

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS



GOBIERNO DE CHILE

CONSULTORÍA PM-03

PLAN MAESTRO DE EVACUACIÓN Y DRENAJE
AGUAS LLUVIAS DEL GRAN VIÑA DEL MAR,
V REGIÓN

INFORME EJECUTIVO
MARZO 2001



LOS CASTAÑOS 199 - FONO (32)682131 - FAX (32)977883 - VIÑA DEL MAR



**PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS
LLUVIAS
DEL GRAN VIÑA DEL MAR, V REGION**

INFORME EJECUTIVO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	1
2.1 Objetivo General	1
2.2 Objetivos Específicos del Estudio.....	1
2.3 Etapas desarrolladas en la Consultoría	2
3. AREA DE ESTUDIO Y CUENCAS APORTANTES	4
4. ESTUDIOS BÁSICOS	4
5. IDENTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	6
6. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION Y DRENAJE	7
7. SOLUCIONES	15
7.1 Red de Colectores.....	15
7.2 Cauces Receptores (Esteros).....	16
7.3 Red Básica.....	16
7.4 Costos de Colectores y de Obras en Cauces Naturales	17
8. ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL	20
9. EVALUACION ECONOMICA	21
9.1 Beneficios.....	21
9.2 Costos sociales	22
9.3 Priorización de Soluciones	22
10. DEFINICIÓN DE LA RED PRIMARIA	25
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
11.1 Conclusiones.....	32
11.2 Recomendaciones.....	35
11.3 Propositiones complementarias al Plan Maestro	36

INFORME EJECUTIVO

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Obras Hidráulicas (D.O.H.) del Ministerio de Obras Públicas encomendó a GSI Ingenieros Consultores Ltda. la elaboración del “**Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Viña del Mar, V Región**”, que abarca las ciudades de Viña del Mar (incluida Reñaca), Quilpué y Villa Alemana.

La realización de este estudio surgió como consecuencia de la promulgación de la Ley 19.525 de Noviembre de 1997 sobre “Regulación de los Sistemas de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias” en el cual se establece que el Ministerio de Obras Públicas desarrollará los Planes Maestros que definirán las redes primarias de evacuación y drenaje de aguas lluvias y para lo cual encarga a la D.O.H. la planificación, estudio, proyección, construcción, operación, reparación, conservación y mejoramiento, de las obras de la red primaria hasta su evacuación en cauces naturales.

Basado en lo anterior y considerando los daños que se producen por problemas de evacuación de aguas lluvias en las ciudades de Viña del Mar, Reñaca, Quilpué y Villa Alemana, es que se resolvió elaborar el presente Plan Maestro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

El objetivo general de esta consultoría fue el de formular y elaborar el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de las ciudades de Viña del Mar (incluida Reñaca), Quilpué y Villa Alemana.

2.2 Objetivos Específicos del Estudio

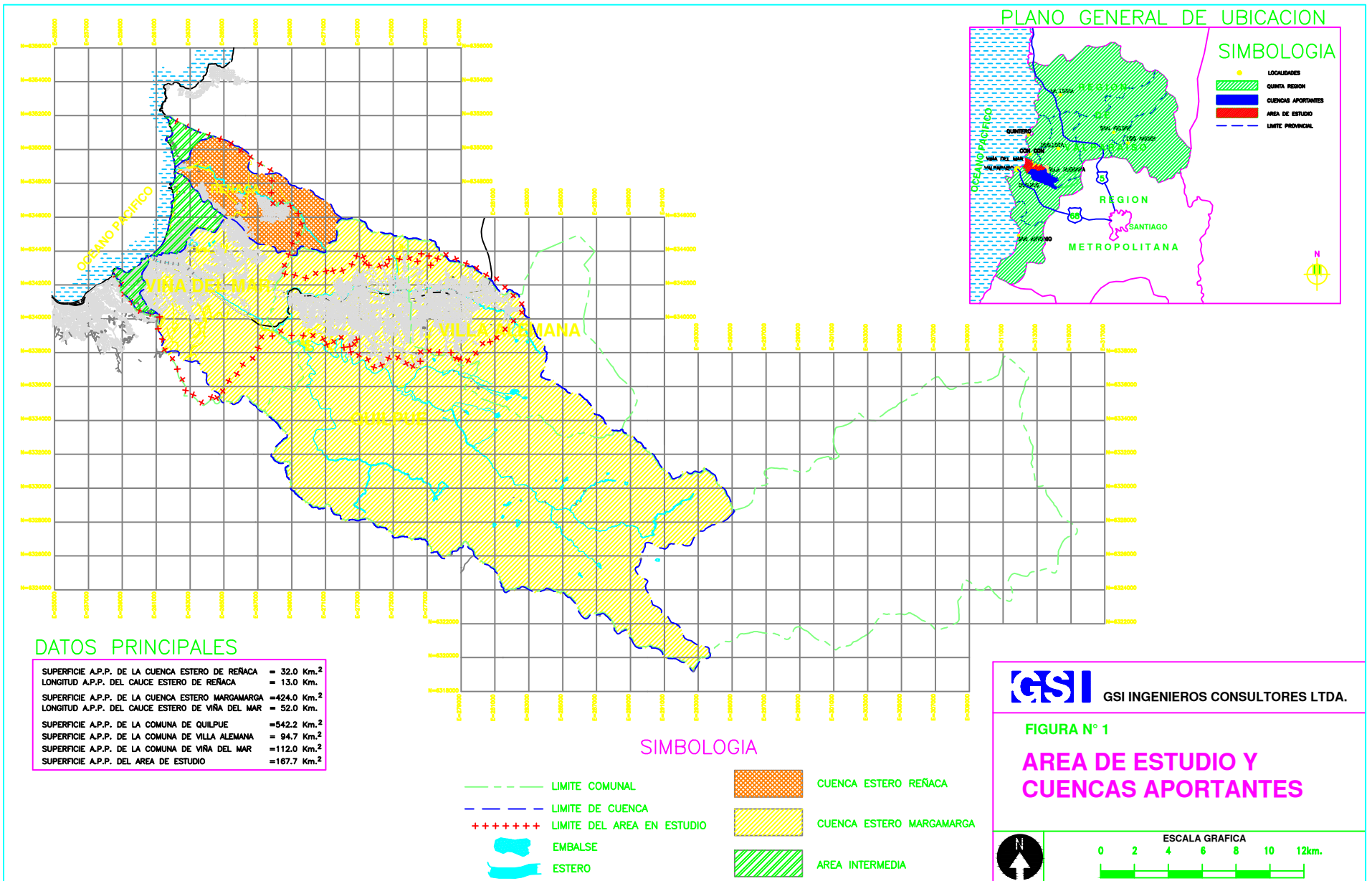
Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área en estudio y proponer una solución integral.
- Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para las ciudades atendidas.
- Obtener una priorización de los proyectos de inversión dentro del Plan Maestro.
- Definir la Red Primaria de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias de las ciudades de Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana.

2.3 Etapas desarrolladas en la Consultoría

Lo anterior se realizó en siete etapas secuenciales, las cuales se describen brevemente a continuación:

- **Etapa I - Recopilación de Antecedentes:** Se recopiló los antecedentes existentes necesarios para la preparación del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Area de estudio, se efectuó el análisis y la sistematización de toda la información recolectada de manera que prestase la máxima utilidad posible en la preparación del estudio.
- **Etapa II - Estudios Básicos:** Se realizó los estudios básicos que permitieron generar la escorrentía de aguas lluvias para distintas magnitudes de eventos hidrológicos. Estos estudios se refieren a hidrología de la zona, clasificación de suelos y uso actual y futuro del suelo.
- **Etapa III - Identificación de Infraestructura Existente:** Se identificó la infraestructura existente caracterizando las redes de aguas lluvias, los canales urbanos, los canales naturales que atraviesan zonas urbanas y otras infraestructuras que servían como vías de evacuación de aguas lluvias.
- **Etapa IV - Diagnóstico y Proposición de Alternativas:** Con los estudios básicos realizados, con la identificación de la infraestructura existente de la Etapa III y la escorrentía generada se realizó un diagnóstico de la situación actual de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área de estudio y se seleccionaron las áreas a sanear.
- **Etapa V - Simulación, Análisis y Selección de Alternativas:** El propósito de esta etapa fue simular y dimensionar preliminarmente las alternativas de solución a nivel de perfil para las áreas a sanear seleccionadas en la etapa anterior, determinando sus costos, definiendo el nivel de seguridad requerido y seleccionando la alternativa de solución para cada área a sanear.
- **Etapa VI - Desarrollo de las Alternativas de Solución:** Se desarrolló y verificó la viabilidad de las alternativas seleccionadas en la etapa anterior, con su correspondiente impacto ambiental, evaluación económica, priorización y definición de red primaria y secundaria.
- **Etapa VII - Informe Final:** En esta etapa se elaboró el Informe Final de la Consultoría.



3. AREA DE ESTUDIO Y CUENCAS APORTANTES

En la Figura N° 1 se puede observar el área de estudio, la cual comprende toda la zona urbana, tanto actual como sus zonas de expansión proyectadas hasta el año 2025, de las ciudades de Viña del Mar incluyendo Reñaca, Quilpué y Villa Alemana determinadas en los Planos Reguladores Comunales vigentes y sus seccionales. El área comunal y sus habitantes se muestran en el cuadro siguiente:

COMUNA	AREA COMUNA (Km ²)	HABITANTES
Viña del Mar ⁽¹⁾	112,0	304.203
Quilpué	542,2	104.203
Villa Alemana	94,7	71.672
TOTAL	748,9	480.078

⁽¹⁾ Incluye Reñaca

Fuente: INE, Censo 1992

El área de estudio cubre aproximadamente 167,7 km² y su cuenca aportante alcanza a 299,3 km² adicionales. Las cuencas por estero y el área intermedia se indican a continuación:

CUENCAS	AREA CUENCA (Km ²)
Esteros Reñaca	32
Esteros Marga-Marga	424
Area Intercuenca	11
TOTAL	467

4. ESTUDIOS BÁSICOS

Los estudios básicos permiten determinar la esorrentía de aguas lluvias para distintas magnitudes de eventos hidrológicos.

El estudio hidrológico tuvo como objetivo determinar los caudales de crecida asociados a las áreas aportantes a los colectores de aguas lluvias y a los cauces receptores que conformarán el sistema global de drenaje y evacuación de dichas aguas, sistema destinado a evitar o minimizar los problemas de inundación o anegamiento del área de estudio.

Se recopiló y analizó las estadísticas de precipitaciones máximas y medias diarias disponibles y adecuadas a las necesidades del estudio.

Se efectuó el relleno de la estadística de precipitaciones máximas y su análisis de frecuencia para 24, 48 y 72 horas, determinándose las precipitaciones máximas anuales de diseño para una duración de 1, 2 y 3 días, para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años. A continuación en el cuadro siguiente se entrega, por su mayor relevancia, las precipitaciones máximas anuales de 1 día de duración.

Recurrencia Anual de Lluvias:

- Análisis de recurrencia anual Estación USM (longitud estadística: 37 años. Número de días de lluvias: 1.190): Lluvia en promedio 32 días al año.
- Análisis de recurrencia anual Estación Quilpué (longitud estadística: 46 años. Número de días de lluvias: 1.090): Lluvia en promedio 24 días al año.

Precipitaciones máximas anuales 1 día (mm)

Tipo de Areas Urbanas	Período de retorno en años					
	2	5	10	20	50	100
Esva Limache	60,3	82,6	97,3	111,4	129,7	143,4
Marga-Marga Emb.	70,9	100,2	119,5	137,9	161,5	179,2
Quilpué	68,2	101,5	123,5	144,6	171,9	192,4
USM	57,4	86,6	108,7	132,1	165,8	193,7
Emb. Lliu-Lliu	77,1	116,4	144,4	172,5	210,8	240,9
Rodelillo	78,4	124,8	155,4	184,9	223,0	251,5
Lago Peñuelas	88,4	128,7	155,9	182,3	216,8	243,0
Colliguay	92,6	125,5	147,1	167,8	194,5	214,7
Pta Angeles	50,9	71,8	86,1	99,9	118,1	132,1
Jardín Botánico	75,0	109,9	133,1	155,0	182,9	203,5
Villa Alemana	66,7	91,2	105,8	118,5	133,6	144,1
El Belloto	75,2	107,5	128,9	149,4	176,0	195,9

A continuación, se efectuó la determinación de curvas de isoyetas y la determinación de curvas de intensidad-duración-frecuencia.

El desarrollo del sistema de drenaje en la comuna de Viña del Mar está directa y estrechamente relacionado con su geomorfología, debido a lo dominante de sus componentes principales: cerros pertenecientes a la Cordillera de la Costa, las quebradas intermedias y el sector plano correspondiente a la zona de desembocadura al mar de los esteros, de Viña del Mar y Reñaca.

El análisis de “Caracterización geomorfológica y determinación de cuencas aportantes a la zona bajo estudio”, fue efectuado desglosando la hoya completa del sistema, en sus tres esteros principales, Estero Quilpué, Marga-Marga y Viña del Mar, además de la cuenca vecina de Reñaca y las zonas intercuenas.

El trabajo geológico desarrollado en las cuencas que afectan el área de estudio, tuvo como objetivo básico definir una clasificación de los suelos de las cuencas aportantes, desde el punto de vista de su capacidad de retención, infiltración y potencial de generación de escorrentía actual y futura y secundariamente, determinar las áreas sensibles a la ocurrencia de fenómenos relevantes de remoción de masas.

El análisis de la ocupación del suelo urbano ha sido caracterizada desglosándola para permitir una estimación del escurrimiento actual y futuro que cada zona genera ante la ocurrencia de precipitaciones. La caracterización de cada zona homogénea fue realizada, midiendo a las manzanas representativas, las superficies de suelo según su cubierta, de acuerdo a las siguientes categorías: Edificada, Pavimentada, con cobertura Vegetal y Suelo descubierto.

El material recopilado sobre los planes reguladores contiene los planos con la zonificación establecida y vialidad estructurante y también las ordenanzas locales, cuyo contenido se refiere a disposiciones generales, definición del área territorial, zonificación, usos del suelo, condiciones de subdivisión, edificación, urbanización y vialidad.

La información corresponde a los planes reguladores vigentes pertenecientes a las comunas de Viña del Mar (Plan Regulador Vigente, aprobado por D.S. N° 329 V. y U., de fecha 20 de noviembre de 1980), Quilpué (de fecha 30 de abril de 1971), y Villa Alemana (emplea el P.I.V.), el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso que reformula el Plan Intercomunal de Valparaíso (P.I.V.) de 1965 y los planes reguladores propuestos y en proceso de aprobación en las tres comunas.

5. IDENTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

En la comuna de Viña del Mar el sistema de evacuación de aguas lluvias está constituido por una serie de cauces independientes que no conforman una red interconectada e integral y que se ubican principalmente en la parte baja de las subcuencas de las hoyas de los esteros Reñaca y Viña del Mar, descargando a éstos los aportes de amplios sectores. También existen colectores que descargan directamente al mar y otros en la parte alta de los cerros, que entregan sus caudales a las quebradas.

En la ciudad de Quilpué el sistema de aguas lluvias lo constituye la red de drenaje natural, formada por quebradas, esteros y cauces de diversa magnitud que drenan hacia el estero Quilpué, cauce natural que recoge las aguas lluvias provenientes de los sectores altos de la ciudad. Dada la expansión y el crecimiento urbano que ha sufrido la ciudad a través del tiempo, un porcentaje de las quebradas naturales ha sido ocupado por el casco urbano, por lo cual, se han realizado obras tanto de abovedamiento como de revestimiento de algunos de los cauces naturales, permaneciendo sin embargo, la mayor parte de este sistema de drenaje hoy en día en su forma natural.

El sistema de drenaje de la localidad de Villa Alemana está compuesto principalmente por los cauces naturales y cauces interceptores que descargan al estero Quilpué, estos últimos son en su mayoría canales abiertos, distribuidos en toda la ciudad.

En general, el sistema presenta elementos de bastante antigüedad, cuyo origen lo constituyó la regulación del regadío en la parte plana, el que posteriormente fue empleado para el drenaje urbano.

Cabe señalar tres importantes hechos que dan forma a la situación actual:

- Con el crecimiento y expansión de las ciudades, un porcentaje de las quebradas naturales han experimentado una ocupación urbana que ha exigido revestimiento y abovedamiento de algunos de ellos, pero en todo caso la mayor parte de este sistema de drenaje se mantiene en su forma natural.
- Debido a que el crecimiento de la ciudad ha sido absorbido fundamentalmente mediante expansión hacia la periferia, muchos de los colectores han visto sobrepasada su capacidad de evacuación por la incorporación de nuevos sectores poblacionales.

- Vastos sectores poblacionales carecen de esta infraestructura debido a su origen (loteos irregulares, tomas, cooperativas, etc.) o la inexistencia de una reglamentación adecuada sobre este servicio.

La propiedad de las obras del sistema de evacuación de aguas lluvias corresponde principalmente a los municipios. Las obras efectuadas por urbanizadores privados, de acuerdo a la normativa vigente, se entregan a la administración municipal como parte de los bienes nacionales de uso público que el urbanizador debe preservar, construir o donar a la comunidad obligatoriamente. SERVIU por su parte, declara no haber tenido participación histórica en la materialización de los colectores existentes.

En lo que respecta a una posible participación de la empresa sanitaria, el sistema de alcantarillado de aguas servidas corresponde a uno del tipo separado, por lo tanto y en forma intencionada, ESVAL S.A. no ha tenido participación en el desarrollo de la red de aguas lluvias.

Se efectuó un reconocimiento físico y operacional de las redes de evacuación de aguas lluvias, los canales urbanos, los canales naturales que atraviesan zonas urbanas y otras infraestructuras que forman parte de los sistemas de evacuación de aguas lluvias.

Se determinó la capacidad hidráulica de los diferentes ductos que componen los sistemas, a través de la información obtenida (catastro nuevo y existentes, topografías nuevas y existentes), el curso de un cauce, calculando tramo a tramo su capacidad.

En los canales urbanos se determinó la capacidad considerando las secciones o puntos críticos que limitan su capacidad.

6. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION Y DRENAJE

El diagnóstico de la situación actual de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias permitió definir las áreas a sanear.

Se determinaron los caudales máximos instantáneos de diseño tanto para secciones de esteros como para cauces y colectores existentes en sus puntos de captación, utilizando los métodos clásicos conocidos y vastamente utilizados dentro de la hidrología nacional.

En la modelación, se empleó el programa Visual Hydro / SWMM de la Caice Corporation, bajo las solicitaciones generadas por precipitaciones de períodos de retorno de 2, 5, y 10 años han permitido determinar zonas de inundación teóricas.

El diagnóstico de los Sistemas de Evacuación y Drenaje se efectuó con la siguiente pauta metodológica:

- i) Zona urbana con colectores de aguas lluvias existentes: Diagnóstico para períodos de retorno de 2, 5 y 10 años, se efectuó la modelación de redes sometidas a esos caudales de porteo, concluyendo con establecer si su capacidad alcanza o requiere refuerzos en condiciones de urbanización actual y futura.

- ii) Escurrimiento Superficial (Zona Urbana sin Colectores de Aguas Lluvias): A partir de los caudales excedentes generados en los puntos donde la red es insuficiente o fallen atravesos, se realizó un análisis simplificado del escurrimiento de las aguas lluvias por calles que constituyen vías principales de evacuación, estimándose área inundada, altura y velocidad de escurrimiento.
- iii) Cauces Receptores: Se estudió el comportamiento de esteros como evacuadores de aguas lluvias hasta un período de retorno de 20 años para verificar las condiciones de descarga que imponen a los colectores. Para advertir problemas en los esteros bajo exigencias más severas, se analizó además para un período de retorno de 100 años mediante el modelo de simulación. Ello permitió identificar las zonas de inundaciones potenciales más conflictivas. El conjunto de condiciones anteriores define el diagnóstico de la situación sin proyecto, en sus variantes actual y futura.

A continuación se reseña algunas de las principales conclusiones del diagnóstico.

Viña del Mar:

El sistema existente es insuficiente en su extensión y capacidad de porteo, requiere de una revisión de sus condiciones actuales para definir obras de mejoramiento y una planificación integral de su desarrollo.

En Viña del Mar y Reñaca, las zonas planas son las de más alta densidad de uso, concentrándose en ellas parte importante de los servicios públicos y privados, así como el comercio. Estos terrenos corresponden a las zonas de inundación natural de los esteros, proceso al que deben su existencia, por lo cual permanentemente existe alto riesgo de desborde de las aguas. En una crecida de 50 años de período de retorno, se inundarían en el sector céntrico de Viña del Mar 241 há.

En el estero de Reñaca existe la posibilidad cierta de inundaciones debidas al desborde del estero ante lluvias de magnitud mayor a 50 años de período de retorno, especialmente en el sector norte, aguas abajo del puente Los Canelos.

En el estero de Viña del Mar, la existencia de puentes y el manejo que del lecho se hace todos los años, principalmente en época estival (funcionamiento de la feria libre, utilización como estacionamiento, construcción de terraplenes en el cauce para permitir el ingreso de vehículos, movimientos de tierra, parques de entretenciones, circos, vía de bypass vehicular, etc.). Tiene un fuerte efecto en las condiciones de escurrimiento (sección, rugosidad, singularidades) y por lo tanto, en el funcionamiento de los cauces durante el invierno, ya que estas actividades traen como consecuencia una alteración del cauce y del régimen de escurrimiento.

Ante crecidas extraordinarias, como la de 1984 en el estero Reñaca y 1987 en el estero Viña del Mar, la situación de influencia en las descargas de los colectores es inevitable.

Los colectores del lado sur del estero de Viña del Mar, desde Von Schroeders hasta Ocoa, y por el lado norte, desde Los Fresnos hasta los Carolinos, presentan problemas

debido al comportamiento del estero que recibe la descarga. Esta situación se repite en Reñaca, desde el puente Los Canelos hacia aguas abajo.

En general los cauces no presentan un diseño hidráulico adecuado, existiendo para un mismo colector cambios de sección de escurrimiento sin transiciones adecuadas entre una y otra, ni sistemas de retención de sólidos para los cambios de canal abierto a ducto cerrado.

Un problema evidente es la falta de redes en amplios sectores, sobre todo en los de más reciente urbanización. La ausencia de redes en vastos sectores poblacionales, ocasiona que el escurrimiento no esté debidamente controlado.

Los colectores urbanos tienen su inicio en quebradas que drenan zonas no urbanizadas, producto de lo cual reciben sedimentos erosionados por la lluvia en la parte superior de la cuenca. La mayoría de las quebradas son empleadas como botaderos de escombros, tierras o basuras, por lo cual, la exposición de los colectores a posibles obstrucciones de su sección de escurrimiento aumenta notablemente.

Durante las inundaciones se presenta un fuerte arrastre de sedimentos derivado de los procesos de erosión existentes (meteorización, erosión eólica y pluvial).

Los muros desarenadores requieren de mantención y atención permanentes para que funcionen en forma adecuada.

El sistema de pozos absorbentes del sector de Población Vergara no cumple adecuadamente su función de drenaje, por impermeabilización de sus paredes, debido al ingreso de desgaste de neumáticos, petróleo, bencina, polvo, etc.

El aumento de las zonas urbanizadas se ha traducido en un aumento de los coeficientes de escorrentía de los suelos.

Quilpué y Villa Alemana:

Para Quilpué y Villa Alemana las conclusiones del diagnóstico son similares a las de Viña del Mar, siendo importante mencionar la eliminación de cauces naturales por obras de urbanización y que transforman a las calles en vías de evacuación.

El área, a excepción de los sectores relativamente planos de El Retiro y Belloto Centro, es de una topografía abrupta, surcada por numerosas y profundas quebradas, que descargan hacia los esteros con fuertes pendientes.

Las principales deficiencias del sistema van asociadas a un desarrollo inorgánico de obras de canalización, revestimiento y/o abovedamiento de las quebradas o cauces naturales, que fueron ejecutadas por distintos actores y en distintas épocas.

La disminución de las fuertes pendientes iniciales hacia las zonas bajas y el embancamiento, tienen como consecuencia el desborde de los cauces, cuyas aguas escurren por las calles. Ejemplos de esta situación son los desbordes de los cauces del

sector central, que han amagado calles como Pedro Montt, Riquelme, Mena, 21 de Mayo, Cumming, Thompson y todas las del sector céntrico comercial.

Otra causa de inundación, la constituyen sectores donde los cauces naturales han sido eliminados por la urbanización, como por ejemplo tramos de Av. Los Carrera, principal arteria de la ciudad, de algunas calles transversales y de algunos barrios como el sector De Veer y otros.

Para eventos de período de retorno mayor a 10 años, aparece el desborde de los cauces y esteros naturales colectores. Se observan anegamientos en propiedades colindantes con los cauces naturales tributarios, y en sectores ribereños al Estero Quilpué, en particular las zonas cercanas a las desembocaduras del Estero San Jorge, sectores El Retiro y El Sol y del Estero El Belloto, sectores Barrio Industrial y Belloto Norte.

Las obras de canalización, revestimiento y/o abovedamiento de las quebradas o cauces naturales, fueron ejecutadas por distintos actores y en distintas épocas.

Los cauces naturales escurren por terrenos particulares generando innumerables obras de arte, con variadas soluciones y capacidades de evacuación. Hay sectores donde los cauces naturales han sido eliminados por la urbanización.

Se presenta arrastre de sedimentos naturales y remociones de material por obras de construcción y la socavación de las numerosas calles de fuerte pendiente, aún sin pavimentar.

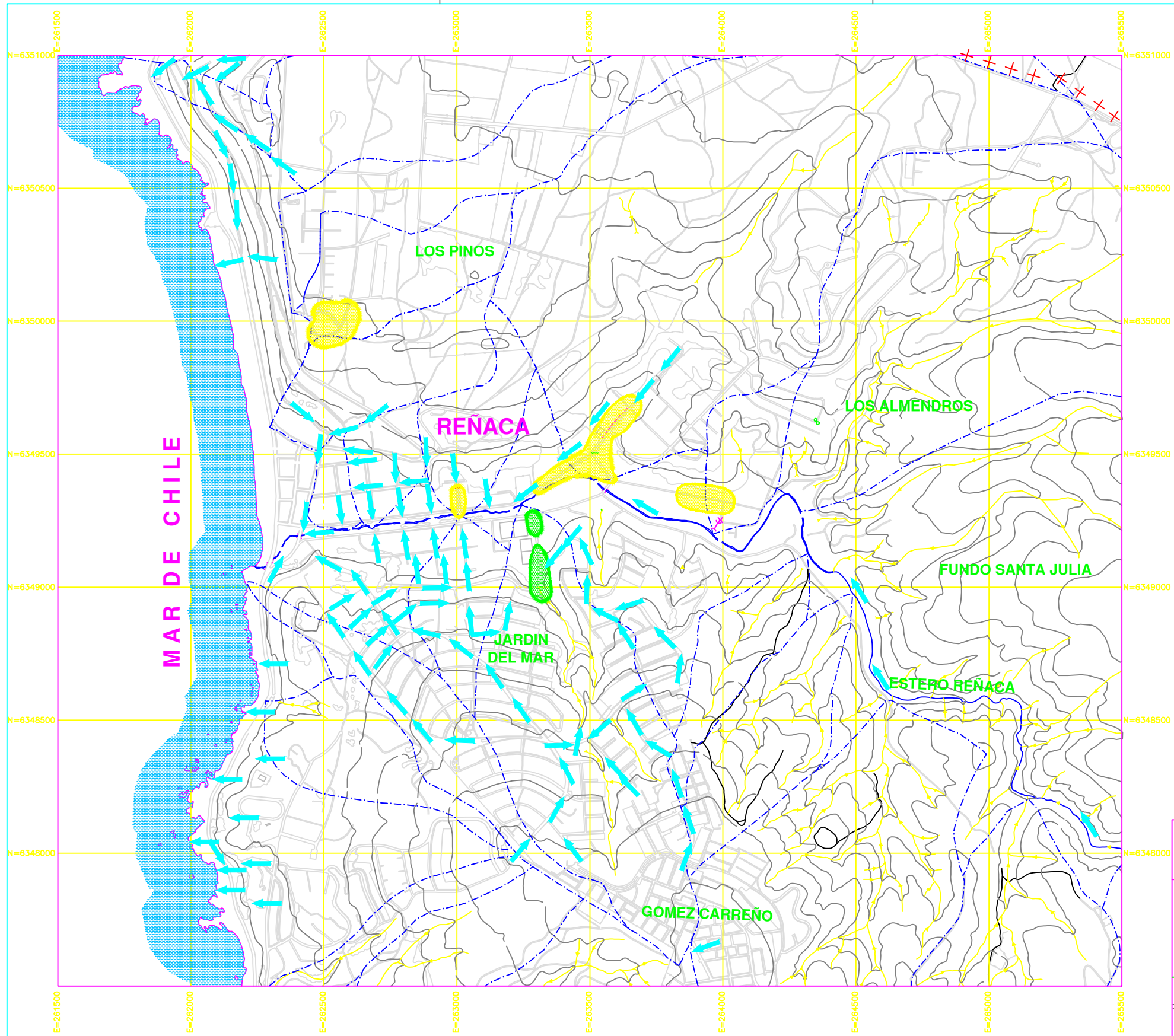
Áreas a Sanear

El Plan Maestro considera de su competencia toda el área de estudio, sin embargo, *no toda el área de estudio requiere construcción de soluciones estructurales ya que hay zonas que no presentan problemas de aguas lluvias*, entonces con los antecedentes recopilados y los resultados del diagnóstico, se determinó las áreas con algún tipo de problemas de inundación o de escurrimiento superficial para las cuales se proponen soluciones, estas áreas se denominan “Áreas a Sanear”.

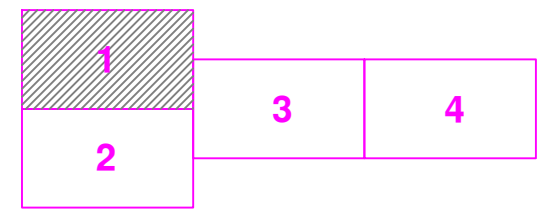
A continuación se indica las zonas de inundación detectadas por el diagnóstico, para un período de retorno de 10 años.

Ciudad	Número de Puntos de Inundación según prioridad			
	Alta	Media	Baja	Total
Viña del Mar	21	19	11	51
Quilpué	5	10	5	20
Villa Alemana	14	7	6	27
TOTAL	40	36	22	98

A continuación, se presentan las Figuras N^{os} 2, 3, 4 y 5, que permiten apreciar las zonas en que se presentan inundaciones, tanto las detectadas a través de antecedentes históricos, como a través de la modelación efectuada.



ESQUEMA DE UBICACION

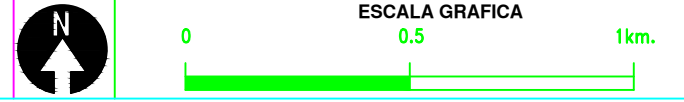


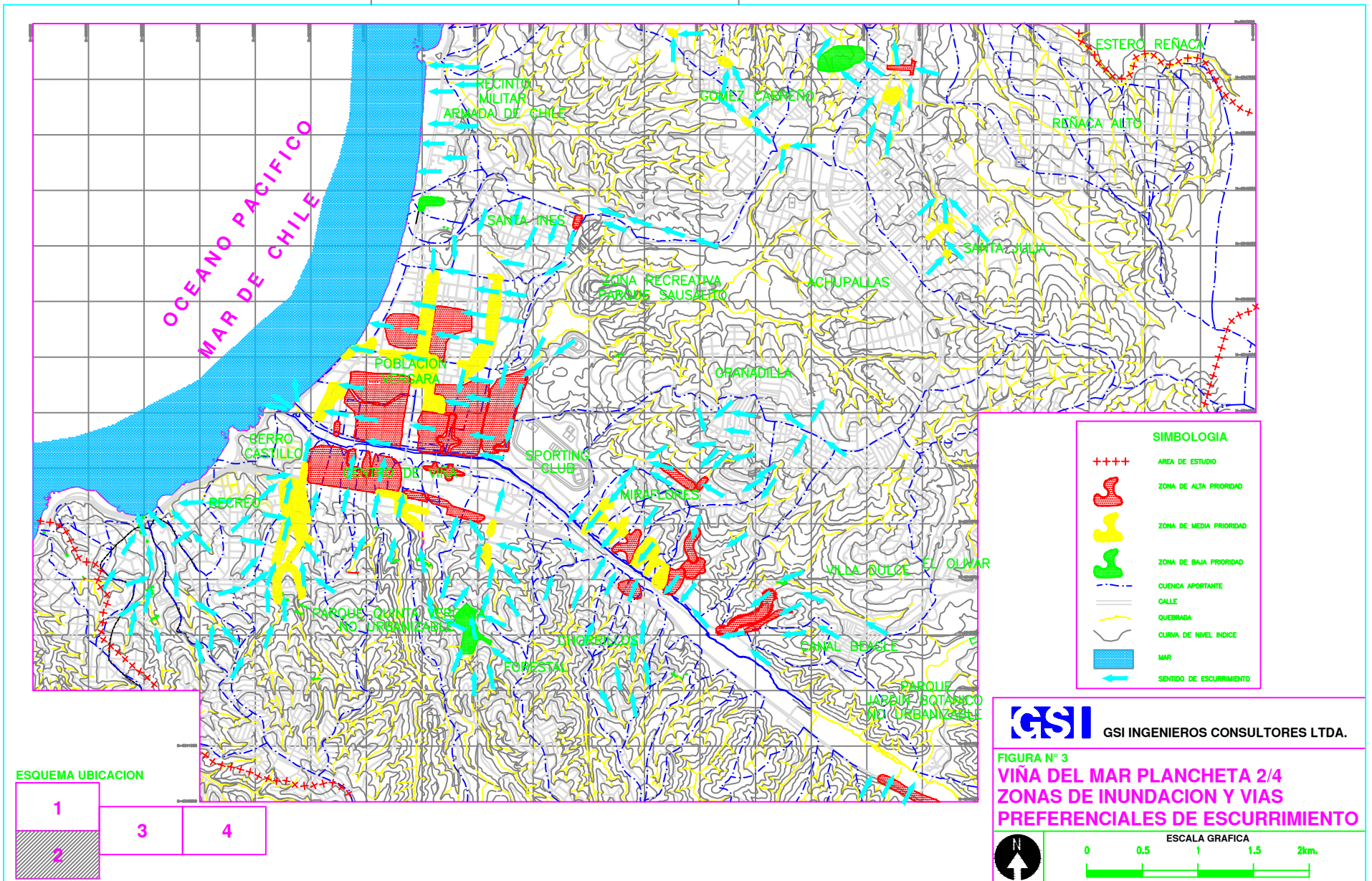
SIMBOLOGIA

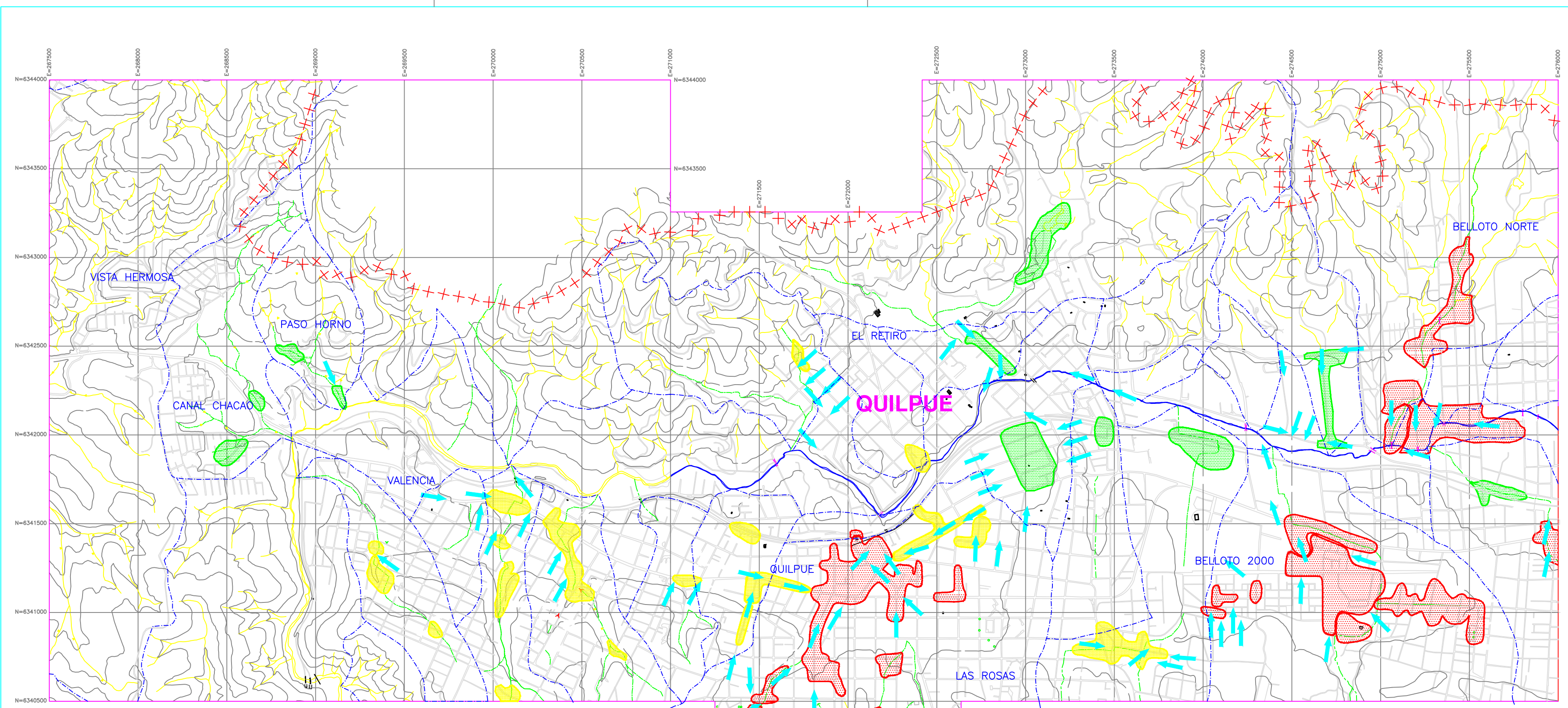
- +++ AREA DE ESTUDIO
- ZONA DE ALTA PRIORIDAD
- ZONA DE MEDIA PRIORIDAD
- ZONA DE BAJA PRIORIDAD
- CUENCA APORTANTE
- CALLE
- QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL INDICE
- MAR
- SENTIDO DE ESCURRIMIENTO

GSI GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

FIGURA N° 2
RENACA - PLANCHETA 1/4
ZONAS DE INUNDACION Y VIAS
PREFERENCIALES DE ESCURRIMIENTO

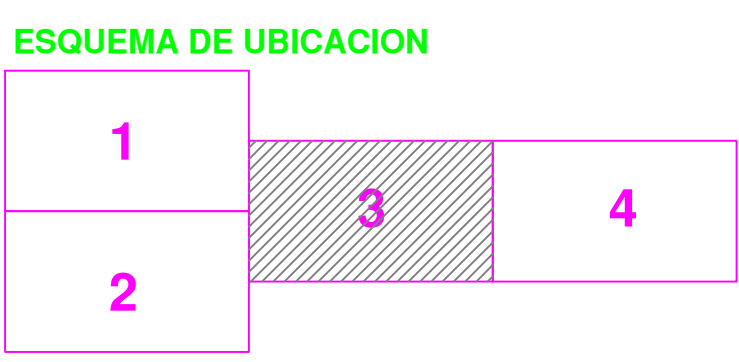
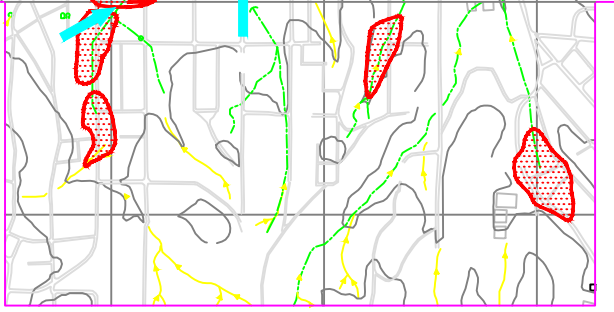






SIMBOLOGIA

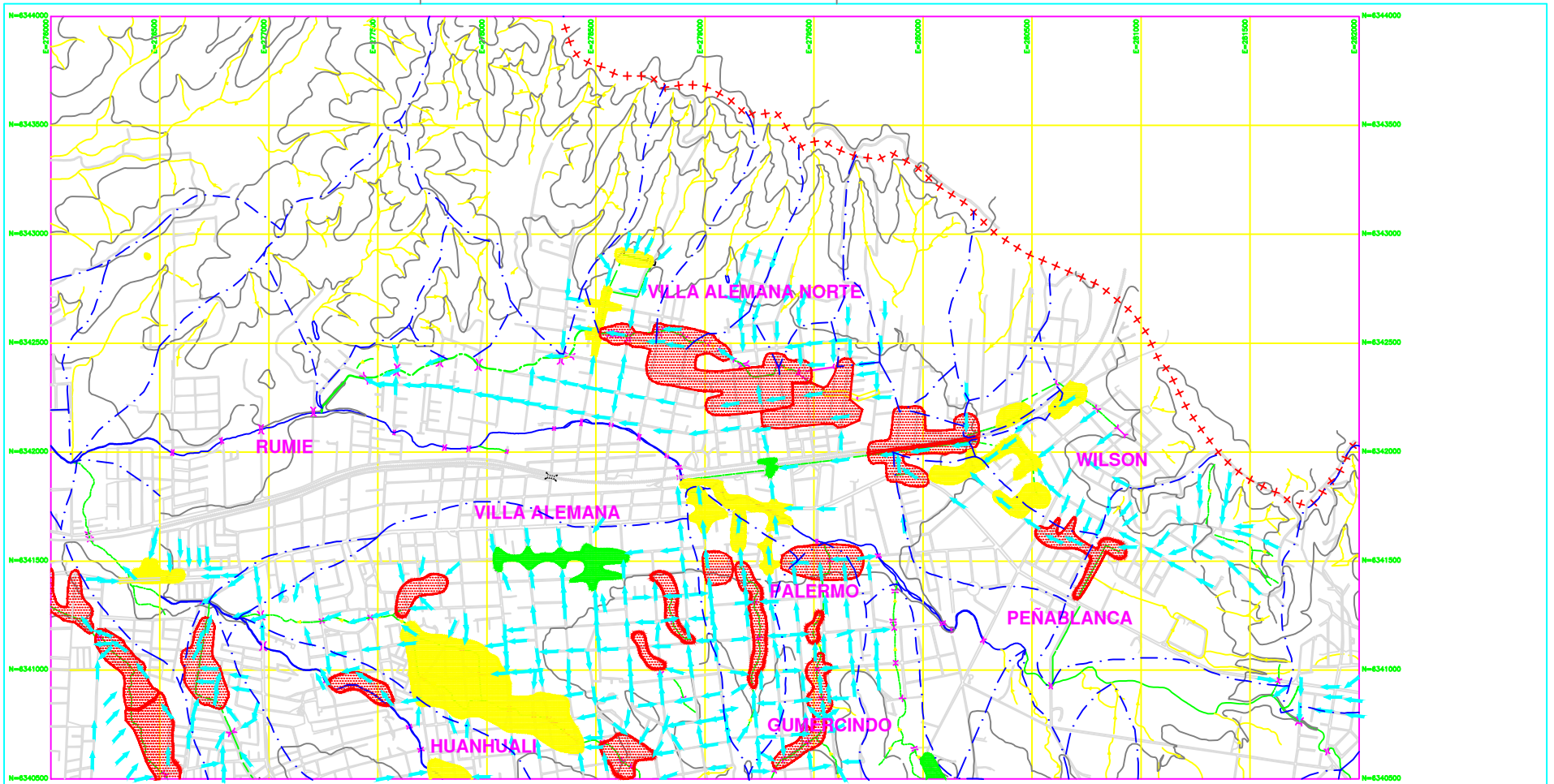
- +++++ AREA DE ESTUDIO
- ZONA DE ALTA PRIORIDAD
- ZONA DE MEDIA PRIORIDAD
- ZONA DE BAJA PRIORIDAD
- CUENCA APORTANTE
- CALLE
- QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL INDICE
- MAR
- SENTIDO DE ESCURRIMIENTO












GSI GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

FIGURA N° 4
QUILPUE - PLANCHETA 3/4
ZONAS DE INUNDACION Y VIAS
PREFERENCIALES DE ESCURRIMIENTO

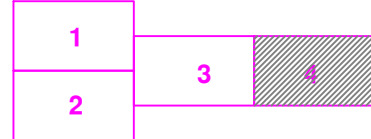
ESCALA GRAFICA
 0 0.5 1 1.5km.



SIMBOLOGIA

	ZONA DE ALTA PRIORIDAD		AREA DE ESTUDIO
	ZONA DE MEDIA PRIORIDAD		CUENCA APORTANTE
	ZONA DE BAJA PRIORIDAD		CALLE
			QUEBRADA
			CURVA DE NIVEL INDICE
			MAR

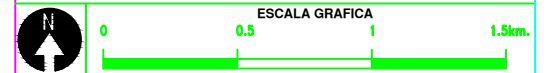
ESQUEMA DE UBICACION



GSI GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

FIGURA N° 5

**VILLA ALEMANA - PLANCHETA 4/4
ZONAS DE INUNDACION Y VIAS
PREFERENCIALES DE ESCURRIMIENTO**



7. SOLUCIONES

El planteamiento de soluciones para el sistema de drenaje y evacuación de aguas lluvias del área de estudio tuvo como objetivo fundamental definir un sistema integral de drenaje que permitiera minimizar el monto de las inversiones requeridas mediante el máximo aprovechamiento de la infraestructura existente de colectores y cauces naturales.

El saneamiento integral consideró el reemplazo de atravesos y nuevos desarenadores, además se consideró el aumento de sumideros, necesarios para el ingreso sucesivo de las aguas lluvias al colector.

Dado que este Plan Maestro está orientado a colectores urbanos, obras anexas y soluciones no estructurales y no a esteros, se consideró la influencia de los esteros en los puntos de descarga y se definieron los niveles de los ejes hidráulicos, adoptando estos resultados como condición de borde para el dimensionamiento de los colectores.

7.1 Red de Colectores

Para el dimensionamiento de las soluciones requeridas se desarrollaron consecutivamente las siguientes etapas: identificación y definición de áreas a sanear, planteamiento de criterios de diseño, definición de trazados, análisis de alternativas constructivas y finalmente, selección y dimensionamiento de las alternativas más recomendables.

En consideración a los resultados del diagnóstico, en la gran mayoría de los casos el diseño de las obras existentes tiene un período de retorno superior a los 10 años, por lo cual se adoptó éste como período de retorno de diseño para el área de estudio.

Dependiendo del sector en que se emplaza el colector y de su estado estructural, en algunos casos fue conveniente y posible evitar la inversión en el tramo que falla aceptando un período de retorno menor, cuando el colector opera adecuadamente para $Tr = 5$ años. Esta flexibilización del criterio asociado al nivel de seguridad, si bien afecta la consistencia de la solución de un sistema independiente, al posibilitar que éste presente tramos con diferentes niveles de seguridad en su funcionamiento, permite un mejor uso de los recursos financieros, a fin de atender sectores más críticos (fallas de frecuencias altas, sectores no cubiertos con el servicio de evacuación de aguas lluvias, etc.).

Al elaborar alternativas de solución, se buscó plantear trazados que posibilitaran evitar el reemplazo de tuberías existentes, principalmente si éstas presentan buen estado o están situadas en vías de alto tránsito o céntricas. En esos casos se planteó refuerzos al sistema, consistentes en trazar nuevos ductos que toman el exceso de aguas lluvias y lo entregan al colector hacia aguas abajo, en un tramo con capacidad adecuada. Esto presenta como ventajas el evitar afectar la calle y su tránsito y que el sector quede mejor atendido, al contar con mayores puntos de evacuación. Sin embargo, por razones topográficas, por evitar roturas de pavimentos nuevos, por razones de espacio o de evitar tener que resolver nuevas interferencias en los trazados de estos colectores, en muchos casos no fue posible plantear estas alternativas. Entonces, en esas ocasiones el reemplazo de tuberías resultó más atractivo.

Las redes menores (ramales) definidas, tienen como objetivo fundamental el asegurar la conducción controlada de toda el agua lluvia superficial de la cuenca aportante considerada, hacia el colector respectivo. En zonas urbanas consolidadas, esta conducción debe ocurrir en forma gradual y sucesiva.

Las zonas urbanas no consolidadas, corresponden a sectores que no han alcanzado un desarrollo urbano y que por lo mismo hace poco recomendable la ejecución de colectores o cauces abovedados. En este ámbito se encuentran asentamientos en sectores altos de las quebradas o puntos alejados de la ciudad, que no cuentan con calles pavimentadas o de tierra claramente definidas, el uso del suelo está destinado en un bajo porcentaje a viviendas, su acceso en algunos casos es dificultoso y además es posible que no se cuente con servicio de alcantarillado o agua potable. Las condiciones antes descritas hacen poco recomendable el uso de colectores, ya que éstos estarán sometidos a una considerable descarga de sedimentos y basuras, debiendo acentuar el régimen de mantención dificultándose si las zonas tienen difícil acceso. Por otro lado, si no se cuenta con servicio de alcantarillado de aguas servidas, es probable que se le utilice ilícitamente para tales efectos. En estos casos lo aconsejable es el mejoramiento de secciones de los cauces naturales, que contempla la excavación en tierra sobre el mismo cauce natural, mejorar las pendientes, proporcionar taludes, extraer vegetación y en ocasiones justificadas (curvas, proximidades a atravesos o bocatomas, etc.) proveer de un revestimiento (hormigón).

También se contemplan todas aquellas obras que aseguran el buen funcionamiento de colectores y cauces, estos son: desarenadores, obras de protección y ramales laterales.

Se ha consultado además, medidas no estructurales, que pueden considerarse como preventivas y corresponden a códigos o normas que significan poca inversión y programas educativos y medidas de alerta. El listado de estas actividades y sus costos estimativos se reseñan en el capítulo siguiente.

7.2 Cauces Receptores (Esteros)

El estudio de los esteros en el sentido de proponer obras de mejora de la operación de los mismos, que modifiquen su comportamiento hidráulico, no forma parte de este estudio, y por lo tanto no fueron dimensionadas ni costeadas. Sin embargo, los estudios efectuados analizan su situación actual y futura, lo que permite analizar su efecto en los demás elementos de la red de drenaje.

7.3 Red Básica

En concordancia con el objetivo del Plan Maestro de proponer una solución integral al problema de la evacuación y drenaje de las aguas lluvias en el área de estudio (límite urbano futuro), se ha establecido la existencia de una red de evacuación y drenaje denominada Red Básica que cubre toda el área.

Dicha red considera cauces naturales (quebradas) y colectores existentes y propuestos, así como toda obra inserta en el sistema de evacuación.

El establecimiento de esta red ordena territorialmente los sistemas y establece la obligatoriedad de respetar la existencia de quebradas, cauces, depresiones topográficas y en general respetar la morfología total que establece sentidos de escurrimiento y de acumulación de caudales. También establece la existencia de las soluciones requeridas para el saneamiento y que corresponden a las obras dimensionadas en este Plan.

7.4 Costos de Colectores y de Obras en Cauces Naturales

a) Red de Colectores

Para la evaluación de los costos de la red básica, se han utilizado precios obtenidos de cotizaciones realizadas específicamente para este proyecto.

Estos valores se obtuvieron del SERVIU y Manual de Rendimientos del Sindicato Nacional de Empleadores de la Construcción y de cotizaciones hechas explícitamente para tales fines. Los rendimientos se obtuvieron de empresas constructoras conocidas.

En los cuadros siguientes se entrega el listado de los proyectos y los costos de las soluciones estructurales y no estructurales para las tres comunas en estudio. Dichos costos incluyen Gastos Generales y Utilidades (33%), Imprevistos (20%), Estudio de Ingeniería e Inspección (5%) e I.V.A (18%).

COMUNA DE VIÑA DEL MAR MONTO DE INVERSIONES PRIVADAS

Nombre del Proyecto	Montos de Inversiones Privadas Totales [MM\$]				Total Proyecto [MM\$]
	Obras en Colector	Desarenador	Atravesos	Obras Anexas	
Comuna de Viña del Mar					
COLECTOR 1NORTE	614			46	660
MEJORAMIENTO COLECTOR LOS ABETOS	200	9		5	214
MEJORAMIENTO COLECTOR ALVAREZ-QUILLOTA	174			9	183
MEJORAMIENTO COLECTOR ETCHEVERS	204	3		5	212
COLECTOR GLORIAS NAVALES	117			13	130
COLECTOR POTRERILLO	335			10	345
COLECTOR VSCROEDER/HCLARK	936			18	954
MEJORAMIENTO COLECTOR TRANQUE FORESTAL	231				231
COLECTOR 5NORTE	864			94	958
COLECTOR LOS AROMOS	17			2	19
COLECTOR LOS CAROLINOS	51			8	59
COLECTOR CANAL BEAGLE	97				97
COLECTOR 12NORTE	390			92	482
COLECTOR LOS FRESNOS	29			2	31
MEJORAMIENTO COLECTOR LIMONARES	248			11	259
MEJORAMIENTO COLECTOR LAS REJAS	703	10		7	720
MEJORAMIENTO COLECTOR SUBIDA LUSITANIA	76			5	81
MEJORAMIENTO COLECTOR LAS GOLONDRINAS	36				36
MEJORAMIENTO COLECTOR GRAL. O'HIGGINS	131	13			144
MEJORAMIENTO COLECTOR SALVADOR VERGARA	27			3	30
MEJORAMIENTO COLECTOR ANIBAL PINTO	21			1	22
PROYECTO DESARENADOR CANTERA		12			12
COLECTOR EKLOIA	39			8	47
PROYECTO COLECTOR LIMACHE				43	43
RAMALES COLECTOR 8NORTE				166	166
Total Viña del Mar	5.540	47		548	6.135

U.F. de 01 Febrero 2000

\$ 15.109,24

Inversión Referida a Febrero de 2000

IPC Base = 103,6

**COMUNA DE QUILPUE
MONTO DE INVERSIONES PRIVADAS**

Nombre del Proyecto	Montos de Inversiones Privadas Totales [MM\$]				Total Proyecto [MM\$]
	Obras en Colector	Desarenador	Atravesos	Obras Anexas	
Comuna de Quilpué					
MEJORAMIENTO ATRAVIESOS CAUCE VALENCIA			4		4
MEJORAMIENTO ATRAVIESO VILLA ENAP			5		5
PROYECTO ATRAVIESOS REBAÑO CHACAO		3	13		16
MEJORAMIENTO COLECTOR FRODDEN	38		2		40
MEJORAMIENTO ATRAVIESOS SECTOR MAQUIS-CARRERA			91		91
PROYECTO COLECTOR BYERS	86			9	95
MEJORAMIENTO COLECTOR MENA	990		79	38	1.107
MEJORAMIENTO COLECTOR CALLE ELRETIRO	30				30
PROYECTO COLECTOR PATRICIO LYNCH	105			24	129
PROYECTO DESARENADOR POBLACION EL RETIRO		24			24
MEJORAMIENTO ATRAVIESOS SAN ENRIQUE		24	16		40
MEJORAMIENTO COLECTOR LAS ROSAS	31				31
MEJORAMIENTO COLECTOR ELTRANQUE	64		37		101
MEJORAMIENTO CANAL SEVERIN	643		8	31	682
MEJORAMIENTO ATRAVIESOS Y PROYECTO RAMALES ESTERO ELBELLOTO		12	95	109	216
MEJORAMIENTO CAUCE VILLA ALEMANA	79	35	17	278	409
PROYECTO COLECTOR LINCOYAN				80	80
PROYECTO COLECTOR CALLE3				110	110
PROYECTO COLECTOR BADENPOWELL				81	81
PROYECTO RAMAL MATEO TORO Z				126	126
PROYECTO RAMAL EUSEBIO LILLO				33	33
PROYECTO RAMAL FLORENCIA				53	53
Total Quilpué	2.066	98	367	972	3.503

U.F. de 01 Febrero 2000 \$ 15.109,24

Inversión Referida a Febrero de 2000

IPC Base = 103,6

**COMUNA DE VILLA ALEMANA
MONTO DE INVERSIONES PRIVADAS**

Nombre del Proyecto	Montos de Inversiones Privadas Totales [M\$]				Total Proyecto [MM\$]
	Obras en Colector	Desarenador	Atravesos	Obras Anexas	
Comuna de Villa Alemana					
MEJORAMIENTO CAUCE LOS AROMOS	118				118
MEJORAMIENTO ATRAVIESOS ESTERO HUANHUALI		28	41		69
PROYECTO LINEA FERROCARRILES	256				256
PROYECTO COLECTOR GUMERCINDO	131			9	140
MEJORAMIENTO CAUCE ESTERO HUANHUALI2	214			163	377
PROYECTO CAUCE LAUTARO	580				580
MEJORAMIENTO ATRAVIESO BERNARDO LEIGTHON			2		2
MEJORAMIENTO COLECTOR MADRID	1243			49	1292
PROYECTO COLECTOR PALMILLA	652				652
PROYECTO COLECTOR CALLE PRIMERA	143				143
PROYECTO RAMAL MANUEL MONTT				45	45
PROYECTO RAMAL EL MIRADOR				52	52
PROYECTO RAMAL CONDELL				38	38
PROYECTO RAMAL LAS AMERICAS				38	38
PROYECTO RAMAL UNIÓN				38	38
Total Villa Alemana	3.337	28	43	432	3.840

U.F. de 01 Febrero 2000 \$ 15.109,24

Inversión Referida a Febrero de 2000

IPC Base = 103,6

b) Revestimiento de Quebradas

Se valoró las obras de revestimiento de quebradas necesarias en los sectores en que las cuencas naturales están muy confinadas por el crecimiento urbano, bajo la consideración de que resulta conveniente definir físicamente en terreno una sección del cauce a ser respetada por la comunidad. El valor de dichas obras, para el área de estudio alcanzó la cifra de MM\$ 5.515.

Se señala que estas obras no corresponden a la solución de zonas de inundación sino a obras de carácter correctivo y preventivo ante interferencias en los cauces que los habitantes vecinos usan. Por tal efecto, su orden de prioridad es más bajo que el de las obras señaladas en el punto anterior.

c) Soluciones No Estructurales

Las soluciones cuyos valores se entregan a continuación, corresponden a acciones que complementan y le dan un carácter integral al Plan Maestro:

COSTEO DE SOLUCIONES NO ESTRUCTURALES

Nº	TIPO DE SOLUCION	PARTIDAS	COSTO MM\$
1	Publicación en un diario regional de planos de inundación 2 veces en un año, cada 5 años	Publicación de una página en un diario	4
2	Marcado de alturas de agua en 100 puntos, al interior del área de estudio	Pintado durable	2
3	Información a través de las contribuciones, anual	Folletos adjuntos a boletas de contribuciones	2
4	Educación cívica en colegios y escuelas, 10 horas al año, 500 cursos	5000 horas pedagógicas, con materiales	45
5	Elaboración de una norma para aguas lluvias	Consultoría	40
6	Reglamento de la Ley de evacuación de aguas lluvias	Consultoría	40
7	Ordenanzas locales de reglamentación de la evacuación de aguas lluvias	Consultoría	30
8	Seccional de aguas lluvias para incluirlos en los Planes Reguladores Comunales	Consultoría	60
9	Adquisición de terrenos de alto riesgo de inundación, para destinarlos a uso público, anual	Adquisición de terrenos	100
10	Adquisición e implementación de equipos, computadores, sensores tipo Scada, para predicción de crecidas en los esteros.	Adquisición de hardware y software	100
		Capacitación y marcha blanca	10
		Costo anual de 2 operadores 4 meses al año	10
11	Definición del mantenimiento mínimo de los sistemas	Consultoría	50
12	Seminarios a funcionarios públicos, 3 al año	Consultoría	45
TOTAL PARA EL ÁREA DE ESTUDIO			538

U.F. de 01 Febrero 2000

\$ 15.109,24

Inversión Referida a Febrero de 2000

IPC Base = 103,6

Se desarrolló y verificó la viabilidad de las soluciones, con su correspondiente análisis ambiental, evaluación económica, priorización y definición de red primaria.

La viabilidad hidráulica se aseguró con la modelación, que determinó el dimensionamiento de las obras.

La viabilidad constructiva se aseguró con ajustes al diseño en base a chequeo en terreno, que incluyó:

- Faja propuesta
- Ubicación (vereda, calzada, bandejón, áreas verdes)
- Detección de la infraestructura visible
- Dificultades constructivas (uso del suelo, horarios, tránsito, etc.)
- Facilidades legales (permisos, servidumbres, etc.)
- Análisis de interferencias con otros servicios subterráneos

8. ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

En la etapa de construcción los impactos relevantes son negativos (pero transitorios) y se asocian a las mismas molestias que ocasiona la construcción de obras de colectores de alcantarillado de aguas servidas, a excepción del escurrimiento de estas aguas. Las medidas de mitigación correspondientes existen y son de aplicación usual en este tipo de obras.

En la etapa de operación del proyecto, la mayor parte de los impactos previsible tienen el carácter de positivos, lo cual implica un mejoramiento del ambiente derivado de una disminución de los problemas de inundación que afectan al área de estudio. El único impacto que podría ser negativo durante esta etapa, está referido al recurso hídrico, ya que durante la operación de la red, aumentaría el número y los volúmenes de descargas de aguas lluvias y éstos se presentarían concentrados en los cursos de aguas, pudiendo existir arrastres de sustancias por el lavado de calles durante las primeras lluvias con características contaminantes.

Se visualiza la necesidad de elaborar sólo una Declaración de Impacto Ambiental por proyecto, por lo que corresponde la aplicación del artículo 18 de la Ley y su detallamiento, en cuanto a contenido, expresado en los artículos N° 14, 15 y 16 del Reglamento. Ello sin perjuicio de que actividades o proyectos específicos requieran la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental para su materialización.

La presentación de los proyectos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) es recomendable, por cuanto las obras quedan sujetas a la reglamentación ambiental, lo cual es necesario en su etapa de construcción, resultando adecuado que el constructor de las obras se ciña a la normativa correspondiente.

9. EVALUACION ECONOMICA

Se postula utilizar la metodología del daño evitado en la cual el beneficio de los proyectos está dado por la diferencia entre el valor esperado del daño que se produce en la situación “sin proyecto” y el valor esperado del daño en la situación “con proyecto”. En tanto que el costo de los proyectos corresponde a las inversiones necesarias y costos de mantención y operación del sistema.

La evaluación realizada tiene por objetivo principal apoyar la priorización de los proyectos con miras a la obtención de su financiamiento y no a definir parámetros económicos. Ello debido a que no hay a nivel nacional una metodología de evaluación económica oficial, habiendo si un consenso en emplear la metodología del daño evitado.

9.1 Beneficios

Los beneficios de los proyectos de mejoramiento de la evacuación y drenaje de aguas lluvias, corresponden a la disminución de los costos por daños producidos por las inundaciones en calles y edificios públicos o privados en situación con y sin proyecto.

De la comparación de los costos de daños en ambas situaciones se determinó los beneficios de las obras planteadas. Los componentes de los ahorros de costos por daños consideran:

Daños a propiedades: Corresponden a los daños a estructuras y enseres en viviendas. Se ha supuesto que el daño es proporcional al valor de la propiedad. Se empleó una vivienda tipo y se valoró los daños por altura de aguas.

Daños a la infraestructura vial: Corresponde a daños en calzadas, aceras, jardines, según la superficie total inundada, su valor está asociado al tipo de ocupación del suelo y su distribución en predios y calles.

Beneficios adicionales: Son los beneficios esperables para todo otro tipo de daños, distinto a los ya evaluados:

- Reparación y mantención de infraestructura urbana
- Mayor costo de combustible y tiempo empleado
- Horas de trabajo perdidas por demoras
- Ausentismo laboral y escolar
- Extracción de sedimentos en espacios públicos

Se determinaron los costos por daños no evitados hasta un período de retorno máximo de 100 años, estimándose que para períodos de retorno mayores los daños no evitados por el proyecto son semejantes a los daños en la situación sin proyecto.

9.2 Costos sociales

En la obtención de los **costos sociales de inversión** se aplicó los factores de conversión de MIDEPLAN a los precios privados de las inversiones, de acuerdo a cada componente. Se recalculó a nivel de precios unitarios los precios sociales.

La estimación de los **costos de mantención y operación** se consideró proporcional al monto de la inversión realizada. Para este efecto, se estimaron sólo las labores asociadas a las nuevas obras proyectadas (inversiones) ya que el resto de la infraestructura se supone cuenta con la mantención y operación debida.

Costo social del valor residual: En el costo social del valor residual se supuso una vida útil de 50 años, luego en el horizonte de análisis se considera que persiste un 50% del valor de la inversión.

Costos en soluciones no estructurales: Corresponden a acciones y medidas que permitirán apoyar el buen funcionamiento de los sistemas.

Indicadores Económicos: A partir de los beneficios y costos sociales determinados para los diferentes proyectos se realizó una evaluación económica mediante la obtención del valor actual neto (VAN) en el horizonte de 25 años.

9.3 Priorización de Soluciones

La materialización de las obras que forman parte del Plan Maestro, requiere un ordenamiento con miras a establecer prioridades que permitan hacer las inversiones en la medida que los recursos económicos estén disponibles. Ello por cuanto, el conjunto de obras involucra elevados montos que no pueden ser financiados de inmediato.

Para obras con un orden de prioridad muy similar, se tuvo en cuenta los siguientes cuatro criterios complementarios al uso del VAN, los cuales a su vez requieren de una coordinación entre organismos tales como la DOH, el MINVU, los municipios y ESVAL S.A.:

- **Programa de Pavimentación de Calles:** Al priorizar hay que tomar en cuenta el Plan de Pavimentación de Calles del SERVIU- V Región, la construcción de nuevos colectores y los planes municipales de pavimentos participativos, de modo de evitar a futuro roturas de pavimentos, más aún si éstos son de tipo participativo.
- **Nivel Actual de los Proyectos:** Se priorizó aquellos colectores ya estudiados a nivel de ingeniería de detalle, por sobre aquellos que se encuentran a nivel de anteproyecto o de idea preliminar, debido a las expectativas ya generadas.
- **Desconexión entre los Sistemas de Aguas Lluvias y Aguas Servidas:** Puede ser conveniente priorizar aquellos colectores de aguas lluvias que permiten desconectar los sumideros existentes que actualmente descargan a la red de aguas servidas.

- **Atención prioritaria a la evacuación de aguas lluvias de aquellas áreas que acogen actividades altamente valoradas por la sociedad** (servicios públicos, comercio de alto nivel, industrias, instalaciones básicas o estratégicas que atienden al bien común), a continuación le siguen aquellas cuyo valor, en términos de propiedades es alto y luego, en orden decreciente las demás propiedades, hasta llegar a aquellas con carácter rural.

Los proyectos así priorizados para este Plan Maestro se muestran en los cuadros siguientes:

PRIORIZACION DE PROYECTOS

Comuna de Viña del Mar

Prioridad	NOMBRE PROYECTO
1	Colector 12 Norte
2	Colector 1 Norte
3	Colector Potrerillos
4	Mejoramiento Colector Etchevers
5	Colector Los Aromos
6	Mejoramiento Colector Las Golondrinas
7	Mejoramiento Colector Salvador Vergara
8	Colector Los Fresnos
9	Mejoramiento Colector Anibal Pinto
10	Mejoramiento Colector Alvarez-Quillota
11	Colector Los Carolinos
12	Colector Canal Beagle
13	Mejoramiento Colector Subida Lusitania
14	Mejoramiento Colector Gral. O'Higgins
15	Colector Calle Mar De Chile
16	Mejoramiento Colector Los Abetos
17	Mejoramiento Colector Tranque Forestal
18	Mejoramiento Colector Limonares
19	Colector 5 Norte
20	Mejoramiento Colector Las Rejas
21	Colector Von Schroeders / Hermanos Clark
22	Proyecto Desarenador Cantera
23	Colector Eklonia
24	Proyecto Colector Limache
25	Ramales Colector 8 Norte

Comuna de Quilpué

Prioridad	NOMBRE PROYECTO
1	Mejoramiento Atraviesos Cauce Valencia
2	Mejoramiento Atravieso Villa Enap
3	Proyecto Atraviesos Rebaño Chacao
4	Mejoramiento Colector El Tranque
5	Mejoramiento Colector Frodden
6	Mejoramiento Colector Las Rosas
7	Mejoramiento Colector Calle El Retiro
8	Proyecto Ramal Florencia
9	Mejoramiento Atraviesos Sector Maquis-Carrera
10	Mejoramiento Atraviesos San Enrique
11	Proyecto Colector Byers

PRIORIZACION DE PROYECTOS (Continuación)
Comuna de Quilpué

Prioridad	NOMBRE PROYECTO
12	Proyecto Colector Patricio Lynch
13	Proyecto Colector Calle3
14	Mejoramiento Atravesos Y Proyecto Ramales Estero El Belloto
15	Mejoramiento Cauce Villa Alemana
16	Mejoramiento Canal Severín
17	Mejoramiento Colector Mena
18	Proyecto Desarenador Población El Retiro
19	Proyecto Colector Lincoyán
20	Proyecto Colector Baden Powell
21	Proyecto Ramal Mateo Toro Z
22	Proyecto Ramal Eusebio Lillo

PRIORIZACION DE PROYECTOS
Comuna de Villa Alemana

Prioridad	NOMBRE PROYECTO
1	Mejoramiento Atraveso Bernardo Leighton
2	Mejoramiento Atravesos Estero Huanhualí
3	Proyecto Colector Gumercindo
4	Proyecto Colector Calle Primera
5	Mejoramiento Cauce Los Aromos
6	Mejoramiento Cauce Estero Huanhualí 2
7	Proyecto Cauce Lautaro
8	Proyecto Colector Palmilla
9	Mejoramiento Colector Madrid
10	Proyecto Línea Ferrocarriles
11	Proyecto Ramal Manuel Montt
12	Proyecto Ramal El Mirador
13	Proyecto Ramal Condell
14	Proyecto Ramal Las Américas
15	Proyecto Ramal Unión

En cuanto a las obras de revestimiento de quebradas, se señala que éstas no corresponden a la solución de zonas de inundación, sino a obras de carácter correctivo y preventivo ante interferencias en los cauces que los habitantes vecinos cruzan. Por tal efecto, su orden de prioridad es más bajo que el de las obras señaladas en el punto anterior.

Las obras de tipo estructural en cambio, deben ejecutarse paralelamente con las obras estructurales debido a que su efecto es complementario y necesario para conformar una solución integral.

10. DEFINICIÓN DE LA RED PRIMARIA

De acuerdo con la Ley N° 19.525 del año 1997, le corresponde al Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas, la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de 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 donde se definirá lo que constituye la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Estos Planes Maestros serán 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, constituirán, por exclusión, la Red Secundaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Tomando en cuenta lo antes señalado y luego de un proceso selectivo, se definió la Red Básica de evacuación y drenaje de aguas lluvia, que es la infraestructura mínima necesaria para establecer una adecuada evacuación de las aguas lluvias al interior del área de estudio. Por lo tanto se compone de cuencas naturales que permitan a las poblaciones evacuar su escorrentía, ramales y colectores proyectados y la infraestructura existente construida.

La definición de una red básica permite gravar el uso del suelo en el área de estudio para privilegiar la existencia de sistemas de evacuación donde se ha detectado su necesidad, a efectos de producir una controlada evacuación de las aguas lluvias.

A partir de esta Red Básica, se define la Red Primaria como la compuesta por los elementos indicados a continuación:

- **Cauces Naturales:** Los cauces naturales (quebradas) dentro del área de estudio a partir de un caudal mayor a 1 m³/s, para un período de retorno de 2 años. Se incluyen en este ítem obras tales como desarenadores y obras de protección.
- **Colectores Existentes:** Colectores existentes que drenan áreas públicas con un diámetro mayor a 600 mm o equivalente y una extensión superior a 400 m.
- **Colectores Proyectados:** Colectores proyectados que drenan áreas públicas, con un diámetro mayor a 600 mm o equivalente y una extensión superior a 400 m.

Todos los elementos del sistema de drenaje no definidos como integrantes de la red primaria, se considera que forman parte de la red secundaria, cuyo diseño, construcción y operación se entiende es responsabilidad del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

A continuación se entrega el detalle de las soluciones requeridas que forman parte de la Red Primaria:

Obras que componen la Red Primaria

Viña del Mar

Nombre del Proyecto	Total MM\$
1 Norte	660
Cuarta Oriente-Los Abetos	214
Alvarez-Quillota	183
Etchevers	212
Glorias Navales	131
Quinta Vergara-Potrerrillos	345
Von Schroeders-Hnos. Clark	857
Tranque Forestal	231
5 Norte	864
12 Norte	390
Los Fresnos	31
Limonares-Canal Beagle	259
Sporting Club-Las Rejas	719
Las Golondrinas	36
O'Higgins	144
Av. General Cantera	12
8 Norte	111
TOTAL MM\$	5.399

U.F. de 01 de Febrero de 2000 \$ 15.109,24

Obras que componen la Red Primaria

Quilpué

Nombre del Proyecto	Total MM\$
Canal Chacao	14
Frodden	38
Los Maquis	87
Mena	1.031
El Retiro	30
Lynch	129
Florencia	11
Las Rosas	30
El Tranque	74
Estero Severín	645
Estero Belloto Norte	216
Estero Villa Alemana	279
Lincoyán	80
Calle 3	110
Baden Powell	81
Mateo de Toro y Zambrano	126
TOTAL MM\$	2.981

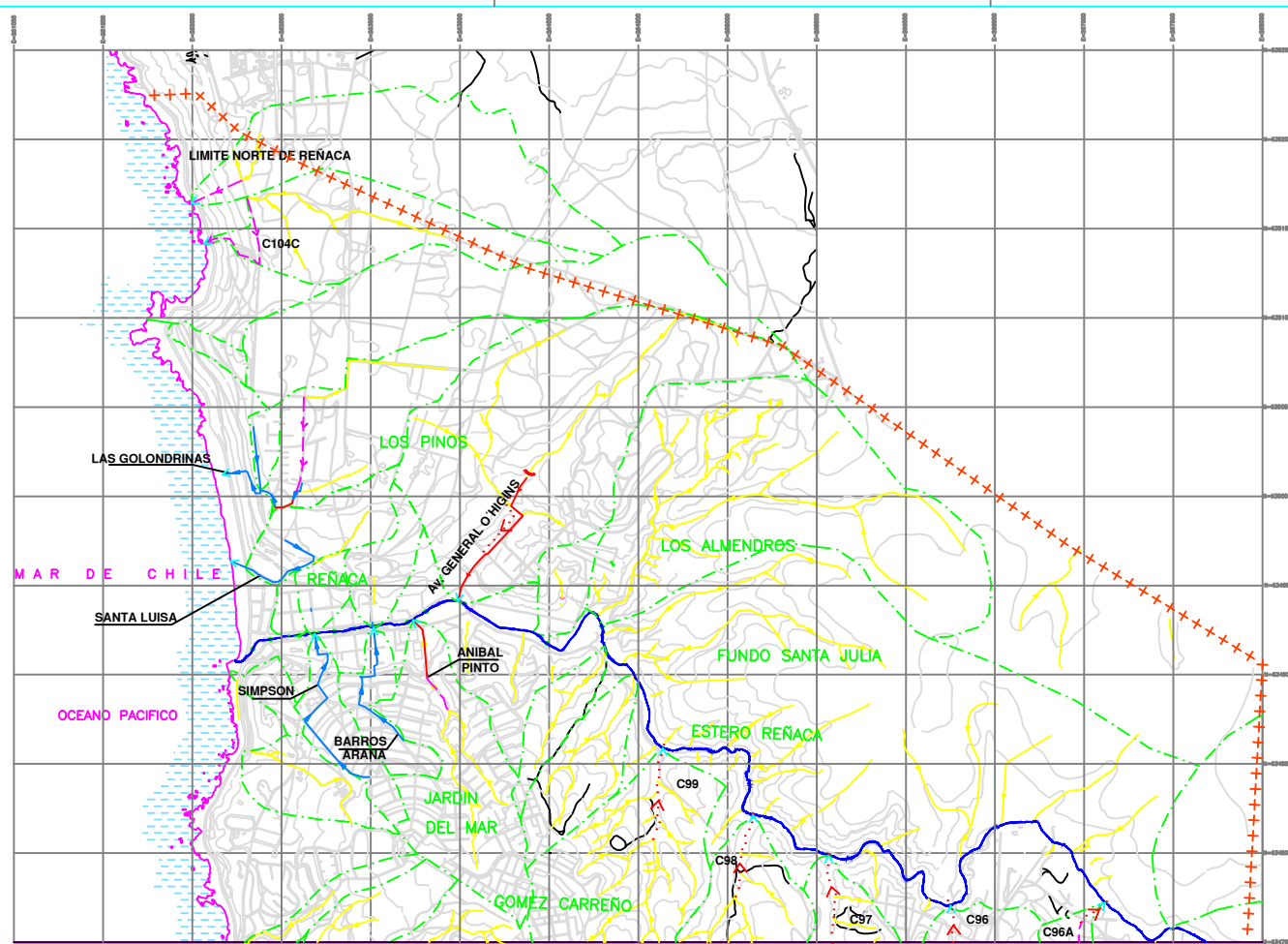
U.F. de 01 de Febrero de 2000 \$ 15.109,24

**Obras que componen la Red Primaria
Villa Alemana**

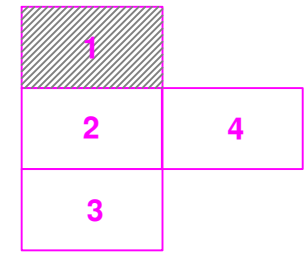
Nombre del Proyecto	Total MM\$
Los Aromos	118
Estero Huanhualí	68
Madrid-Estación Pañablanca (Ferro)	246
Gumerciendo	115
Huanhualí II Ramal de Palmilla	214
Lautaro	579
Madrid-Estación Pañablanca	1.208
Palmilla (ramal Estero Huanhualí)	638
Primera	143
TOTAL MM\$	3.329

U.F. de 01 de Febrero de 2000 \$ 15.109,24

Las figuras N^{os} 6 a 9 muestran la Red Primaria así definida.



ESQUEMA DE UBICACION

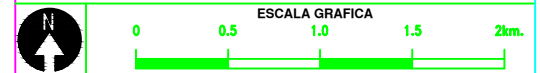


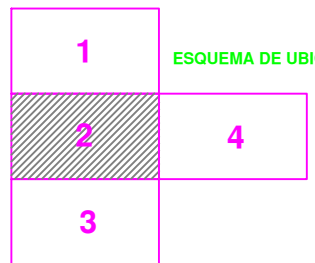
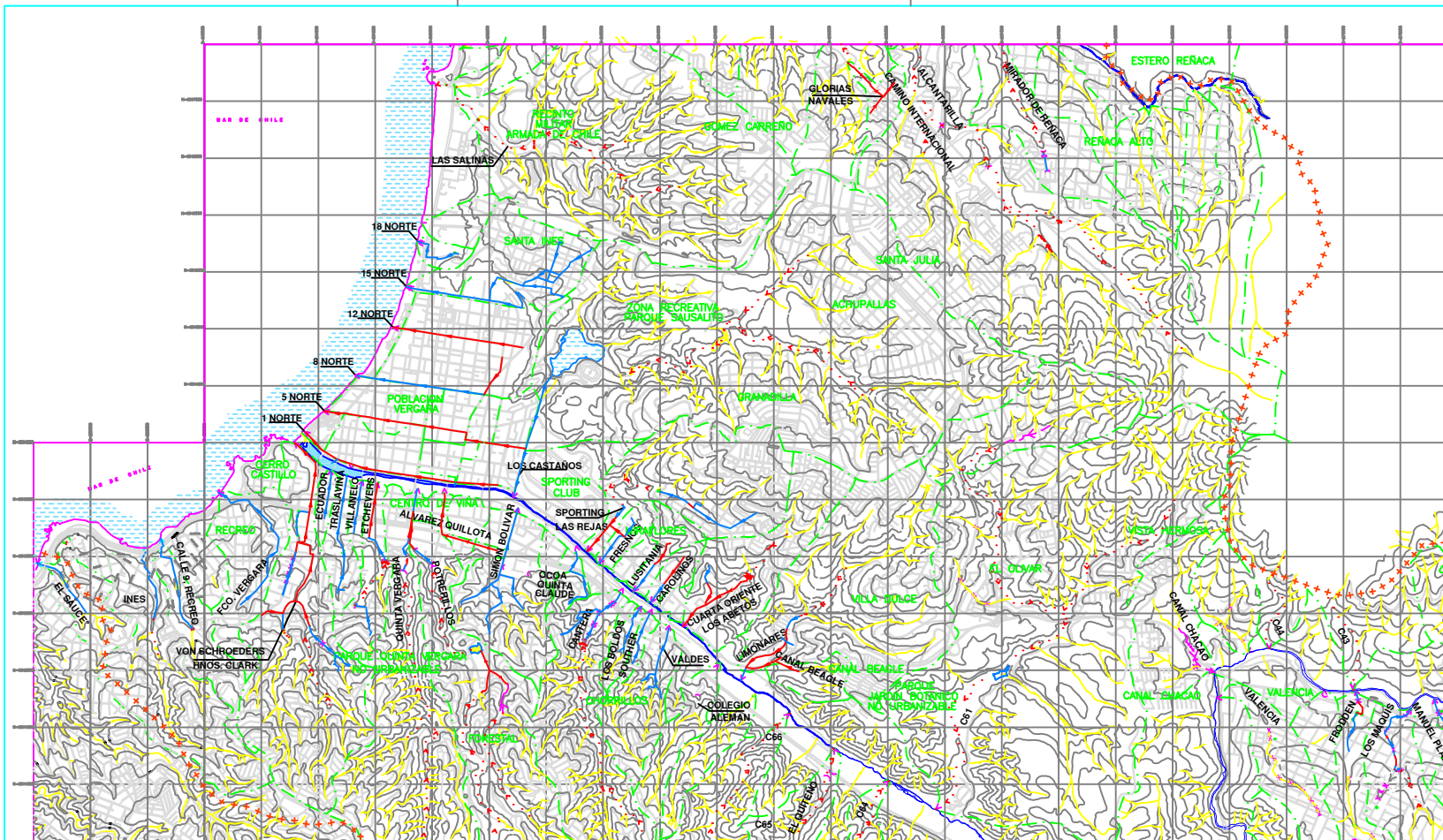
SIMBOLOGIA

- +---+---+---+---+ AREA DE ESTUDIO
- +---+---+---+---+ CAUCE ABIERTO (QUEBRADA) PRIMARIO
- +---+---+---+---+ CAUCE PROPUESTO ENTUBADO PRIMARIO
- +---+---+---+---+ COLECTOR EXISTENTE PRIMARIO
- +---+---+---+---+ COLECTOR PROYECTADO PRIMARIO
- SANTA LUISA NOMBRE DEL COLECTOR DE RED PRIMARIA
- +---+---+---+---+ CUENCA APORTANTE
- +---+---+---+---+ CALLE
- +---+---+---+---+ QUEBRADA
- +---+---+---+---+ CURVA DE NIVEL INDICE
- +---+---+---+---+ MAR

GSI GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

FIGURA N° 6
RENACA PLANCHETA 1/4
RED PRIMARIA



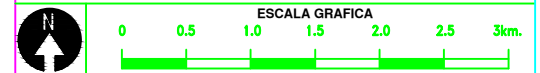


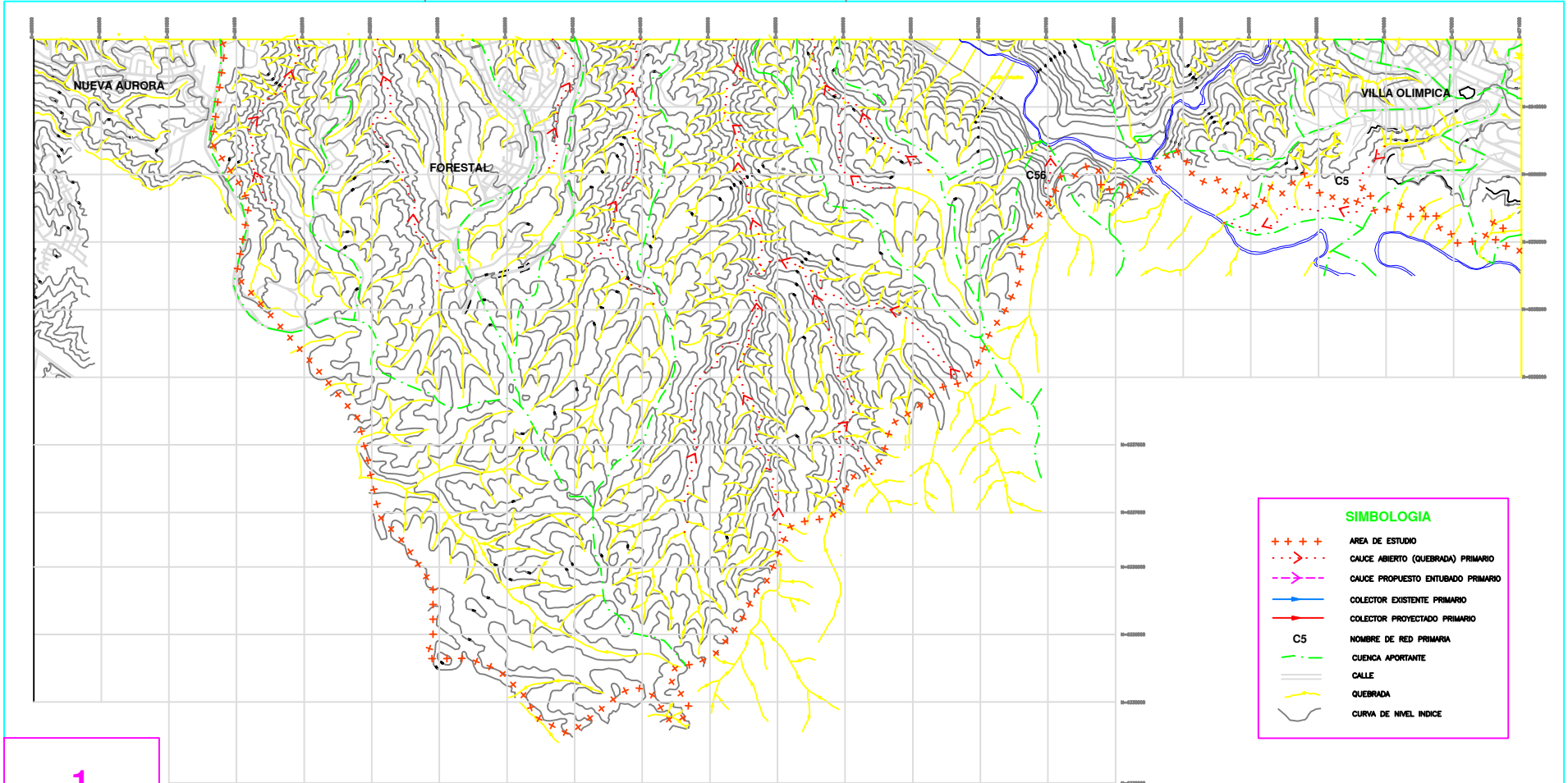
1 ESQUEMA DE UBICACION

SIMBOLOGIA		
++++	AREA DE ESTUDIO	— — — CUENCA APORTANTE
— > —	CAUCE ABIERTO (QUEBRADA) PRIMARIO	— — — CALLE
— > —	CAUCE PROPUESTO ENTUBADO PRIMARIO	— — — QUEBRADA
— — —	COLECTOR EXISTENTE PRIMARIO	— — — CURVA DE NIVEL INDICE
— — —	COLECTOR PROYECTADO PRIMARIO	— — — MAR
INES	NOMBRE DE RED PRIMARIA	

GSI GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

FIGURA N° 7
VIÑA DEL MAR PLANCHETA 2/4
RED PRIMARIA





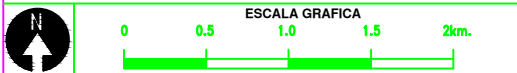
SIMBOLOGIA	
++++	AREA DE ESTUDIO
--->---	CAUCE ABIERTO (QUEBRADA) PRIMARIO
- - - - -	CAUCE PROPUESTO ENTUBADO PRIMARIO
—>—	COLECTOR EXISTENTE PRIMARIO
—>—	COLECTOR PROYECTADO PRIMARIO
C5	NOMBRE DE RED PRIMARIA
—	CUENCA APORTANTE
—	CALLE
—	QUEBRADA
—	CURVA DE NIVEL INDICE

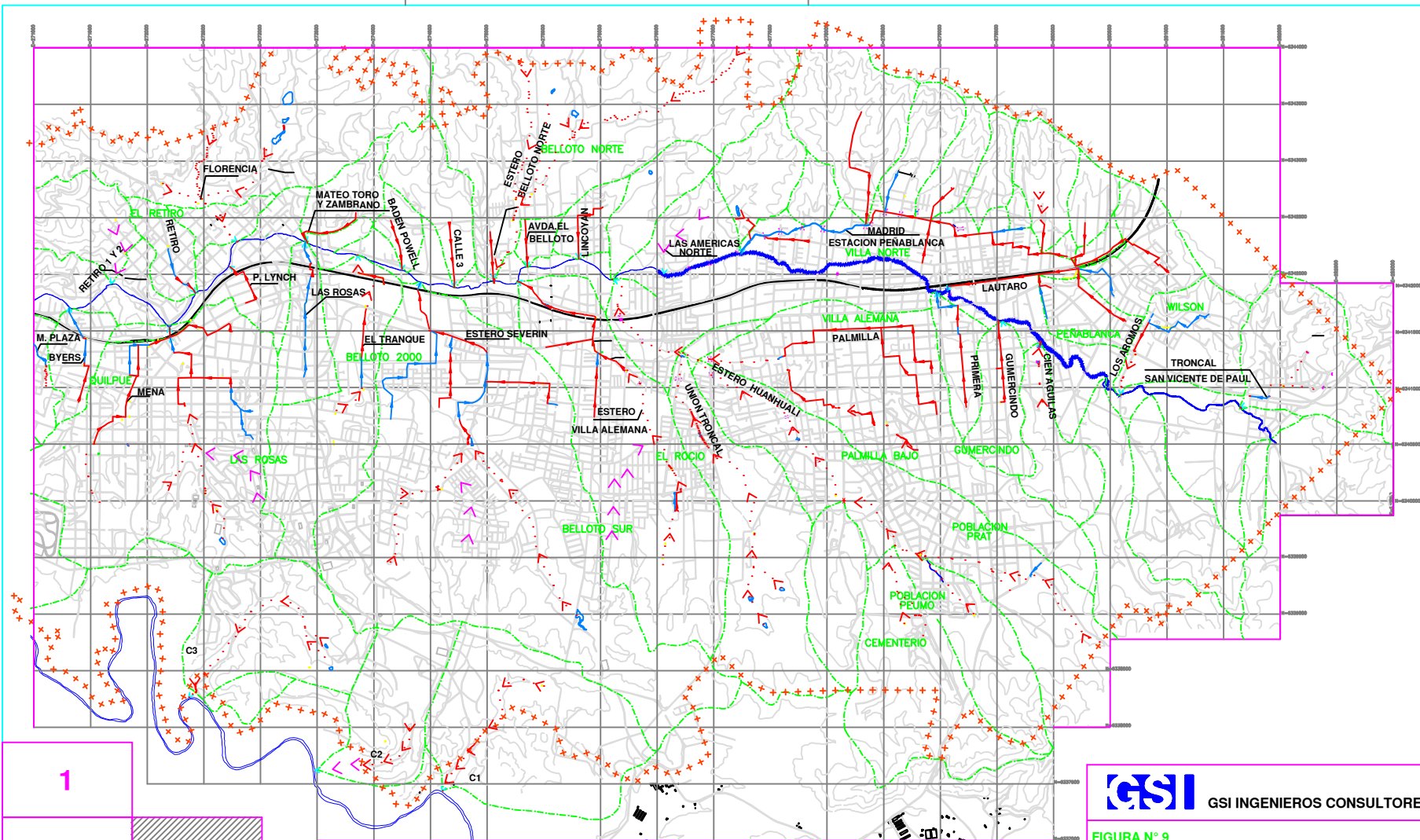


ESQUEMA DE UBICACION

GSI GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

FIGURA N° 8
VIÑA DEL MAR PLANCHETA 3/4
RED PRIMARIA



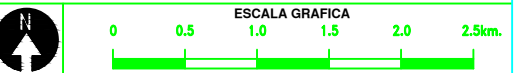


SIMBOLOGIA

	CAUCE ABIERTO (QUEBRADA) PRIMARIO		AREA DE ESTUDIO
	CAUCE ENTUBADO PRIMARIO		CUENCA APORTANTE
	COLECTOR EXISTENTE PRIMARIO		CALLE
	COLECTOR PROYECTADO PRIMARIO		QUEBRADA
	CALLE 3		CURVA DE NIVEL INDICE
	NOMBRE DE RED PRIMARIA		

GSI GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

FIGURA N° 9
QUILPUE Y VILLA ALEMANA
RED PRIMARIA PLANCHETA 4/4



11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

El Plan Maestro de evacuación y drenaje de las aguas lluvias del Gran Viña del Mar, constituye una herramienta de planificación general, destinada a definir y orientar la programación de inversiones en obras.

El Plan Maestro debe ser dado a conocer a las diversas autoridades locales, y difundido entre planificadores urbanos y loteadores futuros, de manera que sus planes sectoriales y locales sean compatibles y consistentes con este instrumento.

La priorización propuesta en el Plan Maestro debe ser objeto de revisiones periódicas y modificaciones que vayan incorporando las políticas institucionales que correspondan, de modo que en su aplicación exista completo acuerdo y coordinación entre el MOP y el MINVU.

Inundaciones por Cauces Receptores

Un aspecto de suma importancia lo constituye el atender la inundación a que están afectas las ciudades, derivado del desborde de los esteros Viña del Mar, Quilpué y Reñaca, aspecto que queda fuera del alcance de un Plan Maestro de Aguas Lluvias y que en la región ha sido abordado en estudios separados.

La D.O.H cuenta con un estudio a nivel de prefactibilidad que propone como solución a las inundaciones de Viña del Mar la construcción de un embalse de regulación denominado Embalse Marga-Marga Alto, ubicado en el estero Marga-Marga a unos 900 m aguas arriba de la confluencia del estero Marga-Marga con el estero Quilpué, en el sector Las Cucharas.

La capacidad del embalse es de 23 millones de m³ con un altura máxima de 63 m, diseñado para un período de retorno de 200 años. Este regularía un 60% de la hoya hidrométrica, permitiendo que en Viña del Mar el caudal no supere un caudal de seguridad del 350 m³/s cuando la crecida centenaria tiene un máximo de 846 m³/s. Su costo estimado alcanza un valor de US\$ 25.500.000.

En relación al estero Marga-Marga, existe un informe técnico elaborado por el Instituto Nacional de Hidráulica denominado "Mejoramiento de la Desembocadura del Estero Marga-Marga".

Como conclusiones de este estudio, se obtuvo lo siguiente:

- La barra ejerce influencia en el eje hidráulico, peraltándolo principalmente en el sector vecino a la desembocadura.
- Entre la desembocadura y 1.200 m aguas arriba se aprecia que para todos los caudales el eje hidráulico varía 1 m al variar un metro la cota de barra.

- Para la cota máxima de barra no socavada +3,5 m, se producen importantes inundaciones en el sector comprendido entre la desembocadura y 1.500 m aguas arriba de dicho punto. Esta es una situación extrema que no se produce en la realidad, pues antes de alcanzar el caudal de la barra se ha socavado descendiendo a cotas menores.
- Entre 1.300 m y 1.500 m aguas arriba el eje hidráulico bordea la altura crítica, producto del estrechamiento en el cauce que produce la terraza del Hotel O'Higgins. Esto hace que la cota de la barra deje de influir en el eje hidráulico desde este punto hacia aguas arriba.
- El estudio incluye también el análisis de los puentes en el tramo final de estero (1.500 m) desde Putaendo hacia aguas abajo proponiendo acciones para minimizar las restricciones que estos causan al curso de las aguas.

En el caso del estero Quilpué, la mayor seguridad se debe obtener a través del adecuado encauzamiento del estero, al cual se debe respetar su sección y peraltar riberas en zonas de bajos. El análisis de esta situación se efectúa en el estudio "Zonas de Inundación estero Quilpué, comunas de Villa Alemana y Quilpué" (Sr. Luis Arrau, 1998).

Algo similar debe efectuarse en el estero de Reñaca, considerando lo planteado por el estudio I.N.H. "Estudio del eje hidráulico del sector vecino a la desembocadura del estero Reñaca. Estudio en Modelo Físico Reducido", del año 1986.

Soluciones Requeridas para Regularizar la Evacuación de Aguas Lluvias:

Las obras y acciones propuestas por el Plan Maestro tienen por objeto plantear una solución integral a la evacuación y drenaje de aguas lluvias en el área de estudio.

La definición de la Red Básica establecida en el estudio permite gravar el uso del suelo para privilegiar la existencia de sistemas de evacuación donde se ha detectado su necesidad a efectos de producir una controlada evacuación de las aguas lluvias.

Las obras que componen las soluciones a construir corresponden a aquellas técnico-económicamente más adecuadas para dar solución a las áreas a sanear.

Las obras comprenden colectores, reemplazos, refuerzos, desarenadores nuevos, reemplazo de atravesos y ramales nuevos para agregar sumideros en zonas con déficit de puntos de captación de aguas lluvias.

El monto total de inversiones requeridas en el área de estudio para atender las áreas a sanear y establecer la red básica definida es, de acuerdo al capítulo 7:

Comuna	Montos de Inversiones Privadas Totales [MM\$]				Total Proyecto [MM\$]
	Obras en Colector	Desarenador	Atravesos	Obras Anexas	
Viña del Mar	5.540	47	0	548	6.135
Quilpué	2.066	98	367	972	3.503
Villa Alemana	3.337	28	43	432	3.840
Soluciones No Estructurales					538
Cauces Naturales Revestidos					6.452
TOTAL AREA DE ESTUDIO	10.943	173	410	1.952	20.468

U.F. de 01 de Febrero de 2000 \$15.109,24

Incluyen Gastos Generales y Utilidades, Imprevistos e I.V.A

Las soluciones planteadas presentan las siguientes características:

	Viña del Mar	Quilpué	Villa Alemana
Longitud colectores (m)	18.921	11.766	16.878
Superficie atendida (há)	242,90	73,52	66,30
Población atendida (hab)	97.184	14.704	13.260

Del total de soluciones planteadas y revestimientos de cauces propuestos, las correspondientes a la Red Primaria, alcanzan a los siguientes valores por comuna:

Inversiones Totales Requeridas en Red Primaria

COMUNA	Obras en Cauces Urbanos Total MM\$	Cauces Naturales Revestidos Total MM \$	Total MM\$
Viña del Mar	5.399	612	5.399
Quilpué	2.981	550	2.981
Villa Alemana	3.329	703	3.329
TOTAL MM\$	11.709	1.865	13.574

Se realizó un análisis de impacto ambiental para el conjunto de colectores de la red primaria y para las obras de mejoramiento en cauces naturales, que conforman el Plan Maestro, teniendo como base la normativa legal vigente establecida en la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. 30/97).

Del análisis efectuado para el conjunto de las obras propuestas, se determinó que si bien la mayor parte de los impactos susceptibles de presentarse en la etapa de construcción son negativos, ellos son poco generalizados, limitándose su presencia exclusivamente al período de construcción de las obras y existiendo medidas de mitigación factibles de implementar.

En la etapa de operación del proyecto la mayor parte de los impactos previsibles tienen el carácter de positivos, lo cual implica un mejoramiento del ambiente derivado de una disminución de los problemas de inundación que afectan en forma frecuente al área de estudio.

11.2 Recomendaciones

- La primera acción que se debe materializar es la recuperación o rehabilitación de la infraestructura existente a través de mantenciones, reparaciones menores y eliminación de obstáculos en el trazado de los cursos de evacuación.
- La segunda recomendación es construir las obras propuestas, siguiendo en general la prioridad establecida.
- Otra recomendación es que todas las obras viales, de urbanización u otra naturaleza que requieran soluciones de aguas lluvias en el área de estudio, obtengan un certificado de consistencia con el Plan Maestro otorgado por la D.O.H. regional.
- Una vez que el drenaje y evacuación de las aguas lluvias esté asegurado a través de la implementación de la red primaria, corresponde a la red secundaria encargarse de la incorporación controlada y sucesiva de los escurrimientos superficiales, de modo que efectivamente ingrese a la red primaria todo el flujo que corresponde al área aportante que definen las cuencas y subcuencas. Es por ello que la red secundaria debe asegurar la captación y conducción ordenada hasta la red primaria, respetando el patrón de drenaje establecido, entregando los flujos en los tramos o puntos definidos y evitando el trasvase de cuencas o subcuencas inclusive.
- Es claro que este aspecto es congruente con lo que señala la Ley N° 19.525, “sobre regulación de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias”, al dejar en manos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo la planificación y estudio de la red secundaria. La justificación de ello radica en que las redes secundarias en su conjunto representan obras de drenaje que están íntimamente ligadas o son sensibles al desarrollo urbano de los sectores a sanear. Técnicamente el correcto drenaje y evacuación de las aguas lluvia, se inicia desde la captación del agua por las calles según su pendiente, su conducción por cunetas, badenes, canaletas, depresiones de cunetas, sumideros, colectores secundarios, etc. En su conjunto, la red secundaria debe respetar el patrón de drenaje establecido por el Plan Maestro y asegurar el correcto funcionamiento de la red primaria.
- Se recomienda definir y elaborar un manual de inspección y mantención para el sistema propuesto.
- Con el fin de mejorar la calidad y representatividad de la información necesaria para el continuo y permanente mejoramiento del Plan Maestro, así como para la gestión y operación de la red de drenaje de aguas lluvias, se recomienda:
 - Dotar a una o más de las estaciones pluviométricas locales existentes con pluviógrafos.
 - Desarrollar un plan de monitoreo en la red, con estaciones dotadas de medidores de caudal y de precipitaciones, lo cual permitiría crear una base de datos hidrometeorológicos más completa y representativa de las zonas urbanas y de

expansión de la ciudad, y de datos de calidad de las aguas drenadas y conducidas por la red.

- Disponer de modelos de fácil aplicación, que permitan actualizar rápidamente la planificación de las obras de drenaje previstas para adaptarse con agilidad a los cambios urbanísticos futuros.
- Implementar un sistema de mediciones de caudal en la red apuntando a:
 - Verificar el correcto funcionamiento de la infraestructura mientras se mantiene en servicio.
 - Contar con la información técnica pertinente para futuras decisiones de planeamiento, proyecto, dimensionamiento y diseño.
 - Tener información en tiempo real de situaciones críticas relativas a la capacidad de desagüe de la red, producidas por intensos temporales de lluvias.
 - Hacer posible la implementación de modelos numéricos de simulación del funcionamiento de la red.
- En una perspectiva más amplia, toda la información generada a lo largo del tiempo servirá para optimizar la operación, gestión y control de la red de drenaje en situaciones normales y de crisis.

11.3 Proposiciones complementarias al Plan Maestro

Aún cuando se observa que no resulta altamente relevante el cambio en los caudales generados en situación futura, se debe considerar que el efecto antrópico sobre la cobertura vegetal ha sido estimado sobre la base de las tendencias actuales y establecer su dinámica durante 25 años es de un alto grado de imprecisión. Por ello resulta conveniente considerar proposiciones complementarias al Plan, tendientes a que efectivamente se materialice una situación de forestación, como la prevista por el Plan Maestro o aún más favorable, con una cobertura vegetal más densa, estable, menos expuesta a incendios, menos frágil como ecosistema.

Para ello se ha considerado que debe existir un reforzamiento de las políticas de CONAF, promovido desde el MOP, en que su quehacer incentive a privados a la aplicación de sus planes de manejo forestal, y por si misma la institución considere mayores inversiones en la zona.

Cabe señalar que el sector de la cuenca del Marga-Marga corresponde a una zona con alta aptitud forestal, a nivel de la Quinta Región, radicada principalmente en la comuna de Quilpué que por su forma y extensión presenta grandes áreas designadas por Corfo como de Aptitud Preferentemente Forestal (APF), lo cual les permite acogerse a la normativa vigente que rige al uso y goce de este tipo de propiedades.

Por otra parte, otros terrenos en el área de estudio y su área de influencia presentan vegetación que también resulta sujeta a normativa regulatoria para su explotación y que corresponde a las superficies acogidas a la reglamentación denominada Plan de Manejo.

Ello no significa la automática aplicación de dicha reglamentación por parte de particulares, sino que en estas áreas la autoridad puede exigir ciertas condiciones controladas de explotación, pudiendo entonces ejercer el rol normativo e indicativo que corresponde al Estado.

Finalmente se señala que las siguientes actividades complementarias son requeridas con posterioridad a la aprobación de los estudios del Plan Maestro:

- Dictación del Decreto Supremo de aprobación del presente Plan Maestro
- Elaboración del Reglamento del Plan Maestro y relación con los urbanizadores
- Elaboración de un programa de mantención de red primaria y secundaria
- Presentación del Plan de Inversiones según la priorización, a las diversas autoridades para su financiamiento
- Confección de los proyectos de ingeniería de detalle respectivos en coordinación con el MINVU, SERVIU, CONCESIONES y VIALIDAD
- Construcción de las Obras
- Puesta en Servicio de las obras
- Programa de monitoreo en la red

Viña del Mar, Abril de 2001