



Diseño de Urbanización (diseño de agua potable, aguas servidas, aguas lluvias y pavimentación) al loteo “Conjunto Habitacional Ex Fundición” en el predio que ocupaba la antigua industria Lota Green

M. Zapata Urrutia , G. Bustamante Laissle , C. Molina Venegas.

Resumen

El diseño de urbanización para el loteo “Conjunto Habitacional Ex Fundición” se ejecutará en la comuna de Lota, octava región, Región del Bío Bío, Chile. El diseño consta de cuatro proyectos: proyecto de pavimentación, aguas servidas, aguas lluvias y agua potable.

El proyecto de pavimentación está condicionado por la topografía del terreno, por lo que, en algunas ocasiones se encuentran pendientes cercanas al 15%, lo que se denomina una pendiente fuerte. Además, se determinó las características de la superficie de rodado que corresponde a la calzada, ésta tendrá un ancho y espesor de 7 y 0.15 metros respectivamente. Otro aspecto condicionante es la construcción de aceras que en algunos casos tiene anchos entre 1.00 a 1.20 metros y espesor de 0.07 metros y las ciclovías tendrán un ancho de 1.80 y espesor de 0.1 metros , todo lo anterior se ejecutara con hormigón HCV G30 y G20 que presentara una resistencia a flexotraccion a los 28 días de 30 y 20 Mpa.

El desarrollo del proyecto de aguas servidas queda condicionado por las pendientes del proyecto de pavimentación, además este diseño interceptará un colector unitario presente en el terreno y que evacúa aguas domiciliarias y lluvias al mar sin ningún tratamiento. La ejecución del proyecto de aguas servidas tiene 31 cámaras de inspección además de tuberías colectoras PVC-T2 y PVC-C6 para las conexiones domiciliarias, siendo todas las aguas llevadas a una planta elevadora de aguas servidas existente en las cercanías del sector.

En el proyecto de aguas lluvias se captarán las aguas debido a precipitaciones que estará envuelta la urbanización, esta precipitación será transportada por escorrentía superficial siendo en algunos casos canalizada para ser llevada a cámaras de inspección y en otros casos la precipitación será captada por 33 sumideros tipo S-2 para ser llevada por cañerías colectoras HDPE N-12, las que se conectan con 27 cámaras de inspección para luego ser llevada hasta el mar.

Para el abastecimiento de agua potable se conectará a la red existente en la calle Carlos Cousiño en donde se le pedirá a la empresa ESSBIO que presenten una presión de 18.87 m.c.a en el punto de conexión, para poder abastecer al conjunto habitacional en su punto más desfavorable sin tener que ocupar bombas de impulsión. La red estará conformada por cañerías de PVC-C10, 3 válvulas reductoras de presión, 14 válvulas elásticas y además 4 grifos. Toda la red de distribución fue comprobada con el software EPANET para satisfacer los requerimientos que la Norma chilena exige.

Introducción

La ciudad de Lota, también denominada pueblo minero por contar con yacimientos de extracción de carbón, tiene una población de 47.264 habitantes con una densidad poblacional de 348,04 Hab/Km². La población tiene una clasificación de edad eminentemente joven por lo que la tasa de crecimiento irá al alza los próximos años. Además, según la encuesta CASEN (2009) entre los años 2003-2009 el 23,91% de las personas pertenecen a la categoría “pobre no indigente”, adicionalmente el 9,48% de los hogares sufre hacinamiento. Todo lo anterior es respaldado por el Plan de Desarrollo Comunal de Lota desarrollado (PLADECO) para los años 2014 - 2016.

En la región hay múltiples empresas dedicadas al diseño de urbanización, como por ejemplo Bío ingenieros, HFOB, entre otros, resultando sus diseños de manera exitosa y satisfactoria.

Frente a esto, se implementará un diseño de urbanización, que tendrá como foco principal de interés, a la población “pobre no indigente” y grupos hacinados, de tal manera lograr que éstos obtengan una mejora en su calidad de vida.



El diseño de urbanización se ejecutará en la octava región específicamente en la Comuna de Lota que une Lota alto con Lota bajo, en el predio ocupado por la ex fábrica de ladrillos refractarios Lota Green, fue fundada en 1854 y con cese de acciones el 2008.

El proyecto contempla 9 Condominios que en total agrupan a 30 edificios de departamentos, de carácter social, y que en total consideran 600 unidades habitacionales. Éste tiene como objetivo mejorar la condición de vida del pueblo Lotino.

La ejecución del diseño se basó en los códigos y normas vigentes que rigen las normativas Chilenas para el diseño de urbanización.

El desarrollo del proyecto contempla 4 etapas: la primera, determinar las características del diseño de pavimentos, donde se determinarán características como tipo de pavimento, espesor de losa, alineamientos horizontales y verticales, apoyándose de manuales del Ministerio de Viviendas y Urbanismo MINVU, entre otros; la segunda, el diseño de aguas servidas, donde se obtendrá los diámetros de tuberías necesarios para poder evacuar las aguas a una planta elevadora de aguas servidas existente en el sector según la Norma Chilena 1105; la tercera, la implantación del diseño de aguas lluvias, que se centrará en verificar la configuración correcta de los sumideros, además de los diámetros de colectores, además es importante imaginar donde evacuarán las aguas lluvias por escorrentía superficial, para luego llegar hasta las cámaras de inspección y ser llevadas al mar bajo la normativa MINVU; la cuarta, determinar la red de agua potable y verificar sus diámetros, que servirán para abastecer al conjunto residencial cumpliendo la Normativa Chilena 691.

Objetivos

- Determinar el tipo de pavimento.
- Determinar espesores de losa y base estabilizada.
- Determinar alineamientos horizontales y verticales.
- Determinar diámetro para la red de aguas servidas mediante sus respectivas verificaciones.
- Verificar la ubicación y configuración de sumideros.
- Determinar el diámetro de la red colectora de aguas lluvias mediante su verificación.
- Determinar el diámetro de la red de aguas potable mediante su verificación

Metodología

1. Diseño de Pavimentación

El presente Proyecto corresponde a la pavimentación del Loteo "Conjunto Habitacional Ex Fundición", que se construirá en el predio que ocupaba la antigua industria de ladrillos refractarios Lota Green, ubicado en calle Carlos Cousiño S/N°, comuna de Lota.

Para el desarrollo del presente Proyecto se tienen en vista los siguientes antecedentes:

- Plano de Loteo Conjunto Habitacional Ex Fundición.
- Estudio de mecánica de suelos.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

1.2.1 Suelo.

De acuerdo con Estudio de Mecánica de Suelos, confeccionado para una exploración de 32 calicatas de hasta 4,5 m de profundidad, el suelo en sus estratos más superficiales es heterogéneo, predominando los estratos de limos arcillosos, con estratificaciones de roca pizarra, plasticidad media y consistencia media, clasificación ML-CL según USCS. Según clasificación ex Sendos, es clasificable como tipo "III", semi duro. Al profundizarse, se verifican estratos de arenisca cementada, clasificables como SM-ML según USCS.



1.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

La implementación de la superficie de rodado está constituida por un pavimento rígido, específicamente hormigón. La determinación se basó en la durabilidad de este pavimento comparado a los pavimentos flexibles, esto debido a que este proyecto tiene carácter social, por lo que se busca tener la mayor durabilidad y menor mantención para que el confort de los habitantes sea más extenso.

En este punto se diseñará estructuralmente la carpeta de rodado del lote, en pavimento de hormigón con base estabilizada. Para el diseño de pavimentos se utilizará los métodos desarrollados en los estudios conocidos como AASHTO Road Test, y los parámetros de diseño correspondientes a las vías en estudio según la cartilla de diseño de pavimentos de hormigón que pertenece al Serviu Metropolitano.

1.3.1 Tránsito de diseño.

El tránsito de diseño se determina a partir de las recomendaciones del MINVU, en su Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación versión 2008.

Las vías se clasifican según el ancho de la calzada, velocidad de diseño, longitudes funcionales, conexiones a vías de importancia y otros parámetros de diseño, que permiten situarlas dentro de una categoría y, por lo tanto, estimar un tránsito solicitante expresado en ejes equivalentes para un período de diseño de 20 años. (MINVU, 2008)

Tabla N°1: Tránsito de diseño (ejes equivalentes para una duración de 20 años)

Característica	Pasaje	Vía local	Vía de servicio
Nº de pistas	Uno	Dos	Dos
Ancho de calzada [m]		7	7
Velocidad de diseño [km/h]	30	30	30
Longitud funcional (m)	<100	<200	<2000
Tránsito estimado (EE) _D	50.000	200.000	1.000.000

Tabla 1: Se establece un tránsito estimado de 1.000.000 de TMDA

Además, se cumple lo que el Manual de Vialidad Urbana (REDEVU, 2002) señala para vías de servicio:

- Vía central de centros o subcentros urbanos que tienen como rol permitir la accesibilidad a los servicios y al comercio emplazados en sus márgenes.
- Su calzada atiende desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional. Velocidad de Diseño entre 30 y 40 km/h.
- Tiene capacidad media de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando toda su calzada.
- Flujo predominante de locomoción particular. Restricción para vehículos de tracción animal.
- Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a las vías locales y pasajes, los cuales podrán ser controlados.
- No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. La separación entre paraderos de locomoción colectiva preferentemente será mayor de 300m.
- Ausencia de todo tipo de segregación con el entorno.



- Permite estacionamiento de vehículos, para lo cual deberá contar con banda especial, la que tendrá un ancho consistente con la disposición de los vehículos que se adopte.
- La distancia entre líneas oficiales no debe ser inferior a 12 m.
- El ancho mínimo de su calzada pavimentada no debe ser inferior a 7 m, tanto si se trata de un sólo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito.
- Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 2,5 m de ancho mínimo, en su condición más desfavorable.
- Puede o no existir ciclovías.

1.3.2 Número de ejes equivalentes (EE)

El cálculo de los pavimentos rígidos se hace en base a las solicitudes de tránsito acumulado, expresado en ejes equivalentes estos valores son tomados a partir de las cartillas de pavimentación del Serviu Metropolitano, necesario para que el pavimento pase de un índice de serviciabilidad inicial de 4,5 a un valor final de 2,0.

La vía por diseñar, de acuerdo con su uso e importancia se puede catalogar como tránsito medio, según la clasificación de las vías dada por los manuales de diseño (MINVU, 2002)

Tabla Nº2: Ejes Equivalentes

Tipo de vía	Vida de diseño	Ejes equivalentes
Pasaje	20 años	50.000
Local	20 años	200.000
Servicio	20 años	1.000.000

Tabla 2: La vía seleccionada según el tránsito estimado corresponde a servicio.

1.3.3 Factor de confiabilidad de diseño (Fr)

Factor que toma en cuenta la variabilidad de los valores de entrada en el diseño. Este factor se calcula como:

$$F_r = 10^{-Z_R \cdot S_0}$$

- Nivel de Confiabilidad recomendado (R%)

Tabla N.º 3: Nivel de confianza recomendado

Tipo de vía	Nivel recomendado
Expresa	80
Troncal	75
Colectora	60
Local - Servicio	50

Tabla 3: clasificación de nivel recomendad según tipo de vía.



- **Coeficiente de Student (Zr)**

Tabla Nº 4: Coeficiente de Student

Nivel de confiabilidad	Zr
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
95	-1.645

Tabla 4: tabla de Student según nivel de confiabilidad.

- **Desviación estándar combinada**

Del análisis estadístico y del ajuste matemático de la ecuación de diseño se determinó que los valores de S_0 varían entre 0,35 y 0,37, adoptándose para el diseño el valor de 0,35

- **Capa estructural: Base granular**

Según cartilla de diseño estructural pavimentos.

Base granular: 0,15 m, $60\% \leq \text{CBR} \leq 70\%$.

- **Coeficiente de drenaje. Según calidad de drenaje:**

Tabla Nº 5: Coeficiente de Drenaje

Drenaje	Agua eliminada
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Malo	1 Mes
Muy malo	No drena

Tabla 5: tiempo para eliminación de agua de acuerdo al tipo de drenaje.

Tabla Nº 6: Porcentaje de tiempo anual expuesto a condiciones de saturación

Drenaje	Porcentaje de tiempo anual expuesto a condiciones de saturación			
	T<1%	1%<T<5%	5%<T<25%	T>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Malo	1.15 - 1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Malo	1.05 - 0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Tabla 6: Porcentaje de tiempo anual expuesto a condiciones de saturación con respecto al tipo de drenaje.

1.4 Cálculo de pavimentos

Para los espesores propuestos y características de los materiales se determina los ejes equivalentes comparándolos con los requeridos.

En los cálculos aquí efectuados se ha considerado un índice de serviciabilidad igual a 2,5 al término de la vida de diseño del pavimento, fijada en 20 años.

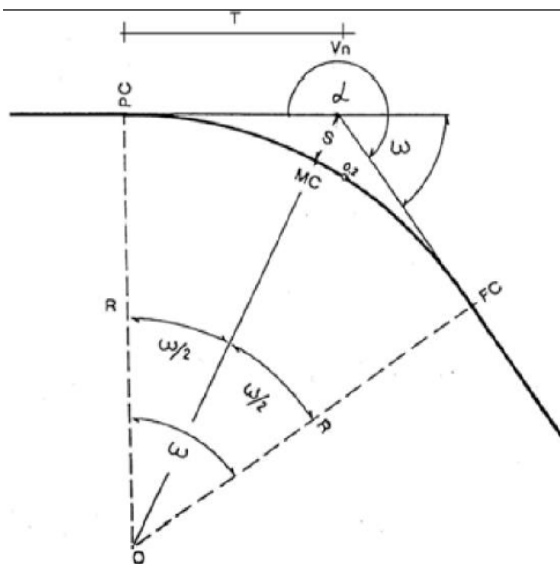
1.5 Determinación de alineamientos verticales y horizontales

1.5.1 Alineamientos horizontales:

Corresponde a la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal y está compuesto por rectas y curvas horizontales.

Sus parámetros se aprecian en la siguiente figura:

Figura N°1: Componente de un alineamiento horizontal



Donde:

- Vn = Vértice, punto de intersección de dos alineaciones consecutivas del trazado
- α = Ángulo entre dos alineaciones, medido a partir de la alineación de entrada, en el sentido de los punteros del reloj, hasta la alineación de salida
- ω = Ángulo de deflexión entre ambas alineaciones, que se repite como ángulo del centro subtendido por el arco circular.
- R = Radio de curvatura del arco de círculo (m)
- T = Tangente, distancia entre el vértice y los puntos de tangencia del arco de círculo con las alineaciones de entrada y salida (m). Determinan el principio de curva Pc y Las medidas angulares se expresan en grados centesimales (g).

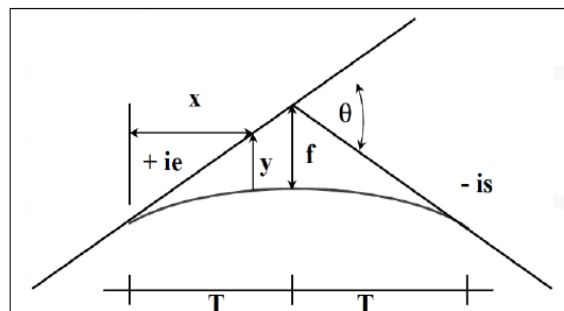
1.5.2 Alineamiento vertical

Corresponde a la proyección del eje de la vía sobre un plano vertical y está compuesto por rectas con una pendiente y curvas verticales, con el fin de buscar una transición en el cambio de pendiente cuando hay una diferencia de 4% entre pendientes.

Figura N°2: Componente de un alineamiento vertical

Donde:

- θ = Ángulo de deflexión (decimal).
- $2T$ = Longitud de curva (m).
- f = Foco del vértice.
- y = Coordenada y en el punto x .





1.5.3 Transferencia de carga

La transferencia de carga representa la capacidad de un pavimento de hormigón de transferir parte de las cargas solicitantes a través de las juntas transversales. La eficiencia de carga depende de múltiples factores y tiende a disminuir durante la edad con las repeticiones de carga.

Ahora la longitud de la pasa juntas recomendado por el Manual de carreteras versión 3 (2012) queda determinado por el espesor de la losa.

2. Proyecto de Aguas Servidas

La extensión de la red de aguas servidas se ha diseñado pensando en que el Loteo completo sea capaz de evacuar gravitacionalmente hasta la planta elevadora de aguas servidas. La extensión de la red se ha proyectado en tuberías de Policloruro de Vinilo PVC-T2, en diámetros nominal de 200mm y 355mm.

2.1 BASES DE CÁLCULO

Se adopta un coeficiente de 1.5 veces para el gasto medio diario y gasto máximo horario.

a) Numero de edificios habitacionales	30 edificios
b) Densidad poblacional	5 hab/viv
c) Dotación promedio	160 l/hab/dia
d) Número total habitantes	3000 hab
e) Consumo medio	5.913 l/s
f) Consumo máximo diario	8.869 l/s
g) Consumo máximo horario	13.304 l/s
h) Coeficiente de recuperación	0.8
i) Fórmula empleada	Harmon/B.S.C.E.
h) Tipo de cañería	PVC-T2
j) Coeficiente de rugosidad	0.011

2.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO

2.2.1 Caudal Medio

El Caudal medio portado por los colectores queda definido por la siguiente expresión (NCh 1105, 2008):

$$Q_{md AS} = \frac{P * D * R}{86400} (L/s)$$

Donde:

$Q_{md AS}$: Caudal medio diario de aguas servidas, expresado en litros por segundo (l/s).

P : Población a servir.

D : Dotación de consumo de Agua Potable, expresado en litros por habitantes (l/hab/día)

R : Coeficiente de Recuperación



2.2.2 Caudal Máximo Horario

El Caudal Máximo Horario de aguas servidas, es el mayor caudal que puede escurrir en un determinado periodo del día. Este caudal se utiliza para determinar la capacidad del sistema de alcantarillado, calculado para el final del periodo de previsión.

Para el diseño de la red de evacuación de aguas servidas se tomó en consideración el paso de un colector unitario que desembocaba al mar y cruzaba el loteo por el sector de mayor altura topográfica, por esto se intercepta dicho colector para evacuarlo por la red de aguas servidas diseñada para luego ser tratada en una planta elevadora de aguas servidas.

Para la estimación del caudal para el colector unitario se asumió que evacuaban 3.000 viviendas, que según la densidad poblacional corresponde a 15.000 habitantes, dicho esto, el colector unitario se estima que evacuaría el 32% de la población. Las cifras para poder estimar el porcentaje evacuado se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Para determinar este caudal máximo horario en áreas con 1.000 o más habitantes, se utilizó el Coeficiente de Harmon el que, multiplicado por el caudal medio diario, entrega el caudal máximo horario.

De esta manera:

$$Q_{m\acute{a}x. h_{AS}} = M * Q_{md_{AS}}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

En que:

- M** : Coeficiente de Harmon;
- P** : Población servida ($P > 1000$ habitantes)
- $Q_{m\acute{a}x. h_{AS}}$** : Caudal máximo horario de aguas servidas;
- $Q_{md_{AS}}$** : Caudal medio diario de aguas servidas.

Además, para una población inferior a 1000 personas el caudal se determina de las siguientes formas (NCh 1105, 2008):

- Para poblaciones de menos de 100 habitantes (20 casas), se podrá utilizar la tabla de caudales máximos instantáneos de la Boston Society of Civil Engineering (B.S.C.E).
- Para poblaciones comprometidas entre 100 y 1000 habitantes, se interpola entre el valor entregado por la B.S.C.E para 20 casas, que es 3.6 L/s, y el caudal máximo horario calculado para 1.000 habitantes con el coeficiente de Harmon.

2.2.3 Caudal de infiltración

El caudal aportado por agua de infiltración tendrá en cuenta la permeabilidad del terreno, altura del nivel freático, si es que llega a alcanzar a las tuberías, el tipo de tuberías y juntas empleadas, la forma de unión de las conexiones domiciliarias y las paredes, radiers y conexiones de las cámaras de inspección, tomándose en consideración la posibilidad de fisuras y roturas de juntas debida a temblores de la tierra, para efecto de cálculos se consideró un 20% del caudal máximo horario.



2.2.4 Caudal Mínimo de Diseño

Este caudal se utiliza para verificar si se produce autolavado en las tuberías de sistema de alcantarillado.

2.2.5 Capacidad de las tuberías

El diámetro de las tuberías (D), se debe calcular de modo que la altura del agua (h) dentro de la tubería quede entre los límites que se indican (NCh 1105, 2008):

- a) Para el caudal máximo de diseño, h:
 - 0.70;
 - 0.80 para casos debidamente justificados.
- b) Para el caudal mínimo, h mayor o igual a 0.30 D o el valor equivalente entregado por B.S.C.E.

2.2.6 Velocidades

Las velocidades del agua en la tubería quedaran dentro de los límites (NCh 1105, 2008):

- a) Máxima: 3 m/s o el valor aceptado por la autoridad competente para casos específicos.
- b) Mínima para boca llena ($h=D$): 0.60 m/s

2.2.7 Velocidad de Autolavado

- Se dice que una cañería tiene autolavado cuando posee velocidades capaces de transportar las materias sólidas en suspensión. Si la fuerza de tracción del flujo es por lo menos, igual a la resistencia al movimiento de las partículas, no se producirá decantación en la cañería.
- Las consideraciones adoptadas para la verificación hidráulica en este proyecto son las siguientes:
 - a) Dotación: 160 l/hab/día.
 - b) Coeficiente de recuperación: 0.8.
 - c) Densidad: 5.0 hab/viv

3. Diseño Aguas Lluvias

Este proyecto tiene como finalidad justificar las dimensiones de tuberías adoptadas para las obras de aguas lluvias para el proyecto "Conjunto Habitacional Ex Fundición", además de la verificación para los sumideros.

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA PORTANTE

3.1.1 Características del suelo

El suelo se puede clasificar por estratos como lo detallan los planos, de aquí se aprecian 3 tipos de estratos, el primero corresponde a un estrato de suelo vegetal con escombros y presencia de escorias metálicas, seguido de un suelo limo arcilloso con humedad media que corresponde a una clasificación ML-CL según la clasificación USCS y finalmente un suelo compuesto por arena limosa con estratificaciones de roca pizarra clasificado como SM-ML según la USCS.



3.1.2 Características topográficas

La topografía del terreno es bien marcada con pendientes que varían entre 0.03% a 15%.

3.2 BASE DE CÁLCULO

Para el diseño se ha considerado las exigencias contenidas en el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Lota.

3.2.1 Calculo de caudales

El cálculo de los caudales ha sido realizado de acuerdo con el modelo de precipitación escorrentía denominado método racional, que de acuerdo con el tamaño de las hoyas hidrográficas es el que mejor representa el comportamiento de las aguas lluvias este método es aplicable para zonas menores de 50 hectáreas.

La expresión de cálculo según el método racional es la siguiente (MINVU, 2005)

$$Q = C \times I \times A$$

En donde,

Q : Caudal máximo para un período de retorno de T años (lts/seg)

C : Coeficiente de escorrentía.

I : Intensidad de la lluvia para un período de retorno de T años y una duración igual al tiempo de concentración (lts/seg/há).

A : Área aportante (há).

3.2.2 Cálculo de las áreas de sub-cuencas.

Para definir las áreas por drenar, se utiliza la información tanto topográfica como el diseño de pavimentación, lo que permite definir los sentidos de escurrimiento superficial y los puntos de descarga hacia la red aproximadamente.

Los detalles de cómo se determinaron las áreas se encuentran en el plano de aguas lluvias.

Tabla N.º 7: Áreas de aporte.

APORTES POR SUB CUENCAS	AREA (ha)
SUB CUENCA NORTE	1,01
SUB CUENCA COUSIÑO	3,28
SUB CUENCA LOTEÓ	7,83
SUB CUENCA SUR	1,69
Total Cuenca	13,81

Tabla 7: Superficie de cada subcuenca.



3.2.3 Cálculo de precipitaciones

En el cálculo de la precipitación se utilizó la tabla de las curvas IDF del anexo 5.4 del Plan Maestro de Aguas Lluvias para cada periodo de retorno (ver 8 y 9).

Tabla N° 8 y N° 9: Intensidad, Duración y Frecuencia según el periodo de retorno.

T=2 (min)	Intensidad	
	(l/s/ha)	(mm/hr)
10	113,3	40,8
20	79,7	28,7
30	65	23,4
40	55,2	19,9
50	49,7	17,9
60	45,6	16,4
70	42,4	15,3
80	40,7	14,6
90	39,1	14,1
100	37,7	13,6
110	36,5	13,1
120	35,4	12,8

Tabla 8: Curva IDF de diseño para T= 2años.

T=100 (min)	Intensidad	
	(l/s/ha)	(mm/hr)
10	247,4	89,1
20	174,2	62,7
30	141,9	51,1
40	120,6	43,4
50	108,6	39,1
60	99,7	35,9
70	92,7	33,4
80	88,9	32
90	85,4	30,7
100	82,4	29,7
110	79,7	28,7
120	77,4	27,9

Tabla 9: Curva IDF de diseño para T=100 años.

3.2.4 Tiempo de concentración

Para la estimación del tiempo de concentración se utilizará la fórmula empírica recomendada en la bibliografía para cuencas urbanas, como se muestra a continuación (MINVU, 2005):

Fórmula de Giandotti:

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L}{0.8 * \sqrt{H}}$$

Donde:

- t_c : Tiempo de concentración en horas
- A : Superficie de la cuenca en Km²
- L : Longitud promedio del cauce principal, en Km
- H : Altura media de la cuenca obre el punto estudiado (m).

3.2.5 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía indica la proporcionalidad de la lluvia total que participa directamente en el escurrimiento. El resto de la precipitación queda detenida en las depresiones o moja el suelo, o se infiltra, o se evapora. Para efecto del proyecto de aguas lluvias se considera un coeficiente de escorrentía media de 0.73 para áreas residenciales y 0.39 para prados en suelos arcillosos con pendientes mayores al 7%, según la guía de diseño de aguas lluvias (2005), además en algunos casos hay que buscar una media al coeficiente dependiendo de las áreas de aporte que se vean solicitados los sumideros.

3.2.6 Cálculo sumidero.

Para determinar la cantidad de sumidero necesario para el loteo, específicamente para cada calle existente, se utilizaron las siguientes fórmulas donde se fue comprobando que el espejo de agua fuera menor o igual a 1 metro y si el sumidero cumplía con su capacidad. Este cálculo se realizó para un periodo de retorno de T= 2 años y T= 100 años.

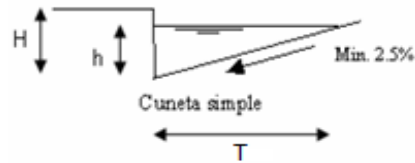
- Caudal por método racional

$$Q = \frac{C \times I \times A_c}{3.6 \times 10^6}$$

Donde,

- C : Coeficiente de escorrentía
- I : intensidad de precipitación de diseño (mm/hr)
- Ac : Área portante de la cuenca (m²)

Figura 3: Calculo del espejo de agua.



- Velocidad de escurrimiento

$$V = \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} * \frac{I^{0.5}}{n}$$

Donde,

- V : Velocidad media del flujo, (m/s)
- A : Área de la sección del flujo en m²
- P : Perímetro mojado, en m
- I : Pendiente longitudinal de la calle, en (m/m)
- n : coeficiente de rugosidad de la superficie.

- Capacidad máxima del sumidero horizontal

$$Q_m = 1.66 * (L + 2 * b) * h^{1.5} \quad \text{si funciona como vertedero : } h < 1.6 * \frac{A}{L + 2b}$$

$$Q_m = 2.66 * A * h^{0.5} \quad \text{si funciona como orificio: } h \geq 1.6 * \frac{A}{L + 2b}$$

- Eficiencia del sumidero horizontal

$$E_H = E_0 + R_s * (1 - E_0) \quad 0 \leq E_H \leq 1$$

$$E_0 = 1 - \left(1 - \frac{b}{t}\right)^{2.67} \quad 0 \leq E_0 \leq 1$$

$$R_s = \frac{1}{1 + \frac{0.0828 * V^{1.8}}{S_x * L^{2.3}}} \quad 0 \leq R_s \leq 1$$

- Capacidad máxima del sumidero lateral

$$Q_m = 1.27 * L * h^{1.5} \quad \text{si funciona como vertedero: } h < a$$

$$Q_m = 2.66 * L * a * h^{0.5} \quad \text{si funciona como orificio: } h \geq a$$

- Eficiencia del sumidero lateral

$$\text{si } h \leq a \quad E_L = 1 - \left(1 - \frac{L}{L_T}\right)^{1.8} \quad 0 \leq E_L \leq 1$$

$$\text{si } h > a \quad E_L = 1$$

$$L_T = 0.817 * Q^{0.42} * S_L^{0.3} * (n * S_x)^{-0.6} \quad \text{con } L_T \text{ minimo igual a } L.$$



- Capacidad del sumidero

$$Q_s = E * Q = (E_H + E_L) * Q \quad \text{si } (E_H + E_L) * Q \leq Q_m$$

$$Q_s = Q_m \quad \text{si } (E_H + E_L) * Q > Q_m$$

Este cálculo es iterativo, es decir, se verifica de acuerdo a las áreas portantes, que se cumpliera con el espejo de agua menor o igual a 1m y que el sumidero también cumpliera.

3.2.7 Cálculo de colectores.

Para verificar la capacidad hidráulica de los colectores se debe cumplir con lo estipulado en el código de normas y especificaciones técnicas, las cuales entregan las velocidades y caudales máximos siguientes (MINVU, 2005):

$$Q = 0.3 * \frac{D^{8/3} * I^{1/2}}{n}$$

Donde,

Q : Caudal máximo para que la tubería funcione por gravedad (m³/s).

- Velocidad de la tubería: $V(h) = \frac{1}{n} (R * h)^{2/3} * \sqrt{S}$

La velocidad mínima para generar el auto lavado de acuerdo con lo indicado por el proveedor se obtiene:

$$V = 0.234 * H/D + 0.37$$

Donde,

H : es el tirante del flujo de la tubería

D : Diámetro de la tubería.

4. Diseño de Agua Potable

Las redes se dimensionan con matrices de PVC-C10, de diámetros capaces de servir al total de desarrollo del Loteo, considerando la densidad habitacional y dotaciones definidas para el Proyecto de Loteo.

Respecto al control de incendios, se dispondrán grifos de 16 l/s, según se indica en el Plano de Planta, tal que ningún punto del Loteo, incluidos el interior de los Condominios, diste a más de 150 m de un grifo.

4.1 Bases de Cálculo.

Cantidad de Viviendas	:	600	
Densidad Poblacional	:	5	habitantes/departamento
Población	:	3.000	habitantes
Dotación A.P. Residencial	:	160	l/hab./día
Superficie de Riego	:	2679	m ²
Factor de Caudal Máximo Diario	:	1,5	
Factor de Caudal Máximo Horario	:	1,5	

Por lo anterior, el Consumo Global del Loteo y Caudales serán de:

Consumo Medio Diario "G"	:	510,874	m ³
Caudal Medio Diario "Qme"	:	5,913	l/s
Caudal Máximo Diario "QMD"	:	8,869	l/s
Caudal Máximo Horario "QMH"	:	13,304	l/s
Caudal de Incendio	:	16,000	l/s



4.2 Verificación de Presiones y Pérdidas de Carga.

La verificación de presiones se ha realizado utilizando el software EPANET, desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos para el cálculo de Pérdidas de Carga en las condiciones de flujo de "Caudal Máximo Horario" y "Caudal Máximo Diario más Caudal de Incendio", con un grifo de 16 l/s en funcionamiento dada la Población del Loteo. Utilizando la fórmula de pérdida de carga de Darcy-Weisbach con un factor de fricción igual a 145, considerando los criterios que establece la normativa vigente en relación con las presiones mínimas en matrices públicas de agua potable.

Fórmula en función del caudal para perdidas regulares

La forma general de la ecuación de Darcy-Weisbach es:

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

La fórmula de Darcy-Weisbach puede ser escrita, en función del caudal Q, como:

$$hf = f \frac{8 * L * Q^2}{g * \pi^2 * D^5}$$

Donde:

f: factor de fricción Darcy-Weisbach

L: longitud de tubo

D: diámetro

G: aceleración de gravedad

V: velocidad media

El análisis de la red de distribución se realizó para la extensión de la red del Loteo "Conjunto Habitacional Ex Fundición", con el objeto de determinar si se cumple con los criterios establecidos en la normativa vigente, es decir, 15 m.c.a. en el punto más desfavorable para caudales máximos horarios y sin considerar funcionamiento de grifos, y 5 m.c.a. para caudal máximo diario más 1 grifo en funcionamiento.

4.3 MODELO UTILIZADO

El Modelo considera en nudos o puntos de entrada o salida de caudal en los puntos singulares de acuerdo con la geometría, como son: fin de tuberías, ángulos y puntos en T. El caudal de salida asignado a cada nudo se determinó relacionando cada condominio o grifo al nudo más cercano para luego transformar a demanda.



Resultados

1. Cálculo de pavimentos

1.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN AASHTO 93

Ejes equivalentes, EE:	1×10^6	millones
Serviciabilidad inicial, pi:	4,5	
Serviciabilidad final, pf:	2,0	
Desviación estándar del error combinado, So:	0,350	
Coefficiente estadístico, ZR:	0,000	
Módulo de Reacción Equivalente Subrasante, K:	49,9	[MPa/m]
Resistencia media hor.flexotraccion 28 días, Rm:	30,0	[MPa]
Módulo de Elasticidad del hormigón, E:	31220	[MPa]
Coefficiente de drenaje, Cd:	0,8	
Coefficiente de transferencia de carga, J:	3,6	
Espesor losa de hormigón requerido:	93	[mm]
Espesor losa proyecto, H:	150	[mm]

Por lo que se toma la decisión de tener un espesor de losa de hormigón tipo HCV de 0.15 metros de espesor con una base estabilizada de 0.15 m, estos resultados fueron seleccionados de la planilla de pavimentación del Serviu Metropolitano, además la longitud del pasa juntas es de 0.4 m con un diámetro de 22 mm, como lo recomienda el Manual de Carreteras Volumen 3. (MINVU, 2012).

1.2 Alineamientos horizontales y verticales.

1.2.1 Alineamientos horizontales

Como resultado se obtuvo la implementación de 12 curvas horizontales las que se aprecian a la siguiente tabla junto con sus parámetros.

Tablas N.º 10: Alineamientos Horizontales

V-1		V-2		V-3		V-4	
α	169,81°	α	100,55°	α	164,55°	α	160,79°
w	10,19°	w	79,45°	w	15,45°	w	19,21°
R	195,551	R	19,5	R	43,5	R	74,5
D	35,591	D	27,04	D	11,73	D	24,978
T	17,442	T	16,204	T	5,9	T	12,607
S	0,776	S	5,853	S	0,398	S	1,059

V-5		V-6		V-7		V-8	
α	160,19°	α	95,25°	α	92,11°	α	168,60°
w	19,81	w	84,75°	w	87,89°	w	11,40°
R	13,5	R	9,5	R	9,5	R	21,3
D	4,668	D	14,052	D	14,573	D	4,238
T	2,357	T	8,667	T	9,156	T	2,126
S	0,204	S	3,36	S	3,694	S	0,106



V-9		V-10		V-11		V-12	
α	161,13°	α	159,86°	α	147,66°	α	131,78°
w	18,87°	w	20,14°	w	32,34°	w	48,22°
R	22,358	R	8,7	R	237,582	R	11,624
D	7,363	D	3,058	D	134,101	D	9,783
T	3,715	T	1,545	T	68,889	T	5,202
S	0,307	S	0,136	S	9,786	S	1,111

TABLA 10: Parámetros para la obtención de alineamientos horizontales.

1.2.2 Alineamientos verticales

Como resultado se obtuvo la implementación de 20 curvas verticales las que se aprecian a la siguiente tabla junto con sus parámetros.

Tablas N.º 11: Alineamientos verticales por perfil de calles

Perfil Calle 1C

M.Vertice	5,993
Elev. Vertice	25,606
θ	0,188
T	5,993
f	0,281
K	63,823

M.Vertice	42,195
Elev. Vertice	23,783
θ	0,122
T	5,558
f	0,170
K	90,966

Perfil Calle 1A

M.Vertice	6,000
Elev. Vertice	34,523
θ	0,065
T	6,000
f	0,098
K	183,767

Perfil Calle Prat

M.Vertice	6,014
Elev. Vertice	6,830
θ	0,028
T	6,014
f	0,042
K	429,571

Perfil Carlos Cousiño

M.Vertice	41,040
Elev. Vertice	29,695
θ	0,040
T	10,000
f	0,100
K	500,000

M.Vertice	65,217
Elev. Vertice	25,343
θ	0,079
T	10,000
f	0,197
K	253,807

M.Vertice	138,710
Elev. Vertice	17,663
θ	0,100
T	10,000
f	0,250
K	200,000

M.Vertice	261,616
Elev. Vertice	17,198
θ	0,041
T	10,000
f	0,103
K	487,805

M.Vertice	311,616
Elev. Vertice	14,998
θ	0,056
T	10,000
f	0,140
K	357,143

M.Vertice	361,616
Elev. Vertice	9,998
θ	0,030
T	10,000
f	0,075
K	666,667

M.Vertice	391,616
Elev. Vertice	7,898
θ	0,047
T	10,000
f	0,118
K	425,532

M.Vertice	455,119
Elev. Vertice	6,692
θ	0,090
T	10,000
f	0,225
K	222,222

M.Vertice	485,613
Elev. Vertice	3,642
θ	0,075
T	6,000
f	0,113
K	160,000



Perfil Calle 1B

M.Vertice	6,000
Elev. Vertice	30,037
θ	0,129
T	6,000
f	0,193
K	93,168

M.Vertice	42,195
Elev. Vertice	35,785
θ	0,059
T	10,000
f	0,147
K	340,136

M.Vertice	74,335
Elev. Vertice	39,000
θ	0,080
T	10,000
f	0,200
K	250,000

M.Vertice	98,036
Elev. Vertice	43,266
θ	0,136
T	10,000
f	0,341
K	146,735

M.Vertice	118,808
Elev. Vertice	42,358
θ	0,116
T	10,770
f	0,313
K	185,211

M.Vertice	134,168
Elev. Vertice	39,900
θ	0,132
T	4,952
f	0,164
K	74,917

M.Vertice	142,022
Elev. Vertice	39,821
θ	0,128
T	3,262
f	0,105
K	50,889

Tabla 11: Parámetros para la obtención de alineamientos verticales.



2. Cálculo de aguas servidas

Tabla N.º 12: Verificación Hidráulica

TRAMO		CONDICIONES FISICAS						CONDICIONES DE DISEÑO						AUTOLAVADO												
De	A	Nombre	Tramo	Suma	Tramo	Suma	Tramo	Suma	Bozon	Transic.	Medio	Hamron	Espec.	Infil.	DISEÑO	n	Ø Int.	i	h/D	Vel.	V. (m/s)	Autolav.	BOCA LLENA	Qe	Ve	
		Colector 1	Colector 1	Colector 1	Colector 1	Colector 1	Colector 1	Colector 1																		
1	2	Colector 1	10,00	10,00	3000	3000	15,000	15000	-	-	-	2,78	61,74	12,348	74,086	0,011	334,0	14,00%	0,24	4,48	0,43	0,43	569,19	6,50		
2	5	Colector 1	29,10	39,10	40	3040	200	15200	-	-	-	2,77	62,43	12,486	74,917	0,011	334,0	15,00%	0,24	4,61	0,43	0,43	589,17	6,72		
3	4	Cañería 1	46,85	46,85	40	40	200	200	-	3,97	-	-	3,97	0,794	4,764	0,011	188,2	12,00%	0,50	1,95	0,49	0,49	114,14	4,10		
4	5	Cañería 1	23,50	23,20	20	60	100	300	-	4,33	-	-	4,33	0,866	5,196	0,011	188,2	11,00%	0,50	1,93	0,49	0,49	109,28	3,93		
5	6	Colector 1	40,20	79,30	0	3040	0	15200	-	-	-	2,77	62,43	12,486	74,917	0,011	334,0	15,00%	0,24	4,61	0,43	0,43	589,17	6,72		
6	11	Colector 1	30,20	109,50	20	3060	100	15300	-	-	-	2,77	62,78	12,555	75,332	0,011	334,0	10,00%	0,27	4,00	0,43	0,43	481,06	5,49		
7	8	Cañería 2	26,00	26,00	60	60	300	300	-	4,33	-	-	4,33	0,866	5,196	0,011	188,2	2,50%	0,50	1,14	0,49	0,49	52,10	1,87		
8	9	Cañería 2	6,30	32,30	40	100	200	500	-	5,06	-	-	5,06	1,012	6,072	0,011	188,2	1,50%	0,50	0,98	0,49	0,49	40,36	1,45		
9	10	Cañería 2	31,20	63,50	20	120	100	600	-	5,43	-	-	5,43	1,086	6,516	0,011	188,2	1,50%	0,50	1,00	0,49	0,49	40,36	1,45		
10	11	Cañería 2	23,90	87,40	40	160	200	800	-	6,16	-	-	6,16	1,232	7,392	0,011	188,2	1,50%	0,50	1,03	0,49	0,49	40,36	1,45		
11	12	Colector 1	29,90	139,40	160	3220	800	16100	-	-	-	2,75	65,53	13,106	78,633	0,011	334,0	10,00%	0,27	4,05	0,43	0,43	481,06	5,49		
12	13	Colector 1	14,90	154,30	20	3240	100	16200	-	-	-	2,74	65,87	13,174	79,043	0,011	334,0	5,00%	0,33	3,16	0,45	0,45	340,16	3,88		
13	14	Colector 1	36,00	190,30	0	3240	0	16200	-	-	-	2,74	65,87	13,174	79,043	0,011	334,0	1,00%	0,51	1,75	0,49	0,49	152,12	1,74		
14	15	Colector 1	35,60	225,90	40	3280	200	16400	-	-	-	2,74	66,55	13,310	79,863	0,011	334,0	1,00%	0,51	1,76	0,49	0,49	152,12	1,74		
15	16	Colector 1	34,10	260,00	20	3300	100	16500	-	-	-	2,74	66,89	13,379	80,272	0,011	334,0	1,00%	0,52	1,76	0,49	0,49	152,12	1,74		
16	18	Colector 1	56,70	316,70	20	3320	100	16600	-	-	-	2,73	67,23	13,447	80,680	0,011	334,0	2,00%	0,42	2,28	0,47	0,47	215,13	2,46		
18	19	Colector 1	52,60	369,30	20	3340	100	16700	-	-	-	2,73	67,57	13,515	81,088	0,011	334,0	10,00%	0,28	4,09	0,43	0,43	481,06	5,49		
19	20	Colector 1	54,40	423,70	0	3340	0	16700	-	-	-	2,73	67,57	13,515	81,088	0,011	334,0	5,00%	0,33	3,19	0,45	0,45	340,16	3,88		
20	26	Colector 1	26,00	449,70	60	3400	300	17000	-	-	-	2,72	68,59	13,718	82,310	0,011	334,0	1,50%	0,47	2,06	0,48	0,48	186,31	2,13		
21	22	Cañería 3	15,30	15,30	40	40	200	200	-	3,97	-	-	3,97	0,794	4,764	0,011	188,2	0,80%	0,50	0,75	0,49	0,49	29,47	1,06		
22	23	Cañería 3	30,10	45,40	40	80	200	400	-	4,70	-	-	4,70	0,940	5,640	0,011	188,2	0,80%	0,50	0,78	0,49	0,49	29,47	1,06		
23	24	Cañería 3	32,70	78,10	60	140	300	700	-	5,79	-	-	5,79	1,158	6,948	0,011	188,2	0,30%	0,50	0,57	0,49	0,49	18,05	0,65		
24	25	Cañería 3	38,30	116,40	40	180	200	900	-	6,52	-	-	6,52	1,304	7,824	0,011	188,2	0,30%	0,50	0,58	0,49	0,49	18,05	0,65		
25	26	Cañería 3	30,80	147,20	20	200	100	1000	-	6,89	-	-	6,89	1,378	8,268	0,011	188,2	0,30%	0,50	0,59	0,49	0,49	18,05	0,65		
26	27	Colector 1	58,20	507,90	200	3600	1,000	18000	-	-	-	2,70	71,96	14,392	86,352	0,011	334,0	3,89%	0,37	2,96	0,46	0,46	300,03	3,42		
27	28	Colector 1	35,80	543,70	0	3600	0	18000	-	-	-	2,70	71,96	14,392	86,352	0,011	334,0	1,00%	0,54	1,79	0,50	0,50	152,12	1,74		
28	29	Colector 1	22,80	566,50	0	3600	0	18000	-	-	-	2,70	71,96	14,392	86,352	0,011	334,0	2,00%	0,44	2,32	0,47	0,47	215,13	2,46		
29	30	Colector 1	17,00	583,50	0	3600	0	18000	-	-	-	2,70	71,96	14,392	86,352	0,011	334,0	2,00%	0,44	2,32	0,47	0,47	215,13	2,46		
30		Colector 1	3,00	586,50	0	3600	0	18000	-	-	-	2,70	71,96	14,392	86,352	0,011	334,0	2,00%	0,44	2,32	0,47	0,47	215,13	2,46		

Tabla 12: Resultados verificación hidráulica. La importancia de la verificación hidráulica es poder determinar el diámetro de las tuberías para poder cumplir con la velocidad de auto lavado y caudal máximo a boca llena. Luego de la verificación se elige tubería colectora en PVC-T2 de 200 y 355 mm respectivamente.



3. Cálculo de Aguas Lluvias

3.1 Cálculo de precipitaciones

Para obtener el tiempo de concentración se aplicó el método de Giandotti, luego:

Tabla N.º 13: Tiempo de concentración por sub cuencas

APORTES POR SUB CUENCAS	AREA km ²	L (m)	H(m)	Tc(min)
SUB CUENCA NORTE	0,0101	0,134	6	18,46
SUB CUENCA COUSIÑO	0,0328	0,156	10	22,73
SUB CUENCA LOTE0	0,0783	0,45	15	34,75
SUB CUENCA SUR	0,0169	0,184	20	13,35

Tabla 13: Resultados de tiempo de concentración.

Luego el tiempo de concentración corresponde a 34.75 min, esto debido al que elegir este tiempo se asegura que el aporte del caudal sea el máximo, en otras palabras, que todas las sub cuencas aportan en un 100%. Así se puede obtener la intensidad para el tiempo de concentración al interpolar en las tablas IDF para un periodo de retorno de 2 y 100 años, luego:

Tabla N.º 14: Intensidades de precipitación

I (Tc=34,75 y T=2)	I (Tc=34,75 y T=100)
21,74 mm	47,44 mm

Tabla 14: Intensidades según periodo de retorno



3.2 Cálculo para el caudal de diseño

Aplicando el método racional y con una intensidad de 47.44 mm, debido a que es el caso más desfavorable tenemos:

Tabla N.º 15: Caudal captado por cada sumidero

IDENTIFICACIÓN	CAUDAL			
	MÉTODO RACIONAL			
Nº de Sum	Ac (m ²)	C	i (mm/h)	Q (m ³ /s)
1	550	0,73	47,44	0,0053
2	691,25	0,73	47,44	0,0066
3	671,25	0,73	47,44	0,0065
4	697,42	0,73	47,44	0,0067
5	5700	0,55	47,44	0,0413
6	3224,1	0,73	47,44	0,0310
7	2769	0,65	47,44	0,0237
8	2594	0,60	47,44	0,0205
9	452,5	0,73	47,44	0,0044
10	1036	0,73	47,44	0,0100
11	790	0,73	47,44	0,0076
12	1443	0,73	47,44	0,0139
13	1394,5	0,73	47,44	0,0134
14	3183,5	0,65	47,44	0,0273
15	1852,5	0,65	47,44	0,0159
16	5365	0,65	47,44	0,0460
17	4507	0,45	47,44	0,0267
18	4756	0,45	47,44	0,0282
19	2842	0,73	47,44	0,0273
20	3094,5	0,65	47,44	0,0265
21	1566	0,60	47,44	0,0124
22	2018	0,73	47,44	0,0194
23	3220,5	0,73	47,44	0,0310
24	1156	0,73	47,44	0,0111
25	496	0,73	47,44	0,0048
26	496	0,73	47,44	0,0048
27	1548,5	0,73	47,44	0,0149
28	890	0,58	47,44	0,0068
29	2781	0,65	47,44	0,0238
30	4454	0,45	47,44	0,0264
31	4258	0,45	47,44	0,0252
32	1091,5	0,73	47,44	0,0105
33	1117,5	0,73	47,44	0,0108

Tabla 15: Caudal en m³/s que recibe cada sumidero.



3.3 Comprobación de capacidad horizontal y vertical de sumideros

Tabla N.º 16: Verificación horizontal y vertical de sumideros

IDENTIFICACIÓN	SUMIDERO HORIZONTAL						SUMIDERO LATERAL				
	Tipo	b (m)	A (m ²)	F	Qm (m ³ /s)	Rs	EFICIENCIA	F	Qm (m ³ /s)	Lt	EL
Nº de Sum											
1	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.007	0.24	0.96	0.97	0.003	5.11	0.32
2	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.010	0.36	0.87	0.92	0.004	4.21	0.38
3	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.010	0.36	0.88	0.92	0.004	4.16	0.38
4	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.007	0.19	0.95	0.96	0.003	6.15	0.27
5	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.033	0.17	0.84	0.86	0.014	7.87	0.21
6	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.028	0.19	0.88	0.90	0.012	6.97	0.24
7	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.022	0.17	0.94	0.95	0.009	6.95	0.24
8	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.020	0.18	0.96	0.96	0.008	6.54	0.25
9	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.009	0.48	0.90	0.95	0.004	3.06	0.50
10	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.015	0.39	0.77	0.86	0.006	4.33	0.37
11	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.015	0.51	0.77	0.89	0.006	3.31	0.47
12	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.031	0.54	0.86	0.94	0.013	2.82	0.54
13	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.030	0.55	0.86	0.94	0.013	2.76	0.55
14	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.053	0.51	0.83	0.91	0.022	3.13	0.49
15	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.037	0.59	0.81	0.92	0.015	2.64	0.57
16	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.091	0.55	0.77	0.90	0.038	3.03	0.50
17	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.094	0.78	0.76	0.95	0.039	1.68	0.79
18	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.093	0.76	0.76	0.94	0.039	1.81	0.76
19	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.029	0.23	0.87	0.90	0.012	5.98	0.28
20	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.033	0.30	0.84	0.89	0.014	5.10	0.32
21	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.014	0.28	0.78	0.84	0.006	5.62	0.29
22	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.032	0.42	0.85	0.91	0.013	3.69	0.43
23	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.043	0.38	0.76	0.85	0.018	4.48	0.36
24	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.014	0.32	0.79	0.85	0.006	5.12	0.32
25	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.009	0.40	0.91	0.95	0.004	3.59	0.44
26	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.011	0.56	0.85	0.93	0.005	2.69	0.56
27	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.032	0.54	0.85	0.93	0.013	2.87	0.53
28	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.032	0.83	0.85	0.97	0.013	1.29	0.92
29	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.089	0.79	0.78	0.95	0.037	1.60	0.82
30	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.094	0.78	0.76	0.95	0.039	1.68	0.79
31	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.091	0.78	0.77	0.95	0.038	1.64	0.80
32	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.010	0.20	0.87	0.90	0.004	6.71	0.25
33	S1 6 S2	0.41	0.22	V	0.010	0.20	0.87	0.90	0.004	6.77	0.25

Tabla 16: Resultado de capacidad horizontal y vertical de sumideros



3.4 Verificación de capacidad de sumideros

Tabla N.º 17: Capacidad total de sumideros.

IDENTIFICACIÓN	VERIFICACION DE CAPACIDAD SUMIDEROS TOTAL			
	E	Qm _{total} (m ³ /s)	Q _S Total (m ³ /s)	Cumple
Nºde Sum				
1	1,0	0,010	0,0053	SI
2	1,0	0,015	0,0066	SI
3	1,0	0,014	0,0065	SI
4	1,0	0,010	0,0067	SI
5	1,0	0,047	0,0413	SI
6	1,0	0,040	0,0310	SI
7	1,0	0,031	0,0237	SI
8	1,0	0,029	0,0205	SI
9	1,0	0,013	0,0044	SI
10	1,0	0,021	0,0100	SI
11	1,0	0,021	0,0076	SI
12	1,0	0,043	0,0139	SI
13	1,0	0,043	0,0134	SI
14	1,0	0,076	0,0273	SI
15	1,0	0,053	0,0159	SI
16	1,0	0,129	0,0460	SI
17	1,0	0,134	0,0267	SI
18	1,0	0,132	0,0282	SI
19	1,0	0,041	0,0273	SI
20	1,0	0,046	0,0265	SI
21	1,0	0,020	0,0124	SI
22	1,00	0,046	0,0194	SI
23	1,0	0,061	0,0310	SI
24	1,0	0,020	0,0111	SI
25	1,0	0,012	0,0048	SI
26	1,0	0,016	0,0048	SI
27	1,0	0,046	0,0149	SI
28	1,0	0,046	0,0068	SI
29	1,0	0,125	0,0238	SI
30	1,0	0,133	0,0264	SI
31	1,0	0,130	0,0252	SI
32	1,0	0,015	0,0105	SI
33	1,0	0,015	0,0108	SI

Tabla 17: Resultados capacidad total de sumideros, por lo tanto, la configuración de sumideros S-2 mixtos es la correcta para la captación de Aguas Lluvias.



3.5 Verificación de colectores

Tabla N.º 18: Verificación de colectores

ID	Designacion	C	n	I [%]	Qd		H (mm)	H/D	V (m/s)	Vmin_prov (m/s)	Qmax H/D=0.8 [m³/s]	Verif Autolavado	Verif Capacidad
					Interno	[m³/s]							
COL 1	C1-C2	0,8	0,011	1,00%	400	0,013	62,7	0,16	1,04	0,52	0,237	SI	SI
COL 1	C2-C5	0,8	0,011	11,58%	500	0,018	38,6	0,08	2,64	0,46	1,462	SI	SI
CAÑ 1	C3-C4	0,8	0,011	9,67%	400	0,007	26,5	0,07	1,88	0,43	0,737	SI	SI
CAÑ 1	C4-C5	0,8	0,011	10,50%	400	0,079	85,1	0,21	4,04	0,57	0,768	SI	SI
COL 1	C5-C6	0,8	0,011	13,09%	500	0,112	89,3	0,18	4,72	0,58	1,554	SI	SI
COL 1	C6-C10	0,8	0,011	10,05%	500	0,156	112,3	0,22	4,74	0,63	1,362	SI	SI
CAÑ 3	C7-C8	0,8	0,011	1,62%	400	0,039	95,8	0,24	1,71	0,59	0,302	SI	SI
CAÑ 3	C8-C9	0,8	0,011	3,00%	400	0,039	82,2	0,21	2,12	0,56	0,410	SI	SI
CAÑ 3	C9-C10	0,8	0,011	1,94%	400	0,061	114,1	0,29	2,06	0,64	0,330	SI	SI
COL 1	C10-C11	0,8	0,011	11,42%	500	0,258	139,9	0,28	5,74	0,70	1,451	SI	SI
COL 1	C11-C12	0,8	0,011	5,96%	500	0,269	169,2	0,34	4,60	0,77	1,049	SI	SI
COL 1	C12-C13	0,8	0,011	2,00%	500	0,331	257	0,51	3,25	0,97	0,607	SI	SI
COL 1	C13-C14	0,8	0,011	6,68%	500	0,386	199,1	0,40	5,29	0,84	1,110	SI	SI
COL 1	C14-C18	0,8	0,011	2,00%	500	0,452	312,8	0,63	3,49	1,10	0,607	SI	SI
CAÑ 6	C15-C16	0,8	0,011	48,55%	400	0,027	35,2	0,09	5,04	0,45	1,651	SI	SI
CAÑ 6	C16-C17	0,8	0,011	53,20%	400	0,038	38,6	0,10	6,12	0,46	1,728	SI	SI
CAÑ 6	C17-C18	0,8	0,011	1,00%	400	0,049	120,9	0,30	1,53	0,65	0,237	SI	SI
COL 1	C18-C19	0,8	0,011	8,00%	600	0,539	209,3	0,35	6,14	0,86	1,975	SI	SI
COL 1	C19-C20	0,8	0,011	5,40%	600	0,553	236,5	0,39	5,34	0,92	1,623	SI	SI
COL 1	C20-C25	0,8	0,011	9,42%	600	0,604	213,4	0,36	6,70	0,87	2,144	SI	SI
CAÑ 8	C21-C22	0,8	0,011	0,03%	800	0,034	109,1	0,14	0,83	0,63	0,261	SI	SI
CAÑ 8	C22-C23	0,8	0,011	0,03%	800	0,054	136	0,17	0,95	0,69	0,261	SI	SI
CAÑ 8	C23-C24	0,8	0,011	0,03%	800	0,121	203,4	0,25	1,21	0,85	0,261	SI	SI
CAÑ 8	C24-C25	0,8	0,011	0,03%	800	0,121	203,4	0,25	1,21	0,85	0,261	SI	SI
COL 1	C25-C26	0,8	0,011	2,97%	800	0,777	327,4	0,41	4,01	1,14	2,592	SI	SI
COL 1	C26-C27	0,8	0,011	0,30%	1000	0,798	508,3	0,51	1,99	1,56	1,494	SI	SI
emisorio	C27-DESCARGA	0,8	0,011	0,30%	1000	0,798	508,3	0,51	1,99	1,56	1,494	SI	SI

Tabla 18: Resultados verificación hidráulica. Así se demuestra que la verificación de colectores cumple con la verificación de velocidad de auto lavado, además de la capacidad de caudal máximo. La red colectora está en su totalidad conformada por tubería HDPE N-12 con diámetros que van entre 0.40 a 1.00 metros.

**4. Cálculo de Agua potable.****Tabla N.º 19: Requerimientos por nodos**

NUDO	LOTE ALIMENTADO	SUPERFICIE m2	HABITANTES	CONSUMO DIARIO (m3)	CAUDALES DE NODOS		
					Medio (l/s)	Máx. Diario (l/s)	Máx. Horario (l/s)
1		-	-		0,000	0,000	0,000
2		-	-		0,000	0,000	0,000
3		-	-		0,000	0,000	0,000
4		-	-		0,000	0,000	0,000
5	AREA VERDE 4	271,07	-	2,71	0,031	0,047	0,071
6		-	-		0,000	0,000	0,000
7		-	-		0,000	0,000	0,000
8	CONDominio 6	-	300	48,00	0,556	0,833	1,250
9	GRIFO 9 + AREA VERDE 6 + S.SOCIAL 3	1.025,45	-	10,25	0,119	0,178	0,267
10	GRIFO 10	-	-		0,000	0,000	0,000
11		-	0	0,00	0,000	0,000	0,000
12	CONDominio 5	-	100	16,00	0,185	0,278	0,417
13		-	0	0,00	0,000	0,000	0,000
14	CONDominio 4	-	300	48,00	0,556	0,833	1,250
15	GRIFO 15 + AREA VERDE 2	1.466,77	-	14,67	0,170	0,255	0,382
16		-	0	0,00	0,000	0,000	0,000
17		-	-		0,000	0,000	0,000
18		-	-		0,000	0,000	0,000
19	GRIFO 19	-	-		0,000	0,000	0,000
20		0,00	-		0,000	0,000	0,000
21	CONDominio 7	0,00	800	128,00	1,481	2,222	3,333
22	CONDominio 8	0,00	400	64,00	0,741	1,111	1,667
23	CONDominio 1	-	200	32,00	0,370	0,556	0,833
24	CONDominio 2	-	600	96,00	1,111	1,667	2,500
25	CONDominio 3	0,00	200	32,00	0,370	0,556	0,833
26	CONDominio 9 + S. SOCIAL 4	84,10	100	16,84	0,195	0,292	0,439
27	SEDES SOCIALES 1 Y 2	240	-	2,4	0,028	0,042	0,063
TOTAL		3.087,39	3.000	510,874	5,913	8,869	13,304

Tabla 19: Caudales para los cuales la red se verificó.



4.1 Características de la red

Tabla N.º 20: Características de la red

CAÑERÍA	NODO		Ø (mm)	LARGO (m)
	DESDE	HASTA		
1	1	2	160	10,00
2	2	3	160	10,10
3	3	4	160	18,00
4	4	23	110	27,40
5	4	5	160	18,00
6	5	6	125	68,20
7	6	7	125	4,70
8	7	8	125	58,20
9	8	9	125	2,00
10	5	10	125	26,50
11	10	11	125	3,00
12	11	24	110	18,20
13	11	12	125	20,30
14	12	13	125	18,70
15	13	25	110	12,00
16	13	14	125	31,90
17	14	27	125	7,00
18	27	15	125	127,10
19	15	16	125	141,50
20	16	26	110	12,30
21	16	17	125	28,00
22	17	19	125	56,40
23	19	20	110	3,00
24	20	21	110	12,00
25	20	22	110	12,00
26	17	18	125	24,00

Tabla 20: Especificaciones para la red verificada.

Con la configuración que presenta la red de distribución de agua potable se asegura cumplir:

- La velocidad en el interior no supere lo establecido por norma.
- La presión al interior de la tubería no supera los 70 m.c.a además la red dispone de válvulas reductoras de presión para cuando es necesario.
- Para el caudal máximo horario la presión a nivel de terreno debe ser al menos 15 m.c.a
- Para el caudal diario más el caudal de incendio, la presión mínima a la salida del grifo debe ser 5 m.c.a



Conclusiones

- El pavimento seleccionado es del tipo rígido, compuesto de hormigón G-30 y G-20 según la sollicitación de la superficie.
- La calzada tiene espesor de 15cm con hormigón G-30 y 15cm de base estabilizada, en el caso de aceras tienen un espesor de 7 cm con hormigón G-20 y 8cm de base estabilizada y las ciclovías tienen un espesor de 10cm con hormigón G-20 y 10cm de base estabilizada.
- Se determinó 12 alineamientos horizontales y 20 verticales a partir del diseño planificado.
- La red de aguas servidas está formada por tubería de PVC-T2 en diámetros de 200 y 355 mm.
- La distribución de sumideros es la adecuada para la urbanización puesto que cumple con los criterios de capacidad de porteo, velocidades y eficiencia.
- La red colectora de aguas lluvias esta formada por tuberías HDPE N-12 de diámetros interiores de 400, 500, 600, 800 1.000 mm las cuales cumplen con los criterios de verificación.
- La red estará formada por tuberías PVC-C10 en diámetros 110,125,160 mm los cuales cumplen con la verificación de caudales máximo horario y caudales diarios más caudal de incendio.
- El presupuesto para la ejecución de la obra es de 39.850 U.F.

Bibliografía

- Dirección de Vialidad. (2012). Manual de carreteras, Volumen 3, Instrucciones y Criterios de Diseño. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización. (1979). NCh 1515, Mecánica de Suelos. Santiago, Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización. (1980). NCh 1623, Cámaras de inspección para redes públicas de alcantarillado. Santiago, Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización. (1981). NCh 1852, Mecánica de Suelos, Determinación de la razón de soporte de suelos compactados. Santiago, Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización. (2005). NCh 1104 Ingeniería sanitaria, Presentación y contenido de proyectos de sistemas de agua potable y de alcantarillado. Santiago, Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización. (2008). NCh 1105 Ingeniería sanitaria, Alcantarillado de aguas residuales, Diseño y cálculo de redes. Santiago, Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización. (2011). NCh 399, Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) rígido, para la conducción de fluidos a presión. Santiago, Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización. (2015). Norma NCh 691, Agua potable, conducción, regulación y distribución. Santiago, Chile: INN.
- Instituto Nacional de Normalización. (2016). NCh 170, Hormigón, Requisitos generales. Santiago, Chile: INN.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2002). Manual de Vialidad Urbana, Recomendaciones para el Diseño de Elementos de infraestructura Vial Urbana (REDEVU). Santiago, Chile: MINVU.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2005). Guía de Diseño y Especificaciones de Elementos Urbanos de Infraestructura de Aguas Lluvias. Santiago, Chile: MINVU.
- Servicios de Vivienda y Urbanización Metropolitano. (2008). Cartillas de pavimentación. Santiago, Chile: SERVIU.