

A partir de las precipitaciones máximas en 24 horas para el área de estudio, se calculó de las curvas IDF para esta zona, utilizando como base la información que se presenta en el Manual de Drenaje Urbano DOH-MOP octubre de 2013 y el Manual de Carreteras. Las curvas IDF obtenidas se presentan en las Figuras 4.1-1 y 4.1.-2.

Figura 4.1-1: Curva Intensidad-Duración-Frecuencia, duraciones entre 2 y 24 hrs.

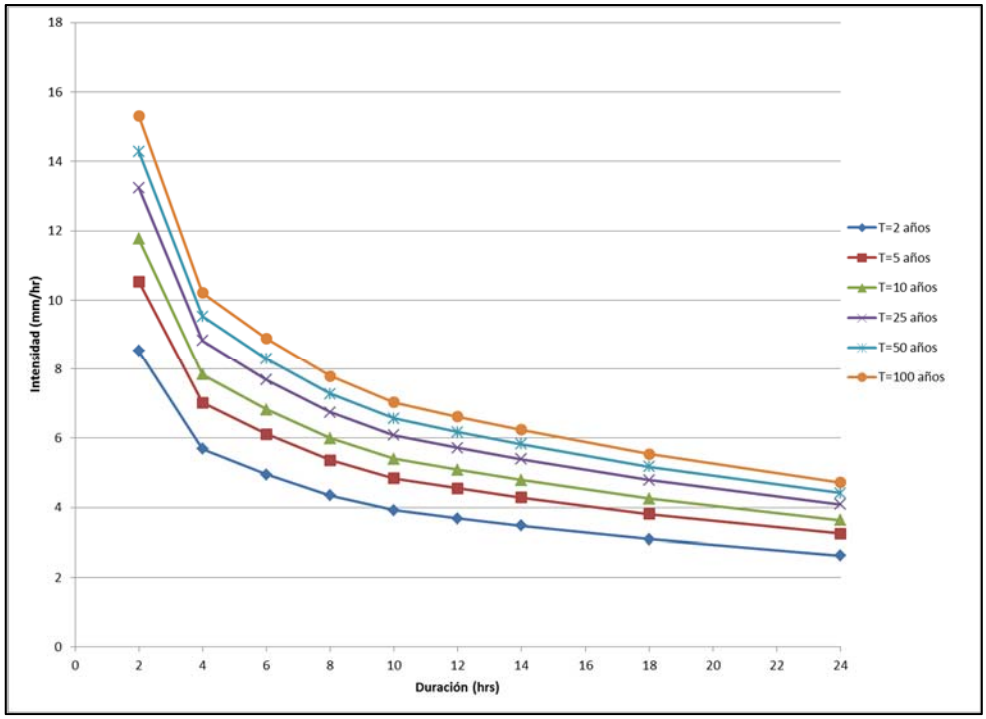
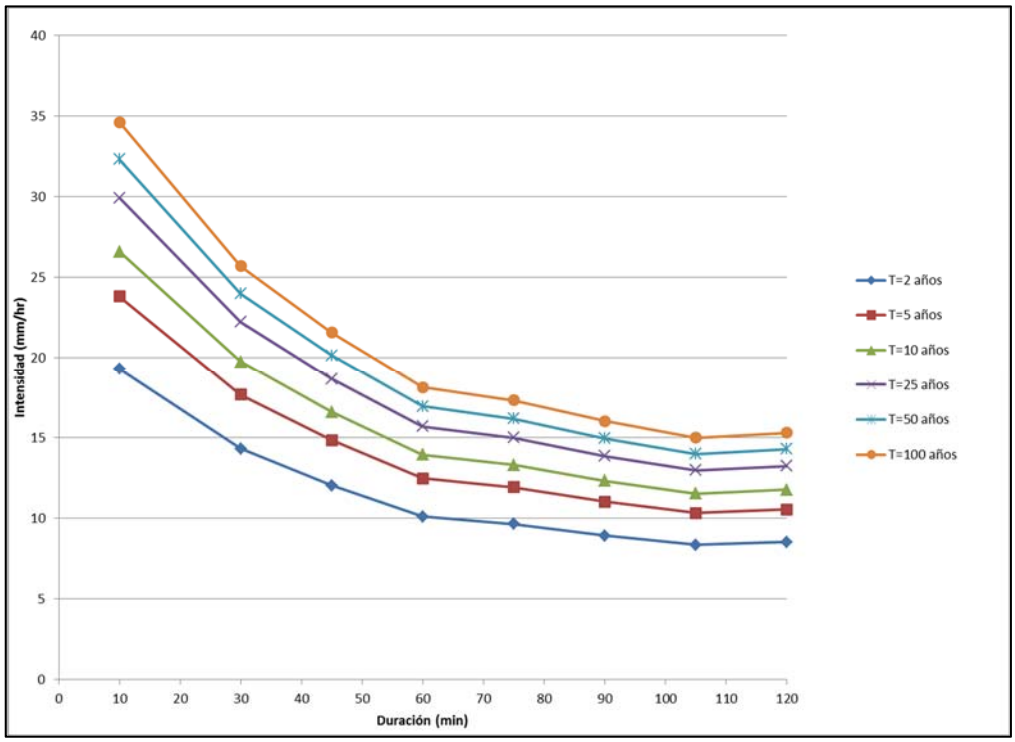


Figura 4.1-2: Curva Intensidad-Duración-Frecuencia, duraciones entre 15 y 120 min.

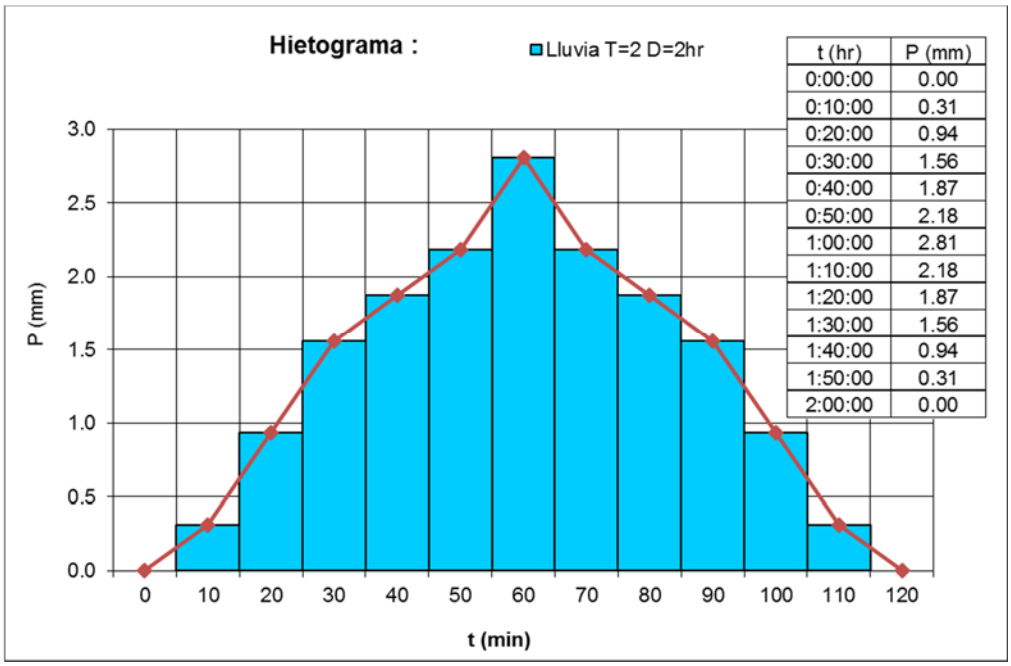


La lluvia de diseño corresponde a aquella tormenta de duración y distribución tal, que la escorrentía generada en toda la cuenca alcanza los mayores caudales en los principales puntos de descarga. Para evaluar esos caudales se desarrolló un modelo Hidrológico-Hidráulico de todo el sistema de drenaje, siendo los puntos de salida las descargas de las quebradas San Francisco, Gramado y Honda.

Para abarcar un amplio rango de duraciones de tormenta, se supusieron 8 duraciones posibles para la lluvia de diseño: 0,5- 1- 2- 4- 6- 12- 18 y 24 horas. Se supuso que para estas tormentas la intensidad media máxima se alcanza en un tiempo igual a la mitad de la duración de las mismas.

La tormenta que maximizó los caudales de salida para el periodo de retorno T=2 años seleccionado para el diseño, fue la de 2 horas. En la Figura 4.1-3 se presentan las características de dicha lluvia.

Figura 4.1-3: Lluvia de Diseño, T=2, duración = 2 horas.



t (hr)	P (mm)
0:00:00	0.00
0:10:00	0.31
0:20:00	0.94
0:30:00	1.56
0:40:00	1.87
0:50:00	2.18
1:00:00	2.81
1:10:00	2.18
1:20:00	1.87
1:30:00	1.56
1:40:00	0.94
1:50:00	0.31
2:00:00	0.00

4.2 CAUDAL EN CAUCES NATURALES

En primer lugar se realizó una caracterización hidrológica de los cauces del área de estudio, a nivel diario, de modo de generar estadísticas confiables de caudales medios diarios con las correspondientes curvas de variación estacional.

A continuación, se desarrolló el estudio de crecidas en las cuencas de los ríos estudiados, en que se aplicaron diferentes métodos de generación de caudales máximos instantáneos. Esos resultados fueron comparados con los del análisis de frecuencia de la estadística ampliada de caudales máximos instantáneos. Existen 4 estaciones fluviométricas cercanas al área de estudio que son las siguientes: Río Negro en Las Lomas, Río Maullín en Las Quemas, Río Chamiza antes de junta con Río Chico y Río Chico antes de junta con río Chamiza.

Cuadro 4.2-1 Estaciones fluviométricas DGA en la zona de estudio

Nº	Nombre Estación	Período	Este	Norte
1	Río Negro en Las Lomas	Abril de 1989 a la fecha	661.615	5.416.017
2	Río Maullín en Las Quemas	Agosto de 1995 a la fecha	650.841	5.415.886
3	Río Chamiza antes de junta con Río Chico	Octubre de 2002 a la fecha	682.843	5.409.542
4	Río Chico antes de junta con Río Chamiza	Octubre de 2002 a la fecha	682.059	5.409.839

Fuente: Elaboración propia.

Se rellenaron y extendieron las series de caudales medios diarios de estas estaciones, llevándose a caudales máximos diarios instantáneos mediante un factor de conversión fijado por el Manual de Carreteras del MOP (1,22 para esta zona).

Para las series de caudales máximos instantáneos, se efectuó un análisis de frecuencia analítico, ajustando las distribuciones Normal, Gumbel, Pearson III, Log-Normal, Log-Pearson III y Gama, considerando 6 períodos de retorno: 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la distribución de mejor ajuste corresponde a la Log-Normal, por lo que fue la seleccionada para la obtención de los resultados del análisis de frecuencia. En el Cuadro 4.2-2 se muestran los valores de caudales máximos instantáneos en las estaciones del estudio, para los períodos de retorno analizados.

Cuadro 4.2-2 Caudal máximo instantáneo (m^3/s) para diferentes Períodos de Retorno.

Nombre Estación	**T=2 años**	**T=5 años**	**T=10 años**	**T=25 años**	**T=50 años**	**T=100 años**
Río Negro en Las Lomas	112,64	149,40	173,17	202,70	224,40	245,89
Río Maullín en Las Quemas	272,05	323,15	353,57	389,17	414,06	437,80
Río Chamiza antes de junta con Río Chico	122,29	162,65	188,79	221,32	245,26	268,99
Río Chico antes de junta con Río Chamiza	150,20	188,39	212,08	240,64	261,10	280,98

Fuente: Elaboración propia.

En las cuencas sin control fluviométrico se validó una relación Precipitación - Escorrentía, para obtener los caudales de crecida asociados a diferentes períodos de retorno en las diferentes cuencas. Para ello se usó la estación Río Negro en Las Lomas.

Se comparó los valores de caudales de crecida medidos en la estación con los de los 3 métodos propuestos por la DGA (Método Racional, Verni-King modificado y Curva Número). Pudo concluirse que el Método Racional se ajusta mejor a las crecidas observadas, con diferencias promedio de un 22% entre el caudal máximo estimado y el caudal de crecida medido.

Los principales cauces que atraviesan la ciudad no cuentan con control fluviométrico, por ello se aplicó el Método Racional para el cálculo de sus crecidas. En el Cuadro 4.2-3 se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro 4.2-3: Caudal máximo Método Racional, principales cauces de Puerto Varas.

Cauce	T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años
Quebrada Gramado	7,90	10,47	12,36	15,06	16,91	19,51
Quebrada San Francisco	4,47	5,89	6,94	8,39	9,42	10,81
Quebrada Honda	7,38	9,80	11,53	14,05	15,84	18,23

4.3 SUELOS

Las características de los suelos del área que influyen en la forma en que la precipitación se transforma en escorrentía, son de importancia para la generación de flujos de aguas asociada a los distintos eventos de lluvia.

Por ello, los suelos se clasificaron en cuanto a su capacidad de retención, infiltración y potencial de generación de escorrentía, pendientes y porcentajes de suelo impermeable. En las áreas no urbanizadas, la capacidad de retención depende de la cobertura vegetal del área, y del tipo de vegetación existente, mientras que la capacidad de infiltración depende de la composición del suelo, además de otros aspectos tales como la pendiente y la presencia de una napa freática a poca profundidad.

Para caracterizar la pendiente, se zonificó el área de estudio con la definición de cuatro rangos de pendientes: muy alta (mayor a 25%), alta (entre 10% y 25%), media (entre 3% y 10%) y baja (menor a 3%). Cerca del 40 % del área presenta pendiente media, aunque en la zona urbana se presentan abruptas pendientes generadas por la existencia de los distintos niveles de terrazas, lo que se compensa con los valores de pendientes en los sectores más planos de las mismas.

En cuanto al tipo de cubierta vegetal, aproximadamente el 70% del área de estudio está formada por praderas perennes y menos de un 10% está por bosques.

Otro factor relevante para la generación de escorrentía superficial, es el nivel y características de los flujos subterráneos. La configuración morfológica aterrazada de la zona de estudio permite la aparición de vertientes en ciertos sectores a lo largo del límite de separación entre terrazas. Por ello se aprecia que algunas de estas vertientes presentan flujos permanentes, que aumentan luego de lluvias intensas, mientras otras aparecen con ocasión de esas lluvias, para luego desaparecer. Por su parte, por tratarse de flujos subsuperficiales en suelos de relativa baja permeabilidad, los caudales que afloran son también pequeños, llegando como máximo, hasta unos pocos litros por segundo. Esta situación sin embargo, genera grandes molestias, ya que hay sectores con flujos permanentes y apozamientos.

Finalmente, otra caracterización de los suelos se hace por el uso que estos tienen, tanto en condición actual como futura según el Plan Regulador. Para ambas condiciones, se identificaron: zonas residenciales, áreas verdes, sitios eriazos, centros

deportivos, cementerios, zonas de cauces y quebradas, y zonas con distintos grados de cubierta vegetal.

Para proyectar el uso futuro de suelo, se analizó la situación en que se encuentra el Plan Regulador Comunal vigente de Puerto Varas. El año 2005, se inició un estudio para actualizar el Plan Regulador Comunal, el que fue desarrollado por la Universidad de Chile, pero que no llegó a concretarse. No obstante, el trabajo realizado se aproxima bastante a cómo evolucionará la ciudad en el futuro; por lo tanto, en base a dicho antecedente se proyectó el uso futuro de los suelos del área de estudio.

El estudio desarrollado por la Universidad de Chile, consideraba un horizonte de proyección de 30 años, y de acuerdo a reuniones realizadas con los asesores urbanistas de la Municipalidad, el límite propuesto en dicho estudio es conservador puesto que considera una faja de terreno urbano, paralela a la Ruta 5, hacia el sector poniente, en circunstancias que el personal de la municipalidad estima que el limite poniente debiese quedar fijado por la Ruta 5. En este sentido, considerar el límite urbano propuesto por la Universidad de Chile, se encuentra por el lado de la seguridad y es concordante con el horizonte del Plan Maestro de Aguas Lluvias, que corresponde al año 2050.

En la Figura 4.3-1, se presenta el Limite Urbano Actual, y el Limite Urbano Propuesto para la situación Futura.

4.4 NIVELES DEL LAGO LLANQUIHUE

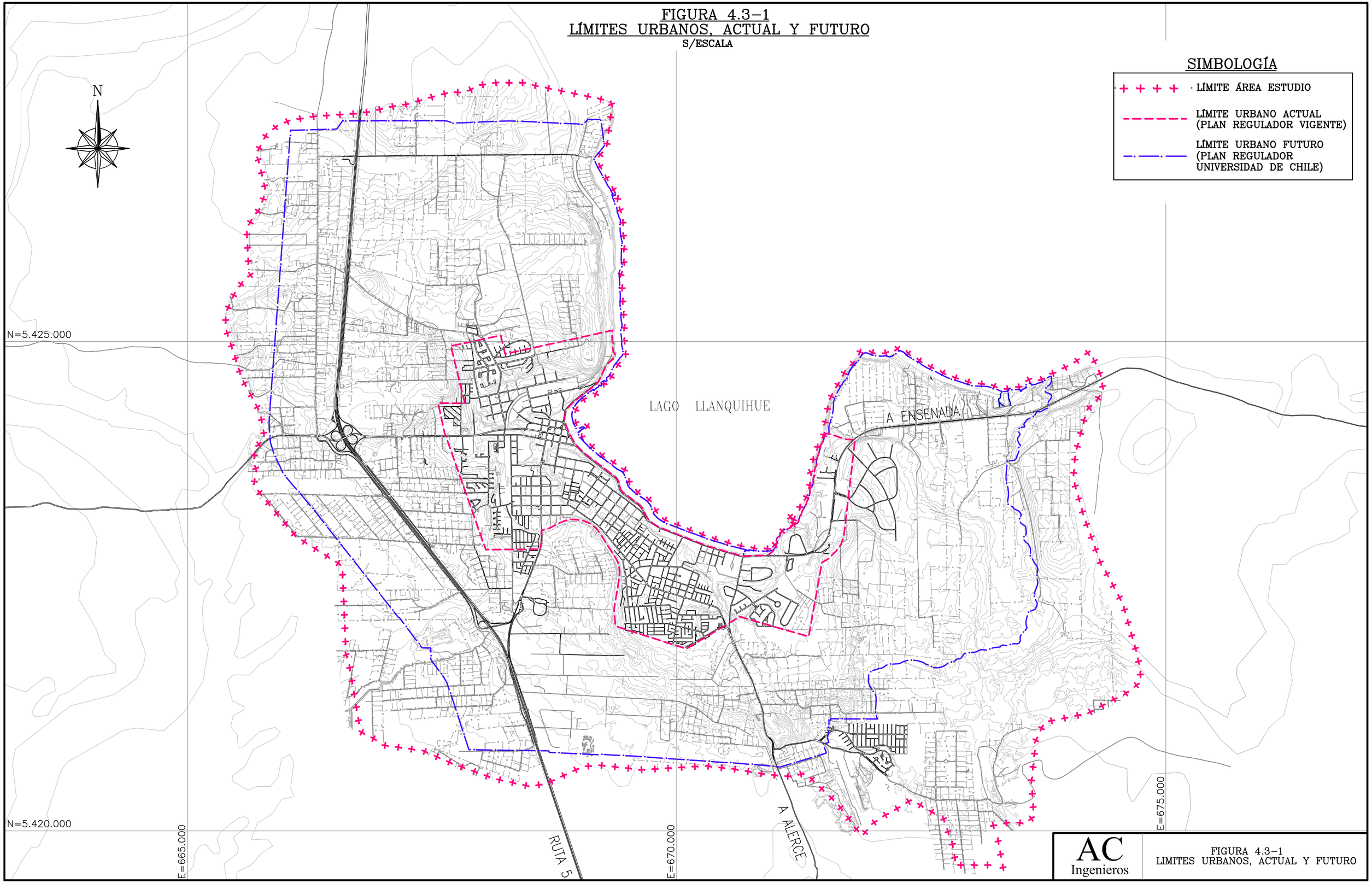
Existe la estación de la DGA del MOP Lago Llanquihue (LM), de medición de niveles en el lago Llanquihue, que posee información de niveles máximos y mínimos mensuales desde el año 1998. Para ligar dichos niveles a la base topográfica del presente estudio, se nivelaron las referencias altimétricas de la regleta de medición a partir de los Puntos de Referencia topográficos definidos en el presente estudio.

Para las series de niveles máximos mensuales y máximos anuales, se efectuó un análisis de frecuencia analítico, ajustando 5 distribuciones de frecuencia, para 5 probabilidades de excedencia: 1%, 2% 4%, 10%, 20%, y 50%.

Se efectuaron mediciones específicas de los niveles en el lago en un rango horario, en el sector del muelle de Puerto Varas, ubicado a la altura de calle Gramado, los cuales fueron también referidos al sistema altimétrico utilizado en el estudio.

Luego de analizar estos antecedentes, se pudo inferir que el nivel del lago no se ve influido por un efecto de mareas. En efecto, sus variaciones a lo largo del día, de acuerdo con las mediciones, no varían más de 0,1m, a diferencia de lo que ocurre en la costa, donde las variaciones del nivel son del orden de varios metros. Lo que sí se observa, es que existen peraltes del nivel de las aguas por efecto del viento. El peralte máximo por la acción del viento es 0,08 m (50,10 m – 50,02 m), luego de 4 días de mediciones. Se consideró como conservador un aumento de nivel de 0,20 m.

FIGURA 4.3–1
LÍMITES URBANOS, ACTUAL Y FUTURO
S/ESCALA



AC Ingenieros

FIGURA 4.3–1
LIMITES URBANOS, ACTUAL Y FUTURO

En suma, para efectos de diseño, se consideraron niveles máximos anuales asociados a distintos periodos de retorno, más el peralte producido por la acción del viento. En el Cuadro 4.4-1 se presentan los niveles del lago a ser considerados.

Cuadro 4.4-1: Niveles Lago Llanquihue considerando viento.

Probabilidad de Excedencia	Periodo de Retorno (años)	Máximos Anuales (m)	Nivel considerando viento (m)
50 %	2	49,94	50,14
20 %	5	50,18	50,38
10 %	10	50,37	50,57
4 %	25	50,65	50,85
2 %	50	50,87	51,07
1 %	100	51,09	51,29

Fuente: Elaboración propia.

5. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

5.1 RESUMEN DEL INFORME TOPOGRÁFICO

Se utilizó como base el Levantamiento Aerofotogramétrico de Puerto Varas, a escala 1:2.000 ejecutado en Agosto 2013 por el Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea para la Dirección de Obras Hidráulicas.

El sistema de referencias utilizado en este estudio, es mismo que el de ese levantamiento (Sistema Coordenado U.T.M, referido al Datum WGS 84, Huso 18S).

El Levantamiento Aerofotogramétrico de Puerto Varas fue realizado a través de una vinculación a la Red Geodésica Nacional SIRGAS, por medio del vértice denominado “PTMT” perteneciente al IGM, vinculándose al vértice “PVAR 4”. A partir de esta vinculación en dicho estudio se generó una red de PRS Base, que pasaron a formar parte de la red de PRS Base, para la topografía asociada a este Plan Maestro.

La cota geométrica se obtuvo de la base de PVAR vinculado al pilar de nivelación número PN1-L21. Se efectuó la nivelación como “Circuitos Cerrados”. La tolerancia y compensación del error se efectúo de acuerdo a las ETT-DOH.

5.2 CATASTRO DE INFRAESTRUCTURA.

En el catastro de la infraestructura existente, se levantaron Colectores, Cauces, Canales y Vías Evacuadoras de Aguas Lluvias. A continuación se describen a grandes rasgos cada uno de estos elementos y la cantidad catastrada.

- Colectores Existentes: Conducciones cerradas, construidas por tramos de secciones circulares, rectangulares o abovedadas, de Hormigón, HDPE o PVC.

Entre tramos se construyen cámaras de inspección, que se ubican en sectores de quiebres de dirección, cambios de diámetros o de pendiente, saltos y cada 100 o 200 m, aproximadamente. A través de los sumideros ingresan las aguas lluvias al colector, los que se ubican en puntos bajos de las calles por donde se desarrolla el colector. En el estudio, se catastró 500 cámaras y 630 sumideros.

- Cauces Naturales: Ríos, esteros y quebradas dentro del área de estudio. Los principales cauces catastrados fueron las quebradas San Francisco, Gramado y Honda, que en total, a nivel de levantamiento topográfico, se alcanzó 5.220 m.

- Cauces Artificiales: Canales construidos para conducir aguas lluvias, desviar o encauzar flujos de aguas naturales existentes. Sus secciones son más regulares y sus trazados están formados por tramos más rectos. En total se catastraron, a nivel de levantamiento topográfico, del orden de 4.760 m de cauces artificiales.

- Vías evacuadoras de aguas lluvias: Son todos aquellos elementos que conducen aguas lluvias y que no están representados por los elementos mencionados. Corresponden principalmente a las calles, como parte de la red de drenaje. Se levantaron, 114 perfiles de calles, 46 de los cuales se ligaron a los puntos de referencia del estudio, mientras los otros 68 fueron levantados con referencia relativa para conocer la forma del perfil de la calle.

6. PATRÓN DE DRENAJE

En la ciudad de Puerto Varas se identificaron 5 cauces naturales, que se han denominado: Cauce 01 Newman, Cauce 02 Quebrada Gramado, Cauce 03 Quebrada San Francisco, Cauce 04 Quebrada Honda y Cauce 05 Michay. Los principales, por su área aportante y extensión son: Quebrada Gramado y Honda (Quebrada San Francisco y Cauce Newman son afluentes al primero). El receptor natural de estos cauces y de las aguas lluvias de la ciudad es el lago Llanquihue.

Junto con los cauces naturales se identificaron 21 canales artificiales que drenan aguas lluvias directamente hacia receptores naturales o a través de colectores de aguas lluvias. Estos canales son pequeños y en su mayoría excavados en tierra y con baja pendiente.

El patrón de drenaje está formado por más de 90 colectores de aguas lluvias, que se han ido construyendo a medida que se ha urbanizado la ciudad, por lo que su distribución es más bien desordenada. Esto último se ha visto acentuado por la existencia de colectores unitarios (aguas lluvias junto con aguas servidas) que genera que gran parte de la red de drenaje de aguas lluvias sean colectores de aguas servidas; esto, principalmente en los sectores más consolidados de la ciudad.

6.1.1 Sistemas Naturales

6.1.1.1 Sistema Quebrada Gramado.

La quebrada Gramado es uno de los principales cauces naturales que drenan las aguas lluvias de Puerto Varas. Se ubica en el sector céntrico de la ciudad y posee un área total aportante de aproximadamente 6,0 km².

En este cauce, se identificaron 2 ramales laterales, que se incorporaron en el análisis. Las mayores confluencias se producen al norte de calle San José. Los afluentes se pueden dividir en dos, los que por el sur del eje formado por las calles Gramado – San José, y los que aportan por el norte del mismo. Entre los sectores aportantes por el sector norte, se pueden mencionar: Villa Los Alpes, Barrio Los Arrayanes, Loteo Lomas del Lago, Villa Casino y Villa los presidentes, entre otros. Por el Lado sur se pueden mencionar los aportes de: Villa Camino el Roble, Villa Mirador de Volcanes y Loteo Prados de Llanquihue, entre otros.

6.1.1.2 Sistema Quebrada San Francisco.

La quebrada San Francisco es uno de los principales cauces de la red de drenaje de la ciudad. Se ubica en el sector céntrico de Puerto Varas, en un cuadrante formado por Calles San Francisco, Del Rosario, Av. Colon e Imperial. Posee un área aportante de aproximadamente 1,8 km².

Recibe aportes de colectores ubicados en Diego Rosales, García Moreno y Los Ángeles, aparte de descargas directas de calles y loteos que la circundan. A lo largo de su trazado atraviesa calle Andes Bello y en su descarga se conecta al colector de aguas lluvias que se ubica en calle San Francisco.

6.1.1.3 Sistema Quebrada Honda

La quebrada Honda se divide en áreas que drenan al cauce y otras a los sistemas de colectores afluentes. Posee un área aportante cercana a 3,5 km².

En este cauce, se identificaron 6 ramales laterales, incorporados en el análisis. Las mayores confluencias se producen entre Av. Colon y Los Colonos, donde se unen los aportes provenientes del oriente y poniente de Av. Colon. Entre las poblaciones que aportan por el oriente se pueden mencionar Juan Soler, Altas Cumbres, Del Sur, Lago Llanquihue, Villa Centenario y el Loteo Lomas de Puerto Varas, por el poniente se pueden mencionar el Loteo Centenario y Colonos del Llanquihue.

6.1.1.4 Sistema Cauce Michay

Este cauce es el más pequeño de los catastrados. Se ubica en el sector de Puerto Chico al oriente de la ciudad, entre calles Traumen, Quilmay, Michay y Av. Los Colones. Posee un área aportante de 0,03 km².

Este cauce drena aportes del loteo Los Laureles y descarga al colector existente en calle Michay, que posteriormente aporta al colector que se ubica en Av. Los Colonos y que descarga finalmente al lago.

6.1.1.5 Sistema Mirador

Este sistema es un caso particular de desarrollo, pues se encuentra fuera del límite urbano actual de Puerto Varas. Sin embargo a futuro se pretende incluir como parte del nuevo Plan Regulador. Las aguas de este sistema se acumulan en esta zona descargando una parte hacia pequeños cauces ubicados al sur del área de estudio y otra parte a pequeños brazos afluentes a la quebrada Honda. Algunos colectores de este sector desaguan hacia zanjas de infiltración. El área aportante es de 0,41 km^2.

6.1.1.6 Sistemas No Urbanizados

Existen algunos pequeños sectores que drenan al Lago en áreas aun no desarrolladas. Algunos de ellos forman parte del límite propuesto de extensión urbana del Plan Regulador; sin embargo, estos límites aún no se aprueban. Al no estar definido el nuevo límite aún, tampoco se tiene la vialidad estructurante por lo que no es posible definir colectores futuros en esta zona.

Otros sectores que se encuentran en esta condición drenan sus aguas al rio Maullín, al Rio Negro y a canales más pequeños, levantados topográficamente en este estudio para estudiar su capacidad; estos canales son los únicos elementos de estos sistemas rurales que han sido incorporados a la modelación en el software SWMM.

Finalmente en la Figura 6.1.1.6-1 y Figura 6.1.1.6-2, se presentan los sistemas descritos anteriormente y los sectores que abarcan.

6.1.2 Sistemas Construidos

Estos sistemas corresponden a la red de drenaje formada por colectores y canales artificiales que se han construido para conducir las aguas lluvias a los receptores naturales y/o para desviar cauces naturales. En los siguientes acápites se describen por separado los sistemas de colectores y los sistemas de canales artificiales.

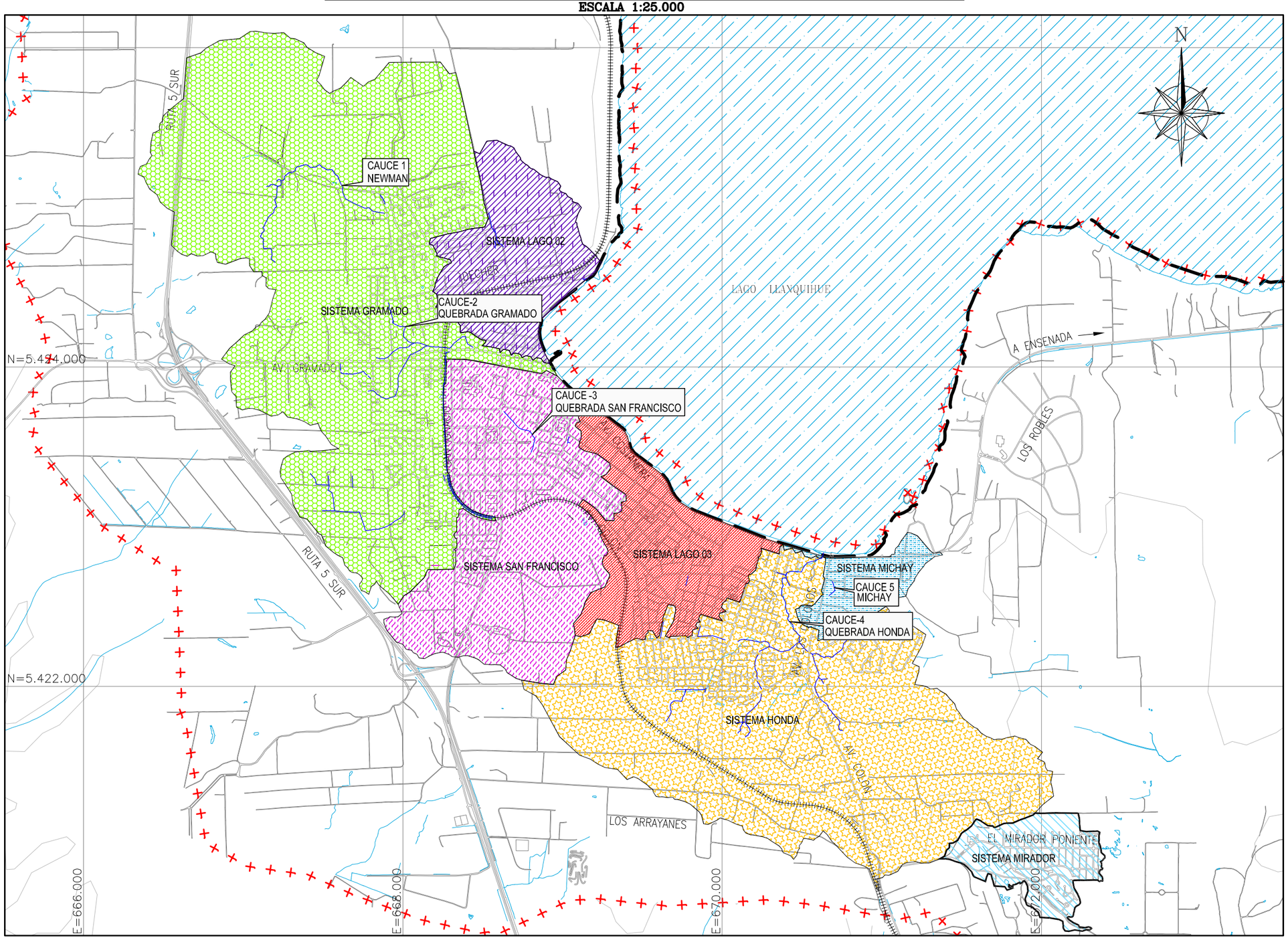
6.1.2.1 Colectores de Aguas Lluvias

Se consideran aquí todos los tramos de colectores existentes, agrupados en un colector principal; es decir, todos los tramos se encuentran conectados entre sí y poseen una descarga común a algún receptor natural, ya sea a alguno de los cauces naturales descritos anteriormente o directamente al lago Llanquihue. El área aportante a los colectores existentes es de aproximadamente 39 ha.

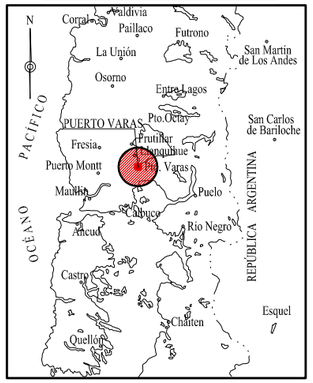
Entre los principales se pueden mencionar: colector Teobaldo Kuschell que descarga a la quebrada Honda y posee un área aportante aproximada de 6 ha, colector

FIGURA 6.1.1.6–1
SISTEMAS DE DRENAJE NATURALES URBANIZADOS

ESCALA 1:25.000



PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA



SIMBOLOGÍA

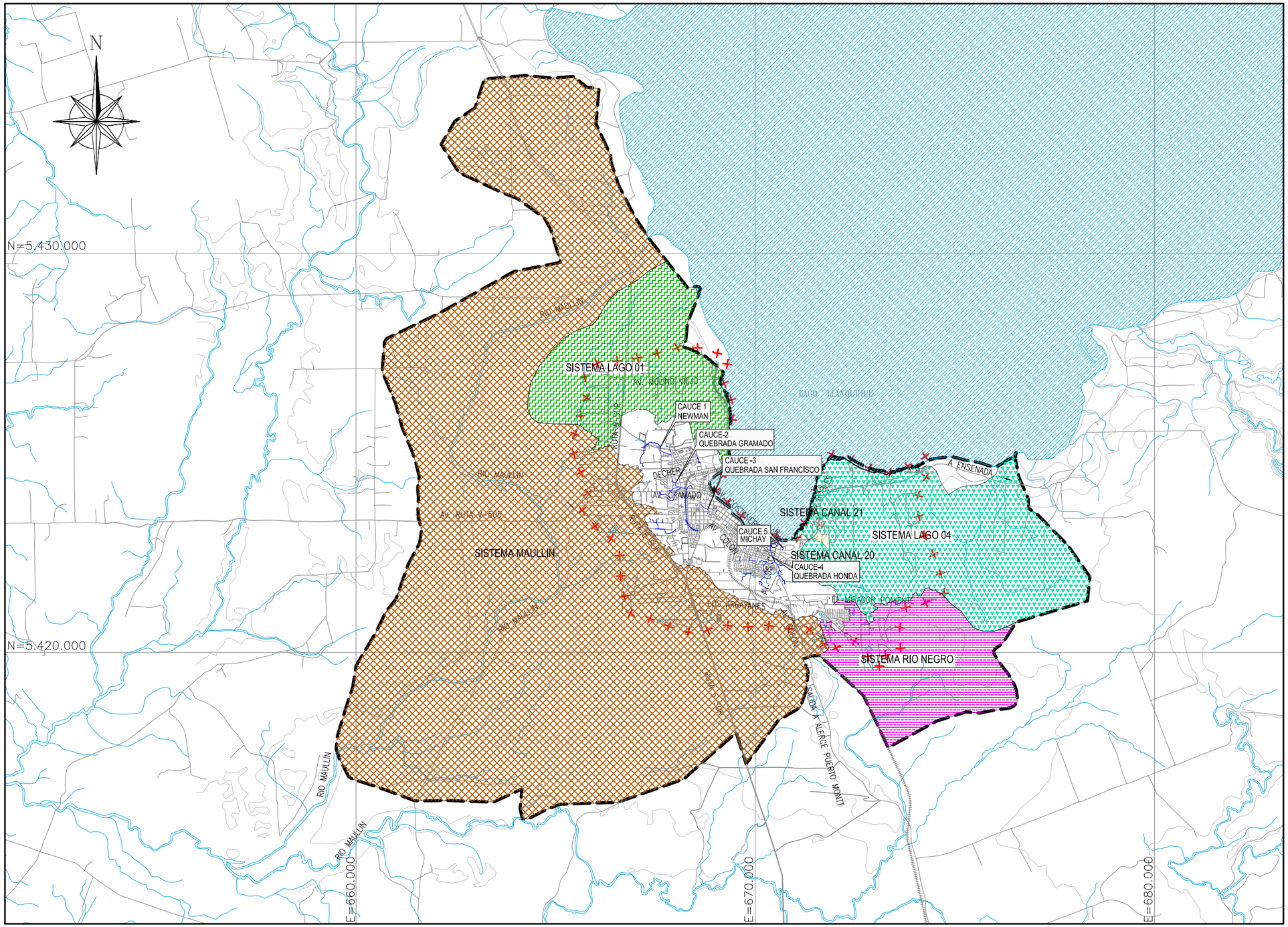
- CALLES
- CAUCES NATURALES
- CURVAS INDICE
- LÍMITE ÁREA APORTANTE
- ÁREA DE ESTUDIO
- LÍNEA FÉRREA
- SISTEMA GRAMADO
- SISTEMA SAN FRANCISCO
- SISTEMA HONDA
- SISTEMA MICHAY
- SISTEMA LAGO 02
- SISTEMA LAGO 03
- SISTEMA MIRADOR

AC Ingenieros

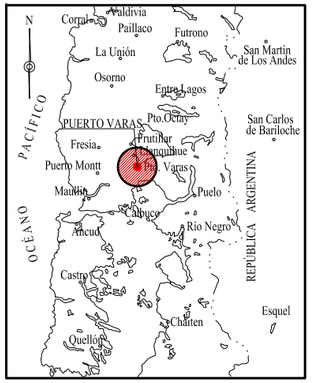
FIGURA 6.1.1.6–1
SISTEMAS DE DRENAJE NATURALES URBANIZADOS

FIGURA 6.1.1.6–2
SISTEMAS DE DRENAJE NATURALES NO URBANIZADOS

ESCALA 1:100.000



PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA



SIMBOLOGÍA

- CALLES
- CAUCES NATURALES
- CURVAS INDICE
- LÍMITE ÁREA APORTANTE
- ÁREA DE ESTUDIO
- LÍNEA FÉRREA
- SISTEMA MAULLÍN
- SISTEMA LAGO 01
- SISTEMA LAGO 04
- SISTEMA RÍO NEGRO
- SISTEMA CANAL 20
- SISTEMA CANAL 21

AC Ingenieros

FIGURA 6.1.1.6–2
SISTEMAS DE DRENAJE NATURALES
NO URBANIZADOS

Palena que descarga al Lago Llanquihue y que drena un área aportante de casi 10 ha, colector Colon III que descarga a la quebrada San Francisco y posee un área aportante de 57 ha, colector Antonio Varas que descarga al Lago Llanquihue un área aportante de 14 ha, colector Decher que descarga a la Quebrada Gramado y posee un área aportante de 11 ha, colector Walker Martínez que descarga al lago con un área aportante de 19 ha y colector Del Salvador que descarga al lago un área de 17 ha.

6.1.2.2 Cauces Artificiales de Aguas Lluvias.

Se catastraron 21 canales artificiales, 20 excavados directamente en terreno natural y sólo 1 más algunos tramos de otros, revestidos con hormigón. El área aportante a los cauces artificiales es de aproximadamente 130 ha.

El principal canal artificial catastrado se ubica a un costado de la línea férrea, extendiéndose casi desde calle San Francisco hasta calle Gramado, con un área aportante de manera directa de 11 ha. A lo largo de su recorrido capta las aguas de varios colectores existentes ubicados en el sector alto de la ciudad.

6.1.2.3 Escurrimiento por Vías de Tránsito

Dada la topografía de la ciudad, existen calles con gran pendiente que portean grandes cantidades de agua sin interferir con el tráfico vehicular y permitiendo el atravieso de peatones, ejemplos de éstas son Del Salvador, Gramado, San Francisco e Imperial. El área que aporta directamente a las calles es de 235 ha.

6.1.3 Identificación de los problemas de inundación

Los principales problemas de inundación ocasionados por las aguas lluvias, se producen en el sector céntrico: en el cuadrante conformado por calles, Del Salvador, San Bernardo, Diego Portales y Costanera; en el sector norte en calles Los Alpes entre los Arrayanes y Decher; Sector Puerto Chico en calles Patricio Lynch con Caupolicán; sector Costanera en Calles Eleuterio Ramírez y Antonio Varas.

Se identificaron canales con problemas de drenaje en el sector de calle Los Copihues, entre poblaciones, Juan Soler, del Sur, Lago Llanquihue y Los Canelos.

Las fotografías siguientes muestran los sectores con mayores problemas.

Foto 6.1.3-1: Calles San José con San Bernardo	Foto 6.1.3-2: Calles Patricio Lynch con Caupolicán
Foto 6.1.3-3: Calle Los Alpes	Foto 6.1.3-4: Walker Martínez con San Bernardo
Foto 6.1.3-5: Calle Costanera con A. Varas	Foto 6.1.3-6: Calle Costanera con Palena

7. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS

El sistema de drenaje natural está constituido por los principales cauces que corresponden a las quebradas Honda, Gramado y San Francisco y una red artificial compuesta por colectores de aguas lluvias, colectores unitarios, canales y calles. El principal cuerpo receptor de estas aguas es el Lago Llanquihue, el cual, según su altura de aguas, impone una condición de borde al sistema de drenaje.

Con la representación del sistema de drenaje a través de la herramienta de modelación SWMM, se ajustaron algunos parámetros mediante una calibración para

una tormenta ocurrida en el presente año, en la cual se aforaron caudales puntuales durante aproximadamente 24 horas en las quebradas Honda y Gramado.

Luego, se evaluó el comportamiento del sistema ante a tormentas asociadas a distintos períodos de retorno y duraciones. La evaluación de su respuesta permitió definir qué zonas se inundan por causa de la crecida que origina la tormenta impuesta.

De acuerdo a los alcances del diagnóstico, se simuló para condiciones de uso actual y futuro del suelo. Para ambas condiciones, se consideró una situación base optimizada; es decir, sin embanques ni obstrucciones, en que tanto los colectores como las obras de captación funcionan correctamente. Para situación futura se consideró el desarrollo urbano completo de la zona, según se propone en la modificación del Plan Regulador. Ambos casos se operaron para las tormentas asociadas a períodos de retorno de 2, 5 y 10 años.

Para determinar la distribución y duración de la lluvia a usar en el diagnóstico se operó el modelo para varias duraciones y se observó los caudales en las descargas de las quebradas Gramado, San Francisco y Honda, resultando ser la duración de 2 horas con distribución triangular, la que maximizó los caudales en dichos puntos. Por ello, se escogió esta lluvia para efectuar el diagnóstico y los posteriores diseños.

Los resultados obtenidos se compararon con lo informado por la comunidad, coincidiendo en varios puntos. Sin embargo, la simulación no reconoció inundaciones en ciertos sectores porque se modeló con la situación Base Optimizada, es decir, con todos los colectores existentes funcionando bien (sin embanques, roturas y sumideros limpios).

8. SIMULACIÓN, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

8.1 CRITERIOS PARA DEFINIR ÁREAS A SANEAR Y SELECCIÓN

A partir del diagnóstico, se identificaron los sectores con problemas de anegamiento y los colectores existentes en que se generan desbordes desde cámaras hacia las calles. Para ello se aplicó criterios técnicos, ambientales y de participación ciudadana.

8.2 CRITERIOS GENERALES PARA EL ESTUDIO DE SOLUCIONES

En este acápite se pretende fijar el marco del cálculo y de las evaluaciones que se realicen de las soluciones planteadas.

Se incluyen criterios relacionados con el diseño hidráulico de colectores y de canales o cauces. Luego se sigue con los criterios utilizados en las cubicaciones de las obras y en sus presupuestos; respecto a esto último se han incluido criterios respecto a los costos de la instalación de faenas, de modificaciones de servicio, de la elaboración

de la ingeniería de los proyectos, de mitigación ambiental durante su construcción, de participación ciudadana, de la inspección técnica de las obras, expropiaciones, etc.

La última parte de esta revisión de los criterios incluye los relativos a la metodología de evaluación económica, que corresponde a la MIDESO-2014.

8.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE SOLUCIONES PARA LA DEFINICIÓN DEL PERÍODO DE RETORNO

En la etapa de diagnóstico, se obtuvieron resultados de caudales máximos en los colectores existentes para una lluvia de duración 2 horas y de distribución triangular. Así, se ha usado una lluvia como ésta para períodos de retorno de 2, 5 y 10 años, para predimensionar soluciones, en los sistemas San Francisco y Lago 03.

Estos 2 sistemas cumplen con las condiciones establecidas en los TR de que cubren sobre el 20% del área urbana y que los proyectos analizados en esta instancia superen las 30.000 UF.

Una vez predimensionados los proyectos, éstos se cubican y presupuestan, obteniéndose los costos por sistema para cada período de retorno. Luego se estiman los beneficios de ambos sistemas, en donde mediante indicadores económicos (VAN y TIR) se determina cuál es el período de retorno óptimo, para pasar a continuación a efectuar los dimensionamientos de las obras del resto de los proyectos.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los indicadores obtenidos.

Cuadro 8.3-1: Resumen Indicadores Económicos Obtenidos.

	T2	T5	T10
	Total Egresos		
Sistema Lago 03	779.92	837.27	837.27
Sistema San Francisco	792.91	1328.85	1338.49
	Total Beneficios		
Sistema Lago 03	914.09	922.94	922.94
Sistema San Francisco	1688.71	1708.15	1708.83
	VAN		
Sistema Lago 03	134.17	85.67	85.67
Sistema San Francisco	895.8	379.3	370.34

De los resultados obtenidos para ambos sistemas se observa que en ambos las obras resultan rentables para todos los periodos de retorno analizados. Junto con esto se advierte que, para el sistema San Francisco, entre los tamaños de obras de 2 y 5 años los egresos aumentan considerablemente, pero no así los beneficios, por lo que el periodo de retorno T=2 es el más conveniente y será el adoptado para desarrollar

las soluciones en el resto de los sistemas. Esto mismo se aprecia en el sistema Lago-03, pero no de manera tan evidente como en el sistema San Francisco.

Cabe destacar que en el sistema Lago 03 para T= 5 y 10 las inversiones son las mismas, lo que se debe a que las obras proyectadas para T=5, al ser sometidas a una lluvia de T=10, son capaces de conducir las aguas y evitar alturas de más de 4 cm en las calles, por lo que no se dimensionó una mayor infraestructura.

8.4 PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS SOLUCIONES PARA LA TOTALIDAD DE LOS SISTEMAS

En la etapa de diagnóstico, se determinó que la lluvia que maximizaba los caudales en los colectores existentes, era la de duración 2 horas y de distribución triangular, por lo tanto esto mismo se utilizó para el diseño de alternativas.

Se desarrolló el predimensionamiento de soluciones para la definición del periodo de retorno.

Las condiciones de borde para las descargas, proyectadas y existentes que evacuan al lago, consideran un nivel de aguas para un periodo de retorno T = 2 años y con viento, según el análisis de frecuencia realizado a los niveles de aguas del lago.

Para identificar deficiencias en los cauces, a partir de la modelación en situación con proyecto para período de retorno T=2, se verificó la capacidad de las alcantarillas pertenecientes a los canales y cauces naturales del sistema.

Previo a la presentación de resultados, se indica que los canales: 2 (sistema Lago 02), 14 (sistema Honda) y 15 (sistema Honda) son parte de las soluciones del Plan Maestro, proyectándose colectores en su reemplazo. En cuanto al canal 7 (sistema Gramado), el que se desarrolla paralelo a la vía férrea, se proyectó un mejoramiento de esta obra, el cual incluye el aumento de la capacidad de las alcantarillas existentes.

8.5 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

La mayoría de los sistemas y colectores propuestos tienen sólo un trazado factible, aparte de las alternativas de refuerzo y reemplazo analizadas de manera independiente. No obstante lo anterior, para los sistemas Gramado y Quebrada Honda, se identificaron zonas donde era posible efectuar una regulación de caudales.

Las áreas de regulación permiten disminuir la infraestructura de aguas abajo de este tipo de obra, puesto que regulan parte de los caudales máximos a la salida. En el caso de la quebrada Gramado, la regulación permitiría mantener el cajón existente sin realizarle ninguna modificación, mientras que sin regulación se requiere proyectar un segundo cajón. Cosa equivalente ocurre en quebrada Honda donde la regulación permite descargar las aguas con dos cajones en vez de tres.

Finalmente, se descartó las alternativas de regulación por el alto costo de inversión y baja rentabilidad. Se optó en general por reemplazar colectores en lugar de reforzarlos.

Otra alternativa que se evaluó fue proyectar un colector que descargue gravitacionalmente el sector Mirador de Puerto Varas. Con este objetivo, se definieron 2 posibles trazados que evacuan aguas a la quebrada Honda; esta última corresponde al cauce natural más cercano y con factibilidad técnica para efectuar la descarga del sistema. Una de las alternativas consideradas fue proyectar un colector por la Ruta Laja Tres Piedras hasta alcanzar un brazo afluente a la quebrada Honda, mientras que la otra alternativa consideraba el desarrollo del colector por la calle Volcán Antillanca y luego Mirador Poniente para descargar al mismo punto que la alternativa anterior.

9. SOLUCIONES

9.1 DESARROLLO Y VIABILIDAD DE LAS SOLUCIONES

Los trazados de colectores se desarrollan por bandejones y calles públicas. En el caso de los cauces y canales, los mejoramientos se ubican en el mismo lugar que su trazado existente; esto, para evitar la expropiación de terrenos.

Para detectar posibles interferencias con los servicios sanitarios, se levantaron cámaras de agua potable y aguas servidas, en las cercanías de los trazados proyectados para estudiar la viabilidad de los mismos en esta etapa. Por otra parte, el hecho de proyectar la mayoría de los colectores por las calles, evita modificar algún trazado de postes. Respecto al resto de los servicios: eléctricos, telefonía, TV cable, etc., los sectores más complejos son los que se ubican en el sector céntrico, como el reemplazo de los abovedamientos existentes de las quebradas Gramado y San Francisco, no sólo por eso sino porque también poseen grandes dimensiones, lo que generará la necesidad de desplazar servicios. Para cuantificar estas interferencias, se ha supuesto un porcentaje de la inversión destinada a este ítem.

9.2 COSTO DE LAS SOLUCIONES ESTRUCTURALES

El costo de las soluciones se estimó considerando las principales partidas que incluyen cada tipo de obra. En el caso de los colectores se cubicaron los tramos de tuberías, las cámaras de inspección, los movimientos de tierra y la rotura y reposición de pavimentos. En el caso de las partidas de mejoramientos de canales se consideraron los movimientos de tierra y los revestimientos. Para determinar la instalación de faenas, se asumieron valores entre el 5% y 10% de las principales partidas, para las obras de mayor inversión se asumieron cercanos al 5% y para inversiones menores se asumió porcentajes cercanos al 10%. El resto de consideraciones se resumen a continuación:

- Modificaciones de Servicios: 3% de las Principales Partidas.
- Costos de Mitigación Ambiental en Construcción: 3% de las Principales Partidas.

- Costos de Participación Ciudadana en Construcción: 1% de las Principales Partidas, con un mínimo de $1.500.000.
- Otras Obras (sumideros, descargas y obras especiales): 10% de las Principales Partidas.
- Costos de Ingeniería: 8% del total de los Costos Directos.
- Costos de la Inspección Técnica de las Obras: 10% del total de los Costos Directos.
- Gastos Generales, Utilidades e Imprevistos: 45% de los Costos Directos.

Respecto a las expropiaciones, todos los proyectos se desarrollan por vías públicas, por lo que no se consideraron expropiaciones. En los siguientes cuadros se resumen los presupuestos de las obras por sistemas.

Cuadro 9.2-1: Resumen costos de inversión y mantenimiento Red Primaria.

SISTEMA	**INVERSIÓN**		**MANTENCIÓN**	
	MM$	**UF**	**MM$**	**UF**
SAN FRANCISCO	1.969	76.822	10	384
LAGO 03	1.407	54.886	7	274
GRAMADO	2.093	81.643	10	408
LAGO 02	842	32.862	4	164
QUEBRADA HONDA	1.825	71.198	9	356
MIRADOR	1.839	71.770	9	359
MICHAY	0	0	0	0
TOTAL	**9.975**	**389.182**	**50**	**1946**

Cuadro 9.2-2: Resumen costos de inversión y mantenimiento Red Secundaria.

SISTEMA	**INVERSIÓN**		**MANTENCIÓN**	
	MM$	**UF**	**MM$**	**UF**
SAN FRANCISCO	1.484	57.898	7	289
LAGO 03	1.310	51.097	7	255
GRAMADO	711	27.756	4	139
LAGO 02	552	21.543	3	108
QUEBRADA HONDA	216	8.432	1	42
MIRADOR	1.044	40.717	5	204
MICHAY	116	4.511	1	23
TOTAL	**5.432**	**211.954**	**27**	**1060**

9.3 AREAS APORTANTES Y BENEFICIADOS SOLUCIONES

En los siguientes cuadros, se presenta un resumen con las áreas aportantes a las soluciones y el número de beneficiados estimado.

Cuadro 9.3-1: Resumen Áreas Aportantes y Beneficiados Red Primaria Proyectada.

Colector/Sistema	Áreas Aportante (ha)	Beneficiados Nº Personas
SISTEMA SAN FRANCISCO		
PROYECTO COLECTOR PURÍSIMA - DEL SALVADOR	0,36	30
REEMPLAZO COLECTOR CAJÓN SAN FRANCISCO	8,96	380
REEMPLAZO COLECTOR COLÓN III	8,16	1.018
REEMPLAZO LATERAL PANGUI	0,89	140
PROYECTO COLECTOR DEL ROSARIO	12,25	892
SISTEMA LAGO 03		
REEMPLAZO COLECTOR PALENA	5,95	2.902
REEMPLAZO COLECTOR ANTONIO VARAS	6,83	856
REEMPLAZO COLECTOR NICANOR GARCÍA	3,63	1.030
PROYECTO COLECTOR TRONADOR	0,16	41
SISTEMA GRAMADO		
MODIFICACIÓN COLECTOR LOS ALPES	35,33	2.249
PROYECTO COLECTOR DEL SALVADOR	15,97	851
PROYECTO LATERAL DEL SALVADOR	1,90	128
REEMPLAZO COLECTOR GRAMADO	8,15	1.257
REFUERZO COLECTOR DOCTOR FELIX RAIMANN NEUMANN	0,15	12
PROYECTO COLECTOR AUGUSTA SCHWERTER	2,94	436
MODIFICACIÓN COLECTOR ALFONSO BINTRUP	3,15	608
MEJORAMIENTO CANAL LINEA FÉRREA (CANAL 7)	9,68	5.954
SISTEMA LAGO 02		
PROYECTO COLECTOR SAN MARTIN	2,31	104
REEMPLAZO COLECTOR BELLAVISTA	11,29	260
PROYECTO COLECTOR LUIS WELLMANN II	0,14	15
PROYECTO COLECTOR ESTACIÓN	3,86	1.008
PROYECTO COLECTOR WALKER MARTíNEZ	5,84	1.049
SISTEMA QUEBRADA HONDA		
PROYECTO COLECTOR TEOBALDO KUSCHEL	10,29	608
PROYECTO LATERAL ELEUTERIO RAMIREZ	3,47	204
PROYECTO LATERAL COLECTOR CANAL 14	1,42	84
PROYECTO LATERAL COLECTOR CANAL 15	0,46	28
PROYECTO COLECTOR CAJÓN QUEBRADA HONDA	4,55	2.250
MEJORAMIENTO CANAL QUEBRADA HONDA	6,25	2.316
SISTEMA MIRADOR		
PROYECTO COLECTOR LA LAJA TRES PIEDRAS	14,90	788
TOTAL	**189,25**	**27.498**

Cuadro 9.3-2: Resumen Áreas Aportantes y Beneficiados Red Secundaria Proyectada.

Colector/Sistema	Áreas Aportante (ha)	Beneficiados Nº Personas
SISTEMA SAN FRANCISCO		
PROYECTO COLECTOR PURÍSIMA - DEL SALVADOR	1,93	117
PROYECTO COLECTOR SAN FRANCISCO	9,52	404
PROYECTO LATERAL VERBO DIVINO	3,96	168
PROYECTO LATERAL SANTIAGO	2,51	108
PROYECTO LATERAL LA UNION	2,95	124
REEMPLAZO COLECTOR COLÓN III	0,84	132
PROYECTO COLECTOR DEL ROSARIO	1,91	140
PROYECTO LATERAL DEL ROSARIO	2,69	196
SISTEMA LAGO 03		
PROYECTO LATERAL DEL PUENTE	1,60	742
PROYECTO LATERAL MANZANAL	1,56	196
REEMPLAZO LATERAL COLÓN	0,41	52
REEMPLAZO LATERAL LAS LILAS	2,35	296
REEMPLAZO COLECTOR LOS CIRUELILLOS	3,51	252
PROYECTO COLECTOR ELEUTERIO RAMIREZ	2,22	192
PROYECTO COLECTOR TRONADOR	0,39	52
PROYECTO LATERAL IMPERIAL	2,37	316
PROYECTO LATERAL BÍO-BÍO	2,39	320
PROYECTO COLECTOR DIEGO DE ROSALES	0,14	64
SISTEMA GRAMADO		
PROYECTO COLECTOR AYLWIN	7,54	2.068
MODIFICACIÓN COLECTOR LAGO LLANQUIHUE	1,73	638
PROYECTO COLECTOR DEL SALVADOR	19,10	1.276
REFUERZO COLECTOR DOCTOR FELIX RAIMANN NEUMANN	5,19	372
PROYECTO COLECTOR AUGUSTA SCHWERTER	4,29	636
MODIFICACIÓN COLECTOR ALFONSO BINTRUP	5,05	968
SISTEMA LAGO 02		
PROYECTO COLECTOR SAN MARTIN	6,97	312
PROYECTO COLECTOR SAN MARTIN II	0,32	24
PROYECTO COLECTOR CHACABUCO	1,86	64
PROYECTO LATERAL CHACABUCO	2,26	80
PROYECTO COLECTOR LUIS WELLMANN II	1,27	47
PROYECTO COLECTOR DESCARGA SANTA ROSA	2,79	104
SISTEMA QUEBRADA HONDA		
PROYECTO COLECTOR TEOBALDO KUSCHEL	0,98	56
PROYECTO LATERAL ELEUTERIO RAMIREZ	3,09	184
PROYECTO COLECTOR LATERAL CANAL 14	0,22	13
PROYECTO COLECTOR LATERAL CANAL 15	0,28	17
PROYECTO COLECTOR COLÓN ALTO	1,81	128
SISTEMA MIRADOR		
PROYECTO LATERAL MIRADOR PONIENTE	7,64	404
PROYECTO LATERAL PASAJE RAULÍ	2,81	148
PROYECTO LATERAL VOLCÁN TOLHUACA	1,17	60
SISTEMA MICHAY		
PROYECTO COLECTOR LOS COLONOS	5,84	180
TOTAL	**125,46**	**11.650**

10. EROSIÓN Y DEFORESTACIÓN

Según el artículo 6 de la ley 19.525. Los Planes Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias, deben incorporar acciones que permitan evitar la erosión y deforestación de los terrenos. Para ello, se efectuó una caracterización general de las asociaciones vegetacionales y se identificaron sectores expuestos a la erosión.

Las asociaciones vegetacionales presentes en la zona corresponden en su mayoría a explotaciones agropecuarias, bosques secundarios ribereños a los cauces, vegetación de matorral, pradera y bosques superiores en los sectores de mayor altitud.

El resultado de la deforestación incide directamente sobre la erosión de los suelos, porque se pierde la retención de precipitación que aporta la cubierta vegetal y por el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo.

A partir de la morfología general y fluvial de la ciudad, se observó una serie de sectores donde existen abruptos taludes que significan un peligro constante para la población, ante eventos de precipitación intensos y/o prolongados. Por ello, se propone como medidas no estructurales estudiar acciones legales de protección, que prevalezcan sobre la condición de terrenos privados de dichas áreas, tales como declararlos zonas de prohibición, basándose en el riesgo de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

Como otra de las medidas estructurales, se proponen mejoramientos de riberas mediante revestimientos del tipo vegetal o estructural de hormigón. También se pueden adoptar mejoramiento de riberas en base a gaviones. Para el caso del lecho de los cauces, se proponen recubrimientos e instalación de obras de disipación de energía en lugares específicos.

11. ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

En el Estudio de Análisis Ambiental, se efectuó un diagnóstico territorial, del área de Influencia de las soluciones propuestas, que incluyó caracterizar la calidad del agua (2 campañas; invierno y primavera) y el medio biótico (1 campaña; primavera).

Se establecieron los criterios considerados para la definición de las unidades territoriales ambientales y las 5 unidades que fueron definidas; bosque nativo, matorral, pradera, otros arborescentes y área urbana.

En la identificación preliminar del impacto ambiental territorial, se concluyó que las principales actividades generadoras de impacto, asociadas a las obras del Plan Maestros son: instalación de faenas, despeje de faja, movimiento de tierras, hormigonado y obras anexas, abandono de faenas. Como impacto positivo, se tiene la generación de empleos durante la construcción y operación de las obras proyectadas.

Se incluyen en este estudio las Especificaciones Ambientales Especiales (EAE) del proyecto y sus costos, respecto a fauna terrestre, y flora y fauna acuática.

12. ESTUDIO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

En el Estudio de Participación Ciudadana, se realizaron actividades con la comunidad, que incluyeron reuniones informativas, talleres, difusión, entrevistas y encuestas.

Dentro de ellas, unas de las más importantes son las reuniones con la comunidad (con los vecinos residentes en el área de estudio y con las autoridades, servicios públicos y servicios generales). En estas reuniones la Dirección de Obras Hidráulicas, mediante el inspector fiscal, expuso en que consiste un Plan Maestro de Aguas Lluvias, sus características, alcances, objetivos, y las etapas que lo componen. En esta instancia la comunidad se informa del desarrollo del estudio y puede plantear sus dudas e inquietudes con respecto a la problemática que generan las aguas lluvias.

Junto con las reuniones se entregan folletos con información relevante del estudio, como el área de estudio, las soluciones a desarrollar, los plazos y las vías de contacto y solicitud de antecedentes, entre otros.

Para complementar la información aportada por la comunidad en las reuniones de Participación Ciudadana, se desarrollan encuestas a los vecinos, y entrevistas a informantes claves que están afectados o tiene algún tipo de injerencia en temas de aguas lluvias.

13. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Las medidas no estructurales se refieren a reglas o normas que regulan el tema de las aguas lluvias y del uso del suelo, que sustituyen y/o complementan las medidas estructurales. Estas medidas pueden implementarse rápidamente y requieren una baja inversión de capital, siendo fundamental el comportamiento de la población y la buena voluntad para desarrollarlas.

Los principales temas en que se enfocan, se mencionan a continuación:

- Reglamentación e Institucionalidad: Se refiere al desarrollo de una serie de reglamentaciones que regularán el tema de las aguas lluvias, además de limitar y resguardar el uso de suelo en torno a cauces naturales y a zonas de inundación. Se diferencian aquí aspectos de reglamentación y uso del suelo.
- Contingencia ante inundaciones: Ante situaciones de intensas lluvias se hace necesario poseer un plan de acción ante eventuales inundaciones o desbordes de cauces, que permita disminuir sus efectos.
- Operación de la red de aguas lluvias: Esto hace referencia a la forma de conservar en buen estado de funcionamiento los sistemas de drenaje de las aguas lluvias. Esta medida debe estar a cargo de la municipalidad y grupos

cívicos. Para un mejor desarrollo, es necesario identificar las acciones de Mantención Preventiva y Control de Depósitos y Descargas Ilícitas.

Las medidas no estructurales, son tan importantes como las estructurales, pues son complementarias en el sentido que resguardan la buena operación y mantención de la infraestructura de evacuación y drenaje de aguas natural y construida.

Además, las medidas no estructurales, generan instancias de comunicación y coordinación entre las diferentes autoridades y actores que tiene competencias en temas de aguas lluvias, esto no solo incluye a los servicios, organismos e instituciones públicas o privadas, también incluye la participación de la comunidad en general.

14. SEPARACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS PARA EVALUACIÓN ECONÓMICA

14.1 INDICADORES ECONÓMICOS

En la evaluación económica se utilizó la “Metodología Formulación y Evaluación de Proyectos de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias, MIDESO-2014” y los Términos de Referencia del Estudio. De acuerdo a estos últimos, los proyectos cuya inversión social supere las 30.000 UF deben ser evaluados con el método costo-beneficio, mientras que los que requieran de una inversión menor se analizan siguiendo el criterio costo-eficiencia. Ambas metodologías están en la guía del MIDESO. Los indicadores económicos a emplear, según el enfoque de evaluación, se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 14.1-1: Enfoque de Evaluación: Indicadores

Tipo de Red	Enfoque de Evaluación	Tipología de Proyectos	Indicadores Económicos
Red Primaria y Secundaria	Costo - Beneficio	• Construcción • Mejoramiento • Ampliación	• VANS • TIRS
	Costo - Eficiencia	• Reparación • Conservación • Reposición • Construcción, mejoramiento y ampliación cuya inversión sea menor a la establecida en el Instructivo “Normas y Procedimientos Proceso de Inversión Pública	• VACS • CAES • Indicador de Costo Efectividad

FUENTE: Metodología Formulación y Evaluación de Proyectos de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias, MIDESO-2014”.

14.2 PRIORIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES

Una vez estimados los indicadores económicos, correspondientes a cada proyecto, incluido sus ramales laterales, se efectúo su priorización en función de dichos indicadores. La tasa de actualización empleada para determinar los VAN, corresponde a la tasa social vigente definida por MIDESO en 6% anual.

Los resultados de esta priorización se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 14.2-1: Priorización de Proyectos evaluados por Costo – Beneficio.

Ranking de Prioridad	Sistema	Proyecto	VAN (UF)	TIR (UF)
1	San Francisco	Colector San Francisco	59.647,97	-
2	Mirador	Colector La Laja Tres Piedras	38.351,59	-
3	Gramado	Colector Gramado	22.785,57	-
4	Lago 03	Colector Antonio Varas	21.670,24	-
5	San Francisco	Colector Colón III	-9.229,69	3,38%
6	Q. Honda	Colector Teobaldo Kuschel	-23.742,43	-

Nota: A Menor Valor de Ranking Mayor Prioridad

Para la mayoría de los casos la TIR queda indeterminada, debido a que no existe una tasa de retorno que haga 0 el VAN.

Cuadro 14.2-2: Priorización de Proyectos evaluados por Costo – Eficiencia.

Ranking de Prioridad	Sistema	Proyecto	Viviendas	Inversiones (UF)		VACS	CAE	CAE/Vivdas.
			(Nº)	P. Mercado	P. Sociales	(UF)	(UF)	(UF/Nº Viv.)
1	Gramado	Colector Lago Llanquihue	684	2.390	2.174	2.173	147	0,22
2	Gramado	Colector Línea Férrea (Canal 7)	2481	9.645	8.777	8.769	594	0,24
3	Gramado	Colector Aylwin	517	5.923	5.390	5.386	365	0,71
4	Gramado	Colector Alfonso Bintrup	394	6.101	5.552	5.547	376	0,95
5	Lago 02	Colector Estación	315	5.290	4.814	4.810	326	1,03
6	Lago 03	Colector Palena	1535	26.503	24.117	24.098	1.632	1,06
7	Gramado	Colector Augusta Schwerter	268	4.778	4.348	4.345	294	1,10
8	Q. Honda	Cajón Quebrada Honda	1668	32.454	29.533	29.509	1.999	1,20
9	Lago 03	Colector Nicanor García	322	6.950	6.325	6.319	428	1,33
10	Lago 02	Colector Walker Martínez	437	10.128	9.216	9.209	624	1,43
11	Gramado	Colector Los Alpes	937	23.914	21.762	21.744	1.473	1,57
12	Gramado	Colector Del Salvador	617	18.073	16.447	16.433	1.113	1,80
13	Lago 02	Colector Descarga Santa Rosa	8	285	260	259	18	2,20

Ranking de Prioridad	Sistema	Proyecto	Viviendas	Inversiones (UF)		VACS	CAE	CAE/Vivdas.
			(Nº)	P. Mercado	P. Sociales	(UF)	(UF)	(UF/Nº Viv.)
14	Gramado	Colector Doctor Félix Raimann	96	3.661	3.331	3.328	225	2,35
15	Lago 03	Colector Eleuterio Ramírez	48	2.227	2.027	2.025	137	2,86
16	Lago 03	Colector Diego Rosales	100	6.238	5.677	5.672	384	3,84
17	Q. Honda	Colector Colón Alto	32	2.876	2.617	2.615	177	5,53
18	Lago 02	Colector San Martín	104	9.398	8.552	8.545	579	5,56
19	Michay	Colector Los Colonos	45	4.512	4.105	4.102	278	6,17
20	Lago 03	Colector Los Ciruelillos	63	6.350	5.779	5.774	391	6,21
21	Lago 03	Colector Tronador	177	18.643	16.965	16.951	1.148	6,49
22	San Francisco	Colector Del Rosario	307	32.375	29.461	29.437	1.994	6,49
23	Lago 02	Colector Chacabuco	36	5.743	5.226	5.222	354	9,82
24	Lago 02	Colector Luis Wellmann	84	18.256	16.613	16.599	1.124	13,38
25	San Francisco	Colector Purísima-Del Salvador	7	4.889	4.449	4.445	301	43,01
26	Lago 02	Colector San Martín II	6	5.306	4.828	4.824	327	54,45

Nota: A Menor Valor de Ranking Mayor Prioridad

15. DEFINICIÓN DE LA RED PRIMARIA

De acuerdo a lo establecido en la Ley Nª 19.525, corresponde a la Dirección de Obras Hidráulicas MOP la tuición y responsabilidad sobre la planificación, estudio, proyección, construcción, operación, reparación, conservación y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias hasta su evacuación en cauces naturales. Las redes secundarias son de responsabilidad del MINVU, a quien corresponde su proyección, construcción, reparación y mantención.

Sin embargo, esta normativa no señala a qué corresponde o cómo se divide el sistema de evacuación de aguas lluvias en redes primarias y secundarias, por lo que dicha separación corresponde más bien a definiciones cualitativas.

15.1 CRITERIOS DE DEFINICIÓN

Para definir la red primaria se consideraron aspectos de diferente tipo. Por una parte, se definió que todos los elementos principales, que actúan como ejes del sistema de evacuación de aguas lluvias deben formar parte de la red primaria. En esa categoría se encuentran los cauces naturales principales y las descargas del sistema de aguas lluvias, junto a los colectores principales que sanean grandes extensiones del área de estudio. Adicionalmente, se examinaron los porcentajes de la extensión total de la red que quedarían incorporados en la red primaria al definir ésta desde un cierto diámetro hacia arriba, teniendo en cuenta el criterio de que la red complementaria debe tener mayor extensión que la red primaria.

En el caso de los cauces, se asigna como primario a los cauces principales que captan ramales más pequeños. A su vez, estos ramales se designan como cauces secundarios. Este criterio se aplicó a todos los cauces dentro del área de estudio.

15.2 ELEMENTOS QUE FORMAN LA RED PRIMARIA

Luego de examinar la información de la red de colectores existentes y proyectados, cauces naturales y artificiales, se definió la red primaria por:

- Colectores existentes y proyectados, D mayor o igual 600 mm, o sección similar.
- Colectores existentes a reemplazar, D mayor o igual 600 mm, o sección similar.
- Principales Cauces Naturales dentro del área de estudio.
- Principales Cauces Artificiales de aguas lluvias existentes y proyectados dentro del área de estudio.

Las soluciones propuestas se desarrollan por la vialidad estructurante existente, aunque durante el desarrollo del Plan Maestro se inició una actualización del Plan Regulador vigente. Por ello, para la estimación de caudales se utilizó de base un estudio de actualización de plan regulador anterior, cuyo límite propuesto seria mayor a la nueva actualización; además, el uso de suelo propuesto en dicho estudio sería similar al del nuevo estudio. En cuanto a la definición de la red primaria para las zonas de expansión, una vez aprobado o modificado el nuevo Plan Regulador Comunal, ésta deberá seguir los mismos criterios especificados anteriormente.

Como Anexo 1 al presente Resumen Ejecutivo, se incluyen tablas con el detalle de colectores y cauces que conforman las redes primarias y secundarias, y como Anexo 2 se incluyen láminas con el tazado en planta de las redes.

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En primer lugar, debe consignarse que el sistema de evacuación de aguas lluvias de Puerto Varas es independiente del evacuación de aguas servidas, salvo por la existencia de conexiones puntuales que se encontraron al efectuar el catastro de la infraestructura de aguas lluvias, y por los vertederos de tormentas de aguas servidas, que actúan en emergencias cuando se producen lluvias intensas y prolongadas.

La cobertura de la red de aguas lluvias es relativamente alta, pues en el catastro de infraestructura de drenaje se contabilizaron cerca de 500 cámaras de inspección y más de 600 sumideros. No obstante, se detectaron irregularidades, como por ejemplo disminuciones de diámetros hacia aguas abajo de los trazados y otros tramos de red bastante pequeños, con tuberías de diámetros menores a 250 mm.

Respecto al estado de mantención de las redes, el catastro realizado muestra que en general los colectores se encuentran en buenas condiciones estructurales, pero que en muchos casos presentan un importante grado de embanque, que disminuye su capacidad de porteo.

En cuanto a los problemas ocasionados por las aguas lluvias, el relieve del área de estudio facilita la evacuación de éstas hacia el principal receptor que es el lago Llanquihue, por lo que no existen grandes zonas de acumulación. Según lo anterior, los principales problemas corresponden, ya sea a desbordes de cauces naturales, o desborde de los colectores de aguas lluvias en los sectores más bajos de la ciudad.

Además de los problemas de inundaciones y anegamientos por las aguas lluvias, se identificaron sectores con taludes pronunciados, ubicados entre las terrazas que forman Puerto Varas, donde se detectaron problemas de deslizamientos de suelo, para lo cual se han planteado un serie de soluciones estructurales y no estructurales.

Como parte de las recomendaciones, se indica la necesidad de darle un carácter normativo a las soluciones que se definen en el Plan Maestro de aguas lluvias. Junto con lo anterior, se recomienda también ir actualizando el Plan Maestro; es decir, una vez que se actualice el plan regulador y se definan las vías estructurantes más allá de las soluciones propuestas, se estudien soluciones complementarias a éstas, además de incorporar las obras que se vayan ejecutando en una versión posterior. Finalmente es imprescindible contar con presupuesto para operar un sistema de mantención de las redes. Sin esto, los proyectos no lograrán la efectividad esperada, y por lo tanto no se obtendrán los beneficios asociados a las inversiones realizadas.

ANEXOS

ANEXO 1
TABLAS RED PRIMARIA Y SECUNDARIA DE AGUAS LLUVIAS.

Anexo 1 Resumen Ejecutivo: Tablas Red Primaria y Secundaria de Aguas Lluvias

- **COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS**

RED PRIMARIA EXISTENTE

Sistema San Francisco					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Colector 30 (Ex Colector Del Rosario)	82,50	Circular	600	0,50	CC
Sistema Lago 03					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Antonio Varas	11,78	Circular	600	1,03	CC
Antonio Varas	5,36	Circular	600	5,02	CC
Antonio Varas	59,65	Circular	800	0,35	CC
Antonio Varas	52,39	Circular	800	0,35	CC
Antonio Varas	57,11	Circular	800	0,50	CC
Antonio Varas	107,56	Circular	800	0,50	CC
Antonio Varas	63,26	Circular	800	0,49	CC
Antonio Varas	63,75	Circular	800	0,61	CC
Antonio Varas	55,60	Circular	800	0,56	CC
Antonio Varas	41,15	Circular	800	0,58	CC
Antonio Varas	47,83	Circular	800	0,30	CC
Antonio Varas	57,91	Circular	800	1,73	CC
Costanera Vicente Pérez Rosales II	10,20	Circular	800	5,45	CC
Sistema Gramado					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
San José	2,85	Rectangular	1x0,83	-0,11	Hormigón
San José	10,49	Rectangular	1x0,56	6,25	Hormigón
Augusta Schwerter	43,19	Circular	600	3,92	CC
Augusta Schwerter	60,55	Circular	600	1,52	CC
Psje. San Pablo	54,92	Circular	600	9,83	CC
Psje. San Pablo	54,92	Circular	600	12,30	CC
Psje. San Pablo	53,99	Circular	600	7,10	CC
Psje. San Pablo	42,21	Circular	600	7,11	CC
Psje. San Pablo	75,50	Circular	600	1,74	CC
San Carlos	3,52	Circular	600	8,52	CC
San Carlos	5,40	Circular	600	-0,30	CC
San Carlos	11,23	Circular	600	-2,70	CC
Arturo Prat	85,56	Circular	600	3,75	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Arturo Prat	103,50	Circular	600	6,16	CC
Arturo Prat	83,50	Circular	600	4,79	CC
Arturo Prat	15,14	Circular	600	2,13	CC
Arturo Prat	50,34	Circular	600	25,58	CC
Laguna San Rafael	43,85	Circular	1000	-0,04	CC
Laguna San Rafael	14,64	Circular	1000	2,11	CC
Los Alpes (Ex Decher)	21,90	Circular	800	0,07	CC
Los Alpes (Ex Decher)	47,37	Rectangular	1,1x1,2	2,05	Hormigón
Los Alpes (Ex Decher)	37,30	Rectangular	1,1x1,2	0,64	Hormigón
Sistema Lago 02					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Walker Martínez	73,22	Circular	600	5,33	CC
Walker Martínez	20,73	Circular	600	0,15	CC
Walker Martínez	67,15	Circular	600	0,83	CC
Walker Martínez	13,92	Circular	600	0,63	CC
Walker Martínez	23,35	Circular	600	1,11	CC
Walker Martínez	29,13	Circular	600	0,84	CC
Walker Martínez	14,53	Circular	800	0,64	CC
Walker Martínez	94,45	Circular	800	1,11	CC
Walker Martínez	50,67	Circular	800	0,36	CC
Walker Martínez	76,11	Rectangular	1,2x0,9	2,06	CC
Walker Martínez	7,19	Rectangular	1,2x0,9	4,12	CC
Walker Martínez	7,19	Rectangular	1,2x0,9	-2,91	CC
Walker Martínez	7,25	Rectangular	1,2x0,9	-2,79	CC
Walker Martínez	10,83	Rectangular	1,2x0,9	0,74	CC
Walker Martínez	4,59	Rectangular	1,2x0,5	-9,63	CC
Walker Martínez	4,16	Rectangular	1,2x0,5	-0,82	CC
Walker Martínez	9,72	Rectangular	1,2x0,5	0,40	CC
Walker Martínez	6,36	Rectangular	1,2x0,5	1,23	CC
Walker Martínez	6,07	Rectangular	1,2x0,5	-0,94	CC
Walker Martínez	72,55	Rectangular	1,2x0,5	0,28	CC
Walker Martínez	68,22	Rectangular	1,2x0,5	0,38	CC
Walker Martínez	48,62	Rectangular	1x1	0,82	CC
Walker Martínez	24,36	Rectangular	1x1	0,06	CC
Diego Portales	34,00	Circular	1000	0,29	CC
Diego Portales	17,44	Circular	1000	0,07	CC
Psje. Luis Wellmann I	6,93	Circular	600	14,36	CC
Psje. Luis Wellmann I	26,85	Circular	600	7,71	CC
Psje. Luis Wellmann I	28,76	Circular	600	9,39	CC
Psje. Luis Wellmann I	22,63	Circular	600	1,03	CC
Psje. Luis Wellmann I	108,39	Circular	600	1,20	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	80,15	Circular	600	4,19	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	33,43	Circular	800	11,27	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	54,39	Circular	600	5,18	HDPE

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Psje. Luis Wellmann I	44,03	Circular	600	11,64	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	21,05	Circular	600	12,12	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	12,78	Circular	600	13,62	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	108,39	Circular	600	1,20	HDPE
Psje. Luis Wellmann II	9,62	Circular	600	19,46	HDPE
Psje. Luis Wellmann II	9,76	Circular	600	1,66	CC
Sistema Quebrada Honda					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Teobaldo Kuschel	87,35	Circular	800	0,58	CC
Teobaldo Kuschel	58,76	Circular	800	0,67	CC
Teobaldo Kuschel	130,54	Circular	800	3,04	CC
Centenario II	111,37	Circular	1000	0,98	CC
Centenario II	15,72	Circular	1000	0,38	CC
Gerada	42,13	Circular	600	0,50	CC
La Avena	62,73	Circular	600	0,49	CC
La Avena	9,33	Circular	600	2,75	CC
La Avena	75,84	Circular	600	0,88	CC
La Avena	12,92	Circular	600	-1,05	CC
Sistema Michay					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Av. Los Colonos	1,00	Circular	600	0,80	CC
Av. Los Colonos	34,96	Circular	600	0,19	CC
Av. Los Colonos	64,98	Circular	800	0,54	CC
Av. Los Colonos	72,35	Circular	800	0,52	CC
Av. Los Colonos	28,75	Circular	800	0,62	CC
Av. Los Colonos	2,45	Circular	600	7,63	CC
Av. Los Colonos	9,03	Circular	600	6,25	CC
TOTAL	**3.817**				

RED PRIMARIA PROYECTADA

Sistema San Francisco					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Av. Colón III	21,53	Circular	600	5,16	CC
Av. Colón III	25,45	Circular	600	4,52	CC
Av. Colón III	9,15	Circular	600	8,20	CC
Av. Colón III	64,92	Circular	600	5,44	CC
Av. Colón III	45,65	Circular	600	4,56	CC
Av. Colón III	91,73	Circular	600	4,13	CC
Av. Colón III	73,80	Circular	800	3,63	CC
Av. Colón III	10,31	Circular	800	3,88	CC
Av. Colón III	18,33	Circular	800	3,71	CC
Av. Colón III	13,50	Circular	800	3,48	CC
Av. Colón III	14,00	Circular	800	3,86	CC
Av. Colón III	21,00	Circular	800	8,19	CC
Av. Colón III	3,37	Circular	800	18,64	CC
Av. Colón III	10,89	Circular	1000	0,92	CC
Av. Colón III	39,38	Circular	1000	0,85	CC
Av. Colón III	29,24	Circular	1000	0,87	CC
Av. Colón III	18,19	Circular	1000	0,85	CC
Av. Colón III	90,83	Circular	1000	1,70	CC
Av. Colón III	32,37	Circular	1000	1,70	CC
Av. Colón III	55,50	Circular	1000	1,70	CC
Av. Colón III	58,80	Circular	1000	1,75	CC
Av. Colón III	95,70	Circular	1000	1,70	CC
Av. Colón III	36,62	Circular	1000	1,67	CC
Av. Colón III	8,52	Circular	1200	1,34	CC
Av. Colón III	84,50	Circular	600	1,17	CC
Av. Colón III	13,45	Circular	600	1,17	CC
Av. Colón III	10,53	Circular	600	1,17	CC
Del Rosario	58,25	Circular	600	0,39	CC
Del Rosario	35,64	Circular	600	0,42	CC
Del Rosario	58,91	Circular	700	0,40	CC
Del Rosario	48,94	Circular	700	0,39	CC
Del Rosario	90,33	Circular	700	0,40	CC
Del Rosario	70,51	Circular	700	0,40	CC
Del Rosario	101,10	Circular	700	0,40	CC
Del Rosario	100,83	Circular	700	0,39	CC
Del Rosario	26,85	Circular	700	0,37	CC
Del Rosario	14,53	Circular	700	11,22	CC
Del Rosario	19,81	Circular	700	11,16	CC
Del Rosario	21,42	Circular	700	11,16	CC
Del Rosario	9,42	Circular	700	11,25	CC
Del Rosario	25,89	Circular	700	11,16	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Del Rosario	9,38	Circular	700	11,19	CC
Del Rosario	3,29	Circular	700	11,25	CC
Del Rosario	13,28	Circular	700	11,17	CC
Colector Purísima - Del Salvador	36,47	Circular	600	0,35	CC
Sistema Lago 03					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Palena	56,67	Circular	800	0,81	CC
Palena	89,50	Circular	800	1,85	CC
Palena	24,90	Circular	800	2,33	CC
Palena	59,45	Circular	800	2,65	CC
Palena	31,06	Circular	800	1,93	CC
Palena	204,77	Circular	600	0,54	CC
Palena	54,50	Circular	600	0,74	CC
Palena	26,17	Circular	600	0,59	CC
Palena	71,71	Circular	600	0,96	CC
Palena	49,74	Circular	600	1,24	CC
Palena	68,40	Circular	800	1,06	CC
Imperial	20,75	Circular	600	2,02	CC
Antonio Varas	101,60	Circular	600	0,49	CC
Antonio Varas	102,60	Circular	600	0,49	CC
Antonio Varas	44,40	Circular	600	0,49	CC
Antonio Varas	115,10	Circular	600	0,49	CC
Antonio Varas	116,60	Circular	600	0,49	CC
Antonio Varas	72,38	Circular	800	6,33	CC
Antonio Varas	72,20	Circular	800	6,55	CC
Antonio Varas	61,00	Circular	800	3,23	CC
Antonio Varas	18,85	Circular	1000	0,57	CC
Av. Nicanor García	100,40	Circular	600	0,49	CC
Av. Nicanor García	96,00	Circular	600	0,56	CC
Av. Nicanor García	17,08	Circular	800	0,39	CC
Av. Nicanor García	101,29	Circular	800	0,39	CC
Sistema Gramado					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Alfonso Bintrup	67,33	Circular	600	2,26	CC
Alfonso Bintrup	11,14	Circular	600	2,03	CC
Alfonso Bintrup	21,37	Circular	600	1,28	CC
Los Alpes (Ex Decher)	40,53	Circular	1000	2,37	CC
Los Alpes (Ex Decher)	27,71	Circular	1000	2,24	CC
Los Alpes (Ex Decher)	59,25	Circular	1000	7,40	CC
Los Alpes (Ex Decher)	89,28	Rectangular	1,25x1,2	0,60	CC
Los Alpes (Ex Decher)	62,50	Rectangular	1,25x1,2	0,60	CC
Los Alpes (Ex Decher)	53,94	Rectangular	1,25x1,2	1,21	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Los Alpes (Ex Decher)	53,47	Rectangular	1,25x1,2	0,99	CC
Los Alpes (Ex Decher)	27,23	Rectangular	1,25x1,2	1,03	CC
Los Alpes (Ex Decher)	57,26	Rectangular	1,25x1,2	1,00	CC
Los Alpes (Ex Decher)	112,01	Rectangular	1,25x1,2	1,00	CC
Los Alpes (Ex Decher)	92,78	Rectangular	1,25x1,2	1,00	CC
Los Alpes (Ex Decher)	13,07	Circular	1000	14,24	CC
Augusta Schwerter	43,18	Circular	600	4,84	CC
Augusta Schwerter	30,25	Circular	600	1,12	CC
Augusta Schwerter	4,59	Circular	800	2,18	CC
Psje. Altas Cumbres	3,40	Circular	600	2,94	CC
Del Salvador II (Proyecto)	8,46	Circular	600	2,00	CC
Del Salvador II (Proyecto)	49,38	Circular	600	6,14	CC
Del Salvador II (Proyecto)	62,95	Circular	600	6,05	CC
Del Salvador II (Proyecto)	71,14	Circular	700	1,64	CC
Del Salvador II (Proyecto)	55,64	Circular	700	1,65	CC
Del Salvador II (Proyecto)	46,07	Circular	700	1,63	CC
Del Salvador II (Proyecto)	18,77	Circular	700	1,60	CC
Del Salvador II (Proyecto)	32,03	Circular	700	6,18	CC
Colector Mejoramiento Línea Férrea	19,26	Circular	800	3,58	CC
Augusta Schwerter	4,59	Circular	800	2,18	CC
Sistema Lago 02					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Estación	69,72	Circular	800	0,55	CC
Estación	57,49	Circular	800	2,24	CC
Estación	25,94	Circular	800	1,25	CC
Walker Martínez	98,75	Circular	800	0,70	CC
Walker Martínez	77,73	Circular	800	6,04	CC
Walker Martínez	51,87	Circular	800	9,60	CC
Walker Martínez	61,38	Circular	800	7,20	CC
Bellavista	17,50	Circular	800	1,05	CC
Bellavista	5,85	Circular	800	1,06	CC
Bellavista	38,45	Circular	800	1,05	CC
Bellavista	16,00	Circular	800	1,06	CC
Bellavista	35,09	Circular	800	1,09	CC
Bellavista	7,44	Circular	800	1,06	CC
Bellavista	96,68	Circular	800	1,05	CC
Bellavista	64,76	Circular	800	1,05	CC
Bellavista	16,62	Circular	800	0,97	CC
Psje. Luis Wellmann I	52,79	Circular	800	1,90	CC
Psje. Luis Wellmann I	15,00	Circular	800	4,00	CC
Psje. Luis Wellmann II	22,80	Circular	600	13,09	CC
San Martín	8,45	Circular	600	8,99	CC
San Martín	5,89	Circular	600	9,00	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
San Martín	4,58	Circular	600	8,73	CC
San Martín	6,34	Circular	600	8,99	CC
San Martín	13,75	Circular	600	9,02	CC
San Martín	3,18	Circular	600	8,81	CC
San Martín	18,58	Circular	600	8,99	CC
San Martín	12,55	Circular	600	14,18	CC
San Martín	17,32	Circular	600	14,09	CC
San Martín	15,24	Circular	600	14,63	CC
San Martín	10,85	Circular	600	14,65	CC
San Martín	1,79	Circular	600	14,53	CC
San Martín	9,12	Circular	600	14,47	CC
San Martín	6,93	Circular	600	14,36	CC
Sistema San Francisco					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Teobaldo Kuschel	9,99	Circular	800	0,33	CC
Teobaldo Kuschel	15,90	Circular	800	0,35	CC
Teobaldo Kuschel	51,00	Circular	800	0,34	CC
Teobaldo Kuschel	3,50	Circular	800	0,34	CC
Teobaldo Kuschel	24,00	Circular	800	0,34	CC
Teobaldo Kuschel	102,30	Circular	800	0,34	CC
Teobaldo Kuschel	46,06	Circular	800	0,35	CC
Teobaldo Kuschel	49,14	Circular	800	0,51	CC
Teobaldo Kuschel	1,37	Circular	800	0,00	CC
Teobaldo Kuschel	2,69	Circular	800	0,74	CC
Teobaldo Kuschel	2,37	Circular	800	0,42	CC
Teobaldo Kuschel	2,57	Circular	800	0,39	CC
Teobaldo Kuschel	3,41	Circular	800	0,59	CC
Teobaldo Kuschel	8,58	Circular	800	0,47	CC
Teobaldo Kuschel	10,25	Circular	800	0,49	CC
Teobaldo Kuschel	9,19	Circular	800	0,54	CC
Teobaldo Kuschel	22,47	Circular	800	0,31	CC
Teobaldo Kuschel	34,10	Circular	900	0,36	CC
Teobaldo Kuschel (Ex Teobaldo Kuschel y Los Copihues)	21,78	Circular	900	0,26	CC
Teobaldo Kuschel (Ex Teobaldo Kuschel y Los Copihues)	78,53	Circular	900	0,32	CC
Teobaldo Kuschel	37,56	Circular	1200	0,43	CC
Teobaldo Kuschel	97,04	Circular	1200	0,32	CC
Teobaldo Kuschel	85,61	Circular	1200	0,34	CC
Teobaldo Kuschel	12,70	Circular	1200	0,34	CC
Teobaldo Kuschel	25,50	Circular	800	0,93	CC
Teobaldo Kuschel	9,50	Circular	800	0,35	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Teobaldo Kuschel	22,79	Circular	800	0,34	CC
Teobaldo Kuschel	16,56	Circular	800	0,35	CC
Teobaldo Kuschel	49,57	Circular	800	0,35	CC
Teobaldo Kuschel	46,47	Circular	800	0,35	CC
Teobaldo Kuschel	52,84	Circular	800	0,34	CC
Teobaldo Kuschel	14,00	Circular	800	0,35	CC
Teobaldo Kuschel	84,00	Circular	900	0,46	CC
Teobaldo Kuschel	52,43	Circular	900	0,45	CC
Teobaldo Kuschel	74,37	Circular	900	0,46	CC
Teobaldo Kuschel	35,32	Circular	600	0,42	CC
Teobaldo Kuschel	30,84	Circular	600	0,58	CC
Teobaldo Kuschel	5,61	Circular	700	0,18	CC
Sistema Mirador					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
La Laja Tres Piedras	85,35	Circular	800	0,02	CC
La Laja Tres Piedras	42,98	Circular	800	0,19	CC
La Laja Tres Piedras	24,99	Circular	800	0,20	CC
La Laja Tres Piedras	27,00	Circular	800	0,22	CC
La Laja Tres Piedras	76,17	Circular	800	0,20	CC
La Laja Tres Piedras	70,15	Circular	800	0,20	CC
La Laja Tres Piedras	65,53	Circular	800	0,31	CC
La Laja Tres Piedras	93,84	Circular	800	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	25,00	Circular	800	0,32	CC
La Laja Tres Piedras	95,00	Circular	800	0,29	CC
La Laja Tres Piedras	83,00	Circular	800	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	90,00	Circular	900	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	40,00	Circular	900	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	50,01	Circular	900	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	115,00	Circular	900	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	46,22	Circular	900	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	59,85	Circular	900	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	70,00	Circular	900	0,30	CC
La Laja Tres Piedras	31,19	Circular	900	0,32	CC
La Laja Tres Piedras	10,01	Circular	800	0,30	CC
TOTAL	**8.177**				

RED SECUNDARIA EXISTENTE

Sistema San Francisco					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Itata	173,90	Circular	400	0,2	CC
Itata	82,26	Circular	400	0,2	CC
Itata	51,87	Circular	400	0,6	HDPE
Itata	9,75	Circular	400	1,2	HDPE
Itata	17,36	Circular	400	3,7	HDPE
Itata	16,50	Circular	400	0,3	CC
Itata	19,50	Circular	400	0,3	CC
Itata	16,90	Circular	400	0,3	CC
Itata	19,70	Circular	400	1,3	CC
Itata	13,90	Circular	400	6,2	CC
Av, Colón III	73,43	Circular	300	4,1	HDPE
Av, Colón III	15,48	Circular	200	4,6	PVC
Av, Colón III	14,35	Circular	180	16,3	PVC
Av, Colón III	26,00	Circular	300	4,1	HDPE
Av, Colón III	8,36	Circular	450	-0,9	CC
Av, Colón III	20,75	Circular	450	4,2	CC
Av, Colón III	58,52	Circular	400	4,0	CC
Av, Colón III	38,95	Circular	400	2,9	CC
Av, Colón III	46,85	Circular	400	8,4	CC
Av, Colón III	9,85	Circular	400	2,2	CC
Del Salvador	104,66	Circular	300	1,1	HDPE
Del Salvador	92,65	Circular	300	0,9	PVC
Del Salvador	2,61	Circular	300	0,1	PVC
Del Salvador	10,84	Circular	200	3,6	PVC
Del Salvador	17,98	Circular	200	10,3	CC
Del Salvador	52,64	Circular	200	10,9	CC
Del Salvador	65,74	Circular	200	9,9	CC
Del Salvador	8,49	Circular	200	9,9	PVC
Del Salvador	16,58	Circular	380	0,5	HDPE
Del Salvador	10,13	Circular	380	0,5	HDPE
Del Salvador	3,66	Circular	380	-1,8	HDPE
Del Salvador	25,08	Circular	400	0,6	CC
Del Salvador	15,06	Circular	400	0,1	PVC
Del Salvador	2,58	Circular	380	2,1	PVC
Del Salvador	32,13	Circular	400	0,6	CC
Del Salvador	18,49	Circular	400	0,1	CC

Sistema Lago 03					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Palena	74,37	Circular	200	1,0	CC
Palena	115,51	Circular	400	0,6	CC
Palena	82,84	Circular	500	0,4	CC
Palena	60,78	Circular	500	0,3	CC
Palena	48,75	Circular	500	0,5	CC
Palena	102,26	Circular	200	1,1	CC
Palena	116,03	Circular	250	0,5	CC
Palena	12,36	Circular	400	1,4	HDPE
Palena	70,15	Circular	400	0,3	HDPE
Palena	13,44	Circular	400	5,5	HDPE
Imperial	91,50	Circular	400	3,8	HDPE
Antonio Varas	48,72	Circular	200	1,4	CC
Antonio Varas	114,07	Circular	200	1,7	CC
Antonio Varas	61,87	Circular	250	1,1	CC
Antonio Varas	94,48	Circular	400	0,5	CC
Antonio Varas	47,14	Circular	200	1,0	CC
Antonio Varas	62,19	Circular	250	0,6	CC
Antonio Varas	117,77	Circular	200	1,3	CC
Antonio Varas	43,80	Circular	200	1,6	CC
Antonio Varas	64,50	Circular	200	0,7	CC
Antonio Varas	19,44	Circular	200	3,4	CC
Antonio Varas	9,43	Circular	130	0,2	PVC
Antonio Varas	31,57	Circular	130	1,3	CC
Antonio Varas	4,54	Circular	200	6,0	CC
Antonio Varas	6,39	Circular	200	-3,3	CC
Antonio Varas	52,81	Circular	200	0,9	CC
Antonio Varas	8,56	Circular	200	-0,2	CC
Aconcagua I	29,47	Circular	200	3,6	CC
Aconcagua I	58,84	Circular	200	1,4	CC
Costanera Vicente Pérez Rosales II	11,18	Circular	250	18,7	PVC
Costanera Vicente Pérez Rosales II	39,94	Circular	300	0,8	PVC
Costanera Vicente Pérez Rosales III	7,60	Circular	180	7,2	PVC
Costanera Vicente Pérez Rosales III	24,48	Circular	300	10,8	CC
Costanera Vicente Pérez Rosales III	3,89	Circular	150	8,1	CC
Costanera Vicente Pérez Rosales I	11,37	Circular	300	50,8	PVC
Costanera Vicente Pérez Rosales I	0,80	Circular	300	16,0	PVC
Costanera Vicente Pérez Rosales I	1,08	Circular	300	5,0	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Costanera Vicente Pérez Rosales I	21,33	Circular	300	39,9	PVC
Costanera Vicente Pérez Rosales I	12,91	Circular	400	3,6	CC
Costanera Vicente Pérez Rosales I	21,50	Circular	300	17,2	PVC
Costanera Vicente Pérez Rosales I	1,08	Circular	300	28,6	PVC
Sistema Gramado					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Alfonso Bintrup	8,52	Circular	300	11,5	PVC
Alfonso Bintrup	46,00	Circular	400	11,4	CC
Alfonso Bintrup	42,53	Circular	400	8,2	CC
Alfonso Bintrup	48,82	Circular	400	4,4	CC
Alfonso Bintrup	47,63	Circular	400	1,7	CC
Alfonso Bintrup	35,50	Circular	400	1,1	CC
Alfonso Bintrup	6,07	Circular	400	0,2	CC
Los Alpes (Ex Decher)	51,46	Circular	300	14,6	PVC
Los Alpes (Ex Decher)	34,53	Circular	300	12,1	PVC
Los Alpes (Ex Decher)	30,37	Circular	380	9,4	HDPE
Augusta Schwerter	45,41	Circular	500	6,2	PVC
Augusta Schwerter	42,75	Circular	500	2,3	PVC
Augusta Schwerter	24,45	Circular	500	2,3	CC
Augusta Schwerter	43,83	Circular	500	2,3	CC
Augusta Schwerter	42,57	Circular	500	3,9	CC
Psje. El Alerce	19,63	Circular	300	6,0	CC
Psje. El Alerce	15,03	Circular	300	10,6	CC
Psje. El Alerce	9,45	Circular	300	2,5	PVC
Psje. San Pablo	15,44	Circular	250	4,8	CC
Psje. San Pablo	50,89	Circular	250	4,8	CC
Psje. San Pablo	48,48	Circular	250	4,8	CC
Psje. San Pablo	36,86	Circular	250	4,8	CC
Psje. San Pablo	46,42	Circular	250	4,8	CC
Psje. San Pablo	47,98	Circular	250	4,8	CC
Psje. San Pablo	25,63	Circular	250	14,0	CC
Psje. San Pablo	19,18	Circular	250	53,9	CC
Psje. Altas Cumbres	74,83	Circular	400	7,8	CC
Psje. Altas Cumbres	24,43	Circular	400	11,3	CC
Psje. Altas Cumbres	38,35	Circular	400	5,6	PVC
Psje. Altas Cumbres	43,27	Circular	400	5,4	PVC
Psje. Altas Cumbres	49,43	Circular	400	6,5	PVC
Psje. Altas Cumbres	47,45	Circular	400	8,6	PVC
Psje. Altas Cumbres	34,75	Circular	400	6,5	PVC
Psje. Altas Cumbres	33,10	Circular	400	1,9	PVC
Psje. Altas Cumbres	6,64	Circular	400	5,4	PVC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Psje. Altas Cumbres	112,60	Circular	400	0,6	PVC
Ralun	74,16	Circular	300	1,7	CC
Ralun	2,15	Circular	140	-23,0	CC
San Carlos	60,20	Circular	500	1,2	CC
Lago Llanquihue	39,70	Circular	400	9,4	CC
Lago Llanquihue	50,75	Circular	400	13,7	CC
Lago Llanquihue	84,70	Circular	400	5,8	CC
Lago Llanquihue	88,64	Circular	400	2,4	CC
Lago Llanquihue	6,53	Circular	400	6,1	CC
Lago Llanquihue	40,05	Circular	400	6,2	CC
Arturo Prat	34,47	Circular	400	-0,1	CC
Arturo Prat	55,56	Circular	400	2,0	CC
Arturo Prat	30,55	Circular	400	4,3	CC
Arturo Prat	44,93	Circular	400	1,5	CC
Arturo Prat	88,62	Circular	400	0,4	CC
Arturo Prat	64,82	Circular	500	1,0	CC
Arturo Prat	49,18	Circular	500	0,8	CC
Arturo Prat	28,27	Circular	500	0,3	CC
Arturo Prat	30,23	Circular	500	0,9	CC
Arturo Prat	50,03	Circular	500	0,0	CC
Arturo Prat	75,28	Circular	500	1,5	CC
Arturo Prat	106,6	Circular	450	8,6	HDPE
Arturo Prat	104,84	Circular	450	6,7	HDPE
Arturo Prat	24,45	Circular	450	3,8	HDPE
Sistema Lago 02					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Walker Martínez	37,63	Circular	500	1,2	CC
Walker Martínez	29,30	Circular	500	0,7	CC
Walker Martínez	33,54	Circular	500	0,6	CC
Walker Martínez	13,13	Circular	450	-1,0	HDPE
Walker Martínez	14,87	Circular	450	2,2	HDPE
Walker Martínez	8,18	Circular	450	1,7	HDPE
Walker Martínez	2,71	Circular	500	2,3	HDPE
Walker Martínez	68,05	Circular	300	0,4	CC
Walker Martínez	43,78	Circular	300	1,7	CC
Walker Martínez	39,75	Circular	300	1,6	CC
Diego Portales	19,15	Circular	400	0,3	PVC
Diego Portales	60,88	Circular	400	0,3	CC
Diego Portales	68,27	Circular	400	-0,1	CC
Diego Portales	20,64	Circular	400	1,0	CC
Diego Portales	18,52	Circular	380	9,2	CC
Diego Portales	5,36	Circular	380	1,7	PVC
Psje. Luis Wellmann I	17,50	Circular	300	7,8	PVC
Psje. Luis Wellmann I	48,60	Circular	400	0,8	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Psje. Luis Wellmann I	16,05	Circular	450	1,3	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	62,82	Circular	450	-0,2	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	62,85	Circular	450	0,3	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	23,85	Circular	450	0,8	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	14,40	Circular	450	0,0	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	37,65	Circular	450	0,6	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	23,50	Circular	450	5,5	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	28,42	Circular	450	1,8	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	44,90	Circular	450	29,6	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	28,86	Circular	450	13,1	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	85,98	Circular	450	1,2	HDPE
Psje. Luis Wellmann I	12,25	Circular	450	-1,1	HDPE
Psje. Luis Wellmann II	68,46	Circular	400	4,3	HDPE
Psje. Luis Wellmann II	53,82	Circular	400	12,6	HDPE
Sistema Quebrada Honda					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Teobaldo Kuschel	60,05	Circular	400	0,5	CC
Teobaldo Kuschel	60,21	Circular	400	0,3	CC
Av, Colón I	83,87	Circular	400	1,4	HDPE
Av, Colón I	20,67	Circular	400	2,6	HDPE
Av, Colón I	18,00	Circular	400	38,5	HDPE
Av,Colón II	10,03	Circular	250	0,6	HDPE
Av,Colón II	72,94	Circular	250	0,7	HDPE
Av,Colón II	12,46	Circular	250	0,2	HDPE
Av,Colón II	81,11	Circular	250	0,6	HDPE
Av,Colón II	11,11	Circular	250	1,2	HDPE
Gracias a la Vida	13,26	Circular	300	5,7	CC
Gracias a la Vida	24,62	Circular	300	1,5	CC
Gracias a la Vida	27,38	Circular	300	0,4	CC
Gracias a la Vida	27,12	Circular	300	0,4	CC
Gracias a la Vida	58,93	Circular	300	8,5	CC
Manuel Bulnes	66,83	Circular	250	0,4	CC
Manuel Bulnes	68,97	Circular	300	1,4	CC
Manuel Bulnes	45,56	Circular	300	34,9	CC
Gabriela Mistral	18,63	Circular	300	0,3	HDPE
Gabriela Mistral	49,22	Circular	400	0,0	CC
Gabriela Mistral	11,34	Circular	400	-0,4	CC
Gabriela Mistral	53,46	Circular	400	0,5	CC
Gabriela Mistral	66,95	Circular	400	-0,1	CC
Gabriela Mistral	9,44	Circular	500	2,4	CC
Gabriela Mistral	34,85	Circular	500	1,1	CC
Gabriela Mistral	3,00	Circular	300	6,6	HDPE
Gabriela Mistral	16,30	Circular	380	0,8	HDPE
Centenario I	9,70	Circular	300	0,5	HDPE

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
Centenario I	80,17	Circular	400	0,4	HDPE
Centenario I	4,00	Circular	500	4,4	HDPE
Centenario I	93,16	Circular	500	0,9	HDPE
Centenario I	14,80	Circular	500	1,9	HDPE
Lago Encantado	13,77	Circular	400	0,2	HDPE
Lago Encantado	26,22	Circular	400	0,7	HDPE
Lago Encantado	11,84	Circular	400	3,2	HDPE
Paseo de la Quebrada I	15,99	Circular	250	2,8	PVC
Paseo de la Quebrada I	7,91	Circular	250	17,9	PVC
Paseo de la Quebrada I	8,42	Circular	300	28,7	PVC
Santa Teresita	6,54	Circular	300	9,6	CC
Santa Teresita	17,00	Circular	300	0,5	PVC
Gerada	20,37	Circular	400	1,3	CC
Paseo de la Quebrada II	12,63	Circular	250	2,1	PVC
Paseo de la Quebrada II	39,68	Circular	250	0,5	PVC
La Avena	16,15	Circular	500	1,2	CC
La Avena	95,32	Circular	500	0,4	CC
La Avena	101,14	Circular	500	0,5	CC
La Avena	26,57	Circular	500	0,8	CC
Sistema Mirador					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH(m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
La Laja Tres Piedras	28,05	Circular	380	3,8	CC
La Laja Tres Piedras	58,96	Circular	380	-1,2	CC
La Laja Tres Piedras	21,90	Circular	380	-1,8	HDPE
La Laja Tres Piedras	43,78	Circular	380	2,0	HDPE
Volcán Antillanca	61,83	Circular	380	2,7	CC
Volcán Antillanca	50,52	Circular	400	0,2	CC
Volcán Toihuaca	71,79	Circular	300	0,6	HDPE
Volcán Toihuaca	80,45	Circular	500	0,4	CC
Volcán Toihuaca	56,78	Circular	500	0,6	HDPE
Volcán Copahue I	36,52	Circular	180	0,3	HDPE
Volcán Quetrupillan	38,07	Circular	450	0,4	CC
Volcán Quetrupillan	91,95	Circular	380	1,0	PVC
Volcán Copahue II	68,50	Circular	200	-0,6	HDPE
Volcán Copahue II	58,84	Circular	300	0,4	HDPE
Volcán Copahue II	11,23	Circular	300	-1,0	PVC
Volcán Copahue II	18,05	Circular	200	-1,3	PVC
Volcán Copahue II	18,05	Circular	300	-1,3	PVC
Volcán Copahue II	64,63	Circular	300	-0,4	PVC
Volcán Copahue II	24,06	Circular	300	-2,0	PVC
El Mirador Poniente I	45,52	Circular	300	1,0	PVC
El Mirador Poniente I	10,05	Circular	400	-0,1	PVC
El Mirador Poniente I	31,65	Circular	400	-1,5	PVC
El Mirador Poniente II	11,55	Circular	300	12,5	PVC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH(m)	Pendiente (%)	Materialidad
El Mirador Poniente II	9,63	Circular	300	2,9	CC
El Mirador Poniente II	19,15	Circular	300	2,0	PVC
Sistema Michay					
Av. Los Colonos	27,68	Circular	400	0,3	PVC
Av. Los Colonos	24,02	Circular	400	1,2	PVC
Av. Los Colonos	7,73	Circular	380	1,7	PVC
Av. Los Colonos	52,16	Circular	380	0,9	PVC
Av. Los Colonos	30,00	Circular	380	1,2	PVC
TOTAL	**9.554**				

RED SECUNDARIA PROYECTADA

Sistema San Francisco					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH (m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Av. Colón III	5,10	Circular	400	14,6	CC
Av. Colón III	79,50	Circular	450	3,4	CC
Av. Colón III	7,00	Circular	500	11,3	CC
San Francisco	29,99	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	33,68	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	68,12	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	101,52	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	99,50	Circular	450	1,2	CC
San Francisco	99,47	Circular	450	1,2	CC
San Francisco	99,89	Circular	450	1,2	CC
San Francisco	100,05	Circular	450	2,0	CC
San Francisco	98,31	Circular	500	7,7	CC
San Francisco	65,15	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	96,81	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	99,11	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	106,53	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	97,53	Circular	400	1,5	CC
San Francisco	106,38	Circular	400	2,5	CC
San Francisco	98,55	Circular	450	1,1	CC
San Francisco	60,03	Circular	400	0,5	CC
San Francisco	64,34	Circular	400	0,5	CC
San Francisco	117,79	Circular	400	0,5	CC
San Francisco	86,23	Circular	400	1,2	CC
San Francisco	53,10	Circular	400	2,0	CC
San Francisco	91,40	Circular	400	9,4	CC
Del Rosario	68,30	Circular	500	0,3	CC
Del Rosario	42,08	Circular	500	0,5	CC
Del Rosario	20,64	Circular	450	0,8	CC
Del Rosario	23,40	Circular	450	0,7	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH (m)	Pendiente (%)	Materialidad
Del Rosario	39,25	Circular	450	1,0	CC
Del Rosario	93,09	Circular	450	0,7	CC
Colector Purísima - Del Salvador	64,45	Circular	400	0,3	CC
Colector Purísima - Del Salvador	63,42	Circular	400	0,3	CC
Colector Purísima - Del Salvador	66,05	Circular	450	0,3	CC
Sistema Lago 03					
Palena	56,64	Circular	400	1,0	CC
Palena	101,50	Circular	400	1,0	CC
Diego Rosales	91,86	Circular	400	0,8	CC
Diego Rosales	31,78	Circular	400	0,8	CC
Diego Rosales	30,74	Circular	400	0,8	CC
Diego Rosales	31,73	Circular	400	0,8	CC
Diego Rosales	28,12	Circular	400	0,8	CC
Diego Rosales	4,20	Circular	400	0,7	CC
Imperial	13,61	Circular	500	0,5	CC
Imperial	93,12	Circular	500	0,5	CC
Imperial	100,67	Circular	500	0,7	CC
Imperial	103,55	Circular	500	0,7	CC
Imperial	96,01	Circular	500	2,1	CC
Imperial	98,49	Circular	400	1,0	CC
Imperial	99,96	Circular	400	6,7	CC
Imperial	100,43	Circular	500	4,6	CC
Imperial	6,00	Circular	500	3,0	CC
Imperial	16,32	Circular	500	4,2	CC
Imperial	27,56	Circular	500	20,6	CC
Antonio Varas	77,35	Circular	400	0,8	CC
Antonio Varas	70,40	Circular	400	0,4	CC
Antonio Varas	6,40	Circular	400	0,4	CC
Antonio Varas	49,00	Circular	400	0,4	CC
Antonio Varas	80,75	Circular	400	1,1	CC
Antonio Varas	53,60	Circular	400	3,7	CC
Antonio Varas	70,50	Circular	400	0,7	CC
Antonio Varas	41,90	Circular	400	0,6	CC
Antonio Varas	25,60	Circular	400	0,6	CC
Antonio Varas	47,60	Circular	400	0,7	CC
Antonio Varas	18,10	Circular	450	0,7	CC
Antonio Varas	110,69	Circular	400	0,8	CC
Ciruelillos	49,27	Circular	500	0,7	CC
Ciruelillos	110,91	Circular	500	0,5	CC
Ciruelillos	83,16	Circular	500	0,4	CC
Proyecto Eleuterio Ramírez	59,52	Circular	400	0,5	CC
Proyecto Eleuterio Ramírez	64,22	Circular	400	0,5	CC

Sistema Gramado					
Nombre Colector	**Longitud (m)**	**Sección**	**D(mm) o BxH (m)**	**Pendiente (%)**	**Materialidad**
Alfonso Bintrup	41,44	Circular	500	3,0	CC
Alfonso Bintrup	45,98	Circular	500	3,0	CC
Alfonso Bintrup	72,35	Circular	500	3,0	CC
Los Alpes (Ex Decher)	114,80	Circular	500	1,0	CC
Los Alpes (Ex Decher)	32,44	Circular	500	1,0	CC
Los Alpes (Ex Decher)	25,69	Circular	500	1,0	CC
Augusta Schwerter	40,53	Circular	400	14,8	CC
Augusta Schwerter	80,00	Circular	400	5,5	CC
Psje. Altas Cumbres	112,54	Circular	450	0,6	CC
Psje. Altas Cumbres	6,34	Circular	450	1,6	CC
Lago Llanquihue	66,53	Circular	500	1,5	CC
Lago Llanquihue	40,71	Circular	500	12,2	CC
Del Salvador II (Proyecto)	262,62	Circular	400	2,8	CC
Del Salvador II (Proyecto)	139,12	Circular	400	6,1	CC
Sistema Lago 02					
Psje. Luis Wellmann II	122,72	Circular	400	1,9	CC
Psje. Luis Wellmann II	79,25	Circular	400	2,0	CC
San Martín	100,00	Circular	400	1,0	CC
San Martín	100,00	Circular	400	1,0	CC
San Martín	94,20	Circular	400	8,5	CC
San Martín	81,96	Circular	400	8,5	CC
San Martín	8,88	Circular	400	8,7	CC
Descarga Santa Rosa	10,00	Circular	400	3,9	CC
Chacabuco	16,18	Circular	400	3,3	CC
Chacabuco	37,64	Circular	400	9,8	CC
Chacabuco	54,16	Circular	400	2,0	CC
Chacabuco	86,36	Circular	400	10,2	CC
Chacabuco	14,30	Circular	400	19,9	CC
Chacabuco	51,40	Circular	400	12,5	CC
San Martín II	52,00	Circular	400	1,7	CC
San Martín II	37,00	Circular	400	18,0	CC
San Martín II	37,94	Circular	400	26,8	CC
San Martín II	47,16	Circular	400	2,4	CC
San Martín II	72,85	Circular	400	6,7	CC
San Martín II	3,76	Circular	400	1,9	CC
Sistema Quebrada Honda					
Teobaldo Kuschel	26,88	Circular	400	0,3	CC
Teobaldo Kuschel	6,87	Circular	400	0,5	CC
Teobaldo Kuschel	18,16	Circular	400	0,7	CC
Teobaldo Kuschel	17,18	Circular	400	0,5	CC

Nombre Colector	Longitud (m)	Sección	D(mm) o BxH (m)	Pendiente (%)	Materialidad
Teobaldo Kuschel	11,34	Circular	500	0,9	CC
Teobaldo Kuschel	20,52	Circular	500	1,1	CC
Teobaldo Kuschel	29,47	Circular	500	0,9	CC
Teobaldo Kuschel	113,10	Circular	500	0,9	CC
Teobaldo Kuschel	40,32	Circular	400	0,5	CC
Teobaldo Kuschel	92,07	Circular	400	0,5	CC
Teobaldo Kuschel	55,31	Circular	400	0,5	CC
Teobaldo Kuschel	11,30	Circular	400	2,1	CC
Av. Colón II	16,31	Circular	400	2,5	CC
Av. Colón II	75,35	Circular	400	2,5	CC
Av. Colón II	28,45	Circular	400	2,5	CC
Av. Colón II	16,00	Circular	400	3,1	CC
Sistema Mirador					
La Laja Tres Piedras	29,39	Circular	400	0,2	CC
La Laja Tres Piedras	39,56	Circular	400	0,2	CC
La Laja Tres Piedras	50,52	Circular	400	0,2	CC
La Laja Tres Piedras	66,02	Circular	400	11,8	CC
La Laja Tres Piedras	59,68	Circular	400	0,2	CC
La Laja Tres Piedras	141,73	Circular	400	0,2	CC
La Laja Tres Piedras	83,62	Circular	400	9,9	CC
La Laja Tres Piedras	43,05	Circular	500	0,5	CC
La Laja Tres Piedras	38,76	Circular	500	0,5	CC
La Laja Tres Piedras	80,57	Circular	500	0,5	CC
La Laja Tres Piedras	55,02	Circular	500	0,5	CC
La Laja Tres Piedras	43,53	Circular	500	0,5	CC
La Laja Tres Piedras	42,87	Circular	500	0,5	CC
La Laja Tres Piedras	49,32	Circular	500	0,5	CC
La Laja Tres Piedras	35,38	Circular	500	0,5	CC
Sistema Michay					
Av. Los Colonos	110,00	Circular	400	9,4	CC
Av. Los Colonos	93,4	Circular	400	2,5	CC
TOTAL	**8.549**				

- **CAUCES NATURALES**

RED PRIMARIA CAUCE NATURAL A MODIFICAR

Proyecto y Cauce	Longitud (m)	Sección	Base (mm)	Altura (mm)	Talud (H:V)	Pendiente (%)	Materialidad
Reemplazo Cajón S. Francisco, Qda. San Francisco	61,67	Rectangular	2500	1500		0,19	Hormigón
	71,70	Rectangular	2500	1500		0,19	Hormigón
	130,26	Rectangular	2500	1500		0,19	Hormigón
	43,78	Rectangular	2500	1500		0,19	Hormigón
Reemplazo Colector Gramado por Doble Cajón, Quebrada Gramado	101,80	Rectangular	2500	1300		0,44	Hormigón
	103,52	Rectangular	2500	1300		0,10	Hormigón
	1,81	Rectangular	2500	1300		0,22	Hormigón
	68,43	Rectangular	2500	1300		0,21	Hormigón
	73,00	Rectangular	2500	1300		0,16	Hormigón
	44,08	Rectangular	2500	1300		0,07	Hormigón
	58,69	Rectangular	2500	1300		0,47	Hormigón
	48,33	Rectangular	2500	1300		0,47	Hormigón
Canal Trapecial Qda. Honda	133,54	Trapecial	4000	1300	0,67	0,16	Hormigón
Canal Trapecial Qda. Honda	82,32	Trapecial	4000	1300	0,67	0,74	Hormigón
Canal Trapecial Qda. Honda	47,96	Trapecial	4000	1300	0,67	2,00	Hormigón
Canal Trapecial Qda. Honda	82,24	Trapecial	4000	1300	0,67	1,93	Hormigón
Canal Trapecial Qda. Honda	90,67	Trapecial	4000	1300	0,67	0,46	Hormigón
Cajón Triple Quebrada Honda	186,18	Rectangular	1500	1300		0,37	Hormigón
TOTAL	**1.430**						

- **CAUCES ARTIFICIALES**

RED PRIMARIA CAUCE ARTIFICIAL EXISTENTE

Nombre de Canal	Longitud (m)	Sección	D (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Talud (H:V)	Pendiente (%)	Materialidad
Canal 5	33,63	Irregular		9872	1318	Var	7,61	Natural
Canal 5	37,53	Irregular		6005	564	Var	2,24	Natural
Canal 5	67,69	Irregular		6005	564	Var	0,78	Natural
Canal 5	4,61	Irregular		5309	2071	Var	(8)	Natural
Canal 5	15,80	Circular	500				1,90	CC
Canal 5	38,34	Irregular		8046	900	Var	1,36	Natural
Canal 5	70,17	Irregular		9872	1318	Var	5,00	Natural
Canal 7	47,60	Irregular		31702	1494	Var	0,25	Natural
Canal 7	54,44	Irregular		24600	2295	Var	1,10	Natural
Canal 7	27,11	Irregular		26904	2679	Var	1,22	Natural
Canal 7	51,94	Irregular		26904	2679	Var	0,12	Natural
Canal 7	46,90	Irregular		13125	2891	Var	1,30	Natural
Canal 7	54,63	Irregular		13125	2891	Var	0,60	Natural

Nombre de Canal	Longitud (m)	Sección	D (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Talud (H:V)	Pendiente (%)	Materialidad
Canal 7	46,99	Irregular		14936	4786	Var	1,68	Natural
Canal 7	46,59	Irregular		16914	3427	Var	1,01	Natural
Canal 7	48,18	Irregular		21681	2874	Var	0,21	Natural
Canal 7	40,05	Irregular		21681	2874	Var	2,65	Natural
Canal 7	4,96	Irregular		18280	2574	Var	88,24	Natural
Canal 7	20,89	Rectangular		640	960	Var	37,14	Hormigón
Canal 8	47,43	Irregular		5460	1105	Var	0,19	Natural
Canal 8	52,16	Irregular		3931	992	Var	1,21	Natural
Canal 8	27,02	Irregular		3931	992	Var	1,48	Natural
Canal 8	51,53	Irregular		3937	910	Var	1,20	Natural
Canal 8	44,39	Irregular		3528	1263	Var	0,25	Natural
Canal 8	52,23	Irregular		4782	1964	Var	0,75	Natural
Canal 8	46,13	Irregular		6769	2314	Var	0,80	Natural
Canal 8	45,94	Irregular		6769	2314	Var	0,54	Natural
Canal 8	46,61	Irregular		8883	1366	Var	1,27	Natural
Canal 8	39,75	Irregular		8883	1366	Var	(8)	Natural
Canal 11	11,42	Irregular		12146	1488	Var	26,71	Natural
Canal 11	1,49	Irregular		11462	1486	Var	0,00	Natural
Canal 11	18,19	Irregular		11462	1486	Var	15,17	Natural
Canal 11	10,28	Circular	400				8,27	CC
Canal 11	48,26	Irregular		12688	2162	Var	13,61	Natural
Canal 11	29,44	Irregular		17327	2052	Var	4,82	Natural
Canal 11	12,44	Circular	600				8,52	CC
Canal 11	28,71	Irregular		20667	1371	Var	16,82	Natural
Canal 11	30,66	Irregular		16685	1542	Var	8,64	Natural
Canal 11	18,33	Circular	600				0,44	CC
Canal 11	15,48	Irregular		28315	2831	Var	5,68	Natural
Canal 11	55,28	Irregular		22612	2484	Var	0,99	Natural
Canal 11	14,92	Irregular		17226	574	Var	1,54	Natural
Canal 11	1,96	Irregular		28670	1095	Var	23,98	Natural
Canal 11	50,56	Irregular		13666	960	Var	(8)	Natural
Canal 11	11,53	Irregular		17813	948	Var	1,65	Natural
Canal 11	32,20	Irregular		17813	948	Var	2,02	Natural
Canal 11	90,89	Circular	500				0,35	CC
Canal 11	5,28	Irregular		10543	2502	Var	1,33	Natural
Canal 11	50,05	Irregular		10024	2613	Var	0,54	Natural
Canal 11	12,25	Circular	600				(8)	CC
Canal 11	36,61	Irregular		9780	1862	Var	(8)	Natural
Canal 11	41,91	Irregular		9780	1862	Var	0,72	Natural
Canal 11	6,77	Circular	500				(8)	CC
Canal 11	2,66	Irregular		2159	665	Var	5,00	Natural
Canal 11	76,79	Irregular		17352	1086	Var	(8)	Natural
Canal 11	38,90	Irregular		22412	649	Var	0,18	Natural
Canal 11	29,45	Irregular		12639	667	Var	1,12	Natural

Nombre de Canal	Longitud (m)	Sección	D (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Talud (H:V)	Pendiente (%)	Materialidad
Canal 11	21,53	Irregular		39958	1493	Var	0,00	Natural
Canal 11	11,63	Circular	500				1,29	CC
Canal 11	1,28	Irregular		22046	904	Var	19,53	Natural
Canal 11	58,28	Irregular		13091	768	Var	3,84	Natural
Canal 11	12,51	Circular	500				0,24	CC
Canal 11	52,45	Irregular		11011	1026	Var	0,59	Natural
Canal 11	17,09	Irregular		12074	763	Var	(8)	Natural
Canal 11	24,95	Irregular		21802	1247	Var	2,48	Natural
Canal 11	9,76	Irregular		5208	604	Var	0,61	Natural
Canal 11	24,20	Irregular		7507	1061	Var	1,12	Natural
Canal 11	21,90	Irregular		7406	1026	Var	1,32	Natural
Canal 11	17,03	Irregular		27244	1254	Var	0,10	Natural
Canal 11	59,17	Irregular		27056	1469	Var	0,41	Natural
Canal 13	78,62	Irregular		30043	828	Var	(8)	Natural
Canal 13	21,10	Irregular		29485	481	Var	(8)	Natural
Canal 14	15,30	Irregular		2402	1324	Var	0,9	Natural
Canal 15	1,45	Circular	1000				0,0	CC
Canal 16	14,69	Irregular		7338	1250	Var	2,0	Natural
Canal 16	5,66	Irregular		3526	1454	Var	1,9	Natural
Canal 16	9,89	Irregular		3714	1214	Var	7,6	Natural
Canal 16	2,66	Irregular		3714	1214	Var	3,8	Natural
Canal 16	28,40	Irregular		2368	1140	Var	1,2	Natural
Canal 16	50,12	Irregular		4363	849	Var	1,4	Natural
Canal 16	36,55	Irregular		5295	1348	Var	1,9	Natural
Canal 16	51,83	Irregular		5295	1348	Var	3,1	Natural
Canal 16	12,44	Irregular		4855	1379	Var	3,1	Natural
Canal 16	9,13	Irregular		4855	1379	Var	16,2	Natural
Canal 16	2,34	Irregular		7731	648	Var	15,0	Natural
Canal 16	17,45	Irregular		7731	648	Var	6,6	Natural
Canal 18	23,38	Circular	1200				3,8	CC
Canal 18	7,84	Irregular		706	1432	Var	8,3	Natural
Canal 18	10,78	Irregular		9736	1730	Var	6,8	Natural
Canal 18	26,99	Irregular		4297	686	Var	8,3	Natural
Canal 18	3,98	Irregular		4297	686	Var	7,5	Natural
Canal 18	35,82	Irregular		4247	576	Var	4,1	Natural
Canal 18	1,28	Irregular		2615	529	Var	7,8	Natural
Canal 18	4,63	Irregular		1398	546	Var	0,2	Natural
Canal 18	1,31	Irregular		667	178	Var	0,0	Natural
Canal 19	2,59	Irregular		1174	85	Var	2,7	Natural
Canal 19	2,5	Irregular		2506	306	Var	2,4	Natural
Canal 19	18,56	Irregular		1596	266	Var	0,8	Natural
Canal 19	23,6	Irregular		5298	1412	Var	3,8	Natural
Canal 19	14,7	Irregular		5298	1412	Var	3,4	Natural
Canal 19	18,83	Irregular		4977	1580	Var	3,0	Natural

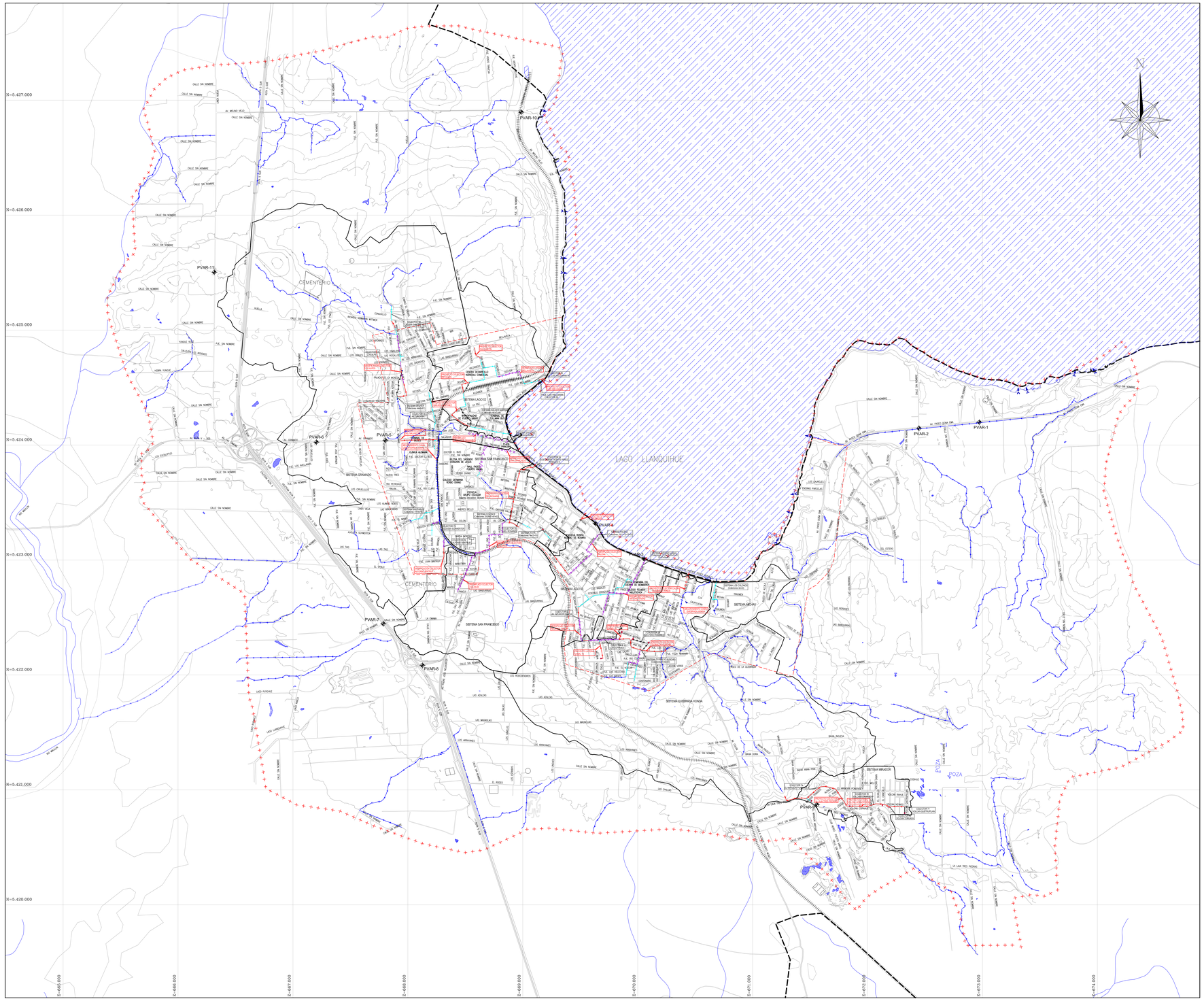
Nombre de Canal	Longitud (m)	Sección	D (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Talud (H:V)	Pendiente (%)	Materialidad
Canal 19	20,06	Irregular		4377	1142	Var	5,9	Natural
Canal 20	14,09	Irregular		7728	1258	Var	44,1	Natural
Canal 20	24,45	Circular	400				1,3	HDPE
Canal 20	24,45	Circular	300				1,4	HDPE
Canal 20	24,45	Circular	380				1,4	HDPE
Canal 20	42,02	Irregular		4616	617	Var	2,2	Natural
Canal 20	37,69	Irregular		4616	617	Var	0,0	Natural
Canal 21	30,06	Irregular		1767	965	Var	9,8	Natural
Canal 21	8,62	Irregular		7969	3213	Var	3,5	Natural
Canal 21	16,71	Irregular		9337	2178	Var	5,8	Natural
Canal 21	3,87	Irregular		9337	2178	Var	26,4	Natural
Canal 21	5,59	Irregular		5528	979	Var	3,0	Natural
Canal 21	44,15	Irregular		3523	420	Var	1,1	Natural
Canal 21	5,38	Irregular		681	255	Var	1,1	Natural
TOTAL	**3.182**							

RED PRIMARIA CAUCE ARTIFICIAL PROPUESTA

Nombre de Canal	Longitud (m)	Sección	D (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Talud (H:V)	Pendiente (%)	Materialidad
Canal 7	20,61	Rectangular		1000	1000		9,7	Hormigón
Canal 7	6,92	Trapecial		1000	1000	0,67	2,0	Hormigón
Canal 7	26,11	Trapecial		1000	1000		1,0	Hormigón
Canal 7	18,93	Circular	1000				1,0	CC
Canal 7	68,32	Trapecial		1000	1000	0,67	1,0	Hormigón
Canal 7	51,10	Trapecial		1000	1000	0,67	1,0	Hormigón
Canal 7	23,15	Trapecial		800	800	0,67	1,8	Hormigón
Canal 7	7,53	Cajón		1200	800	0,67	1,9	Hormigón
Canal 7	41,27	Trapecial		800	800	0,67	0,8	Hormigón
Canal 7	55,49	Trapecial		800	800	0,67	0,8	Hormigón
Canal 7	52,53	Trapecial		800	800	0,67	0,8	Hormigón
Canal 7	58,50	Trapecial		800	800	0,67	0,8	Hormigón
Canal 7	115,42	Trapecial		800	800	0,67	0,8	Hormigón
Canal 7	89,34	Trapecial		900	800	0,67	1,3	Hormigón
Canal 7	45,60	Trapecial		600	800	0,67	1,3	Hormigón
Canal 7	49,02	Trapecial		600	800	0,67	1,3	Hormigón
Canal 7	41,02	Trapecial		600	800	0,67	0,8	Hormigón
TOTAL	**771**							

ANEXO 2
PLANOS RED PRIMARIA Y SECUNDARIA DE AGUAS LLUVIAS.

RED PRIMARIA DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS


N=5.427.000
N=5.426.000
N=5.425.000
N=5.424.000
N=5.423.000
N=5.422.000
N=5.421.000
N=5.420.000
E=466.000
E=466.000
E=467.000
E=468.000
E=469.000
E=470.000
E=471.000
E=472.000
E=473.000
E=474.000
PVAR-1
PVAR-2
PVAR-3
PVAR-4
PVAR-5
PVAR-6
PVAR-7
PVAR-8
PVAR-9
PVAR-10
PVAR-11
LAGO LLANQUIHUE
CEMENTERIO
CEMENTERIO
POZA
POZA
SISTEMA LAGO 12
SISTEMA LAGO 13
SISTEMA SAN FRANCISCO
SISTEMA QUEBRADA HONDA
SISTEMA MIRADOR
SISTEMA MICRO
SISTEMA GRANADO
CALLE SIN NOMBRE
AV. MOLINO VIEJO
AV. EL PASO ZONA CAP
AV. EL PASO ZONA CAP
AV. EL PASO ZONA CAP