

MODIFICACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE LA REINA 2009-2010

ESTUDIO COMPLEMENTARIO 6.1. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA Y AGUAS LLUVIAS



INDICE

Nº	ITEM	PAG.
0	INTRODUCCIÓN	3
I	SISTEMA SANITARIO	4
	1.1 Situación actual Abastecimiento Agua Potable	4
	1.2 Situación actual Aguas Servidas	7
	1.3 Conclusiones Diagnósticas	10
II	SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS	14
	2.1 Situación actual de Aguas Lluvias	14
	2.2 Conclusiones Diagnósticas	18
III	BIBLIOGRAFÍA	24
IV	ANEXO1: Análisis Comparativo	22
V	Carta de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado	26
VI	ANEXO 2: PLANIMETRIA	27

0. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio forma parte de la modificación del Plan Regulador de la Comuna de LA REINA y de acuerdo con la O.G.U.C., su propósito consiste en (que sirva) “para ampliar o dotar de agua potable y alcantarillado de aguas servidas y de aguas lluvias, cuando corresponda, en relación con el crecimiento urbano proyectado”.

De acuerdo con este propósito, sus contenidos se refieren a la Comuna de LA REINA.

La Comuna se encuentra abastecida por la Empresa Sanitaria Aguas Andinas S.A., Comuna que posee la concesión del territorio operacional, lo que obliga a la Empresa a otorgar el servicio de abastecimiento de agua potable y alcantarillado con el tratamiento de las aguas servidas por ley.

Consecuentes con el propósito de éste Estudio, sus contenidos se han desarrollado sobre la base del Plan de Desarrollo denominado Actualización Plan de Desarrollo 2005-2019 de Aguas Andinas S.A., Gran Santiago, plan aprobado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. en Mayo del año 2006. Además de la modificación de Programas de Desarrollo en el área del Gran Santiago aprobada por La Superintendencia de Servicios Sanitarios en Febrero 2007.

Adicionalmente se han consultado otras fuentes de información, tales como antecedentes que obran en poder de la Municipalidad de LA REINA, antecedentes obtenidos del archivo de la Superintendencia de Servicios Sanitarios y otros Estudios como el “Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago”, contratado por el MOPTT Dirección de Obras Hidráulicas¹ y del estudio denominado “Estudio de Evacuación de Aguas Lluvias Comuna de LA REINA” elaborado por Macro Ingenieros EIC Planning.

El presente Estudio se ha estructurado en dos partes o capítulos de la siguiente forma:

- Sistema Sanitario y Conclusiones
- Sistema de Aguas Lluvias y Conclusiones

¹ Ejecutado por CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería.

I SISTEMA SANITARIO

Generalidades e Información Técnica

Antecedentes obtenidos de la Empresa de Servicios Sanitarios y de la Superintendencia de Servicios Sanitarios y resultados obtenidos por ésta consultora debido al análisis del territorio operacional de Aguas Andinas S.A..

1.1 Situación actual Abastecimiento Agua Potable

La Comuna de LA REINA, se encuentra inserta en un área abastecida por un sistema de agua potable de la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Andinas S.A., y el sistema respectivo de la Empresa en su conjunto se compone de captaciones, estanques de regulación y redes de distribución.

Las concesiones de producción y distribución de agua potable y de recolección y tratamiento de aguas servidas de Aguas Andinas S.A. en el Gran Santiago, abarca a la mayor parte de la Provincia de Santiago, abasteciendo y saneando entre otras Comunas a la Comuna de LA REINA.

Se incluye además en el área de concesión a la Comuna de Puente Alto, que pertenece a la Provincia de Cordillera y a la Comuna de San Bernardo que pertenece a la Provincia de Maipo.

La Concesión de Aguas Servidas comprende las mismas comunas, más las zonas de atención de San Carlos de Apoquindo, la zona de Aguas Cordillera y la de la Empresa Municipal de Maipú y la zona concesionaria de la Quebrada de Macul.

Aguas Andinas S.A. en toda el área de concesión del Gran Santiago, en la actualidad, abastece en total en el área de Concesión a 5.174.701 habitantes, con una cobertura de un 100 %, dentro de dicho abastecimiento se encuentra la Comuna de LA REINA con un abastecimiento de un 100 % de su población.

a) Fuentes de abastecimiento

La captación del agua se ejecuta para toda el área concesionada por Aguas Andinas S.A. a través de distintas fuentes: Fuentes superficiales del Sistema Laguna Negra y Sistema Maipo-Yeso y Santiago (Quebrada de Ramón) y con fuentes subterráneas el Sistema Santiago (entre otras captaciones se encuentra la captación Reina Madia y la captación Reina Baja).

Los estanques que posee Aguas Andinas S.A., con sus capacidades de abastecimiento de agua potable, ubicados en la Comuna de LA REINA son:



Estanques Tabla N° 1: Capacidad (m³)

Sector Estanque	Nombre Estanque y Ubicación	Capacidad (m³)
Reina Alta A	La Reina 1 A (Valenzuela Puelma N° 296)	4.000
	La Reina 1 (Alvaro Casanova N° 2233)	2.000
Talinay	Talinay 2 (Alvaro Casanova N° 390)	500
Reina Alta	La Reina 4 (Nicanor Plaza N° 211-D)	3.500
	La Reina 5(Nicanor Plaza N° 211-D)	5.000
	La Reina 6(Nicanor Plaza N° 211-D)	10.000
Reina Media	Larraín (Av. Larraín N° 9740)	10.000
Reina Media y Reina Baja	Terminal 1 (Valenzuela Puelma N° 8250)	8.000
	Terminal 2 (Valenzuela Puelma N° 8250)	8.000
	Terminal 3 (Valenzuela Puelma N° 8250)	15.000
	Terminal 4 (Valenzuela Puelma N° 8250)	15.000
	Terminal 5 (Valenzuela Puelma N° 8250)	15.000
	Terminal 6 (Valenzuela Puelma N° 8250)	15.000

Fuente: Plan Actualización Plan de Desarrollo Aguas Andinas S.A. Gran Santiago (2007)

b) Tratamiento

El sistema, cuenta con un proceso de tratamiento cuya la calidad del agua cumple con los requisitos establecidos en la norma NCH 409-Of.84.

c) Distribución



La red de distribución que compone el sistema total es cercana a unos 8.745 Kilómetros con cañerías de material de PVC, Asbesto Cemento, Hormigón Simple, Hormigón Armado, Acero, Fierro Fundido, Fierro Galvanizado, Cobre y otros sin clasificar.

d) Cobertura abastecimiento de Agua Potable

Las zonas servidas con urbanización completa, de la Comuna de LA REINA se encuentran dentro del Territorio Operacional de Aguas Andinas S.A.

e) Dotaciones

Las dotaciones de agua y específicamente en el área concesionada por Aguas Andinas S.A. de la Comuna de LA REINA son:

Tabla N° 2: Dotaciones 1997-2007 (l/hab./día)

Comuna	Dotación Residencial año 2005	Dotación año 2015
Las Reina Alta A	734	744
Las Reina Alta	315	325
Las Reina Media	327	329
Las Reina Baja	388	388

Fuente: Plan de Desarrollo Aguas Andinas S.A. Gran Santiago

Las Dotaciones históricas han sido de 201 l/hab./día en la Comuna de LA REINA.

Las densidades de población consideradas en el Plan de Desarrollo de Aguas Andinas S.S. son las que se indican a continuación:

Tabla N° 3: Densidades 2005-2015 (hab./há)

Comuna	Densidad de Población al año 2005	Densidad de Población al año 2019
Las Reina Alta A	15.0	17.0
Las Reina Alta	60.0	68.0
Las Reina Media	91.0	103.0
Las Reina Baja	119.0	129.0
Talinay	21.0	23.0

Fuente: Plan de Desarrollo Aguas Andinas S.A. Gran Santiago

Los consumos actuales y anuales al año 2006 en la Comuna de LA REINA son de 14.353.097 m³/año. Los consumos supuestos al año 2015 en el Plan de Desarrollo son de 16.415.201 m³/año. Los Derechos de agua actuales en la Comuna de LA REINA son de 650 l/s



Se debe considerar que la dotación en general para cálculo del sistema es de 200 l/hab./día, dotaciones consideradas por norma. Actualmente la Comuna de LA REINA se encuentra dentro del territorio operacional por lo tanto el área posee factibilidad sanitaria.

1.2 Situación actual Aguas Servidas

El servicio de alcantarillado, se encuentra a cargo de Aguas Andinas S.A. Aguas Andinas en su área de concesión sanea en total 5.140.468 habitantes, con una cobertura de un 99.3 %.

La modificación al Plan Regulador Comunal de LA REINA no genera complicaciones a la situación actual de La comuna, que posee red de alcantarillado con conexión a Aguas Andinas S.A., y se encuentra el territorio de la Comuna dentro del Territorio Operacional de Aguas Andinas S.A.

En general el sistema de Recolección de Aguas Servidas de Aguas Andinas S.A. en todo su territorio, funciona en forma gravitacional y la Comuna prácticamente en todos los sectores enfrentan a la red de alcantarillado existente.

En la Concesión la red de Alcantarillado de Aguas Andinas S.A., posee una longitud total aproximada de 5.652 Kilómetros de tuberías de evacuación de aguas servidas y unos 1.459 kilómetros de tuberías de sistema unitario de evacuación de aguas servidas y evacuación de aguas lluvias. Ésta red general, consiste en colectores principales que descargan a la red secundaria, en general los diámetros de la red de alcantarillado varían entre 175 y 3.100 mm., y se encuentran constituidas de distintos materiales.

En Impulsiones, existen redes de diámetros entre 160 y 600 mm. Con unos 7.760 metros de tuberías. En Emisarios, existen redes de diámetros entre 700 y 3.500 mm. De unos 29.474 metros de tuberías.

En Interceptores existen redes de diámetros entre 1.000 y 3.500 mm. Con unos 28.828 metros de tuberías.

La conexión al sistema en toda la Comuna, es posible de acuerdo a la reglamentación vigente, siendo obligación de Aguas Andinas S.A. otorgar servicio a todos los terrenos que se ubiquen dentro de su territorio operacional según el D.F.L 382 M.O.P de 1998 de la Ley General de Servicios Sanitarios.

a) Cobertura de Alcantarillado

El sistema, como se dijo anteriormente, posee una red de colectores que sanea a unos 5.140.468 habitantes, con una cobertura de un 99.3 %. La Comuna de LA REINA actualmente posee sistema



de evacuación a red de alcantarillado administrado por Aguas Andinas S.A. con un 100 % de cobertura.

b) Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas

La Comuna posee tratamiento de las aguas servidas por Aguas Andinas S.A., Empresa que efectúa un tratamiento del caudal de recolección por zonas.

Los caudales medios de aguas servidas en l/seg. año 2002 y proyectados al año 2005, 2010, y 2015, en el área concesionada por Aguas Andinas S.A., entre los que se cuentan los caudales de la Comuna de LA REINA se indican en tabla a continuación cuya zona se encuentra identificada como Zona Sur al río Mapocho:

Tabla N ° 4: Caudales Medios Totales por Recolección y por zona en l/s

Zona	2000	2005	2010	2015
Norte al río Mapocho	4.077	3.721	5.556	5.942
Poniente al río Mapocho	206	242	3569	368
Sur al río Mapocho	985	1.167	1.313	1.416
Al Zanjón de la Aguada	7.348	8.011	8.352	8.663
Ex-Sur al río Maipo	425	607	695	807
Total	13.042	14.748	16.276	17.196

Fuente: Plan de Desarrollo Aguas Andinas S.A. Gran Santiago

A los caudales de recolección se agregan los caudales de la zona de la empresa Municipal de Maipú, cuyos caudales pertenecen a la concesión de Disposición de Aguas Andinas S.A. que serán tratados en la Planta Nuevo Sur.

Los caudales indicados en la tabla anterior son los resultantes de toda el área de concesión y por zona, entre los que se encuentran los caudales de aguas servidas de la Comuna de LA REINA cuya aguas servidas serán tratadas por la Planta denominada Mapocho.

Los caudales de aguas servidas a tratar por planta en la concesión se indican en tabla N ° 5, la Planta denominada Mapocho es la que trataría entre otros los caudales de los habitantes de la Comuna de LA REINA.

Tabla N ° 5: Caudales Medios Totales por Recolección l/s

Zona	2000	2005	2010	2015
Planta Mapocho (1)	4.077	4.721	5.556	5.942
Planta Santiago	206	242	359	368
Poniente				



Planta Santiago Sur (2)	3.132	3.790	1.314 3.183	4.826
Planta Zanjón	7.348	8.011	8.352	8.663
Total	14.763	16.764	18.585	19.799

Fuente: Plan de Desarrollo Aguas Andinas S.A. Gran Santiago

(1) Se cita la Planta Mapocho, por que es la Planta que trataría las aguas servidas entre otros de la Comuna de LA REINA y obviamente los caudales correspondientes por encontrarse ésta Comuna dentro del territorio operacional de la Empresa, incluye ésta Planta los caudales de las Empresas Aguas Cordillera S.A., Manquehue y Los Domínicos.

La tecnología prevista para la Planta de Tratamiento es de Lodos Activados Convencionales con Digestión Anaeróbica de Lodos. El tamaño inicial de las planta ha considerado una operación mínima de seis años. Las ampliaciones posteriores consideran la proyección de la demanda.

La Planta Mapocho se ha previsto por Aguas Andinas S.A. en el Plan de Desarrollo, en una primera etapa, con una capacidad de 6.0 m³/s, capacidad suficiente para tratar los caudales esperados del año 2015.

El Programa de Inversiones aprobado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios en el Plan de Desarrollo comprometió el término de la Ejecución del Anteproyecto de la Planta Mapocho (o Nogales) y del emisario y la ejecución de las obras desde el año 2008 al año 2009, sin embargo aún no se termina la construcción el Interceptor Mapocho, se espera el término para el año 2010

La ampliación de la Planta tiene su proyecto terminado y las obras comienzan el año 2014 y año 2015, con inicio de su operación en el año 2019.

El Emisario se encuentra en su gran mayoría construido y con diámetros de 2.500 mm. Y longitud de 6.5 Km.

En tabla siguiente se puede apreciar el plan de implementación por etapa de cada Planta de Tratamiento y destacada en negrillas la Planta Mapocho, Planta que recibirá los aportes de la Comuna de LA REINA.

Tabla N ° 6: Caudales Medios Totales por Recolección l/s

PLANTA TRATAMIENTO	PRIMERA ETAPA		AMPLIACION	
	Período	Capacidad de Planta (m ³ /seg)	Período	Capacidad de Planta (m ³ /seg)
Santiago Sur	2001-2011	4.4	4.721	5.5
Zanjón	2004-2010	8.8	242	9.35
Mapocho	2009-2015	6.0	3.790	6.9



Fuente: Plan de Desarrollo Aguas Andinas S.A. Gran Santiago

Respecto al Emisario denominado Mapocho, éste recibirá las descargas del Interceptor Mapocho (A su vez recibirá todas las descargas que llegan al río Mapocho, está constituido por una tubería de 25 Km. De extensión, con diámetros comprendidos entre 1.000 y 2.500 mm.) y las conducirá a la Planta de Tratamiento Mapocho.

Alcances Ambientales

La Planta de Tratamiento de Aguas Servidas se construirá en conformidad a la reglamentación vigente. Cumpliendo con los siguientes objetivos:

- Reducción de sustancias químicas y bacterianas
- Cumplimiento de normas de calidad ambiental
- Reducción de las concentraciones de contaminantes
- Reducción de las contaminaciones de las aguas por debajo de lo prescrito en las normas vigentes.

1.3 Conclusiones Diagnósticas

a) Análisis Modificación Plan Regulador Comunal de LA REINA

Las densidades, o sea número de habitantes/hectáreas de las demandas en el tiempo en el Plan de Desarrollo de Aguas Andinas S.A., si bien, son menores en la mayoría de los casos, a las densidades consideradas en el Plan Regulador de la Comuna LA REINA, Aguas Andinas S.A. tiene la obligatoriedad por ley otorgar los servicios de abastecimiento de agua potable, dotación de alcantarillado y tratamiento de las aguas servidas, entre otras Comunas a la Comuna de LA REINA²

La densidad considerada en la modificación del Plan Regulador y en el Plan Regulador vigente de la Comuna de LA REINA, es la indicada en la ordenanza por sector según tablas siguientes:

Tabla N ° 7: Superficies y Densidades consideradas en Factibilidad Sanitaria PRC 2001-Modificación Plan Regulador Comuna de LA REINA 2009

ZONAS	DENSIDAD MAXIMA PERMITIDA	Sup. Há	ZONAS	DENSIDAD MAXIMA	Sup. Há
-------	---------------------------	---------	-------	-----------------	---------

² Modificación Ordenanza PRMS de Santiago inciso 1. Sustitúyase el inciso 2º del Artículo 4.4. por el siguiente: "De este modo dichos Planes Reguladores podrían fijar zonas de densidades diferenciadas iguales superiores o inferiores a las definidas anteriormente. El promedio ponderado de tales densidades por zona no podrá ser inferior a una densidad promedio de de 100 hab./ha con una tolerancia de 20hab./ha. En las Comunas del Área de Densidad Baja....." "Las áreas de densidad Baja comprende las comunas de Cerrillos, Huechuraba, La Reina, Peñalolen, Quilicura y Vitacura.". Diario Oficial de la Republica de Chile, Martes 2 de Abril de 2002. Resolución N° 11 del 15/03/2002, D.O. 02/04/02. En Diario Oficial del Martes 02 de Abril de 2002.

	Loteos	Condominios			PERMITIDA	
A	150	150	448.1	A	150	422.72
B	900	900	67	A-1 interior	450	19.11
C	150	300	163.1	A-2 loreley	300	3.15
D	75	90	207.5	emos (5.4 ha)		
E	450	450	51.2	B	1200	9.97
G	60	85	224.8	C	300	130.47
H	25	40	143.6	C-1	900	5.85
I	5	40	75.9	C-2	1000	7.51
J-1	25	65	21.9	C-3	1400	2.1
K	160	760	66.4	C-4	300	19.88
P	150	300	17.05	C-5	200	2.63
P-5	750	750	17.5	D	75	207.05
				E	450	51.2
				G	60	223.75
				H	25	142.84
				I	5	75.9
				J-1	25	21.9
				K	760	66.4
				K-1	300	20.41
				P	300	18
				P-5	750	17.72
				O	150	1.31
TOTAL			1504.05	TOTAL		1469.87

Fuente: Ordenanza Modificación Plan Regulador Comuna de LA REINA, Diciembre 2009.

Tabla N ° 8: Superficies y Densidades consideradas en Factibilidad Sanitaria PRC 2001 - Modificación Plan Regulador Comuna de LA REINA 2009 – 2010

ZONAS	PRCLR-2001				PRCLR-2009/2010				
	BASANDOSE EN LA COLUMNA "LOTEOS"		BASANDOSE EN LA COLUMNA "CONDOMINIOS"		ZONAS		DENSIDAD UNICA PARA CADA ZONA		
	Hab/ha	Superficie	Habitantes brutos	Hab/ha	Superficie	Habitantes brutos	Hab/ha	Superficie	Habitantes brutos
A	150	448.1	67215	150	448.1	67215	150	422.72	63408
B	900	67	60300	900	67	60300	450	19.11	8599.5
C	150	163.1	24465	300	163.1	48930	300	3.15	945
D	75	207.5	15562.5	90	207.5	18675			
E	450	51.2	23040	450	51.2	23040	1200	9.97	11964
G	60	224.8	13488	85	224.8	19108	300	130.47	39141
H	25	143.6	3590	40	143.6	5744	900	5.85	5285
I	5	75.9	379.5	40	75.9	3036	1000	7.51	7510
J-1	25	21.9	547.5	65	21.9	1423.5	1400	2.1	2940
K	160	66.4	10624	760	66.4	50464	300	19.88	5964
P	150	16.83	2524.5	300	16.83	5049	200	2.63	526
P-5	750	17.72	13290	750	17.72	13290	75	207.05	15528
							450	51.2	23040
							60	223.75	13425
							25	142.84	3571
							25	75.9	1897.5
							25	21.9	547.5
							760	66.4	50464
							300	20.41	6123
							300	18	5400
							750	17.72	13290
							150	1.31	196.5
TOTAL HABITANTES POTENCIALES*			236024			316274		1.469,87	279744

Según la tabla anterior la población proyectada al 2020 y considerada para el cálculo de las densidades del PRC Vigente de LA REINA 2001, si los urbanizadores ocupan las densidades de loteos, la población sería de 235.024 habitantes, si ocupan las densidades de condominios, la población esperada máxima sería de 316 274 habitantes.

Comparando con el Plan Regulador 2009-2010.

En el Plan Regulador PRC 2009-2010 la población esperada sería de 279.744 habitantes, ello significa que la población sería menor a la máxima esperada en el PRC Vigente, por lo que la suficiencia del sistema (los cálculos de dotación de los servicios en el Plan de Desarrollo de A.Andinas S.A.) frente a la demanda al año 2015, posee la capacidad para abastecer a la población propuesta por el PRC, sin que se vea afectada la infraestructura existente en cuanto a aumento de diámetros, capacidad de los estanques, tratamiento del agua, entre otros.

Sin perjuicio de lo anterior al solicitar factibilidad de dotación de los servicios a Aguas Andinas S.A., es posible que condicione la factibilidad si fuere necesario, sin embargo en ningún caso la empresa puede negar la factibilidad debido a la ley 382 la que obliga legalmente a otorgar los tres servicios de abastecimiento de agua potable alcantarillado y tratamiento de las aguas servidas dentro del territorio operacional concesionado

Dicha demanda entonces debe ser factibilizada por la Empresa Aguas Andinas S.A.

b) Conclusiones Generales

En relación al abastecimiento de agua potable para las zonas afectas a la modificación del Plan Regulador de comuna de LA REINA 2009-2010, se concluye que:

Los terrenos se encuentran dentro del territorio operacional de Aguas Andinas S.A. y de acuerdo al Plan de Desarrollo de dicha empresa, aprobado por la Superintendencia de Servicio Sanitarios y según el D.F.L N° 382 M.O.P. de 1998 de la Ley General de Servicios Sanitarios es factible dotar de los servicios de abastecimiento de agua potable alcantarillado de aguas servidas y tratamiento de las aguas servidas a la Comuna de LA REINA, además, desde un punto de vista legal, es obligatoriedad de la Empresa en éste caso Aguas Andinas S.A. de otorgar los servicios que le competen, dentro de su territorio operacional y de acuerdo a la reglamentación vigente.

II SISTEMA DE AGUAS LUVIAS

2.1 Situación actual de Aguas Lluvias



La Comuna de LA REINA, se ubica al Sur del río Mapocho. Desde el punto de vista geomorfológico, y según observaciones de la carta geomorfológica de la cuenca del río Mapocho, el sector se encuentra en la depresión intermontaña, depresión limitada por la Cordillera de la Costa y el Piedmont de Santiago. Que a su vez se subdivide en dos secciones separadas por una línea diagonal que pasa aproximadamente por los cerros de Santiago, Renca y Pudahuel. Son las secciones Septentrional y Central de la Depresión de Santiago. La meridional corresponde a la Cuenca del Maipo.

Antecedentes Generales

Considerando que el crecimiento del área urbana de la ciudad, ha traído un incremento de las áreas impermeables permitiendo así el aumento de los caudales, velocidades y volúmenes del flujo superficial generado por las aguas lluvias, impermeabilización que ha significado un importante aumento de la escorrentía superficial.

En eventos de cierta magnitud, la escorrentía conlleva a caudales que provocan desbordes de canales, cauces, colectores, calles y vías naturales de evacuación de las aguas lluvias, sin la capacidad necesaria, provocando inundaciones de extensas áreas urbanas. Inundaciones que preocupan a la ciudadanía y a organismos privados y públicos, éstos últimos han promovido una legislación para resolver estos problemas y por ello se ha promulgado la Ley N° 19.525 publicada en el año 1997.

Debido a ésta ley, 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 Urbanismo Regionales, la proyección, construcción, reparación y mantención de las mismas.

En el caso de la Comuna de LA REINA y en especial consideración a los eventos ocurridos en Agosto del año 2005, a los posibles eventos de aguas lluvias que lo afecten en el futuro y debido a la normativa vigente, se han incorporado en la Declaración de Impacto Ambiental de la Modificación del Plan Regulador Comunal, el presente Estudio de la situación de las Aguas Lluvias en la Comuna, basado principalmente sobre estudios vigentes a la fecha, información proporcionada por los Organismos pertinentes y por la Municipalidad de LA REINA.

Se debe decir, que la situación de las Aguas Lluvias en la Comuna de LA REINA, se encuentra abordada en el Estudio denominado "Plan Maestro de Evacuación de Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago" realizado para el Gobierno de Chile, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas, el cual fue elaborado por la empresa CADE-IDEPE en Mayo del año 2001.



Actualmente existen dos estudios uno de ellos aprobado como lo es el "Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de las Aguas Lluvias".

Este Estudio presenta un diagnóstico general de la problemática en la comuna y entrega soluciones con obras para la minimización del escurrimiento de las aguas lluvias. Adicionalmente se cuenta con otro Estudio denominado "Estudio de Evacuación de Aguas Lluvias de la Comuna de LA REINA", "Estudio de Evacuación de Aguas Lluvias Comuna de LA REINA", elaborado por Macro Ingenieros EIC Planning y que forma parte integrante del Plan Regulador vigente y un Plano (Ver Plano N° 1 en Anexo de este Informe), donde se incluye además de las soluciones de obras del Plan Maestro de Aguas Lluvias, una proposición de Proyectos y Obras de Mitigación por parte de la Municipalidad de LA REINA.

Considerando entonces los estudios mencionados y siendo consecuentes con la normativa vigente, el Plan Maestro concluye con la construcción de obras entre otros de la red Primaria de evacuación y drenaje de aguas lluvias y que en cierta medida soluciona la evacuación de las aguas.

Los objetivos y alcances del Estudio Plan Maestro y sus soluciones planteadas para la Comuna de LA REINA son:

- Estudia el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área del estudio y propone una solución integral con su cuenca aportante.
- Realiza una caracterización y diagnóstico de la infraestructura existente en la situación actual y futura del área del estudio entre las cuales se encuentra la Comuna de LA REINA.
- Selecciona y prioriza las zonas a sanear.
- Propone, simula, analiza y selecciona alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para el área del estudio.
- Define 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.
- Define el Trazado de la Red Primaria de solución al sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Entre estas soluciones se encuentra la correspondiente a la Comuna de La Reina.

Para lograr éstos objetivos en el Plan Maestro se efectuaron los siguientes trabajos:

- Análisis de Antecedentes
- Estudios Básicos
- Identificación de Infraestructura Existente



- Diagnóstico de los Sistemas de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias
- Simulación, Dimensionamiento y
- Conclusiones

El área que cubre el Plan Maestro comprende las zonas urbanas consolidadas y de expansión determinadas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y en los Planes Reguladores de las comunas que lo integran (entre ellas la Comuna de LA REINA), incluyendo toda la zona urbana de la cuenca del estero Las Cruces, tanto actual como con sus posibles zonas de expansión. En relación a las áreas tributarias se encuentran las siguientes áreas tributarias de la Comuna de LA REINA y ellas son:

Tabla N° 9: Áreas Tributarias de la Comuna de LA REINA

SECTOR	AREA TRIBUTARIA	Área Urbana (Ha)	Área Saneada (Ha)
LA REINA	Arrieta	666	666
	Pepe Villa	70	---
	Larraín	512	512
	Quebrada de Ramón	620	620
	Bilbao	1310	1310
	Sánchez Fontecilla	89	---

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago. 2001.

Como se puede apreciar en tabla anterior en el Plan Maestro se han considerado todas las áreas tributarias correspondientes a la Comuna de LA REINA.

De acuerdo al Plan Maestro, se han revisado todas las áreas aportantes de escorrentía que afectan a la zona urbana de la Comuna, aunque estén ubicadas fuera de ellas, evaluando sus parámetros hidrometeorológicos, hidráulicos, hidrológicos, de suelos y otros que permiten que a través de métodos de cálculo, determinar la capacidad del sistema existente con los caudales de aguas lluvias, con el objetivo de concluir en obras que logren poseer la capacidad suficiente para que el sistema funcione en situaciones no catastróficas.

Adicionalmente se ha revisado el horizonte del Plan Maestro, el cual fue considerado al año 2020, y las proyecciones de uso de suelo utilizadas, las que corresponden a los Planes Reguladores y del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). El criterio de la zonificación del Plan Maestro, se basó en las vías de drenaje que naturalmente hacen escurrir el agua hacia algunos de los grandes cauces receptores de Santiago:

- Río Mapocho
- Zanjón de la Aguada
- Río Maipo y



- Estero Las Cruces

En el Plan Maestro del Gran Santiago, se consideraron los períodos de retorno indicados en la tabla siguiente, los cuales son validos para la Comuna de LA REINA:

Tabla N ° 10: Períodos de Retorno para el Dimensionamiento de Soluciones

CAUCES	PERIODO DE RETORNO T
Cauces Naturales	Entre 25 y 100 años
Canales	2 o 10 años dependiendo de su importancia
Quebradas	10 años
Áreas Urbanas	2 años para caudal en la descarga menor o igual a 20 m ³ /s 5 años para caudal en la descarga mayor a 20 m ³ /s

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

2.2 Conclusiones Diagnósticas

En tabla a continuación se entrega un resumen del diagnóstico y de la solución propuesta en el Plan Maestro del área tributaria, que incluye la Comuna de LA REINA, se indica el período de retorno para el cual se producen las fallas en el sistema de evacuación de aguas lluvias y las obras propuestas para dar solución a los problemas detectados.

Tabla N ° 11: Tabla Áreas Tributarias

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Arrieta	Av. Arrieta	Sin colectores de aguas lluvias, salvo un colector sin salida en calle Arrieta. Vía de escurrimiento Av. Arrieta, sobrepasada para T=2 años.	Colectores Arrieta y Talinay que reciben el aporte de las quebradas y zona urbana, descargando al canal San Carlos.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Pepe Vila	Colector principal por Pepe Vila	Colector ϕ 400 mm capacidad insuficiente para T=2 años.	Mejoramiento de canal interceptor El Bollo para recibir el aporte de las quebradas al sur de la quebrada de Ramón, estanque de retención para aliviar el colector propuesto Larraín que descarga finalmente al canal San Carlos.
Larraín	Av. Larraín	Sin colectores para aguas lluvias. Av. Larraín es sobrepasada para T=2 años.	
Quebrada de Ramón	Canal de Ramón Reina Victoria, La Cañada	Canal de Ramón de capacidad $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$, suficiente para T= 5 años (sólo considerando el aporte de la quebrada) R. Victoria y La Cañada sobrepasadas para T=2 años.	Estanque de retención en el Parque Padre Hurtado en LA REINA y mejoramiento de la canalización de Ramón para asegurar una capacidad $Q=20 \text{ m}^3/\text{s}$. La solución es para T=10 años considerando las áreas urbanas aledañas.
Colector Bilbao	Colector principal por Av. Bilbao	Colector ϕ 2.200 mm de capacidad $15 \text{ m}^3/\text{s}$, suficiente para T = 2 años, insuficiente para T=5 años.	Construcción de los colectores Refuerzo Colón, Reemplazo T. Moro e I. Católica, evacuando la Q. de Apoquindo hacia el canal San Carlos, para T=10 años
Sánchez Fontecilla	Echenique, Simón Bolívar	Zona baja de acumulación de agua, adyacente al canal San Carlos	Situación se mejora con el saneamiento de áreas tributarias aledañas.

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

Como se puede apreciar en la tabla anterior se ejecutarán debido al Plan Maestro las obras indicadas en la Comuna de LA REINA, para dar solución a la problemática de aguas lluvias.

Las siguientes serán las características de las obras:

Tabla N ° 12: Colectores Red Primaria Zona Norte – Mapocho Comuna de LA REINA

ÁREA TRIBUTARIA	COLECTOR EXISTENTE	COLECTOR PROPUESTO	PUNTO DE DESCARGA	DIÁMETRO (MM)
-----------------	--------------------	--------------------	-------------------	---------------



ÁREA TRIBUTARIA	COLECTOR EXISTENTE	COLECTOR PROPUESTO	PUNTO DE DESCARGA	DIÁMETRO (MM)
Arrieta (ARR)	Arrieta Oriente Talinay 2	<u>Arrieta</u> Talinay	Calle Arrieta	600 – 800
			Canal (Av. Jorge Alessandri)	300 – 800
			Canal San Carlos	1600
			Canal Arrieta	1200
Pepe Vila (PPV)	Pepe Vila 2		Canal San Carlos	600 – 800
Larraín (LRR)		<u>Larraín</u> Simón Bolívar	Canal San Carlos	900 – 1000
			Canal San Carlos	700 – 1000
Quebrada de Ramón (QRM)	Canal de Ramón	Padre Hurtado	Canal San Carlos Canal San Carlos	500 – 1000
Bilbao (BIL)	Colón Fleming Bilbao Oriente Bilbao	Isabel La Católica Refuerzo Colón Reemplazo Tomás Moro	Colector Tomás Moro	1500 – 800
			Colector Bilbao Oriente	800 – 1000
			Canal San Carlos	800 – 1000
			Colector Bilbao	2200 – 3000
			Canal San Carlos	1800 – 2400
			Colector Tomás Moro	1450 – 2400
			Colector Tomás Moro	2000 – 2500

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

Con los colectores anteriormente indicados en la Comuna de LA REINA, entre otros el sistema debe funcionar evacuando los caudales de aguas lluvias en eventos no catastróficos.

Respecto al Estudio de Evacuación de Aguas Lluvias efectuado por Macro Ingenieros y Planning Planificación e Ingeniería Sanitaria en abril del año 1996 y que forma parte del Plan regulador de LA REINA vigente, se plantean obras de mitigación de Inundación y Evacuación de Aguas Lluvias, estas obras son:

Tabla N ° 13: Colectores Red Primaria Zona Norte – Mapocho Comuna de LA REINA

OBRA	PRESUPUESTO UF
Aumento de la Capacidad de Porteo de la quebrada San Ramón entre F.Barrios y Canal San Carlos de 20 a 32 m ³ /s.	35.000
Aumento de la Capacidad de Porteo del Canal San Carlos a 80 m ³ /s entre La Cañada y Eliécer Parada.	90.000
Reemplazo puentes P. Hurtado, EMOS y canoa Las Perdices	20.000
Colector Norte por Carmen Silva Vildósola-Las Perdices	20.000
Colector Sur por Larraín	35.000
Saneamiento Germán Casas	2.00010 UF/ml solicitadas al urbanizar

OBRA	PRESUPUESTO UF
Canalización de quebradas entre canal El Bollo y J. Berstein	

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

Además de las obras planteadas, es necesario como sugerencia mantener limpio el cauce de la quebrada San Ramón y las obras de arte de la quebrada, situación que en este momento es asumida por el Municipio, en la medida de sus recursos.

Las Obras efectuadas en el último tiempo en la Comuna de LA REINA son:

- Colector Arrieta entre Tobalaba y Consistorial
- Colector Larraín entre Tobalaba y Cordillera
- Colector Bilbao entre Tobalaba y Alcalde Manuel de La Lastra

Para las nuevas Urbanizaciones y para que no existan problemas de inundaciones dentro de sus predios se solicita:

- Efectuar alguna de las técnicas más utilizadas (para la absorción del agua caída) si no se demostrare que el terreno es capaz de absorberla, como lo son las Obras de infiltración. Obras con las que se obtiene la Desconexión de Áreas Impermeables, estrategia que requiere un enfoque especial en la filosofía del diseño del drenaje urbano.
- Si bien no corresponde a obras alternativas propiamente tales, favorece el empleo de ellas y se complementa con algunos elementos menores. Este cambio en la estrategia de diseño dirige las aguas lluvias a áreas verdes, franjas de pasto y/o fosas cubiertas de vegetación. Con este enfoque se logra disminuir la tasa de la escorrentía, reducir sus volúmenes, atenuar los flujos máximos y fomentar la infiltración de las aguas lluvias.
- Los desarrollos urbanos tradicionales permiten en general el escurrimiento rápido desde techos, estacionamientos, avenidas y calles hacia las soleras y alcantarillas y finalmente hacia un colector, sea éste un sistema de redes de alcantarillado o de aguas lluvias, la red de drenaje natural o los cauces urbanos no especialmente diseñados para ello. Esta práctica concentra los caudales, produciendo una respuesta rápida del sistema con tasas de escurrimiento máximo relativamente altas.
- El escurrimiento desde el predio puede redirigirse, en vez de escurrir directamente a las calles principales o a la avenida. Se puede reducir la conexión entre zonas impermeables en los estacionamientos grandes, usando pavimentos porosos modulares en los lugares menos transitados del estacionamiento y de esta forma facilitar la infiltración o el almacenamiento local.

- En general las Obras de Infiltración, captan el flujo superficial o facilitan su infiltración en el suelo.
- En la guía “Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos” se consideran los pavimentos porosos, los pavimentos celulares, los estanques, las zanjas y los pozos de infiltración.
- Para la Comuna de LA REINA se recomienda las zanjas de Infiltración, sin embargo el profesional especializado es el que debe en definitiva calcular y proponer la mejor alternativa en el predio a urbanizar.

III BIBLIOGRAFÍA

- Plan de Desarrollo denominado “Actualización Plan de Desarrollo Sistema Gran Santiago”. Aprobado 2005.
- Modificación Programas de Desarrollo de Empresa de Aguas Andinas S.A. en área denominada Gran Santiago región Metropolitana año 2007
- Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago, MOPTT CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería. 2001.
- “Estudio de Evacuación de Aguas Lluvias Comuna de LA REINA” elaborado por Macro Ingenieros EIC Planning.
- Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos.
- D.F.L 382 M.O.P de 1998 de la Ley General de Servicios Sanitarios.

**ANEXO N° 1 ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS USOS DE SUELO PRC
VIGENTE Y PRC PROPUESTO.**



Según la tabla anterior la población proyectada al 2020 y considerada para el cálculo de las densidades del PRC Vigente de LA REINA 2001, si los urbanizadores ocupan las densidades de loteos, la población sería de 235.024 habitantes, si ocupan las densidades de condominios, la población esperada máxima sería de 316 274 habitantes.

Comparando con el Plan Regulador 2009-2010.

En el Plan Regulador PRC 2009-2010 la población esperada sería de 279.744 habitantes, ello significa que la población sería menor a la máxima esperada en el PRC Vigente.

Considerando éste crecimiento esperado y las zonas y superficies y densidades indicadas en la ordenanza, se puede concluir que:

SISTEMA DE AGUAS LUVIAS

En el Análisis comparativo, entre los usos de suelos definidos en el Plan regulador Comunal Vigente (2001) y el Proyecto Modificación Plan Regulador 2009-2010 en relación a los coeficientes de Escorrentía.

El Coeficiente de Escorrentía del estudio se calcula con la expresión que dice que el índice de escorrentía es:

$$C = (C1 \cdot A \text{ Techos} + C2 \cdot A \text{ Patios} + C3 \cdot A \text{ Calles} + C4 \cdot A \text{ Áreas Verdes}) / A.$$

Y utilizando la Tabla N° 3.1.2.7 propuesta en el Capítulo de Hidrología. Técnicas Alternativas para soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos MINVU. Pontificia Universidad Católica de Chile Año 1996.

TABLA COEFICIENTES DE ESCORRENTIA

USO DE SUELO	ESCORRENTIA
Áreas comerciales: céntricas	0.70-0.95
Suburbios	0.50-0.70
Áreas residenciales: casas aisladas	0.30-0.50
Calles concreto	0.80-0.95
Pasajes y Paseos Peatonales	0.75-0.85
Techos	0.75-0.95
Prados	0.18-0.22

Fuente: Técnicas Alternativas para soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos, MINVU. Pontificia Universidad Católica de Chile Año 1996

Se asigna a las zonas del Proyecto Modificación PRC La Reina 2009-2010 los siguientes valores en cada Zona:

Techos	0.75
Vialidad (Calles)	0.8
Áreas verdes	0.22
Patios	Con un 20 % Concreto (Escorrentía utilizada 0.8) y un 80 % Prado (Escorrentía Utilizada 0.22)



Y considerando, de acuerdo al Proyecto Modificación PRC La Reina 2009-2010, para cada uso de suelo los siguientes índices de esorrentía de acuerdo al cálculo correspondiente:

$$C = (C1 \cdot A \text{ Techos} + C2 \cdot A \text{ Patios} + C3 \cdot A \text{ Acalles} + C4 \cdot A \text{ Áreas Verdes}) / A.$$

Insertando los valores correspondientes para el Plan Regulador Vigente 2001 y para el Plan Regulador propuesto 2009-2010 se puede decir que:

El "Coeficiente de esorrentía resultante en las condiciones de urbanizado (C)" es igual a 0.35 para el Proyecto Modificación PRC La Reina 2009-2010 y de 0,37 para el Plan Regulador Vigente

Con lo anterior, valida el "(C)" igual a 0.45 del PM-12 y se validan las conclusiones de las soluciones de evacuación de aguas lluvias de acuerdo al PM-12.

Se debe tener en cuenta que la zonificación Propuesta en el Proyecto Modificación PRC La Reina 2009-2010 no incluye más superficies a urbanizar, de tal forma que no modifica la situación de la absorción de las aguas lluvias en el área ya analizada en el PM-12 aprobado sobre la materia.

La zonificación propuesta entonces no aumenta la superficie a construir en comparación al Plan Regulador Comunal Vigente, prácticamente se mantiene la superficie a ocupar, sin modificar los índices de esorrentía, existe una modificación mínima reconociendo localizaciones de hecho.