UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

FACULTAD DE INGENIERIA

“Proyecto de recolección de aguas pluviales en población Villa los Nogales para la construcción de un sistema hídrico en parque municipal de Putaendo, Valparaíso, chile.”

Trabajo de Título para optar al Título de

Ingeniero Constructor

Por:

Juan Pablo Vivar Torrijos

Profesor guía: Claudio Carrasco

2023

AGRADECIMIENTOS

A mis queridos padres,

No hay palabras suficientes para agradecerles por su constante respaldo a lo largo de mi educación. Su sacrificio, amor y dedicación han sido la base sobre la cual he construido mi camino académico. Gracias por creer en mí, por alentarme a seguir adelante y por ser mis mayores defensores. Este logro también es suyo, y estoy eternamente agradecido por su incansable apoyo.

A mi pareja Javiera Henríquez,

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento por tu apoyo incondicional a lo largo de este arduo proceso de tesis. Tu paciencia, comprensión y aliento constante han sido la luz que me ha guiado en los momentos más desafiantes. Gracias por ser mi fuente de motivación y por compartir este viaje conmigo. Tu presencia ha hecho que cada logro sea más significativo.

Y a mi compañero Yovanny Salvo,

La travesía académica habría sido incompleta sin tu amistad y colaboración. Gracias por ser mi compañero en este desafío, por compartir ideas, superar obstáculos y celebrar cada pequeño triunfo juntos. Tu apoyo han hecho que este viaje sea más llevadero y memorable. Este logro es tuyo tanto como es mío.

A cada uno de ustedes, gracias por ser parte integral de mi vida y por contribuir de manera significativa a la realización de esta tesis. Sus palabras alentadoras, sus gestos de apoyo y su presencia constante han marcado la diferencia en este viaje académico. Estoy agradecido de tenerlos en mi vida.

Con gratitud sincera,

JUAN PABLO VIVAR TORRIJOS

Índice

1 Antecedentes Generales 13

1.1 Planteamiento Del Problema 13

1.2 Estudio del Estado del arte 17

1.2.1 Eficiencia hídrica aplicada a la plaza de armas de Quilicura 17

1.2.1 "Recuperación hidrográfica de la cuenca del estero Jaime en la av. Francia" 17

1.3 Objetivos 18

1.3.1 Objetivo General 18

1.3.2 Objetivos Especifico 18

1.3.3 Alcances 18

2 Marco Teórico 20

2.1 Valparaíso 20

2.2 Putaendo 20

2.3 Parque Municipal de Putaendo. 21

2.3.1 Conjunto habitacional Villa los Nogales. 24

2.3.2 Levantamiento de perfil de elevación de zona de interés. 26

2.3.3 Flora y fauna nativa. 27

2.4 Levantamiento climático. 28

2.4.1 Tipo de clima en Putaendo 28

2.4.2 Precipitaciones. 30

Cuenca histórica río Putaendo 31

2.5 Marco normativo 33

2.6 Sistemas de recolección de aguas pluviales 34

2.6.1 Micro captación: 34

2.6.2 Derivación de manantiales y cursos de agua mediante bocatomas: 34

2.6.3 Recolección de agua de techos de vivienda y otras estructuras impermeables: 35

2.7 Estimación de caudales 35

2.7.1 Método Racional 36

2.8 Transporte 36

2.8.1 Colectores subterráneos 37
2.8.2 Condiciones hidráulicas 37
2.8.3 Cámaras 38
2.9 Sistemas de almacenamiento de aguas pluviales. 39
2.9.1 Presas y embalse: 39
2.9.2 Balsas 40
2.9.3 Tanques y cisternas: 40
2.9.4 Humedal. 40
2.9.5 Sistema Aquacell 41
2.9.6 Geomembrana y geotextil 43
2.10 Sistema de conservación del agua en un sistema de almacenamiento. 45
2.10.1 Algunas de las ventajas de usar sistemas de aireación son las siguientes: 45
2.10.2 Bomba de Aire: 45
2.10.3 Difusores o Piedras de Aire: 45
2.10.4 Tubos o Mangueras: 45
2.10.5 Regulador de Flujo (opcional): 45
2.10.6 Skimmers y Desnatadores (opcional): 45
2.10.7 Sistema de Filtración (opcional): 46
2.10.8 Generadores de Olas o Agitadores (opcional): 46
2.10.9 Controladores y Temporizadores (opcional): 46
2.11 Bomba de extracción 46
2.11.1 Electrobombas 47
2.11.2 Motobombas. 47
2.11.3 Tipos de bombas de agua según su uso: 47
2.12 Energía solar 48
2.12.1 Que cantidad de kWh produce un panel solar 49
2.13 Sistema de riego 50
2.13.1 Características del riego por goteo 50
3 Marco Metodológico 52
3.1 Recopilación de información 52
3.1.1 Levantamiento planimétrico del parque municipal 52
3.1.2 Levantamiento planimétrico de las viviendas a intervenir 52

3.1.3 Estudio de las cantidades de aguas pluviales 52

3.2 Trazado y diseño del nuevo sistema de recolección y transporte de aguas lluvias 53

3.2.1 Red de aguas lluvias 53

3.3 Diseño del sistema de almacenamiento 53

3.3.1 Sistema de almacenamiento de aguas pluviales 53

3.3.2 Diseño del sistema de reutilización de aguas pluviales 53

3.4 Estimación total de la inversión 54

4 Desarrollo y análisis de resultados 56

4.1 Levantamiento planímetro del parque municipal 56

4.2 Levantamiento planimétrico de las viviendas 57

4.3 Demanda de agua dentro del parque 59

4.4 Estudio de las cantidades de aguas pluviales 60

4.5 Trazado de la nueva red de aguas lluvia. 64

4.6 Diseño del sistema de almacenamiento. 81

4.6.1 Dimensionamiento. 81

4.6.2 Sistema de mantención del agua dentro del estanque 85

Para mantener el agua dentro del estanque se ocupara un sistema de aireación el cual nos permitirá conservar el agua durante todo el año. 85

4.7 Diseño del sistema de reutilización de aguas pluviales. 87

4.8 Energía renovable 92

4.8.1 Sitio escogido para paneles solares 92

4.8.2 Generación Fotovoltaica 93

4.9 Presupuesto estimado del proyecto. 95

4.10 Conclusiones 97

4.11 BIBLIOGRAFÍA 99

4.12 Anexos 101

Índice de Figuras

FIGURA 1.0.1: EVOLUCIÓN PRECIPITACIONES EN CHILE 14
FIGURA 2.1 MAPA DE LA COMUNA DE PUTAENDO Y LAS COMUNAS ALEDAÑAS 21
FIGURA 2.2: PLANIMETRÍA PARQUE MUNICIPAL 22
FIGURA 2.3: PARQUE MUNICIPAL PUTAENDO 23
FIGURA 2.4: PLANIMETRÍA DEL PARQUE Y CANTIDAD DE ÁRBOLES QUE EXISTEN 24
FIGURA 2.5: VILLA LOS NOGALES 25
FIGURA 2.6: PLANIMETRÍA CUBIERTAS VILLA LOS NOGALES 26
FIGURA 2.7: PERFIL DE ELEVACIÓN DE LA ZONA A INTERVENIR 27
FIGURA 2.8: TIPO DE CLIMA EN VALPARAÍSO Y PUTAENDO. 29
FIGURA 2.9: PRECIPITACIONES ANUAL ACUMULADA Y MÁXIMA PARA ESTACIÓN EL TÁRTARO 30
FIGURA 2.10: PRECIPITACIÓN ANUAL ACUMULADA Y MÁXIMA DIARIA PARA LA ESTACIÓN EL TÁRTARO (1990-2017) 31
FIGURA 2.11: CAUDALES MEDIOS ANUALES PARA LA ESTACIÓN FLUJOVIOMÉTRICA RESGUARDO DE LOS PATOS (1940-2017) 32
FIGURA 2.12: NIVELES DE AMENAZA DE INUNDACIONES POR CRECIDA DE RÍOS. 33
FIGURA 2.13: SISTEMA DE ALMACENAMIENTO AQUACELL 41
FIGURA 2.14: MÓDULO DE AQUACELL 42
FIGURA 2.15: AQUACELL COMO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO 42
FIGURA 2.16 GEOMEMBRANA HDPE POLIETILENO 43
FIGURA 2.17: GEOTEXTIL NO TEJIDO 44
FIGURA 4.1: PLANOS DEL PARQUE MUNICIPAL 56
FIGURA 4.2 PLANIMETRÍA VILLA LOS NOGALES 57
FIGURA 4.3: LEVANTAMIENTO DE VIVIENDAS PAREADOS 59
FIGURA 4.4: VIVIENDAS COMPUESTAS POR DOS BLOQUES 59
FIGURA 4.5: PRECIPITACIONES OBTENIDAS ENTRE 2022 Y 2023 61
FIGURA 4.6: CALCULO DE M^3/AÑO 64
FIGURA 4.7: PLANTA DE LA NUEVA RED DE COLECTORES Y CÁMARAS PARA AGUAS LLUVIA. 65

FIGURA 4.8: COLECTORES Y CÁMARAS CON SUS COTAS DE TERRENO....66
FIGURA 4.9: COTAS DE COLECTORES Y LONGITUD DE TRAMOS....67
FIGURA 4.10: VERIFICACIÓN DE DIÁMETRO PARA COLECTORES(PARTE 1)....67
FIGURA 4.11:VERIFICACIÓN DE DIÁMETRO PARA COLECTORES(PARTE 2)....68
FIGURA 4.12: PERFIL TRANSVERSAL DE REDES DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y AGUAS LLUVIAS....69
FIGURA 4.13: TRAZADO PRINCIPAL DE LA NUEVA RED....70
FIGURA 4.14: CÁLCULO DE PENDIENTE Y PROFUNDIDADES PARA CÁMARAS(PARTE 1)....70
FIGURA 4.15: CÁLCULO DE PENDIENTE Y PROFUNDIDADES PARA CÁMARAS(PARTE 2)....70
FIGURA 4.16: PERFIL TRANSVERSAL DE LA RED TRAZADA....71
FIGURA 4.17: IMAGEN AMPLIADA....71
FIGURA 4.18: IMAGEN AMPLIADA....72
FIGURA 4.19: TRAZADO DE LA CÁMARA N°10 HASTA CÁMARA N°7....73
FIGURA 4.20: CÁLCULO DE PENDIENTE Y PROFUNDIDAD DE CÁMARAS....73
FIGURA 4.21: IMAGEN AMPLIADA 1....74
FIGURA 4.22: IMAGEN AMPLIADA 2....74
FIGURA 4.23: TRAZADO DE LA CÁMARA N°3 HASTA CÁMARA N°8....74
FIGURA 4.24: CÁLCULO DE PENDIENTE Y PROFUNDIDAD DE CÁMARAS....75
FIGURA 4.25: TRAZADO DE LA CÁMARA N°4 HASTA CÁMARA N°3.....75
FIGURA 4.26: CÁLCULO DE PENDIENTE Y PROFUNDIDAD DE CÁMARAS....76
FIGURA 4.27: TRAZADO DE LA CÁMARA N°6 HASTA CÁMARA N°5.....76
FIGURA 4.28: CÁLCULO DE PENDIENTE Y PROFUNDIDAD DE CÁMARAS....77
FIGURA 4.29: DETALLE DE CÁMARA TIPO A....78
FIGURA 4.30: TRAZADO DE COLECTORES DE PVC200MM Y SUMIDEROS....79
FIGURA 4.31: CALCULO DE PENDIENTE Y PROFUNDIDAD DE SUMIDEROS....79
FIGURA 4.32: DETALLE DE SUMIDERO....80
FIGURA 4.33: ELEVACIÓN DE CASA TIPO CONFORMADA POR 2 VIVIENDAS PAREADAS....80
FIGURA 4.34: DATOS DE ENTRADA PARA HIDROGRAMA....81

FIGURA 4.35: DISEÑO DEL TANQUE 82

FIGURA 4.36: EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA 84

FIGURA 4.37: ESQUEMA DE CELDA UNITARIA DEL SISTEMA AQUACELL Y DIMENSIÓN DEL TRANQUE REQUERIDO 84

FIGURA 4.38: DIFUSOR MICRO-POROSO BST 86

FIGURA 4.39: PARRILLA DE DIFUSORES 86

FIGURA 4.40: GENERADOR DE AIRE 1.1 HP 87

FIGURA 4.41: TRAZADO DE LA RED DE RIEGO 88

FIGURA 4.42. MOTOBOMBA PKSM 60 89

FIGURA 4.43: DIFUSOR PSU 4 89

FIGURA 4.44: PLANTA DEL SITIO DE MOTOBOMBA Y RIEGO POR DIFUSORES 90

FIGURA 4.45: ESQUEMA DEL SISTEMA DE RIEGO POR DIFUSORES 91

FIGURA 4.46: VERIFICACIÓN DE PRESIÓN EN NUDOS 91

FIGURA 4.47: MAPA DEL SITIO SELECCIONADO 92

Índice de tablas

TABLA 4.1: METROS CUADRADOS A INTERVENIR....58
TABLA 4.2. DEMANDA DE AGUA POR ÁRBOL....59
TABLA 4.3: PRECIPITACIONES OBTENIDAS ENTRE 1990 Y 2017....61
TABLA 4.4: RESUMEN PRECIPITACIONES DE 1990 HASTA 2017....62
TABLA 4.5: RESUMEN PRECIPITACIONES 2022 Y 2023....62
TABLA 4.6: PROMEDIOS TOTALES DESDE 1990 HASTA 2023....62
TABLA 4.7: RESUMEN DE LLUVIAS ANUALES....64
TABLA 4.8: RESUMEN DE DISEÑO DE TRANQUE....83
TABLA 4.9: CUBICACIÓN DE MEMBRANAS....85
TABLA 4.10: UBICACIÓN DEL SITIO SELECCIONADO....92
TABLA 4.11: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO....93
TABLA 4.12: RESULTADOS DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA....93

Índice de esquemas

ESQUEMA 1: SISTEMA DE RECOLECCIÓN 35
ESQUEMA 2: TRANSPORTE DEL AGUA 39
ESQUEMA 3: SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO 43
ESQUEMA 4: SISTEMA DE AIREACIÓN 46
ESQUEMA 5: BOMBA DE EXTRACCIÓN 48
ESQUEMA 6: RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO 54
ESQUEMA 7: RESUMEN DE PRECIPITACIONES 63

RESUMEN

El cambio climático, como consecuencia primordial de las actividades humanas, está estrechamente vinculado con la escasez hídrica. Dada la importancia vital del agua, resulta imperativo restringir sus usos o hallar métodos más eficientes de utilización. Durante el transcurso de investigación, se identificó un parque ubicado en la comuna de Putaendo que se mantiene con agua potable. En vista de lo expuesto anteriormente, es fundamental explorar vías para optimizar este recurso, con el propósito de sensibilizar y brindar el apoyo necesario al ecosistema.

El propósito principal del proyecto es implementar un sistema hídrico sostenible en el parque municipal de Putaendo. Para lograr este objetivo, se han establecido metas específicas que incluyen determinar la demanda de agua del parque, diseñar un proyecto para la recolección de aguas lluvias desde Villa los Nogales con el fin de irrigar áreas verdes, crear un plan para el almacenamiento de estas aguas, desarrollar un sistema de distribución y elaborar un presupuesto para la nueva red de recolección de aguas pluviales.

La ejecución de este proyecto se inició con la recopilación exhaustiva de información esencial. Este proceso abarcó un detallado levantamiento planimétrico del área de estudio, incluyendo tanto la topografía general como las características específicas de las viviendas sujetas a intervención. Además, se llevó a cabo un análisis minucioso que evaluó desde las precipitaciones históricas hasta la fecha.

A continuación, se procedió a trazar y diseñar un sistema de recolección y transporte de aguas lluvias. La fase subsiguiente consistió en concebir un sistema innovador de almacenamiento que permitiera la redistribución estratégica de estas aguas por el parque, cumpliendo así con los objetivos previamente establecidos.

En resumen, desde la recopilación inicial de datos hasta la creación del presupuesto, cada fase del proyecto fue ejecutada de manera cuidadosa y metódica, asegurando no solo la funcionalidad del sistema propuesto, sino también su viabilidad económica a largo plazo.

PALABRAS CLAVES: Recolección de aguas lluvias, sistemas hídricos, demandas de agua.

Capítulo I: Antecedentes Generales.

1 Antecedentes Generales

1.1 Planteamiento Del Problema

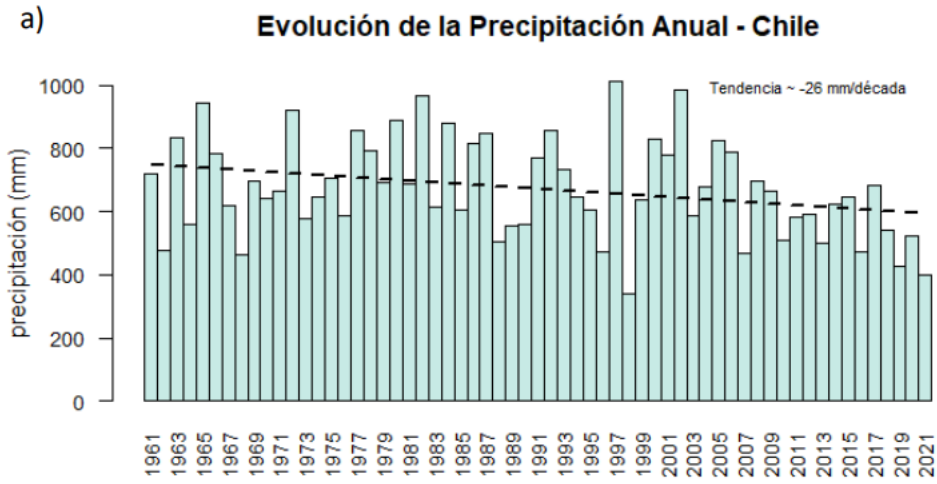
Cambio Climático

Si hablamos de cambio climático, referimos este a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estas variaciones pueden ser naturales, debido a variaciones en la actividad solar o erupciones volcánicas grandes. Pero, es importante considerar que desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas. El agua y el cambio climático están íntimamente relacionados. Los eventos climáticos extremos están haciendo que el agua sea más escasa, más impredecible, más contaminada o todas las anteriores juntas. Estos impactos a lo largo del ciclo del agua amenazan el desarrollo sostenible, la biodiversidad y el acceso de las personas al agua y al saneamiento. (Naciones Unidas,2023)

El agua es vital para nuestro planeta, pues es importante tanto para la sociedad como para los ecosistemas. Es necesario el agua para la buena salud de las personas, agricultura, producción de energía, navegación, recreación y manufactura. Los diferentes usos antes citados ponen presión a los recursos hídricos, la que probablemente aumentará con este cambio climático que hemos relatado anteriormente. (Gómez, 2017)

La precipitación en Chile durante el 2021 alcanzó un déficit de 43% en promedio, lo convierte en el 2do año más seco desde 1961. El año 1998 continúa siendo el que presentó el mayor déficit a nivel nacional desde 1961 con un 52 %, seguido por el 2019 que alcanzó un 39 % de déficit. La precipitación en el país está disminuyendo a razón de un 4% por década durante los últimos 61 años, tendencia que se incrementa a - 8 % por década al considerar los últimos 41 años. (Oficina De Cambio Climático, 2021.)

Figura 1.0.1: Evolución precipitaciones en chile



Fuente reporte evolución del clima 2021

En la zona central el presente año comenzó con precipitaciones sobre el promedio, producto de un intenso evento de precipitación a fines de enero, debido a éste varias estaciones entre la Región Metropolitana y el Maule alcanzaron récord de precipitación acumulada, por nombrar algunas, Valparaíso 18.2 mm, Sin embargo, el escenario cambió en otoño e invierno, la zona centro y sur se presentó mayormente déficit de precipitación destacando los meses de junio y julio entre la región del Maule y Los Lagos, lo que llevó a que fuera el invierno más seco registrado en diversas estaciones de la zona sur(Oficina De Cambio Climático, 2021.)

Leyes Vinculadas Aguas Pluviales

a) Ley de Aguas Lluvias (Ley N° 19.525 de 1997)5, esta, establece explícitamente que "La evacuación de aguas lluvias es responsabilidad del Estado, particularmente los Planes Maestros y Redes Primarias son de responsabilidad del Ministerio de Obras Pública (MOP) y las Redes Secundarias son de responsabilidad del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)."
b) Ley de Servicios Sanitarios (DFL N° 382 de 1988), esta define los servicios que deben proveer las empresas sanitarias en materia de aguas residuales, entre los que no se incluye el de evacuación de aguas lluvias.

Dado lo anterior y en consideración, se indica que las redes de aguas lluvias deben estar completamente separadas de las de aguas servidas. Específicamente, la Ley 19.525 establece claramente que deben

construirse redes separadas.(Publicación & Sistemas Evacuación Y Drenaje De Aguas Lluvias, 1997.). Pero en realidad esto no es lo que realmente ocurre en las distintas ciudades o comunas de nuestro país, siendo esto un gran problema, puesto que genera un colapso en redes de aguas servidas además de la contaminación de las aguas pluviales.

En la comuna de Putaendo correspondiente a la provincia de San Felipe, Región de Valparaíso, por el decreto N° 149 con fecha 09 de septiembre del 2022 y con fecha de caducidad el 11 de septiembre del 2023 fue declarado zona de escasez hídrica(Decreto_149_2022.)

Refiriéndonos a precipitaciones, dependiendo la zona geográfica de la comuna estas varían, específicamente en el valle central donde se enfocará esta investigación, acá podemos apreciar que el promedio de precipitaciones bordea los 300 mm al año según el "Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050". Además, en este informe podemos percatar que este nivel de precipitaciones viene a la baja en comparación a años anteriores, lo que es sumamente preocupante y debemos buscar la forma de que la poca agua que cae anualmente sea ocupada y tratada de la mejor manera posible.

Dentro de la comuna de Putaendo, existe un parque municipal el cual cuenta con un área de tres hectáreas aproximadamente, en él se encuentran diferentes especies de flora nativa; tales como: Acacia caven, Schinus molle, Ceratonia siliqua, entre otros; estas, actualmente se riegan particularmente con agua potable, donde cabe destacar que este tipo de vegetación no necesita una gran cantidad de agua, sin embargo la dotación de agua que se destina anualmente, a la mantención de áreas verdes en el parque es una exorbitante cantidad, que si analizamos a diario, no se viera como algo preocupante, pero al término de un año son grandes cantidades destinadas a la conservación del parque, adicionalmente y de suma importancia, recordamos; que la comuna se encuentra en zona de escasez hídrica, pues por ello, es considerado irresponsable e inconsecuente el destinar estas cantidad de recursos a cuyo propósito, considerando la condición en la que se encuentra la comuna, en vista que muchas veces se ve restringido el suministro a las distintas provincias que se encuentran en esta misma condición.

Teniendo en cuenta los factores de sequía y el uso de agua potable para riego de áreas verdes, nos enfrentamos a una nueva problemática;

Por otra parte, en análisis exhaustivo para la elaboración de esta investigación, nos enfrentamos a una nueva problemática. En la medida que pasa el año, y se acerca la época invernal, comienzan las

precipitaciones, las que libremente escurren por calles y avenidas de la comuna, de esta forma, dificulta diariamente la circulación peatonal en diferentes cruces de la ciudad. Asimismo, estas lluvias se infiltran directamente a suelo natural, lo que genera un ciclo demasiado corto al vital elemento; es aquí donde nace la solución a esta problemática, la cual desarrollaremos en profundidad durante esta investigación, pues, el plan principal es implementar un nuevo propósito a estas aguas lluvias antes, donde podamos optimizar y darle un nuevo uso a estas aguas que van directamente a ríos o desagüe.

1.2 Estudio del Estado del arte

- En Chile el uso de aguas pluviales es poco abordado, pues solo se dejan de lado, evacuándolas hacia los mismos sistemas de alcantarillado de la ciudad, muchas veces esto solo genera colapso en épocas principalmente invernales, sin embargo, tras un análisis, hemos detectado que existen ciertas alternativas, para dar un uso provechoso de esta y no generen más que un altercado en la ciudad; estas serán presentadas a lo largo de la investigación, justificadas por diferentes tesis y trabajos de investigación.

1.2.1 Eficiencia hídrica aplicada a la plaza de armas de Quilicura

Propuesta de rediseño mediante principios de xerojardinería y recolección de aguas pluviales.
El proyecto "Eficiencia hídrica aplicada en la Plaza de Armas de Quilicura", mediante herramientas de ingeniería y diseño busca optimizar el uso de este recurso limitado, ya que la población de la comuna aumenta a niveles acelerados, lo que se traduce en menos cantidad de metros cuadrado de áreas verdes por habitante y por ende la prevalencia del consumo hídrico humano, antes que el mantenimiento de áreas verdes de la comuna. (Fuentes,2013)

1.2.1 "Recuperación hidrográfica de la cuenca del estero Jaime en la av. Francia"

Recuperar el recurso hídrico de la cuenca del estero Jaime con una solución hidráulica sostenible.(Molina - Recuperación Cuenca Estero Jaime, 2022.)

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Desarrollar un proyecto hídrico sostenible en el parqué municipal de Putaendo.

1.3.2 Objetivos Especifico

- Determinar la Demanda de agua que necesita el parque para su buen funcionamiento.
- Desarrollar un proyecto de recolección de aguas lluvias proveniente del conjunto de vivienda Villa los nogales para riego de áreas verdes del parque municipal Putaendo.
- Desarrollar un proyecto de almacenamiento de aguas lluvias recolectadas.
- Desarrollar un sistema de distribución del agua recolectada.
- Realizar un presupuesto total de la nueva red de recolección de aguas lluvias.

1.3.3 Alcances

- El área de esta investigación estará centrada en la comuna de Putaendo, San Felipe, región de Valparaíso.
- Las alternativas propuestas en esta investigación serán útiles solo para zonas geográficas y climáticas similares, al área de estudio especificada anteriormente.

Capítulo II: Marco Teórico.

2 Marco Teórico

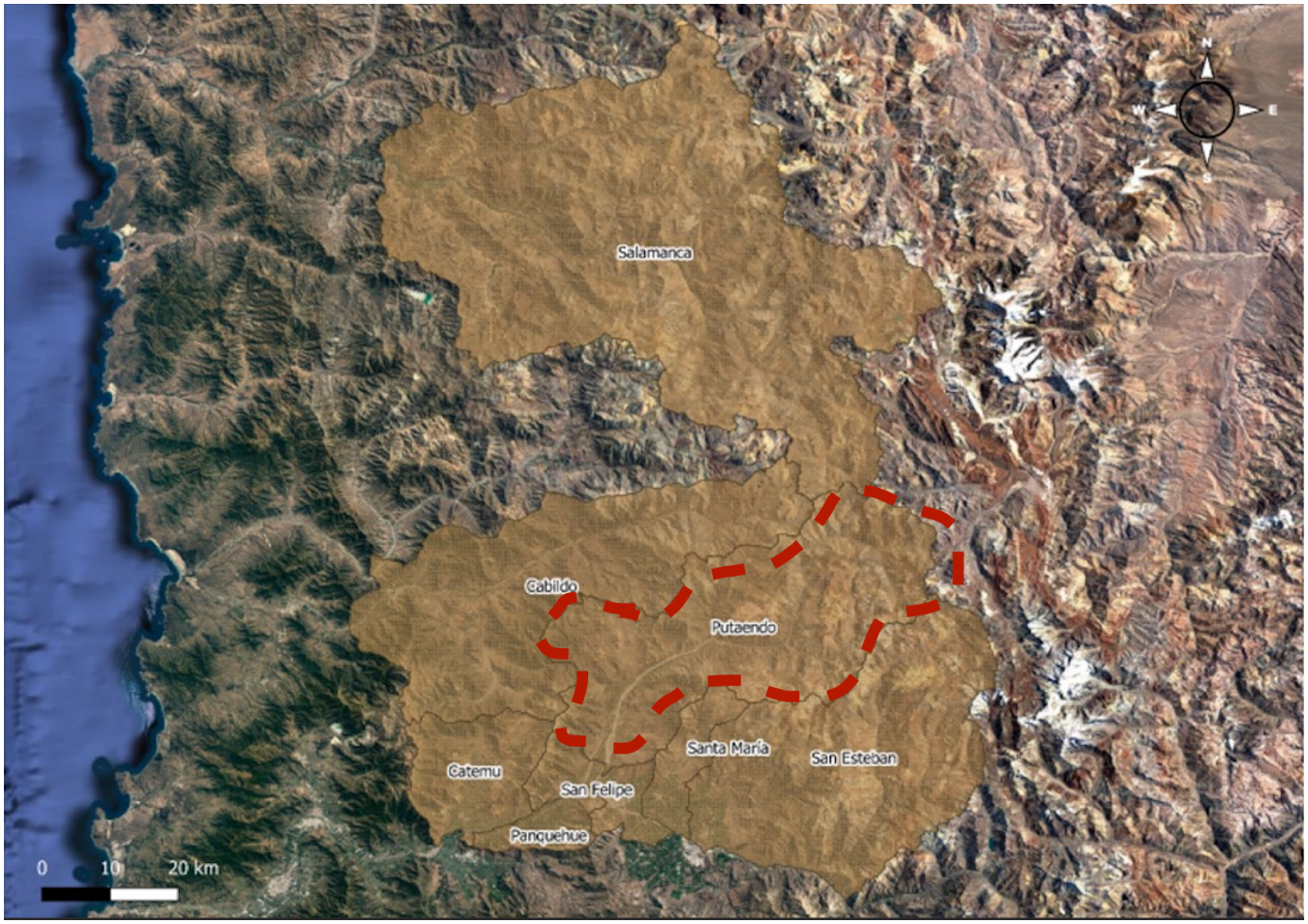
2.1 Valparaíso

La región cuenta con una superficie de 16.396 km² y una población de 1.815.902 habitantes de acuerdo con el Censo 2017. Administrativamente está compuesta por 8 provincias (Isla de Pascua, Los Andes, Petorca, Quillota, San Antonio, San Felipe de Aconcagua, Marga Marga y Valparaíso), las que están divididas en 38 comunas. Su capital regional es la ciudad de Valparaíso, dentro de sus comunas esta Putaendo

2.2 Putaendo

La comuna de Putaendo pertenece a la provincia de San Felipe de Aconcagua, Región de Valparaíso. Se encuentra a 144 km de la ciudad de Valparaíso y 104 km de Santiago. Cuenta con una superficie de 1474 km2 que la posiciona como la comuna más grande de la provincia, localizada entre los 32º15' y 32º43' de latitud sur y los 70º30' y 70º47' longitud oeste. Limita al noreste con la República Argentina; al norte con la comuna de Salamanca, región de Coquimbo; al sur con la comuna de San Felipe; al sureste con las comunas de San Esteban, Santa María y Panquehue; y al oeste con las comunas de Cabildo y Catemu. (equipo programa red cultural, 2022.)

Figura 2.1 Mapa de la comuna de Putaendo y las comunas aledañas



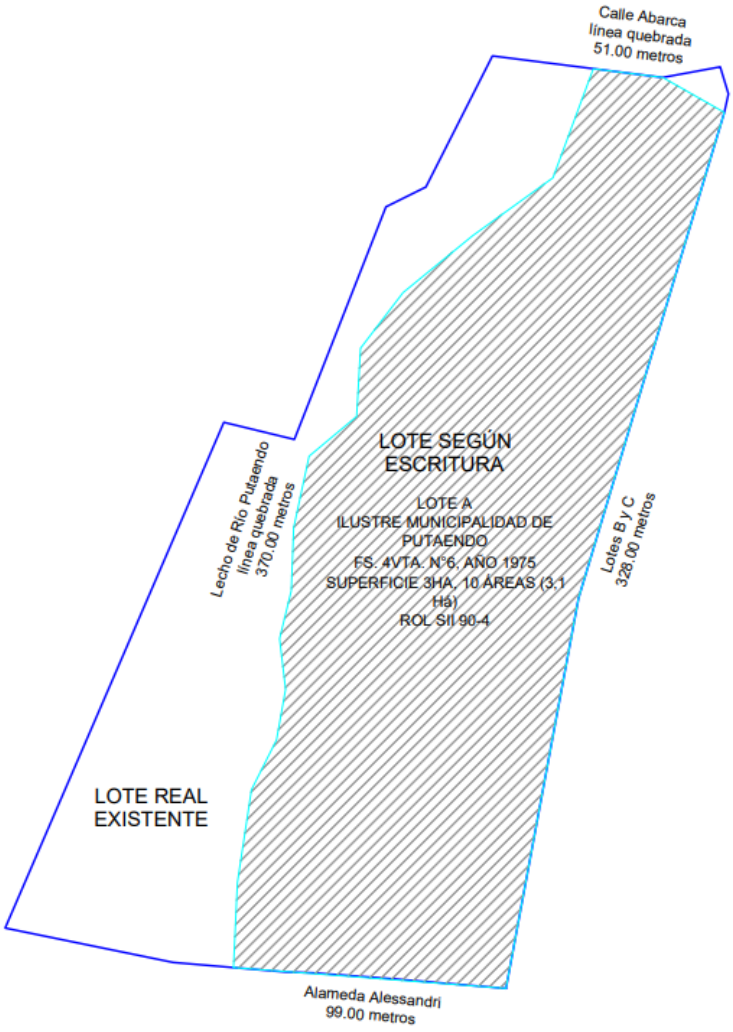
Fuente: Equipo programa red comunal 2023

2.3 Parque Municipal de Putaendo.

El parque municipal de Putaendo fue inaugurado el año 2010, siendo uno de los destinos favoritos de los visitantes de la comuna, en él se encuentran diferentes atracciones para la comunidad, zonas de picnic, media luna, juegos infantiles, entre otros, además cuentas con diferentes especies de flora nativa lo cual hace un lugar muy acogedor.

El lote según escrituras está a nombre de la ilustre municipalidad de Putaendo y corresponde a 3,1 há con rol 90-4, al noroeste colinda con el rio de Putaendo, al sur con la avenida Alessandri, y al norte con calle Abarca. (oficina SECPLAN, consultado 2023).

Figura 2.2: Planimetría parque municipal



Fuente: oficina SECPLAN, consultado 2023

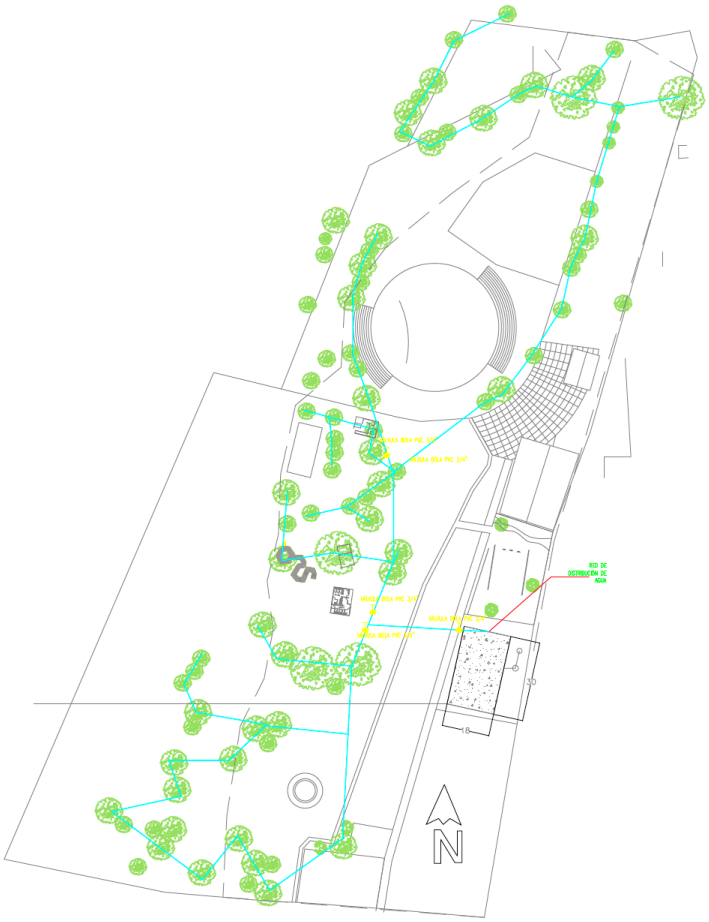
La línea azul indica lo que en la actualidad se utiliza como parque, y en la zona achurada gris corresponde a las tres hectáreas según las escrituras oficiales.

Figura 2.3: Parque municipal Putaendo



Fuente: Elaboración propia desde Google Earth

Figura 2.4: Planimetría del Parque y cantidad de árboles que existen



Fuente: Elaboración propia

En total encontramos 89 árboles, entre ellas se encuentran diferentes especies de árboles tales como: Acacia caven, Schinus molle, Ceratonia siliqua, entre otros. Las cuakles son consirderadas especies de bajo consumo.

2.3.1 Conjunto habitacional Villa los Nogales.

El conjunto habitacional Villa los Nogales, es una población situada al norte de la plaza de armas de Putaendo, colindante a Parque municipal de dicha comuna, consta de aproximadamente 135 viviendas, dicho conjunto habitacional cuenta con casas de dos pisos las cuales se han ido modificando a lo largo de los años, realizando ampliaciones y cambiando la estructura original de ellas. Analizando imágenes de

Google Earth logramos realizar un estimado de las techumbres de las villas a intervenir las cuales nos dieron una superficie de 27.808 m^2.

Figura 2.5: Villa los Nogales



Fuente: Elaboración propia Google Earth

Figura 2.6: Planimetría cubiertas Villa los Nogales



Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Levantamiento de perfil de elevación de zona de interés.

Para analizar el perfil de elevación trazaremos una ruta, esta nos permitió a través de la aplicación Google Earth analizar las pendientes de la villa, además de darnos datos de las distancias que deberemos recorrer para llegar al parque.

Figura 2.7: Perfil de elevación de la zona a intervenir



Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Flora y fauna nativa.

La flora nativa de Putaendo está compuesta por especies xerófilas y esclerófilas y un grupo compuesto por especies de altura. Dentro de la flora nativa más abundante y representativa de Putaendo, se pueden citar a la algarrobilla, algarrobo, colliguay, corontillo, crucero, culén, espino, guayacán, huingán, litre, maitén, maqui, matico, molle, palqui, peumo, pingo-pingo, quillay, quilo, quisco, talhuén y trevo, entre otras.(región de Valparaíso, provincia de San Felipe de Aconcagua comuna de Putaendo recursos naturales y proyectos, 2016)

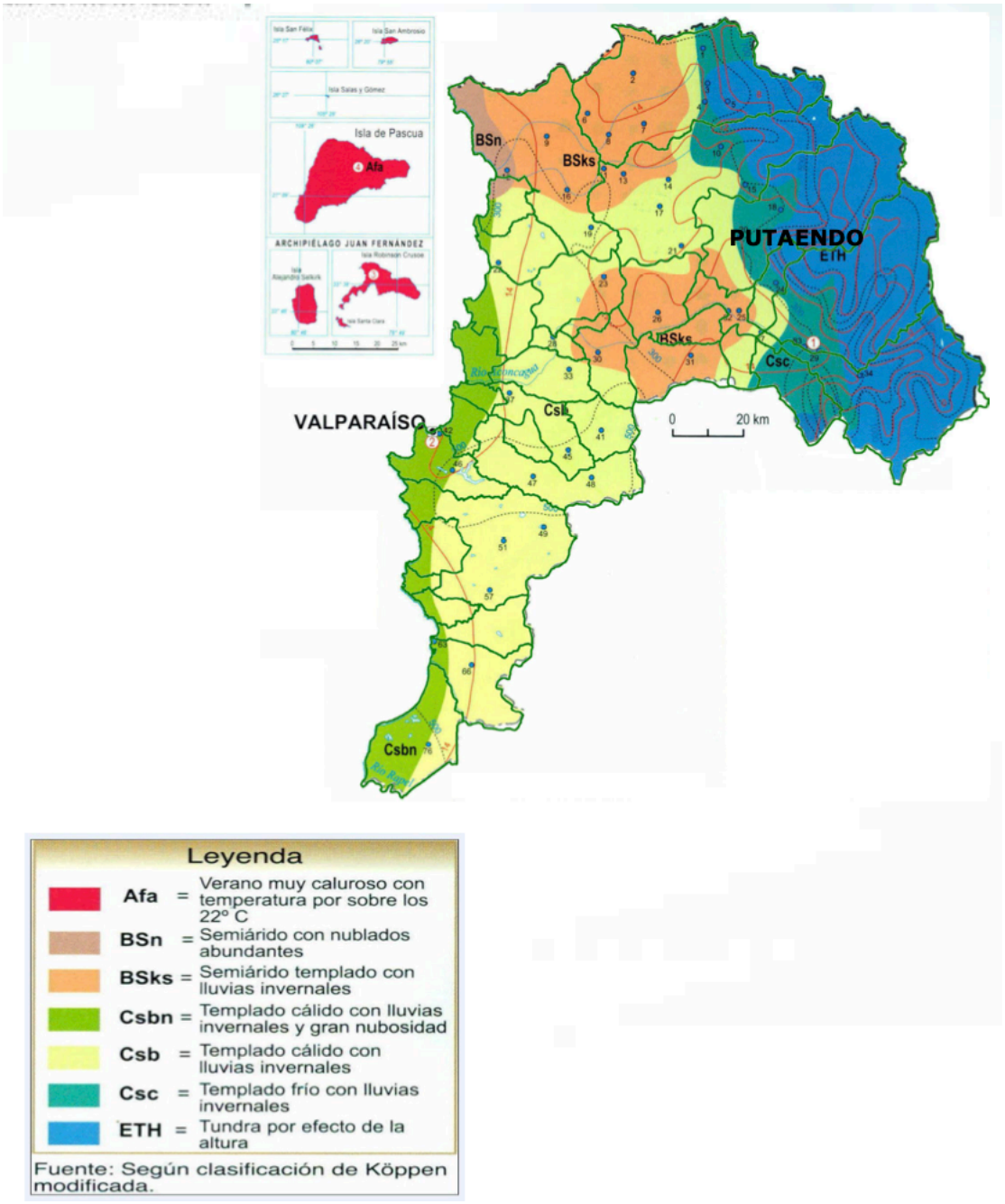
2.4 Levantamiento climático.

2.4.1 Tipo de clima en Putaendo

El clima de la zona está fuertemente influenciado por el relieve cordillerano. Así, por ejemplo, se observa el fuerte control topográfico de las precipitaciones, siendo más abundantes las precipitaciones en cordillera (>300 mm/año) que en los valles.(complementarios & de riesgos, septiembre 2022.)

“Según la clasificación de Köppen modificada, la comuna de Putaendo, se inscribe con el ascenso en la altura (de SSE a NNO) en el tipo climático Csb, Templado cálido con lluvias invernales, luego en el Csc, Templado frío con lluvias invernales y culmina en el ETH, Tundra por efecto de la altura.” (PLANDECO 2010-2014)

Figura 2.8: Tipo de clima en Valparaíso y Putaendo.



Fuente: PLANDECO 2010-2014

2.4.2 Precipitaciones.

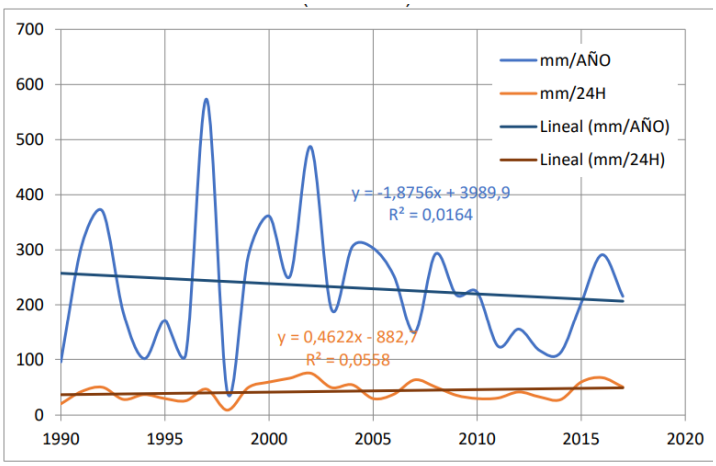
Estación el Tártaro. Esta estación pluviométrica presenta una mayor extensión de observaciones, pero refleja igualmente los efectos del cambio climático. Las precipitaciones anuales a lo largo de 28 años muestran una disminución anual de 1,9 mm/año, pero la tendencia de las precipitaciones máximas en 24 horas apunta a un crecimiento de 0,5 mm/año; sin embargo, el análisis desde 2002 a 2017 confirma la tendencia, con una disminución de 10,4 mm/año en precipitaciones anuales y 0,5 mm/24 horas en intensidades máximas diarias.(región de Valparaíso, provincia de san Felipe de Aconcagua comuna de Putaendo recursos naturales y proyectos, 2016)

Figura 2.9: Precipitaciones anual acumulada y máxima para estación El Tártaro

AÑO	MM/24H	MM/AÑO	AÑO	MM/24H	MM/AÑO
1990	20,5	96,5	2006	38	252,5
1991	43	308	2007	64	149
1992	50,5	369,9	2008	51	292,5
1993	28,5	185,5	2009	36	218
1994	37,3	101,4	2010	30	223
1995	30	171,5	2011	31	124
1996	26	109,5	2012	42	155
1997	47	573,2	2013	33	116,2
1998	9	41	2014	28	112
1999	50	288,5	2015	60	203,5
2000	60	361,2	2016	68	291
2001	67	251,5	2017	51	215,5
2002	76	487,2			
2003	50	192	Promedio	43,3	232
2004	55	305,5	Máximo	76	573,2
2005	30	303	Mínimo	9	41

Fuente: dirección General de Aguas

Figura 2.10: Precipitación anual acumulada y máxima diaria para la estación El Tártaro (1990-2017)

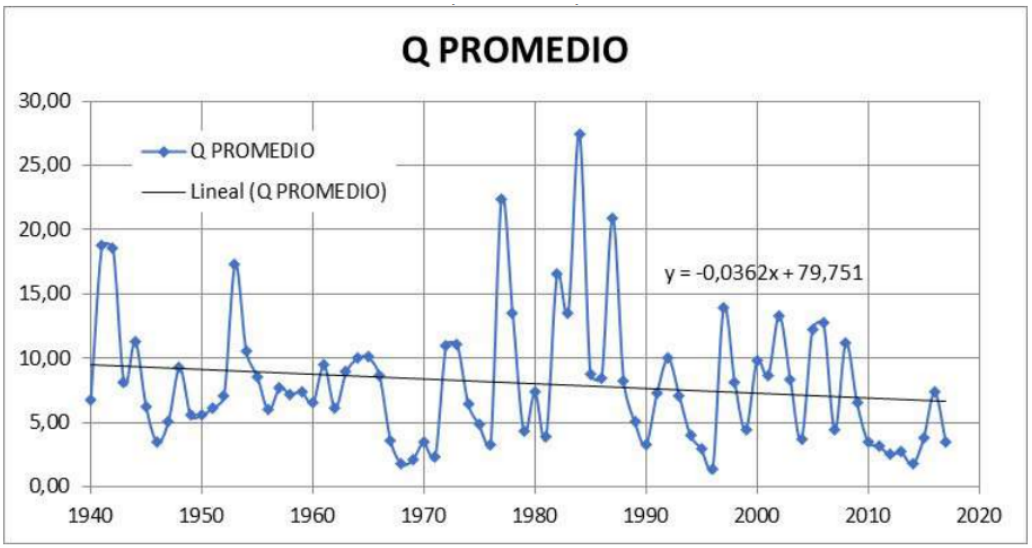


Fuente: dirección General de Aguas

Cuenca histórica río Putaendo

"El diagnóstico previo en base a las estadísticas de caudal medio mensual entre 1940 y 2017 para el Río Putaendo en Resguardo Los Patos, indico que el caudal medio fue de 7,95 m3 /s, un valor extremo máximo de 67,41 m3 /s (agosto de 1977) y un mínimo de 0,63 m3 /s (marzo de 1997) Los promedios de cada año están representados la figura 2.11 en él que se observa la tendencia de largo plazo que indica una escasa disminución de estos caudales de 36 litros por año. Para evaluar los efectos del cambio climático se analiza y compara la estadística de caudales medios mensuales entre los años 2000 y 2017; se hace evidente la tendencia decreciente más marcada, con disminución de 0,47 m3 /s anualmente, la caída del valor medio anual desde 7,95 m3 /s a 6,95 m3 /s, la reducción del caudal máximo medio mensual desde 67,41 a 43,39 m3 /s (diciembre de 2005), y la mínima variación de los caudales mínimos, que pasan de 0,60 a 0,68 m3 /s (marzo de 2017). Puede así descartarse un comportamiento que pudiese incrementar las amenazas futuras por causales de precipitaciones más acentuadas e inundaciones por causes. En efecto, por efectos del cambio climático, puede esperarse una sostenida disminución de los caudales en el Río Putaendo, y la mantención de los caudales mínimos. De acuerdo con los datos de estos 18 años, puede esperarse que la crecida con período de retorno de 100 años presente un caudal del orden de 63,5 m3 /s"(PLANDECO 2010-2014).

Figura 2.11: Caudales medios anuales para la estación flujoviométrica Resguardo de los Patos (1940-2017)



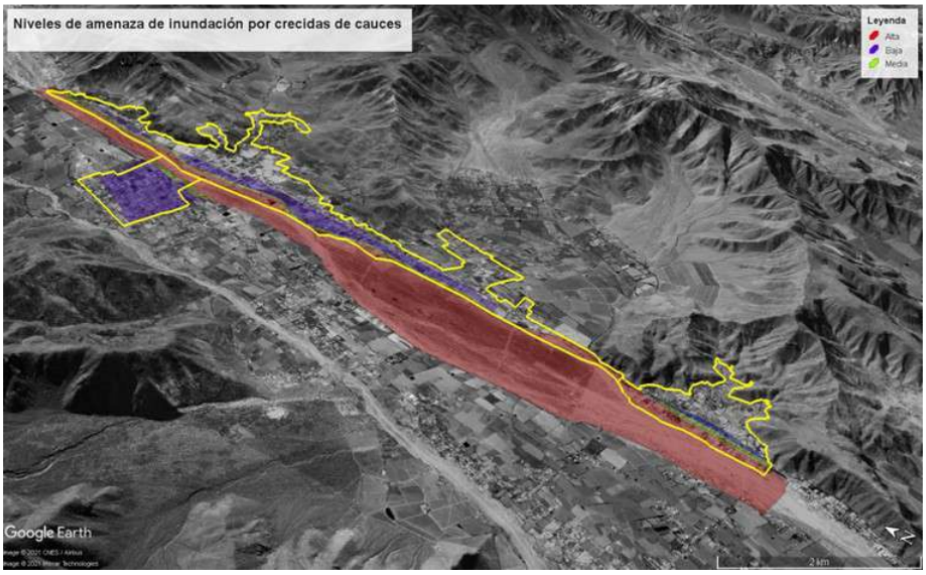
Fuente: Dirección General de Aguas

"Un elemento relevante para las inundaciones por crecidas de cauces que fue identificado en el diagnóstico es el Embalse Chacrillas. En noviembre de 2018 se inició el llenado del embalse emplazado inmediatamente aguas arriba de la estación fluviométrica Resguardo Los Patos, por lo que las series de registros de esta estación son afectados desde entonces por la regulación de esta obra sobre los caudales del río Rocín, principal aportante al río Putaendo. Su capacidad es de 31 Hm3 y su regulación comprende 27 Hm3. El Informe Consolidado de EIA del proyecto del embalse señaló que el caudal medio máximo anual del río Putaendo en Resguardo de Los Patos era de 19.7 m3 /s, y el máximo para período de retorno de 100 años corresponde al deshielo, en noviembre, con no más de 220 m3 /s; el aporte del río Rocín para estas condiciones se señala en 83 m3 /s. Estas cifras se derivan de la estadística fluviométrica anterior a las manifestaciones del cambio climático aquí analizadas, y por tanto se pueden asumir sobre valuadas. En todo caso, el efecto amortiguador del embalse, más la declinación resultante del cambio climático, apuntan a rebajar esas cifras en forma significativa. En general, los riesgos de inundación tienen origen natural en las condiciones atmosféricas como precipitaciones de elevada intensidad y flujos de deshielos, a lo que se puede sumar en este caso eventuales desbordes de canales o descargas de vaciamiento de embalses; esto aplica al recientemente terminado y puesto en servicio Embalse Chacrillas. La tendencia reciente señala con claridad que las precipitaciones son significativamente decrecientes en cantidad anual, promediando 226 mm/año y, en menor medida, en las intensidades diarias máximas, que se sitúan en el

entorno de 76 a 82 mm/24 horas. Esta tendencia implica una disminución en la afección de inundación por crecidas de cauces en la zona urbana definida para este estudio, lo que sumado a la entrada en operación del Embalse Chacrillas, predispone menores caudales a los que históricamente se han medido en el Rio Putaendo."(PLANDECO 2010-2014)

Figura 2.12: Niveles de amenaza de inundaciones por crecida de Ríos.

Cartografía III-4: vista con la distribución de los niveles de amenaza por inundación. En amarillo se indica la zona de restitución.



Fuente: Estudio actualización plan regulador comunal de Putaendo septiembre, 2022.

2.5 Marco normativo

Durante el año 1997 se aprobó la Ley N° 19.525 que establece que "El Estado velará porque en las ciudades y en los centros poblados existan sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias que permitan su fácil escurrimiento y disposición e impidan el daño que ellas puedan causar a las personas, viviendas y, en general, a la infraestructura urbana"

La referida Ley definió también que será el Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), el encargado de la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias; por su parte, la red secundaria estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), directamente en lo relativo a su planificación y estudio e indirectamente a través de los Servicios de Vivienda y Urbanismo (SERVIU) para la proyección, construcción, reparación y mantención de la misma.

2.6 Sistemas de recolección de aguas pluviales

La mayoría de las técnicas de captación de lluvia tienen un origen empírico y han sido desarrolladas a lo largo del tiempo, a partir de las civilizaciones ancestrales de Meso y Sudamérica y de otras regiones del mundo. En los últimos 30 años, se han perfeccionado muchas técnicas gracias al aporte de diferentes instituciones y países (Silva et al, 2000). Hay una gran variedad de técnicas adaptadas a diferentes situaciones, las que cumplen diferentes finalidades.

Como técnica de captación y aprovechamiento de agua de lluvia se entiende la práctica (obra o procedimiento técnico) capaz de, individualmente o combinadas con otras, aumentar la disponibilidad de agua, para uso doméstico, animal o vegetal. Por lo general, son técnicas mejoradas de manejo de suelos y agua, de manejo de cultivos y animales, así como la construcción y manejo de obras hidráulicas que permiten captar, derivar, conducir, almacenar y/o distribuir el agua de lluvia.(Fao, 2013)

Estas técnicas pueden ser agrupadas en grandes modalidades de captación de agua de lluvia, como las siguientes:

2.6.1 Micro captación:

Consiste en captar la escorrentía superficial generada dentro del propio terreno de cultivo, en áreas contiguas al área sembrada o plantada, para hacerla infiltrar y ser aprovechada por los cultivos. Las técnicas de micro captación usan las propiedades hidrológicas de un área con pendiente, lisa, poco permeable y sin vegetación, para que genere escorrentía superficial, y las de otra área contigua y aguas abajo, con surcos, bordos, camellones u hoyos, para captar la escorrentía y abastecer el suelo y los cultivos allí sembrados. También es denominada como captación in situ, por tratarse de un proceso de captación y uso en un lugar cercano o contiguo. Por sus características, las técnicas de micro captación se destinan al suministro de agua para cultivos.(Fao, 2013)

2.6.2 Derivación de manantiales y cursos de agua mediante bocatomas:

No todos consideran la captación y derivación de manantiales y cursos de agua establecidos (nacientes, arroyos, embalses) como captación de agua de lluvia propiamente tal. Sin embargo, estas técnicas son útiles para contrarrestar el déficit hídrico en determinadas zonas. Su utilización puede tener diferentes

finalidades, desde riego, abrevadero y hasta consumo doméstico (dependiendo de la calidad del agua y de la severidad de la escasez). (Fao, 2013)

2.6.3 Recolección de agua de techos de vivienda y otras estructuras impermeables:

Esta es la modalidad más conocida y difundida de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Consiste en captar la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas y establos, patios de tierra batida, superficies rocosas, hormigón, mampostería o plástico. La captación de agua de techos es la que permite obtener el agua de mejor calidad para consumo doméstico.(Fao, 2013)

Una etapa importante en la planificación de la captación y aprovechamiento de agua de lluvia es la selección correcta de las modalidades y técnicas necesarias para hacer frente al déficit hídrico recurrente en cada región o localidad, en función de las condiciones ambientales y socioeconómicas presentes y de los objetivos establecidos.

Esquema 1: Sistema de recolección



2.7 Estimación de caudales

Para calcular los caudales que se generan en una cuenca urbana cuando recibe una precipitación, es posible emplear diferentes procedimientos. Cuando las características de la cuenca lo permitan, se recomienda el empleo del Método Racional o el Método Racional Modificado, los cuales son ampliamente difundidos y

usados debido a su sencillez. El proyectista podrá emplear otros métodos más complejos como la aplicación de programas especialmente preparados para el drenaje de aguas lluvias en cuencas urbanas u otros disponibles en la literatura técnica especializada, cuyo empleo se justificará técnicamente para el caso.

2.7.1 Método Racional

Válido para cuencas inferiores a 50 Há. de características homogéneas, con superficie mayoritariamente impermeable sin obras de almacenamiento, con un tiempo de concentración menor a 1 hora. Podrá usarse este método para el dimensionamiento de elementos de conducción. Según este método el gasto aportante de una cuenca urbana se calcula como:

$$Q = \frac{CiA}{3600}$$

donde Q es el caudal a la salida de la cuenca, en litros por segundo, i la intensidad de la lluvia en mm/hora, A el área de la cuenca en m^2 y C, el coeficiente de escurrimiento de la superficie. Este método entrega un caudal constante a la salida de la cuenca para la lluvia de diseño.

2.8 Transporte

La red secundaria de un sistema de aguas lluvias está formada por diversos elementos para la captación, retención, almacenamiento, conducción y entrega de las aguas generadas en la urbanización. Los elementos de conducción normalmente reciben el nombre de colectores y pueden ser superficiales o subterráneos.(ministerio de vivienda y urbanismo (MINVU,2005)

Tradicionalmente se han empleado colectores subterráneos ya que permiten utilizar el suelo para otros usos, lo que facilita la urbanización de sectores de alta densidad o con pocas áreas verdes. Además pueden conducir aguas lluvias y aguas servidas simultáneamente, de manera que en los sistemas unitarios, ésta es la única alternativa urbanamente aceptable. Sin embargo, dado que los sistemas de aguas lluvias se utilizan solo esporádicamente en días de lluvia, y las urbanizaciones deben disponer de sectores de áreas verdes, es posible utilizar colectores superficiales, con diseños especiales para sectores urbanos que pueden resultar significativamente más económicos y adecuados para la urbanización si se diseñan correctamente.(MINVU,2005).

2.8.1 Colectores subterráneos

En este caso el sistema de conducción de la red secundaria de un sistema de aguas lluvias está formada por tuberías y cámaras, que reciben el agua desde los sumideros y la conducen hacia un punto de entrega. Los tubos de los colectores son generalmente circulares prefabricados de materiales como mortero de cemento comprimido, fibrocemento, PVC y otros materiales autorizados. Pueden considerarse otros tipos de sección y construidos en terreno de acuerdo a las condiciones de proyecto y los costos involucrados.(MINVU,2005.)

2.8.2 Condiciones hidráulicas

Para las condiciones de diseño los colectores secundarios funcionarán con escurrimiento libre. Por lo general los colectores de la red secundaria son de sección circular. Para ello el diámetro de los tubos se selecciona de manera que para el caudal máximo de diseño la altura de agua sea igual o menor que 0,8 veces el diámetro D. Si la altura de agua es igual a 0,8D, la velocidad media del flujo, V, y el gasto, Q, están relacionados con el diámetro del tubo, la pendiente longitudinal y el coeficiente de rugosidad del material mediante las siguientes relaciones, .(MINVU,2005.)basadas en la ecuación de Manning para flujo uniforme:

$$V = 0{,}45\frac{D^{\frac{2}{3}}I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$Q = 0{,}30\frac{D^{\frac{8}{3}}I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

donde :

V = Velocidad media del flujo, en metros por segundo.

Q = Gasto, en metros cúbicos por segundo.

I = Pendiente de fondo del tubo, en metro por metro, (adimensional).

D = Diámetro interior del tubo, en metros.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

Adicionalmente se adoptarán las siguientes condiciones para tubos de colectores de la red secundaria:(MINVU,2005.)

a) El diámetro mínimo de los colectores debe ser 400mm.

b) La velocidad máxima del escurrimiento no debe sobrepasar 3m/s.

c) La velocidad mínima del escurrimiento no debe ser inferior a 0,9m/s para las condiciones de diseño. Para ello deberá adoptarse la pendiente de fondo correspondiente para los tubos.

d) Se podrán diseñar obras especiales y tramos en presión, como sifones invertidos, si el proyecto lo requiere. En este caso se deben tomar las medidas para evitar embanques, y lograr una adecuada operación y mantención.

2.8.3 Cámaras

La red de colectores subterráneos se completará con cámaras de inspección, las que se colocarán con criterios similares a los establecidos para una red de alcantarillado de aguas servidas. Estas cámaras son indispensables para la correcta operación y mantención de los colectores subterráneos. .(MINVU,2005.)

El diseño de las cámaras será de acuerdo a la Norma Chilena NCh 1623 Of. 80, la que define dimensiones para cámaras Tipo a y Cámaras Tipo b, según la profundidad total. Las tapas también se dimensionarán de acuerdo a esta norma. .(MINVU,2005.)

Las cámaras se colocarán de manera de asegurar que los tubos entre ellas sean siempre rectos y uniformes.(MINVU,2005.). Para ello obligadamente debe considerarse una cámara al menos en las siguientes situaciones:

a) Al inicio de la red.

b) Cuando corresponda cambio de diámetro en el colector.

c) Cuando corresponda un cambio de pendiente del colector.

d) Cuando se requiera un cambio de orientación o dirección del colector.

e) Cuando corresponda cambio del material del tubo.

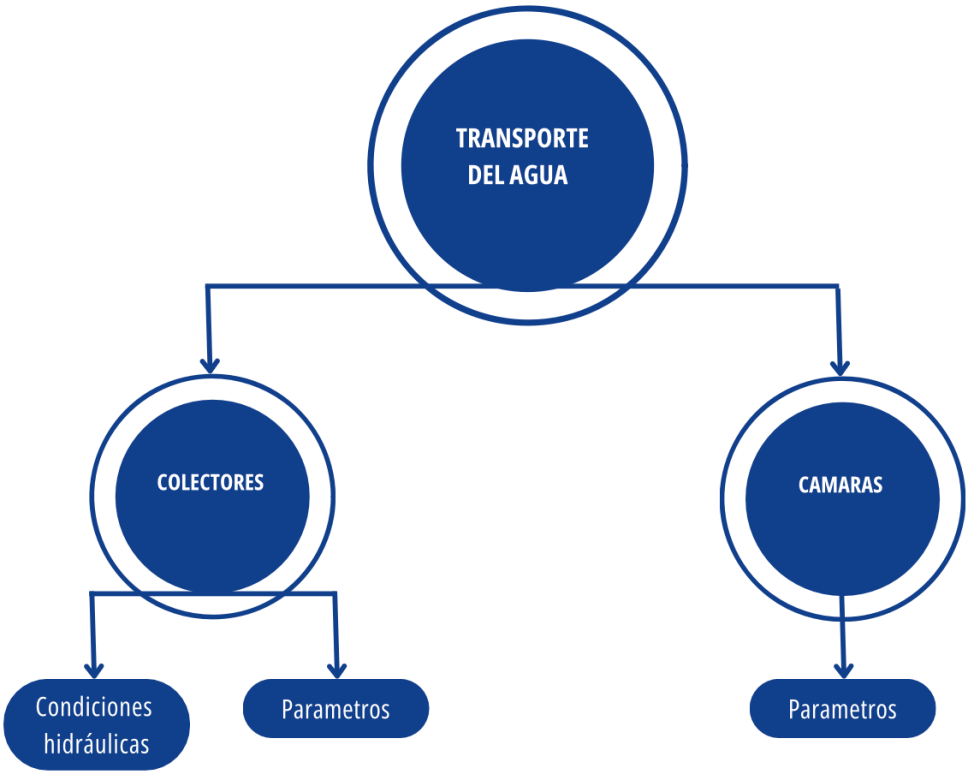
f) Cuando se necesite intercalar una caída o cambio de nivel brusco del tubo.

g) Cuando confluyan dos o más colectores.

h) En tramos rectos cada 120 metros como máximo.

Una misma cámara, podrá utilizarse para resolver una o más de las situaciones indicadas anteriormente.

Esquema 2: Transporte del agua



2.9 Sistemas de almacenamiento de aguas pluviales.

Para determinar qué tipo y sitio del tanque de almacenamiento se tiene que construir debemos tomar en cuenta la disponibilidad de materiales en la zona, las condiciones de topografía y de geotecnia, la disponibilidad del terreno y las líneas de conducción y redes de distribución, tanto existentes como de proyecto. Es muy importante tomar esto en cuenta por que de ello dependerá la funcionalidad operativa del mismo y la inversión que se debe poner para su construcción. *(valades, 2017)*

2.9.1 Presas y embalse:

Un embalse es una acumulación artificial de agua en un ambiente natural, es producto de una intervención humana con el objetivo de almacenar agua para fines de uso y/o consumo. Un embalse se genera con la construcción de un cierre (presa o dique) para interceptar un curso de agua, aunque también pueden aprovecharse depresiones naturales del terreno conduciendo agua por medio de canales, tuberías o túneles. El objetivo de los embalses es el de regular el recurso hídrico para transferir agua a épocas de mayor demanda y para garantizar así su disponibilidad en éstas épocas (Adler, 2006; Winter, 2002).

El objetivo de almacenar agua en embalses es el utilizar el agua para su uso como agua potable, irrigación, generación de energía eléctrica, regulación de crecidas de ríos; además se pueden utilizar para la recreación y proveer de hábitat a la vida silvestre (Winter, 2002)

2.9.2 Balsas

Segura y Sánchez (2008) apuntan que una balsa "es un elemento para almacenar agua, que no intercepta ningún curso de agua, normalmente de dimensiones modestas, creado generalmente por movimientos de tierra y alimentado de agua en forma artificial".

La función de las balsas es almacenar y regular, pero no captar agua, función que la diferencia de los embalses. Por otro lado, los embalses se construyen con la intercepción de un curso de agua, pero las balsas se construyen en el lugar en dónde se necesitan sin importar las condiciones geotécnicas del sitio y por lo mismo no están sujetas al tránsito de avenidas y, finalmente, los diques de las balsas se construyen con material excavado para formar el vaso (Esta técnica de almacenamiento es utilizada principalmente con fines de regadío (Segura y Sánchez, 2008).

2.9.3 Tanques y cisternas:

Ingeniería León S.A. (s.f.) define tanque como un depósito diseñado para almacenar o procesar fluidos a presión atmosférica o con presiones internas relativamente bajas. Los tanques o reservorios de almacenamiento de agua pueden ser elevados, apoyados o enterrados. Los reservorios elevados regularmente toman formas esféricas, cilíndricas o de paralelepípedo y son colocados sobre torres, columnas o pilotes. Los reservorios apoyados se construyen directamente sobre la superficie del suelo y los enterrados son construidos bajo la superficie del suelo denominados también cisternas. Tanto los reservorios apoyados como los enterrados se construyen con base rectangular o con base circular (paralelepípedos o cilindros) (Agüero, 2008)

2.9.4 Humedal.

Los humedales son zonas de transición entre los ecosistemas terrestres y los ecosistemas acuáticos y poseen una baja profundidad. Lo normal es encontrarlos en llanuras inundadas que se encuentran próximas a los cursos del agua -ríos o lagos-. Algunos humedales, ocasionalmente, puede estar aislados, sin agua cercana; en este caso, son las aguas subterráneas las que proporcionan líquido a los humedales. (AQUAE fundación, consultado julio 2023)

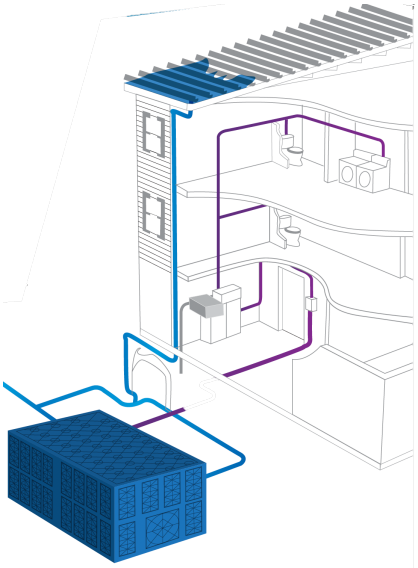
La Convención RAMSAR, un convenio internacional con el objetivo de asegurar la protección de los humedales, define qué es un humedal como una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan. (AQUAE fundación, consultado julio 2023)

2.9.5 Sistema Aquacell

AquaCell es un sistema que almacena agua en el área donde se precipita para ser contenida dentro de la estructura formada por las celdas (AquaCell). Posteriormente se infiltra en el suelo o puede ser retenida por un tiempo antes de ser descargada al alcantarillado o conservada para luego ser reusada en riego y limpieza o con algún tratamiento posterior, como agua potable. (PAVCO,2023). Cabe destacar que este sistema aún no se encuentra disponible en Chile.

El sistema AquaCell es complementario con la tubería para agua recuperada PAVCO. Las aguas lluvia procedentes de cubiertas o pisos y las aguas residuales procedentes de duchas y lavamanos (después de un tratamiento previo) se almacenan en un tanque de retención conformado por AquaCell, para posteriormente distribuirse a través de una tubería de color púrpura (estándar de la industria para sistemas de agua reciclada), para conducir el agua recuperada no potable y reusarla en sanitarios, orinales y sistemas de riego, lo que significa reciclar y ahorrar este valioso recurso. Con la utilización de este sistema los proyectos son sostenibles.

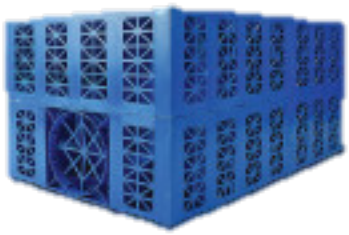
Figura 2.13: sistema de almacenamiento AQUACELL



Fuente: PAVCO,2023

La unidad de AquaCell es de forma modular (1.0 m x 0.5 m x 0.39 m), liviana(9 Kg) y con una capacidad del 95% (185 litros). Pueden ser grapadas en capas simples o sobrepuestas en múltiples capas. Las conexiones al sistema, se realizan por medio de tubos NOVAFORT PAVCO de 160 mm.

Figura 2.14: módulo de AquaCell



Fuente: PAVCO,2023

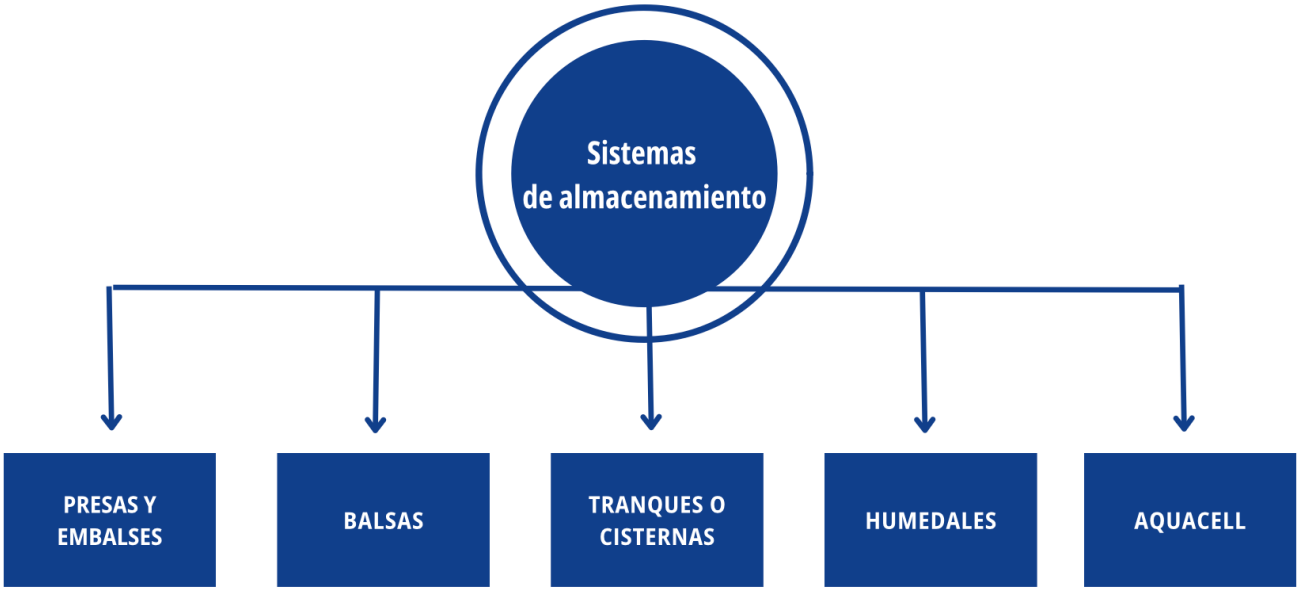
Cuando se requiere retener el agua en un sistema AquaCell, éste se envuelve en geomembrana para infiltrar al terreno se envuelve en un Geotextil no tejido,. Se requiere sedimentación del agua antes de entrar en las unidades AquaCell. Para esto, se debe disponer de sumideros separadores de sólidos.

Figura 2.15: AquaCell como sistema de almacenamiento



Fuente PAVCO,2023

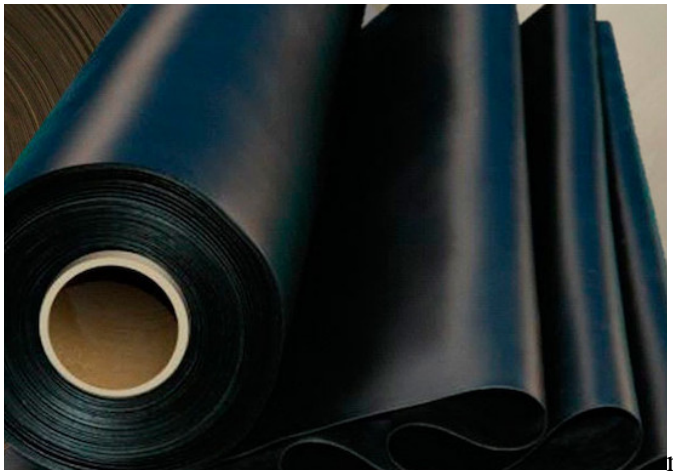
Esquema 3: Sistemas de almacenamiento



2.9.6 Geomembrana y geotextil

Una geomembrana es una membrana geosintética o barrera de baja permeabilidad usada con cualquier material relacionado con ingeniería geotécnica con el fin de controlar la migración de fluidos de un proyecto, estructura o sistema construido-por-el hombre. Dos de los materiales más comunes utilizados para elaborar geomembranas son el cloruro de polivinilo (PVC) y el polietileno de alta densidad (HDPE).(Aguamarket,2009)

Figura 2.16 Geomembrana HDPE Polietileno

 m

Fuente: ELECTROMANFER LTDA.

Una membrana geotextil es un elemento laminar, flexible y poroso de frecuente uso en la construcción civil. Su estructura presenta un enlace mecánico o químico entre sus filamentos que le brindan propiedades mecánicas e hidráulicas.

Este geosintético se caracteriza por su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y por su capacidad drenante. De hecho, es muy utilizado en la construcción de subbases de carreteras, ferrocarriles y construcción de presas con el propósito de evitar posibles erosiones.

Asimismo, sirven para estabilizar terrenos y proteger láminas impermeabilizantes como las geomembranas.

- Geotextiles no tejidos: Se elaboran con polipropileno o poliéster y poseen alta resistencia al desgarro y la tracción. Gracias a sus buenas propiedades como filtro prolonga la vida de las obras.
- Geotextiles tejidos: Fabricados con fibras de polipropileno, poliéster o polietileno, poseen resistencia que va desde 15Kn/m hasta los 1000 Kn/m. Son resistentes a la perforación y tracción, por esta razón es ideales para el refuerzo de estructuras.

Figura 2.17: Geotextil no tejido



Fuente: GEOSYNT LTDA.

2.10 Sistema de conservación del agua en un sistema de almacenamiento.

El procedimiento de aireación del agua es un método que ayuda a purificar el agua. Dicho proceso consiste en mezclar el agua con el aire al grado de eliminar los gases que se encuentran disueltos en el vital líquido. De la misma manera, la presencia del oxígeno favorece el desarrollo de bacterias no patógenas, las cuales no representan un riesgo para la salud del hombre. (GC Tratamiento, 2023)

2.10.1 Algunas de las ventajas de usar sistemas de aireación son las siguientes:

- Reducen los sedimentos orgánicos o la suciedad
- Descomponen los nutrientes que provocan el crecimiento de plantas dañinas y la proliferación de algas.
- Mitigan los olores.

2.10.2 Bomba de Aire:

La bomba de aire es el componente central del sistema. Puede ser sumergible o ubicarse en la orilla del estanque. La función principal de la bomba es aspirar aire y suministrarlo al agua.

2.10.3 Difusores o Piedras de Aire:

Los difusores o piedras de aire se conectan a la bomba y se colocan en el fondo o en diferentes niveles del estanque. Estos dispositivos liberan burbujas de aire en el agua, aumentando la concentración de oxígeno.

2.10.4 Tubos o Mangueras:

Los tubos o mangueras conectan la bomba de aire con los difusores. Estos transportan el aire desde la bomba hasta el fondo del estanque.

2.10.5 Regulador de Flujo (opcional):

Algunos sistemas de aireación incluyen un regulador de flujo que permite ajustar la cantidad de aire liberado en el agua. Esto es útil para adaptar la aireación según las necesidades específicas del estanque.

2.10.6 Skimmers y Desnatadores (opcional):

Los skimmers y desnatadores pueden ser parte del sistema para eliminar hojas, escombros y otros materiales flotantes de la superficie del agua antes de que afecten la calidad del agua.

2.10.7 Sistema de Filtración (opcional):

Algunos sistemas de aireación pueden estar conectados a sistemas de filtración para eliminar partículas en suspensión y mantener el agua más limpia.

2.10.8 Generadores de Olas o Agitadores (opcional):

En estanques grandes, se pueden usar generadores de olas o agitadores para crear movimientos superficiales y mejorar la mezcla del agua.

2.10.9 Controladores y Temporizadores (opcional):

Algunos sistemas más avanzados pueden incluir controladores automáticos o temporizadores para gestionar la aireación de manera eficiente según las condiciones del estanque y las necesidades de los organismos acuáticos.

Esquema 4: Sistema de aireación



2.11 Bomba de extracción

Una bomba de agua es una maquinaria que se utiliza para bombear agua de un lugar a otro, moviendo cualquier fluido, el más común es el agua. Puede ser utilizado en muchos ámbitos y sectores diferentes,

sus aplicaciones más comunes son: en la agricultura y jardinería, el suministro de agua potable, el drenaje de piscinas y pozos, la eliminación de aguas residuales o en la alimentación de calderas.(Electrobombas, Jávea consultado 2023)

Existen diferentes tipos de bombas entre ellas están:

2.11.1 Electrobombas.

Estas bombas están conectadas a la corriente hasta que consiguen captar la energía suficiente para funcionar. En este modelo encontramos las periféricas y centrifugas.

2.11.1.1 Bomba periférica. Estas bombas se utilizan para usos domésticos, elevan el agua a más de 30 metros de altura, dándole presión al agua.

2.11.1.2 Bomba centrífuga. Estas bombas tienen doble uso, el doméstico y agrícola. Extraen agua en gran cantidad y en poco tiempo. Son las más usadas a nivel mundial, ya que logran sacar agua en poco tiempo.

2.11.2 Motobombas.

Gracias a que poseen un motor a combustible, pueden funcionar incluso sin estar conectadas a la corriente. Extraen caudal y presión a partes iguales, y la manera de funcionar depende del tipo de la capacidad del motor. Su uso está recomendado para el llenado de tanques y trasladar agua en lugares remotos. Pudiendo también, alimentar de energía a una casa cuando esta se quede sin luz.

2.11.3 Tipos de bombas de agua según su uso:

Como hemos podido ver todos estos equipos son utilizados para extraer agua de algún lugar profundo y poder trasladarla a otro lugar con mayor altitud o presión. No obstante, siempre hay que tener en cuenta las necesidades de cada uno a la hora de elegir el producto adecuado.

2.11.3.1 Bomba de agua sumergible:

Son electrobombas que funcionan sumergiéndolas en el líquido y extrayéndolo hacia la superficie. Son las más utilizadas cuando se tiene que perforar y extraer agua de zonas más profundas.

Todo depende del modelo y del fabricante, pero hay algunas que pueden llegar a elevar el agua hasta los 40 metros. Hechas de una cubierta especial que evita que se oxiden y les protege de la corrosión, y no depende de la presión de aire para extraer agua.

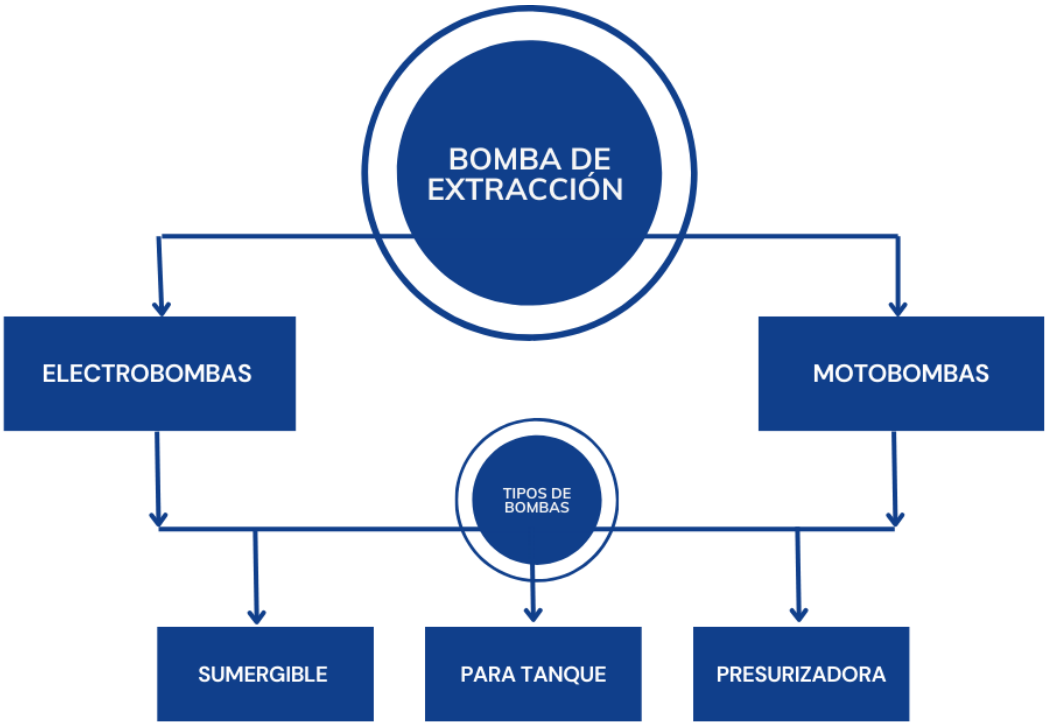
2.11.3.2 Bomba de agua para tanque:

Si el uso que vas a darle es para extraer el agua y subirla hasta un tanque que esté situado en las alturas necesitas este tipo de bomba. Son compactas y capaces de subir hasta 30 metros el agua. Ideal para espacios más pequeños. Diseñadas para aguas limpias, aunque incorporan filtros para retener cualquier material que no sea agua.

2.11.3.3 Bomba presurizadora de agua bajo tanque:

Si quieres mejorar el flujo de presión del agua debes optar por este tipo de bombas. Se coloca a la salida del tanque y ofrece agua a presión para que llegue donde lo necesitemos.

Esquema 5: Bomba de extracción



2.12 Energía solar

La energía solar es la energía madre de la Tierra. Gracias a la radiación solar, por ejemplo, las plantas realizan la fotosíntesis de la clorofila y ponen en marcha el proceso que permite la supervivencia de los

seres vivos que habitan el planeta. La radiación solar también es el origen de los vientos, las mareas y los combustibles fósiles: el Sol es el motor principal de casi todas las formas de energía de nuestro planeta. (Enel Green Power S.p.A, consultado octubre 2023).

El corazón de cualquier parque fotovoltaico está representado por los paneles solares. El material semiconductor con el que están recubiertos, como por ejemplo el silicio, es sensible a la luz y crea la energía eléctrica al recibir la radiación solar gracias al fenómeno físico conocido como «efecto fotovoltaico». Los paneles se colocan sobre estructuras de soporte especiales que garantizan una correcta inclinación y orientación para aprovechar al máximo la exposición a la luz.(Enel Green Power S.p.A.)

Todos los paneles solares de un parque fotovoltaico están conectados a un inversor, una máquina capaz de transformar la corriente continua producida por los módulos en corriente alterna, más fácil de transportar y utilizar en los hogares. Un sistema de control supervisa el funcionamiento de la central y lo conecta a la red para que la electricidad producida esté disponible.(Enel Green Power S.p.A.)

2.12.1 Que cantidad de kWh produce un panel solar

La respuesta a esta pregunta dependerá del panel puesto que existen diferentes potencias. Otro aspecto muy importante que debe tener en cuenta, es que a lo largo de los años la potencia de los paneles se ha ido incrementando. A su vez, los precios han ido disminuyendo.

La potencia que genera Los paneles solares se mide en vatios (W). Hay distintas potencias en los paneles, está la encontraras indicada en la placa que esté mirando para su instalación. La potencia entre Los paneles solares oscila entre 250W y 300W de energía. Pero es cierto, que actualmente es común ver módulos solares en viviendas con potencias más elevadas, como 500W, también hay algunos de potencias más inferiores como pueden ser 150W.

En el caso de que tenga un panel común de unos 300W, esto indica que por cada hora de sol la potencia que se genera es 300W. Esto lleva a los siguientes cálculos, suponga que es un día soleado de primavera, en una zona cálida, el cálculo sería:

300W x 5 horas de sol al día = 1500W o lo que es lo igual, 1,5 kWh al día.

2.13 Sistema de riego

El riego por goteo es un tipo de riego localizado que consiste en suministrar el agua en forma de gotas que acceden a la zona radicular de cada planta, a través de unos pequeños goteros. (iAgua Conocimiento, SL,Valdivieso)

2.13.1 Características del riego por goteo

El sistema de riego por goteo se caracteriza principalmente por: (iAgua Conocimiento, SL,Valdivieso)

- Menor volumen de agua en comparación al riego por aspersión.
- Costes de energía más bajos en el bombeo.
- Altos niveles de eficiencia en el uso del agua.
- Bajos costes laborales y de operación y amplia automatización.
- Mejor control de malezas.
- Eficiencia en la aplicación de fertilizantes mediante el sistema de goteo.
- La filtración del agua es necesaria en ocasiones para evitar la obstrucción de los pequeños orificios de los emisores.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3 Marco Metodológico

El marco metodológico está compuesto por seis puntos los que nos permitirá desarrollar con éxito nuestra investigación lo que serán, recopilar información, estudio de las cantidades de aguas disponibles anualmente, desarrollar un sistema de almacenamiento, tratamiento que permita que el recurso hídrico recolectado perdure en el tiempo, sin que este se contamine por microorganismos que alteren sus características, diseñar un sistema de reutilización eficiente de agua para irrigación de áreas verdes y finalmente, estimar el valor final del proyecto para ver la posibilidad de llevarlo a la realidad en la zona de estudio especifica u otra con problemas similares.

3.1 Recopilación de información

3.1.1 Levantamiento planimétrico del parque municipal

Se realizará una recopilación de información de dicho parque, datos de planimetría, perfiles de elevación, y se buscará el mejor posicionamiento en cuanto espacio para la construcción de un sistema de almacenamiento de aguas lluvias.

3.1.2 Levantamiento planimétrico de las viviendas a intervenir

En esta etapa se realizará un levantamiento de las cubiertas de las viviendas a intervenir, corroborar si todas ellas se encuentran con canaletas en buen estado, cuantificar las casas que tendremos para la recolección de aguas, las nuevas redes de tuberías que concierne, además analizaremos como actúa el actual sistema de drenaje de aguas pluviales y si este es eficiente.

Para llevar a cabo esta etapa se solicitarán planos de la villa a las oficinas correspondientes para así lograr un detalle más exacto del conjunto habitacional, en caso de no existir información se procederá a realizar un levantamiento en AutoCAD mediante Google Earth, además de inspección visual del conjunto habitacional.

3.1.3 Estudio de las cantidades de aguas pluviales

En esta etapa se realizará un balance de las precipitaciones caídas y proyectadas para la comuna de Putaendo, con el fin de determinar la cantidad de agua que tendremos disponible, esto nos permitirá dimensionar nuestro humedal construido.

Estos datos los obtendremos de la estación climatológica de El Tártaro, ya que es la estación más cercana al área de intervención.

Además se ocupara una calculadora para estimar las cantidades pluviales que dispondremos para la investigación.

3.2 Trazado y diseño del nuevo sistema de recolección y transporte de aguas lluvias

3.2.1 Red de aguas lluvias

En esta etapa con la información obtenida anteriormente se procederá a trazar la nueva red de aguas lluvias teniendo en cuenta diferentes normativas diferentes que nos restringen y limitan el nuevo trazado. Acá contemplaremos el diámetro necesario para cumplir con las normas vigentes, además de las cámaras de inspección necesarias para satisfacer las necesidades de la red.

Para el trazado y diseño de la nueva red debe cumplir diferentes normas y para ello nos basaremos en la guía de diseño y especificaciones de elementos urbanos de infraestructura aguas lluvias de año 2005.

3.3 Diseño del sistema de almacenamiento

3.3.1 Sistema de almacenamiento de aguas pluviales

En esta etapa realizaremos una tabla comparativa diferenciando en ella las ventajas y debilitadas de los diferentes métodos de almacenamiento de aguas, para así determinar cuál de ellos es el que más nos otorga más beneficios ya sea tanto económicos como medio ambientales.

Además de diseñar un sistema que nos permita conservar, el mayor tiempo posible, el agua recolectada.

3.3.2 Diseño del sistema de reutilización de aguas pluviales

En esta etapa se diseñará el sistema de acuerdo con los datos obtenidos anteriormente, lo que son las dimensiones del sistema de almacenamiento, y áreas verdes en el parque, se planteará un sistema de riego según las características de la vegetación lo necesite, dependiendo la especie será su dotación de agua. Para ello utilizaremos el programa Epanet, el cual es un programa para el análisis de sistemas de distribución de agua. Es un programa de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

3.4 Estimación total de la inversión

Con ayuda del programa notrasnoches se hará una estimación del presupuesto total de las principales partidas del proyecto.

Esquema 6: Resumen de marco metodológico



01 DEMANDA DE AGUA EN EN PARUQE

Analizar la demanda presente en e parque, analizando la vegetación presente

02 LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

Levantamiento de planimétrico tanto del parque como las casas de donde recolectaremso el agua

03 OFERTA DE CANTIDADES DE AGUAS PLUVIALES

Realizar un balance de las precipitaciones caídas y proyectadas en la comuna

04 RED DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES

Con la planimetría ya obtenidas de las viviendas y del parque, se diseñara una nueva red de aguas pluviales, según guías y normas del MINVU.

05 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

Dimensionar el sistema de almacenamiento, a demás de crear un mecanismo que nos permita conservar el vital elemento, y finalmente diseñar un sistema de extracción del agua y ponerla a dispocicion de las personas encargadas de las areas verdes del parque

06 CUANTIFICAR ECÓNOMICAMENTE LA PROPUESTA

Finalmente, ya con todos los antecedentes recolectados podremos estimar la inversión total del sistema.

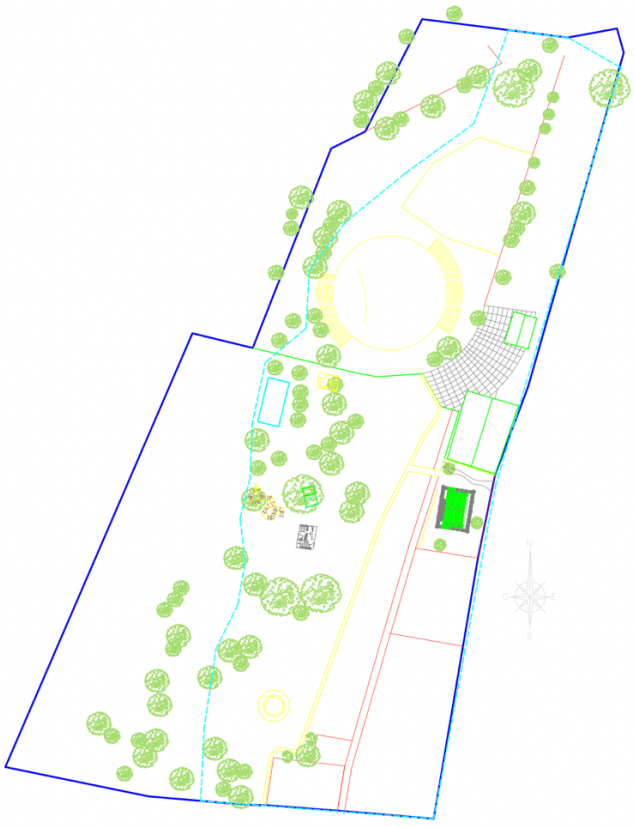
CAPITULO IV: DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4 Desarrollo y análisis de resultados

4.1 Levantamiento planímetro del parque municipal

Para comenzar nuestro proyecto debemos tener claro las medidas y áreas de trabajo que dispondremos para trazar lo que será el sistema de almacenamiento del agua, para ello se realizó un levantamiento del parque con medidas reales los cuales presentaremos a continuación. Este plano lo realizamos a través de AutoCAD, con imágenes obtenidas de Google Earth además de información facilitada de la oficina de SECPLAN de Putaendo. La línea azul corresponde al área que en la actualidad se utiliza como parque.

Figura 4.1: Planos del parque municipal



Fuente: Elaboración propia con información de la oficina de SECPLAN, 2023

4.2 Levantamiento planimétrico de las viviendas

En consonancia con los planos previos, hemos recopilado la información a partir de imágenes satelitales obtenidas de Google Earth. Mediante el uso de AutoCAD, hemos llevado a cabo la transferencia de dichas imágenes satelitales al formato de planos correspondiente, acá nos percatamos que dentro de la villa hay diferentes tipos de viviendas donde predominan dos de ellas; Se trata de viviendas individuales de un piso y pareadas en bloque de dos pisos, las cuales se dividen en dos tipos distintos. En el primer tipo, cada bloque alberga dos viviendas, mientras que, en el segundo tipo, cada bloque contiene cuatro viviendas. Estas construcciones están organizadas de manera que cada una de ellas cuenta con acceso directo a una calle o pasaje dentro del conjunto habitacional. Considerando lo expuesto anteriormente, hemos decidido utilizar exclusivamente estas viviendas para llevar a cabo la recolección de aguas pluviales. La razón principal radica en que las superficies de las cubiertas de estas viviendas son más uniformes en comparación con las otras presentes en la población. A continuación, presentaremos los planos correspondientes al área que se intervendrá, donde hemos recopilado información detallada sobre la superficie total de las cubiertas que utilizaremos para la recolección del recurso hídrico. Se solicito información a diferentes oficinas comunales y al no tener respuesta se procedió a realizar un levantamiento propio de las cubiertas de la Villa.

Figura 4.2 Planimetría Villa los Nogales



Fuente: Elaboración propia.

De esta información logramos obtener los m^2 totales que podremos recolectar las aguas pluviales, obteniendo los siguientes resultados.

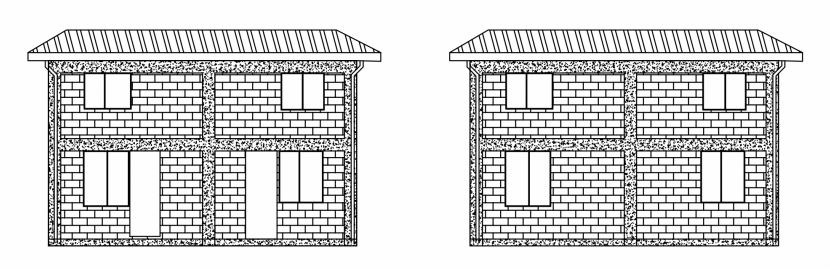
Tabla 4.1: Metros cuadrados a intervenir

Área de cubiertas en bloque	
Cantidad	Unidad
5525	m^2

Fuente: Elaboración propia.

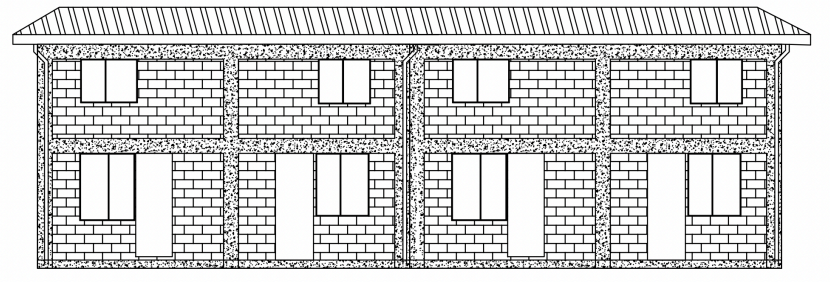
Disponemos únicamente de cincuenta y cinco bloques de viviendas, los cuales reúnen las características previamente mencionadas. Asimismo, hemos llevado a cabo un levantamiento detallado de estas residencias, como se indicó anteriormente, identificando claramente la distinción entre aquellas conformadas por dos bloques y las que constan de cuatro bloques respectivamente.

Figura 4.3: Levantamiento de viviendas pareados



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4: Viviendas compuestas por dos bloques



Fuente: Elaboración propia.

4.3 Demanda de agua dentro del parque

Para estimar el agua necesaria de los árboles que se encuentran dentro del parque, estos son designados por bajo consumo y el requerimiento hídrico para estos árboles es de cinco litros por mes en época estival (Morales Sepúlveda, 2017). Dentro del parque encontramos ochenta y seis arboles entre pimientos (Schinus molle) y algarrobos (Ceratonia siliqua).

Tabla 4.2. Demanda de agua por árbol

Cantidad de arboles	Consumo mensual (l/m)	Total litros
89	5	445

Fuente: Elaboración propia.

Se estima que el agua mensual a ocupar para la mantención de los árboles que se encuentran actualmente en el parque es de 445 litros mensuales, multiplicándolo por la época estival que serían los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. Da un resultado de 1780 L.

Además de los árboles hay un sector de césped posee una superficie de 395 m^2 y de acuerdo con el agua que necesita 1 m^2 de césped al día es de 6,7 L según RIDAA, por ende la cantidad de agua que necesita el área verde es de 2.646 L diarios, multiplicado por los días del año sería un total de 965.760 L anuales de agua.

4.4 Estudio de las cantidades de aguas pluviales

Analizando las precipitaciones del sector de interés, en este caso, el sector de Putaendo, logramos obtener un promedio de 173 mm anules, y asimismo con los datos adquiridos previamente de los m^2 de cubiertas obtenidas logramos realizar el cálculo del agua que podríamos obtener en el conjunto habitacional.

Tabla 4.3: Precipitaciones obtenidas entre 1990 y 2017

AÑO	MM/24H	MM/AÑO	AÑO	MM/24H	MM/AÑO
1990	20,5	96,5	2006	38	252,5
1991	43	308	2007	64	149
1992	50,5	369,9	2008	51	292,5
1993	28,5	185,5	2009	36	218
1994	37,3	101,4	2010	30	223
1995	30	171,5	2011	31	124
1996	26	109,5	2012	42	155
1997	47	573,2	2013	33	116,2
1998	9	41	2014	28	112
1999	50	288,5	2015	60	203,5
2000	60	361,2	2016	68	291
2001	67	251,5	2017	51	215,5
2002	76	487,2			
2003	50	192	Promedio	43,3	232
2004	55	305,5	Máximo	76	573,2
2005	30	303	Mínimo	9	41

Fuente: Dirección General de aguas.

Figura 4.5: Precipitaciones obtenidas entre 2022 y 2023

Precipitación acumulada

Precipitación acumulada mensual (mm) - Temporada 2023												
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
mm. acumulada temporada actual	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	6,2	35,6	106,8	106,8	106,8	106,8	106,8
mm. acumulada temporada anterior	0,0	0,0	0,8	15,4	15,4	27,8	110,1	124,4	124,7	124,7	124,7	124,7

NOTA: En el caso de no existir acumulación mensual de precipitaciones, se mantendrá el valor anterior acumulado.

Fuente Agroclima 2023.

Con estas dos tablas logramos realizar un promedio anual para las precipitaciones que se pueden obtener.

Tabla 4.4: Resumen precipitaciones de 1990 hasta 2017

Promedio de mm acumulados entre 1990 hasta 2017	
	mm/año
Promedio	232
Máximo	573,2
Mínimo	41

Fuente: Elaboración propia obtenida de Dirección de aguas

Tabla 4.5: Resumen precipitaciones 2022 y 2023

Promedios de mm acumulados entre 2022 y 2023		
124,7	mm	2022
106,8	mm	2023 hasta Agosto
115,75	mm	promedio

Fuente: Elaboración propia obtenida de Agroclima 2023

En el proceso de análisis, hemos calculado el promedio de los datos recopilados desde 1990 hasta agosto del año 2023. Este enfoque nos permite obtener una estimación más precisa y realista de la cantidad de precipitaciones que podemos anticipar anualmente. Al considerar este extenso período temporal, estamos mejor equipados para comprender las tendencias a largo plazo y tomar decisiones informadas en relación con las condiciones climáticas.

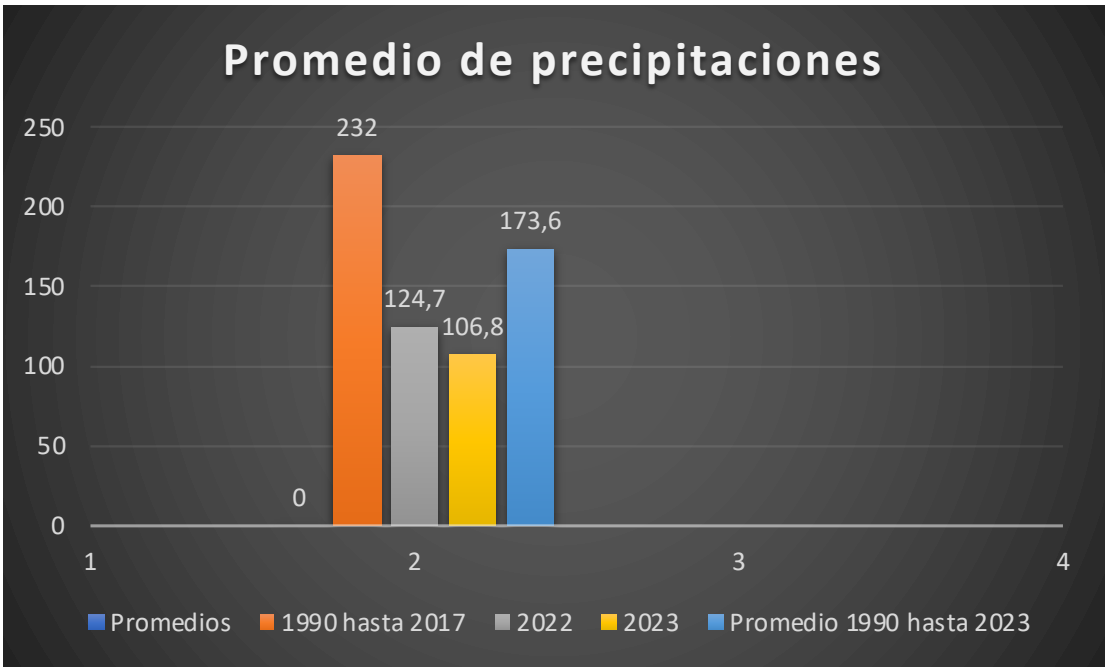
Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 4.6: Promedios totales desde 1990 hasta 2023

Promedio de datos obtenidos	
173,8	mm/año

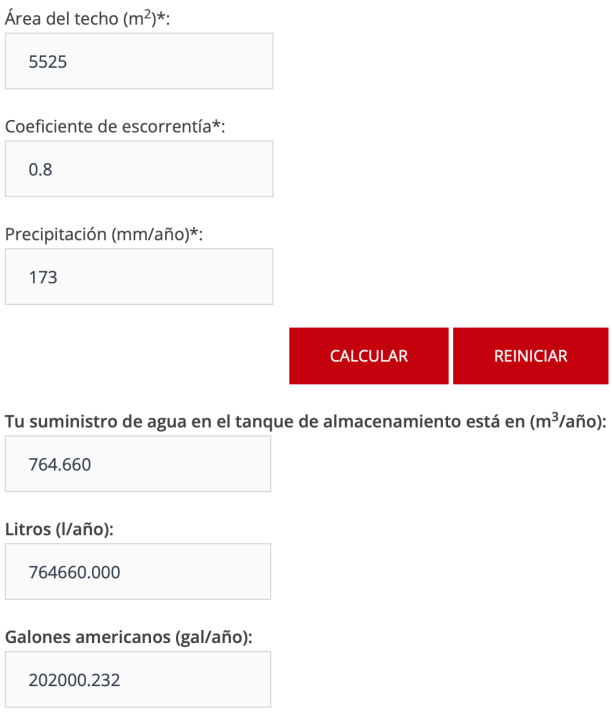
Fuente: Elaboración propia

Esquema 7: Resumen de precipitaciones



A través de un programa para calcular la cantidad de aguas posibles a recolectar creado por Claudia Lasprilla Pina, Mykyta Riabchynskyi, Rahel Birhanu Kassaye y Ruth Schaldach, logramos estimar las cantidades en m^3, esto nos ayudara para calcular la dimensión de tuberías y realizar el diseño de nuestro sistema de almacenamiento.

Figura 4.6: Calculo de m^3/año



Fuente: Ruvival, consultado 2023.

Acá podemos obtener el agua recolectada anualmente, esta será el recurso hídrico que nos permitirá calcular las dimensiones de nuestro sistema de almacenamiento.

Tabla 4.7: Resumen de lluvias anuales

Resumen de datos obtenidos	
m^3/año	764,6
Litros (l/año)	764.660

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Trazado de la nueva red de aguas lluvia.

En el trazado de la nueva red de aguas pluviales, fue esencial tener en cuenta las pendientes del terreno. Este proceso se llevó a cabo de manera acorde con dichas pendientes, utilizando información

obtenida de Google Earth. Esta plataforma nos proporcionó datos precisos sobre las cotas necesarias para ubicar estratégicamente las cámaras y los colectores nuevos.

La nueva red de distribución de las aguas lluvias fue proyectada con PVC de 400 mm, en total son 878,9 m de nueva red a una profundidad de 1,5 m mínima.

En resumen colocamos once cámaras cumpliendo con los parámetros mínimos de la Guía del MINVU para redes colectoras de aguas lluvias. Presentados a continuación.

Figura 4.7: Planta de la nueva red de colectores y cámaras para aguas lluvia.



Fuente: Elaboración Propia

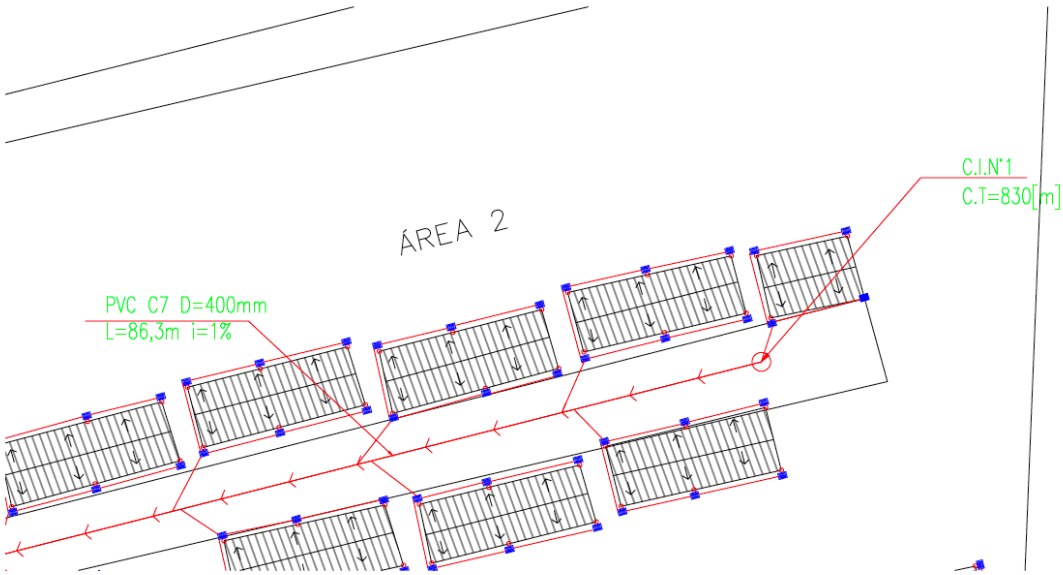
Posterior a esto procedimos a enumerar los tramos y cámaras agregando sus respectivas cotas, longitudes y pendientes, esto se realizó para luego definir las profundidades a las que quedaran las cámaras y pendientes de los colectores subterráneos.

Figura 4.8: Colectores y cámaras con sus cotas de terreno



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.9: Cotas de colectores y longitud de tramos



Fuente: Elaboración propia.

Para diseñar la red y determinar el diámetro de los colectores fue necesario una tabla sensibilizada obtenida del curso de ingeniería sanitaria donde nos permite calcular el diámetro según la velocidad, rugosidad del colector y la pendiente de este.

Figura 4.10: Verificación de diámetro para colectores(PARTE 1)

DATOS DE ENTRADA:							rugosidad	pendiente
Cámaras de Inspección		H agua obs	H sed obs	Q req	D	n	n	I
Inicial	Final	[cm]	[cm]	[l/seg]	[mm]	sed	tubo	
1	2			7,60	376,6		0,009	0,0200
2	3			2,00	376,6		0,009	0,0200
3	5			2,00	376,6		0,009	0,0200
5	7			10,60	376,6		0,009	0,0200

Fuente: Elaboración propia elaborada con información del curso ingeniería sanitaria.

Figura 4.11:Verificación de diámetro para colectores(PARTE 2)

RESULTADOS ECUACIÓN DE MANNING: no superar el Vn no superar el 80 %

n equiv obs	Q obs [l/seg]	Q bll [l/seg] [h=0,7D]	Q bll [l/seg] (máx)	V obs [m/seg]	V bll [m/seg] [h=0,7D]	V bll [m/seg] (máx)	V n [m/seg]	V a [m/seg]	Hn [cm]	hn/D [%]
0,009	0,0	303,0	389,6	0,00	3,64	3,58	1,31	0,45	3,78	10,03
0,009	0,0	303,0	389,6	0,00	3,64	3,58	0,87	0,41	2,0	5,3
0,009	0,0	303,0	389,6	0,00	3,64	3,58	0,87	0,41	2,0	5,3
0,009	0,0	303,0	389,6	0,00	3,64	3,58	1,44	0,46	4,4	11,7

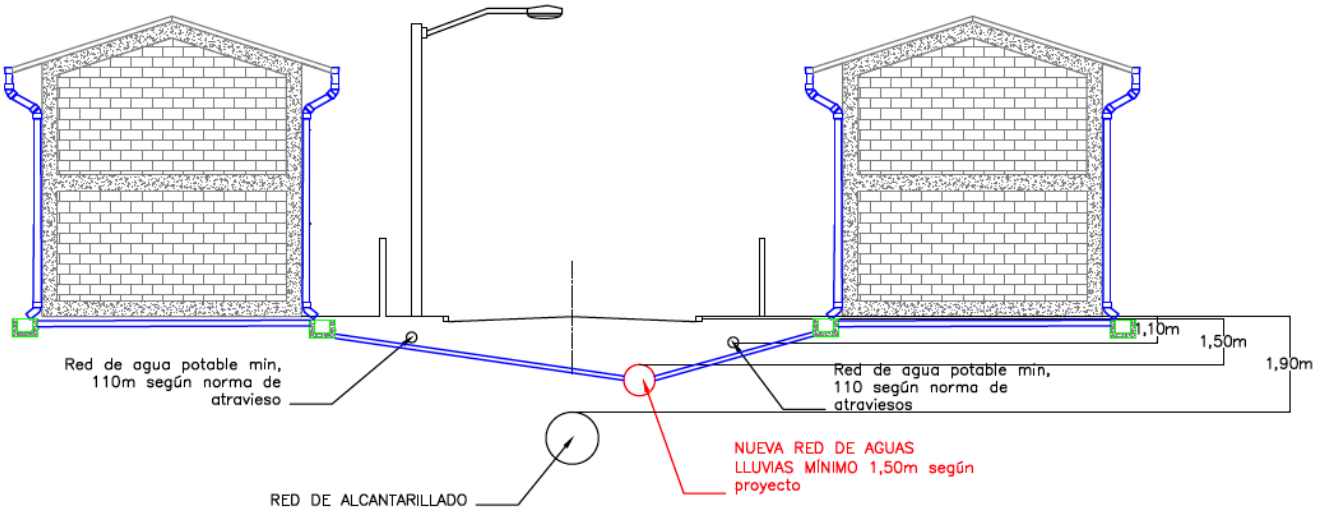
Fuente: Elaboración propia elaborada con información del curso ingeniería sanitaria.

Acá verificamos el diámetro para colectores subterráneos de aguas lluvias según la Guía de diseño del MINVU, la cual establece que el diámetro mínimo debe ser de 400mm y además no superar velocidades de $3m^3/s$. Según la tabla logramos apreciar que esta regla se cumple por ende podemos diseñar la nueva red con el diámetro mínimo que sería de 400mm.

Después de establecer los diámetros de los colectores, el siguiente paso fue determinar las profundidades de las cámaras de inspección, siguiendo las normas establecidas por el MINVU y la norma chilena 2811 del 2006, que aborda los atraviesos con respecto a otros colectores, ya sean de agua potable o alcantarillado, entre otros aspectos.

En conformidad con estas regulaciones, la nueva red de colectores de aguas pluviales inició con cámaras de inspección ubicadas a una profundidad de 1,5 metros. Esta elección se basó en la consideración cuidadosa de las normas específicas, asegurando que no interfiriera ni con la red de agua potable (con una profundidad mínima de 1,10 metros) ni con la red de alcantarillado (con una profundidad mínima de 1,60 metros).

Figura 4.12: perfil transversal de redes de agua potable, alcantarillado y aguas lluvias



Fuente: Elaboración propia

Primero determinamos una ruta principal como muestra la ilustración 23, en este primer trazado incluimos de la cámara N°1 a la cámara N°0, cabe mencionar que el número de las cámaras no se encuentran en orden correlativo.

Figura 4.13: Trazado principal de la nueva red



Fuente: Elaboración propia

Trazando la red de colectores lo siguiente fue calcular las profundidades de las cámaras de inspección (ilustración 24), logramos determinar cada cámara con su respectiva pendiente y profundidad siempre percatándonos de cumplir las diferentes normas y consideraciones mencionadas anteriormente.

Figura 4.14: Cálculo de pendiente y profundidades para cámaras(PARTE 1)

RAMAL PRINCIPAL

	C.I. PUB. 1	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. DOM. 2	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 3
C. TA/TER	830,00	86,30	0,020	829,00	48,30	0,020	827,00
C. R. ENT.				826,77			825,76
C. R. SAL.	828,50			826,72			825,71
ALTURA	1,50			2,28			1,29

Fuente: Elaboración propia extradida del curso ingeniería sanitaria

Figura 4.15: Cálculo de pendiente y profundidades para cámaras(PARTE 2)

LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 5	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 7	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 0	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. F
48,50	0,020	828,00	110,30	0,020	824,00	21,30	0,020	824,00	108,90	0,020	822,00
		824,74			822,48			822,01			819,78
		824,69			822,43			821,96			819,73
		3,31			1,57			2,04			2,27

Fuente: Elaboración propia extradida del curso ingeniería sanitaria

Finalmente realizamos un corte transversal de las cotas de terreno, más las cotas de las cámaras y las sus respectivas pendientes. (Ilustración 25) podemos identificar que la cota más alta es 830 y sería nuestra cámara de inicio, con una profundidad de 1,50m.

Figura 4.16: Perfil transversal de la red trazada

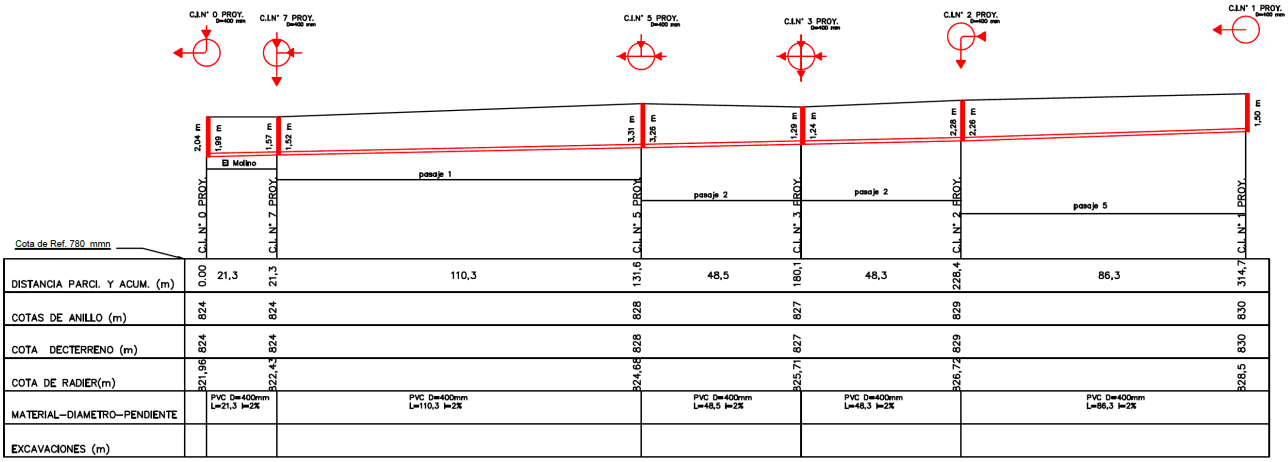


Figura 4.17: Imagen ampliada

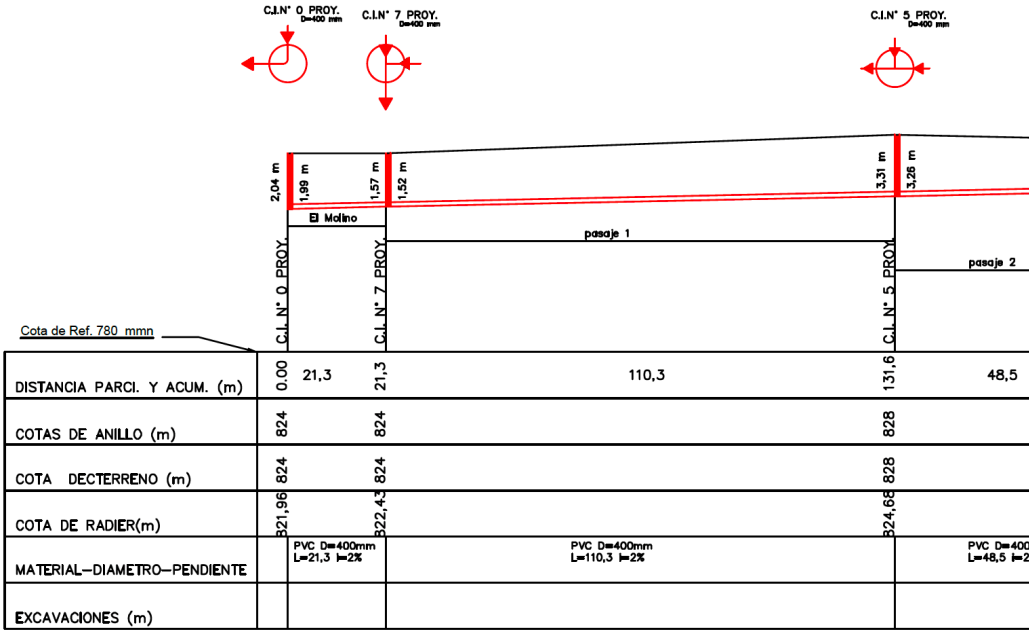
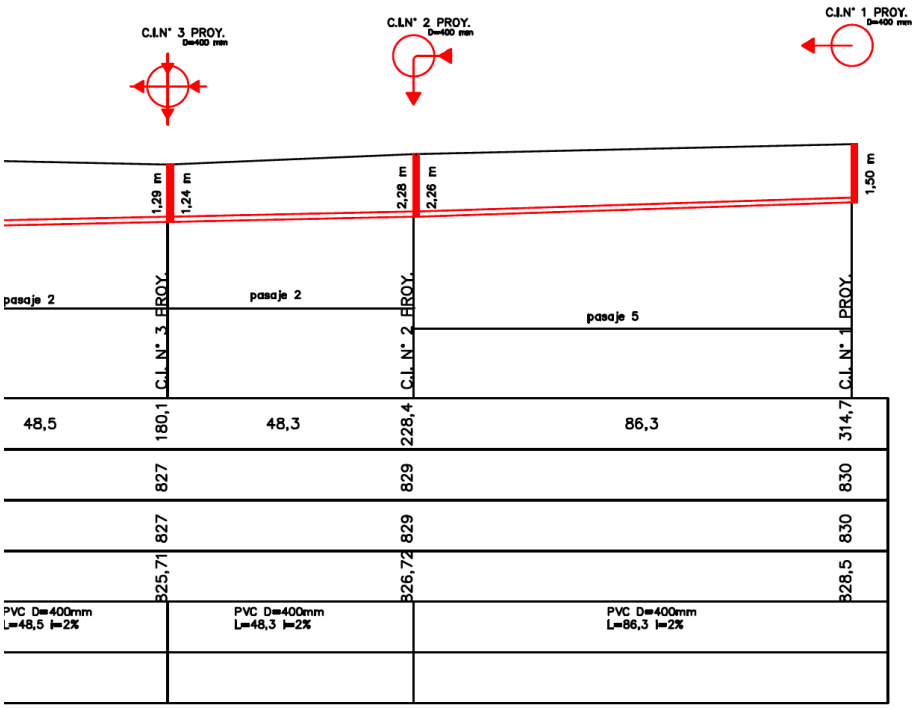


Figura 4.18: Imagen ampliada

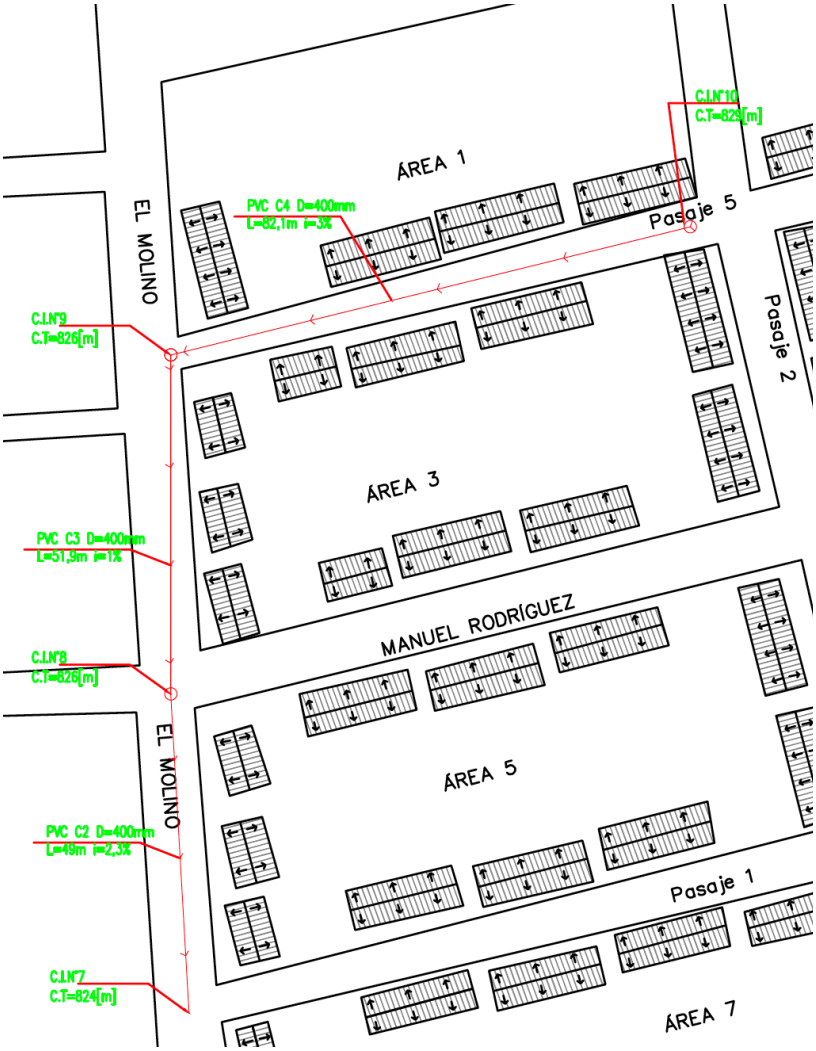


Fuente: Elaboración propia.

Con este mismo método realizamos los demás tramos, teniendo en cuenta nuestra red principal y respetando las profundidades de estas cámaras como referencias.

Continuamos con las cámaras N°10 a la N°7 (fig4.15).

Figura 4.19: Trazado de la cámara N°10 hasta cámara N°7



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20: Cálculo de pendiente y profundidad de cámaras

TRAMO CALLE

	C.I. PUB. 10	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 9	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 8	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 7
C. TA/TER	829,00	82,10	0,040	826,00	52,90	0,010	826,00	49,00	0,023	824,00
C. R. ENT.				824,22			823,64			822,46
C. R. SAL.	827,50			824,17			823,59			822,41
ALTURA	1,50			1,83			2,41			1,59

Figura 4.21: imagen ampliada 1

TRAMO CALLE				
	C.I. PUB. 10	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 9
C. TA/TER	829,00	82,10	0,040	826,00
C. R. ENT.				824,22
C. R. SAL.	827,50			824,17
ALTURA	1,50			1,83

Figura 4.22: Imagen ampliada 2

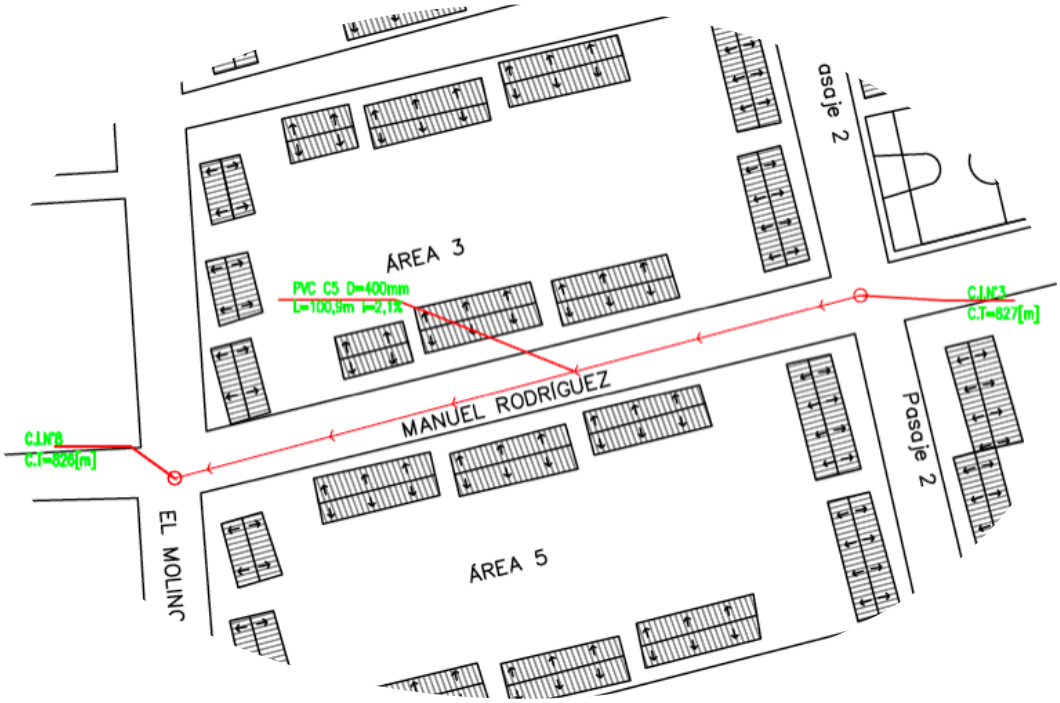
LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 8	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 7
52,90	0,010	826,00	49,00	0,023	824,00
		823,64			822,46
		823,59			822,41
		2,41			1,59

Fuente: Elaboración propia

Luego los tramos faltantes se fueron trazando de la misma manera, trazando primero en el plano para luego verificar las cotas de las cámaras en la planilla.

Cámaras N°3 a la N°8.

Figura 4.23: Trazado de la cámara N°3 hasta cámara N°8



Fuente: Elaboración propia

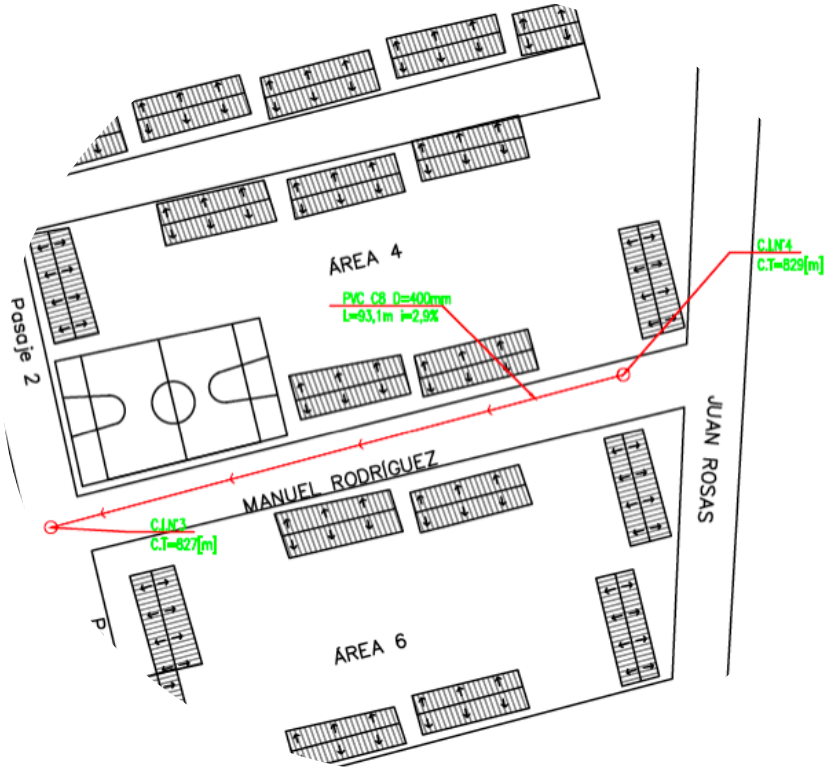
Figura 4.24: Cálculo de pendiente y profundidad de cámaras

TRAMO CALLE				
	C.I. PUB. 3	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 8
C. TA/TER	827,00	100,90	0,021	826,00
C. R. ENT.	825,76			823,64
C. R. SAL.	825,71			823,59
ALTURA	1,29			2,41

Fuente: Elaboración propia

Cámaras N°4 a la N°3.

Figura 4.25: Trazado de la cámara N°4 hasta cámara N°3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26: Cálculo de pendiente y profundidad de cámaras

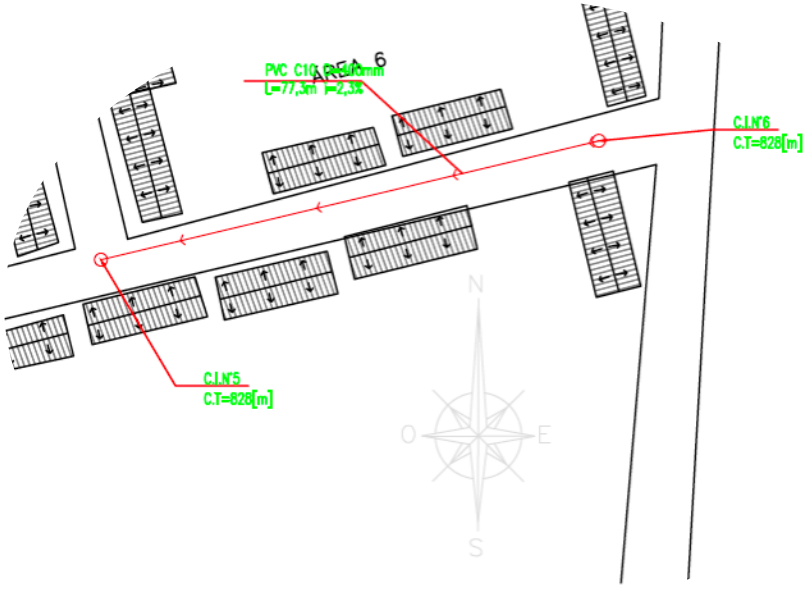
TRAMO CALLE

	C.I. PUB. 4	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 3
C. TA/TER	829,00	93,10	0,029	826,00
C. R. ENT.				824,76
C. R. SAL.	827,50			824,71
ALTURA	1,50			1,29

Fuente: Elaboración propia

Cámaras N°6 a la N°5

Figura 4.27: Trazado de la cámara N°6 hasta cámara N°5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.28: Cálculo de pendiente y profundidad de cámaras

TRAMO CALLE

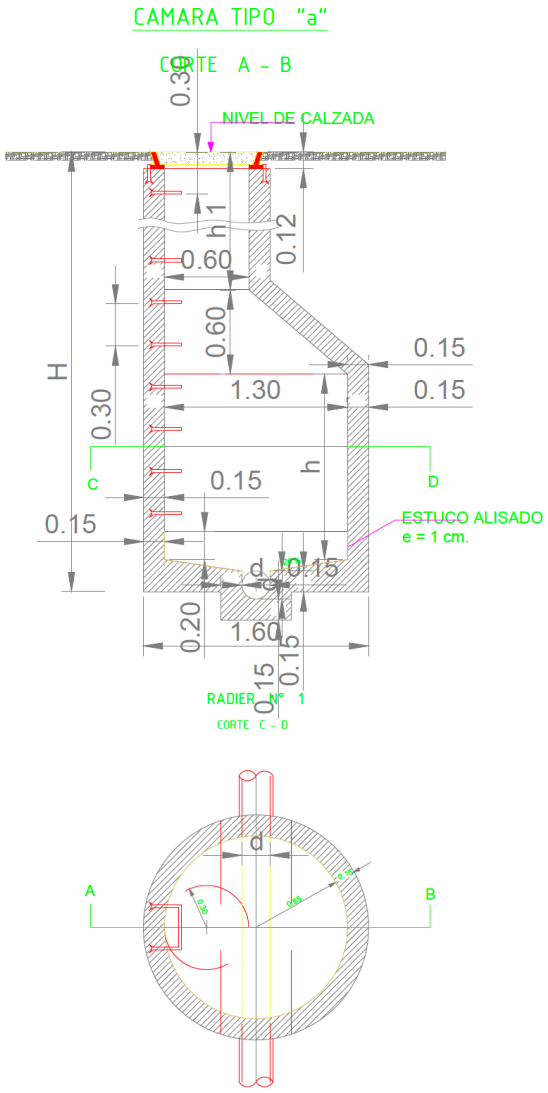
	C.I. PUB. 6	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 5
C. TA/TER	828,00	77,30	0,023	828,00
C. R. ENT.				824,74
C. R. SAL.	826,50			824,69
ALTURA	1,50			3,31

Fuente: Elaboración propia

Todas las cámaras iniciales como son las 1,4,6 y 10 la profundidad de cámara fue de 1,5m luego dependiendo la longitud del tramo y la pendiente del terreno se le fue otorgando la pendiente final del colector, para así satisfacer las cotas de las cámaras que tenían la unión de 2 o más colectores, como fue el caso de las cámaras 3,5,7 y 8, en donde ocurría lo antes mencionado.

Las cámaras de inspección que se ocuparan serán del tipo a según la Norma Chilena NCh 1623 Of. 80. Y la profundidad mínima será de (H) 1,50m como ya lo mencionamos anteriormente.

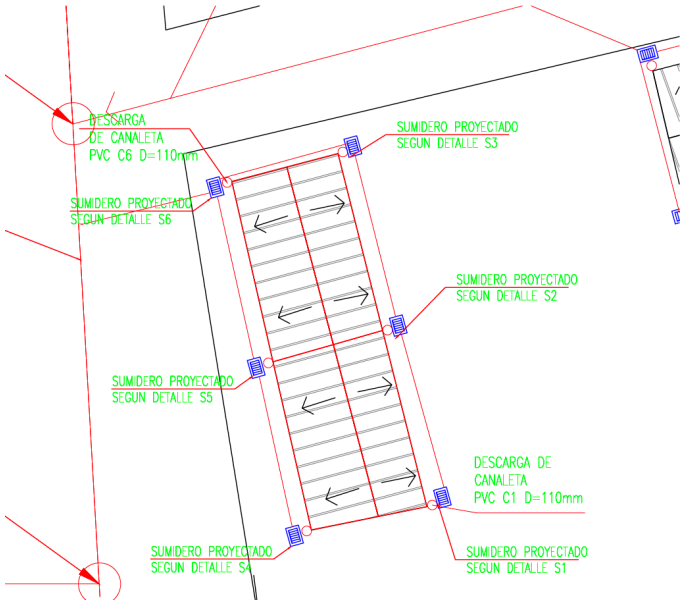
Figura 4.29: Detalle de cámara tipo a



Fuente: Elaboración propia

Para los sumideros domiciliarios los que recibirán las aguas directamente de las cubiertas se ocupó el mismo procedimiento, otorgando una pendiente mínima de 1% y una profundidad mínima de 0,70m, la cual va variando según las cotas de terreno y pendiente de esté.

Figura 4.30: Trazado de colectores de pvc200mm y sumideros



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31: Calculo de pendiente y profundidad de sumideros

TRAMO DE RED DOMICILIARIA

	SUMIDERO S1	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	SUMIDERO S2	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	SUMIDERO S3	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	SUMIDERO S6
C. TA/TER	824,00	7,20	0,010	824,00	7,50	0,010	824,00	6,00	0,010	824,00
C. R. ENT.				823,23			823,10			822,99
C. R. SAL.	823,30			823,18			823,05			822,94
ALTURA	0,70			0,82			0,95			1,06

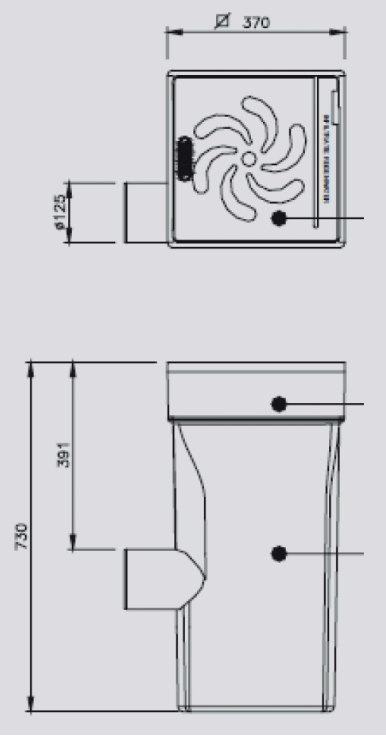
TRAMO DE RED DOMICILIARIA

	SUMIDERO S4	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	SUMIDERO S2	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	SUMIDERO S6
C. TA/TER	824,00	6,90	0,010	824,00	7,50	0,026	824,00
C. R. ENT.				823,23			822,99
C. R. SAL.	823,30			823,18			822,94
ALTURA	0,70			0,82			1,06

Fuente: Elaboración propia

La cota de terreno que le dimos fue la de la cámara más cercana para que así no hubiese problema de pendiente entre el ultimo sumidero y la red de aguas lluvia.

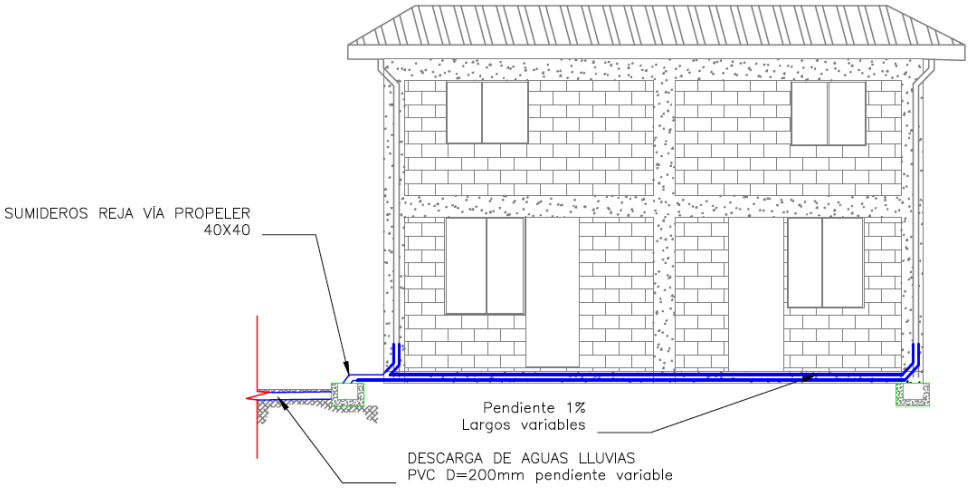
Figura 4.32: Detalle de sumidero



Fuente: Manual técnico de sumideros, Pavco

Los levantamientos de los bloques con los nuevos colectores domiciliarios quedaran de la siguiente manera, dependiendo de la cota en que estos se encuentren.

Figura 4.33: Elevación de casa tipo conformada por 2 viviendas pareadas



Fuente: Elaboración propia

4.6 Diseño del sistema de almacenamiento.

Se escogió el sistema de AquaCell ya que es un sistema innovador además de poseer ventajas tales como; la fácil manera de trasportarlos e instalarlos y además mejora la integración paisajística y medioambiental de la infraestructura urbana.

4.6.1 Dimensionamiento.

De acuerdo con los cálculo de las cantidad de agua que se dispondrá, además de los caudales de diseño, cotas de terreno, entro otros y con ayuda de una planilla logramos diseñar y dimensionar el sistema de almacenamiento AquaCell.

Figura 4.34: Datos de entrada para hidrograma



Fuente: Elaboración propia extraída de PAVCO

Figura 4.35: Diseño del tanque

DIMENSIONES DEL TANQUE

Tipo de Rasante	Zona Verde	Indicar en que zona se va a encontrar ubicada el tanque Aquacell
Recubrimiento (m)	2,27	Profundidad a la que se va a ubicar el tanque Aquacell
No. de Capas	4	Determinar el número de niveles o capas que tendrá el tanque (**Ingresar sólo números enteros**)
Altura (m)	1,56	Altura calculada a partir del número de capas ingresado (Cada celda Aquacell tiene una altura de 0.39m)
Ancho (m)	18,00	Ingresar el ancho del tanque (**En múltiplos de 0.5m**)
Largo (m)	30,00	Ingresar el largo del tanque (**En múltiplos de 0.5m**)
Dimensión Calculada		Dimensión en planta recomendada, calculada a partir de ingresar un valor de altura y largo/ancho.
Profundidad de fondo (m)	3,83	Distancia desde el nivel de superficie, terreno o rasante hasta el fondo del tanque
Volumen Bruto (m^3)	831,60	Volumen total de la estructura
Volumen Neto de Agua (m^3)	789,03	Volumen de agua que puede almacenar el tanque (95% del volumen bruto)
Cantidad de celdas Aquacell	4265,00	Cantidad de celdas Aquacell necesarias para las dimensiones dadas

Chequeo profundidad mínima OK	La profundidad mínima de los tanques Aquacell es de 0.5m en zonas verdes/peatonales y 0.75m en zonas de parqueaderos o vehiculares.
Chequeo profundidad máxima OK	La profundidad máxima de los tanques Aquacell es de 4.1m. En caso de requerir una profundidad mayor, comunicarse con el departamento técnico de Pavco Wavin®.
Chequeo volumen mínimo OK	Se revisa que para las dimensiones ingresadas el volumen del tanque sea igual al volumen requerido.

Fuente: Elaboración propia extraída de PAVCO

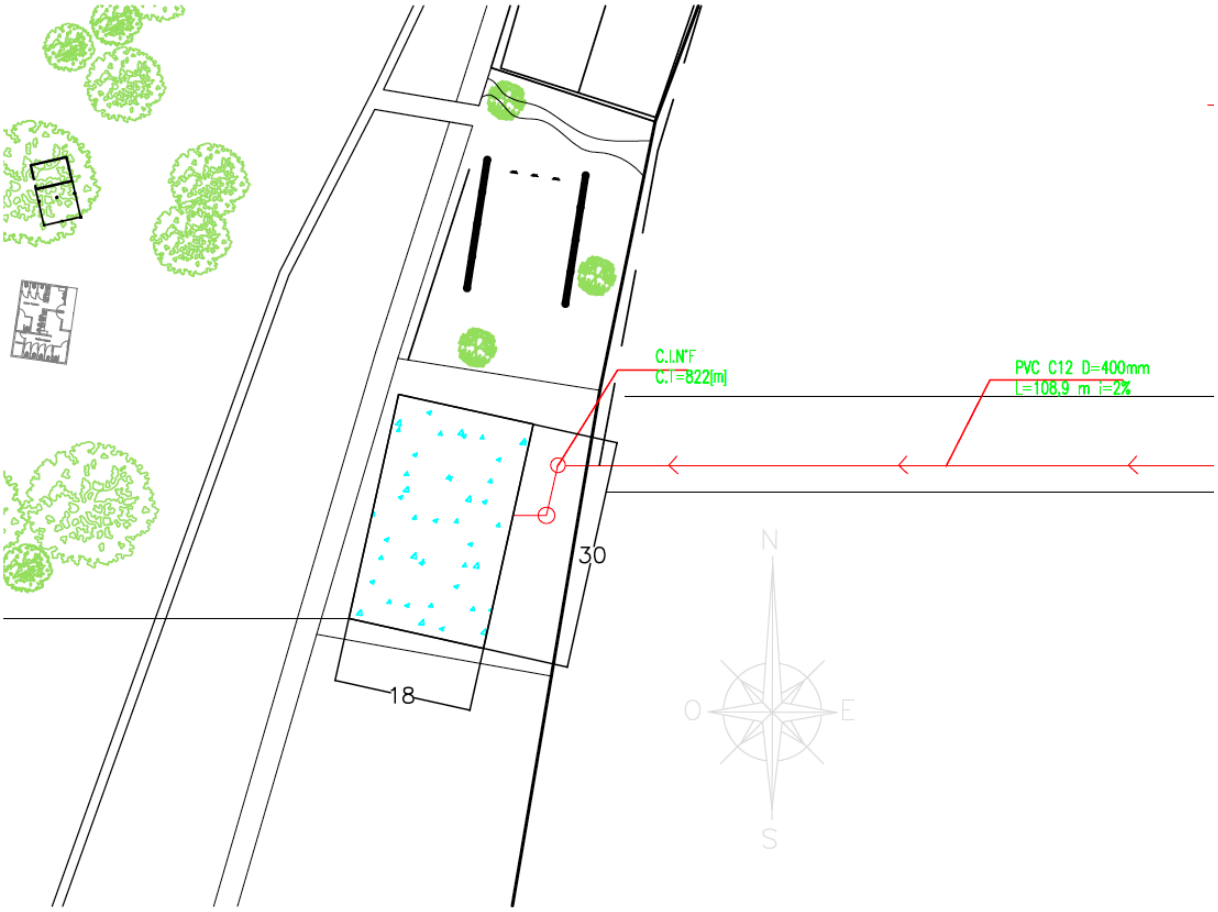
El estanque estará a 2,27 metros bajo el nivel de terreno ya que esta es la cota de nuestra última cámara, y las dimensiones para satisfacer nuestra oferta de agua serán las siguientes:

Tabla 4.8: Resumen de diseño de tranque

Diseño del tranque	
Altura(m)	1,56
Ancho(m)	18,00
Largo(m)	30,00
Volumen neto de agua (m^3)	789,03

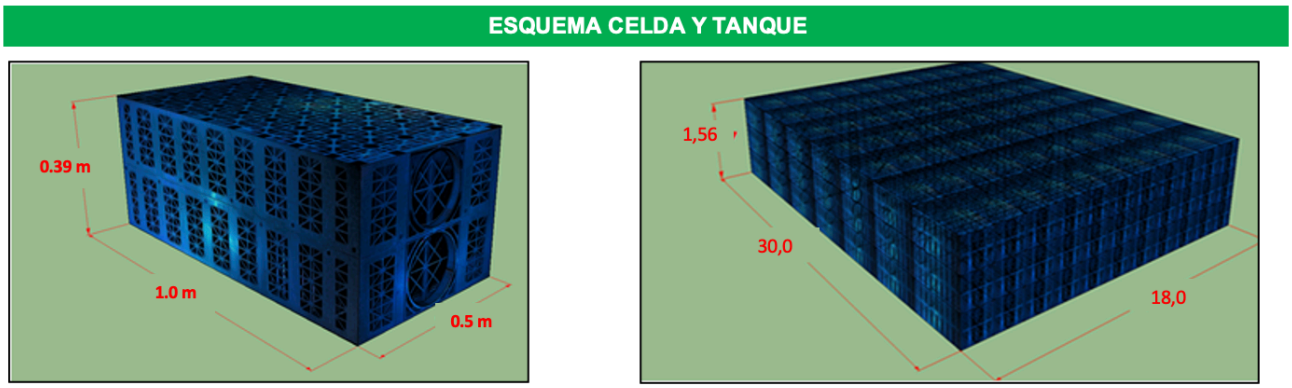
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.36: emplazamiento del sistema



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.37: Esquema de celda unitaria del sistema AquaCell y dimensión del tranque requerido



Fuente: Elaboración propia extraída de PAVCO

Además la misma plataforma nos entrega la cubicación de geomembrana y geotextil los cuales corresponde a una geomembrana 30 mlis, que significa que es de 0,03 pulgadas de espesor y una membrana geotextil no tejida 2500 su función principal es aumentar la resistencia de los suelos, ya sea en una vía, un relleno, bajo una edificación, en muros, en este caso para aumentar la resistencia del suelo debajo de nuestro sistema AquaCell.

Tabla 4.9: cubicación de membranas

NOMBRE DEL MATERIAL	CANTIDAD (m^2)
GEOMEMBRANA 30 mils	1.599,0
GEOTEXTIL NT 2500	3.198,0

Fuente: Elaboración propia extraída de PAVCO.

4.6.2 Sistema de mantención del agua dentro del estanque

Para mantener el agua dentro del estanque se ocupara un sistema de aireación el cual nos permitirá conservar el agua durante todo el año.

El sistema a ocupar será el de aireadores sumergidos

Como su nombre indica, estos aireadores están sumergidos por completo y actúan bombeando aire desde un compresor en tierra a través de una manguera en el fondo del agua. Esto significa que pueden suministrar oxígeno disuelto a toda la columna de agua siempre que el sistema sea lo suficientemente potente.

Estas unidades funcionan bien en estanques de forma irregular y su potencia les permite airear toda la columna de agua.

Para otorgar aire al estanque ocuparemos difusores micro-poroso BTS, en total se ocuparan 10 parrillas de difusores.

Figura 4.38: Difusor micro-poroso BST



Fuente: Ficha técnica de Boss Tech.

Figura 4.39: Parrilla de difusores



Fuente: Ficha técnica de Boss Tech.

Para bombear aire dentro de la parrilla de difusores se empleara un soplador regenerativo Boss Tech 1.1 HP.

Figura 4.40: Generador de aire 1.1 HP



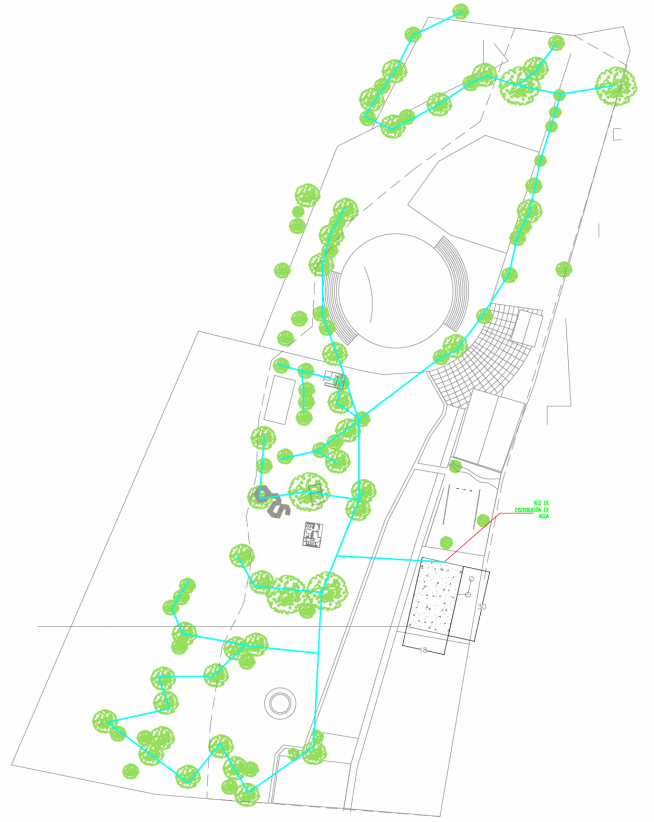
Fuente: Ficha Técnica Boss Tech

4.7 Diseño del sistema de reutilización de aguas pluviales.

Una vez almacenada el agua recolectada en meses de lluvia, la idea es tener el recurso a disposición inmediata durante época estival, esto se resolverla instalando la motobomba de extracción, la cual actuara directamente extrayendo agua almacenada en nuestro tranque de AquaCell.

Para ello se utilizará riego por goteo y por difusores, En primera instancia, se diseñó la red de distribución en AutoCAD, posteriormente con la ficha técnica de un sistema por goteo, se determinó la presión mínima para que el sistema funcione correctamente. Finalmente, mediante el programa Epanet se calculó la presión de los nudos.

Figura 4.41: trazado de la red de riego



Fuente: Elaboración propia

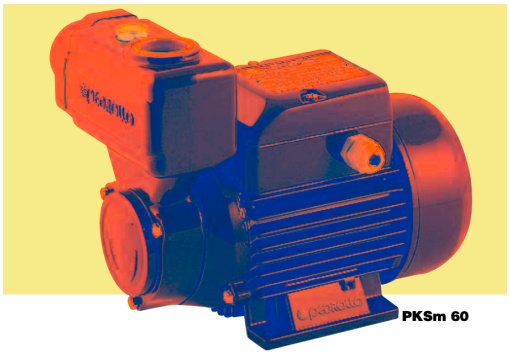
La red consistirá en 1.028 metros de tubería PPR de 20 mm, dentro de la red se instalara un sistema de goteo; donde se utilizará el sistema de la empresa AZUDPRO, el cual requiere ciertos parámetros de presión y caudal, los cuales serán señalados a continuación: (Sistema AZUD,2023).

Requiere una presión entre 0.5 a 2.5 bar y un caudal de 1,10 l/h a 2,40 l/h.(Ficha técnica de sistema AZUD PRO).

Para satisfacer dichos requerimientos y escoger la motobomba capaz de entregar estas presiones y caudales nuestro diseño inicial lo trasladamos a EPANET.

La motobomba a ocupar será la PKS 60 esta, nos sirve para huertas y jardines aspirando el agua desde depósitos o pozos con una profundidad de aspiración de hasta 9 metros.

Figura 4.42. Motobomba PKSm 60



Fuente: Catálogo de motobombas PEDROLLO,2023.

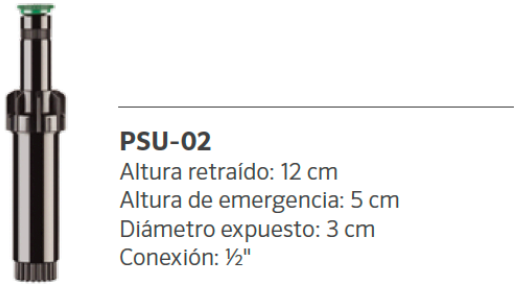
La bomba se suministra con válvula de retención, de tipo clapet, en la boca de aspiración. No es necesaria la instalación de una válvula de fondo.

La instalación se debe efectuar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.

Para que la motobomba funcione necesita una potencia de 0,37 kW por hora de uso, esta energía la obtendremos de paneles solares que serán instalados dentro del parque. La página web de Explorador solar del Ministerio de Minería del Gobierno de Chile, nos permitió obtener los datos necesarios para una decisión informada.

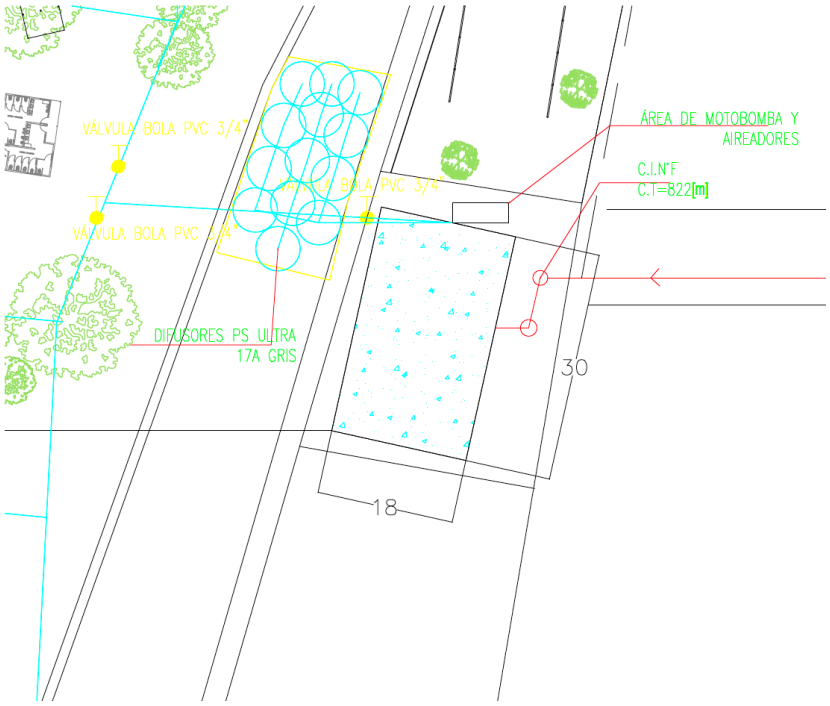
Asimismo, el área de césped se regara ocupando el sistema de Difusores PS2 ultra con boquilla 17A gris que nos entrega un radio de 5,2 m ajustable de 0° a 360°, dependiendo el requerimiento de la superficie.

Figura 4.43: Difusor PSU 4



Fuente: Ficha técnica difusores Hunter.

Figura 4.44: Planta del sitio de motobomba y riego por difusores



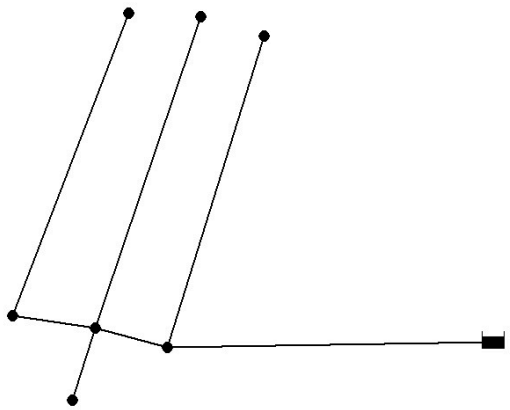
Fuente: Elaboración propia.

Para satisfacer las necesidades de los difusores, se realiza la modelación en EPANET para así verificar las presiones requeridas y escoger la motobomba adecuada.

Según la ficha técnica de los difusores estos poseen ciertos requerimientos, los Intervalo de presión de funcionamiento son de: 1,4 a 4,8 bares; 140 a 480 kPa.(Ficha técnica de difusores HUNTER)

Traspasamos la planta de AUTOCAD a EPANET para verificar las cotas y presiones requeridas.

Figura 4.45: Esquema del sistema de riego por difusores



Fuente: Elaboración propia Epanet

Figura 4.46: Verificación de presión en nudos

ID Nudo	Presión m
Conexión 1	24.00
Conexión 2	24.00
Conexión 3	24.00
Conexión 4	24.00
Conexión 5	24.00
Conexión 6	24.00
Conexión 7	24.00

Fuente: Elaboración propia extraída de Epanet.

Según la tabla, se verifica que las presiones están en mca y se deben convertir a bar, de esta forma, se logrará un mejor análisis, para compararlo con los requerimientos de los difusores; es por ello que las presiones serán de 2,4 bar, y el rango de funcionamiento de los difusores es entre 1,4 a 4,8 bar, por lo tanto con la motobomba PKSm 60 es suficiente, puesto que satisface la demanda de presiones para hacer funcionar el sistema de difusores de manera óptima.

4.8 Energía renovable

4.8.1 Sitio escogido para paneles solares

En esta sección se mostraran las características topográficas del sitio escogido por el usuario.

Tabla 4.10: Ubicación del sitio seleccionado

Nombre	Parque municipal
Latitud	32.6221 °S
Longitud	70.7202 °O
Elevación	827 *m*

Fuente: Explorador solar

Figura 4.47: Mapa del sitio seleccionado



Fuente: Explorador solar

4.8.2 Generación Fotovoltaica

Las características del sistema ingresadas por el usuario para la simulación de la generación fotovoltaica y los resultados se presentan en esta sección.(explorador solar, Reporte,09/11/2023).

Tabla 4.11: Características del sistema fotovoltaico

Configuración	Fijo Inclinado
Inclinación	33°

Fuente: Explorador solar

Tabla 4.12: Resultados de la generación fotovoltaica

Capacidad Instalada	1 kW
Total Diario	4.0 kWh
Total Anual	1.62 MWh

Fuente: Explorador solar

En resumen, tras analizar los datos recopilados, se ha determinado que una superficie de 6,25 m2 de paneles solares será suficiente para alimentar de energía a nuestra electrobomba. Con el objetivo de abordar esta problemática de manera sostenible, optaremos por la implementación de un kit de paneles solares, asegurando así una solución autónoma y evitando el continuo agotamiento de recursos no renovables.

El kit seleccionado para este propósito es suministrado por la empresa Solarstore SPA, la cual ofrece una amplia variedad de productos. Para satisfacer las necesidades de nuestra motobomba, hemos decidido utilizar el Kit driver, diseñado específicamente para la conexión de bombas de agua con una potencia de hasta 2 HP. Este kit se presenta como la elección ideal para áreas donde no hay acceso a la red eléctrica cercana o donde la caída de tensión es significativa.

Una característica destacada del Kit driver es su capacidad para ser conectado a la red eléctrica cuando sea necesario, lo que permite superar días de baja radiación solar o incluso operar la motobomba durante la noche. Esta versatilidad asegura un suministro constante de energía, garantizando el funcionamiento efectivo de la motobomba en diversas condiciones. Con la implementación de esta solución, buscamos no

solo optimizar el rendimiento de nuestra motobomba, sino también contribuir a la preservación de recursos y al uso responsable de la energía.

Incluye:

- Driver Voltronic Aspire 2.2kw monofásico
- 9 paneles solares policristalinos 340W 24V marca Anhui Sine o equivalente
- Cable solar 20m en total 4mm2 rojo y negro
- 1 set conector MC4 simple.

4.9 Presupuesto estimado del proyecto.

Para finalizar la investigación, es necesario estimar el presupuesto general del costo para llevar a cabo el proyecto, se estableció que los gastos previos no serán considerados debido a que no están dentro de la investigación, como lo son las obras previas, asimismo los gastos asociados a demolición ni reposición de pavimentos existentes, puesto que la propuesta está orientada a que el sistema se implemente antes de realizar cualquier obra de urbanización.

Las principales partidas que se consideraron son:

- Construcción de red de recolección de aguas lluvias en áreas públicas.
- Construcción de red de recolección de aguas lluvias en áreas domiciliarias.
- Construcción de sistema de almacenamiento.
- Sistema de reutilización de aguas almacenadas.
- Paneles solares para uso de motobombas y sopladores.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD		P. UNITARIO	TOTAL
A.-	**RECOLECCION DE AGUAS LLUVIA PUBLICO**					**66,678,186**
A.1.-	EXCAVACION TERRENO DURO	m3	1,453.00	$	1,044	1,516,932
A.2.-	CAPA DE ARENA E=1 CM	m2	879.00	$	2,166	1,903,914
A.3.-	CAMARA DE INSPECCION TIPO B, D=1.3MT, H=1 MT	UNI	12.00	$	521,036	6,252,432
A.4.-	TUBO PVC D=400mm	ml	879.00	$	64,852	57,004,908
B.-	**RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS DOMICILIARIA**					**44,953,700**
B.1.-	CAPA DE ARENA E=1 CM	m2	1,800.00	$	2,166	3,898,800
B.2.-	EXCAVACION A BRAZO EN ZANJA > 1,4 M. Y PROF. < 2 M.TERRENO SEMIDURO	m3	200.00	$	4,699	939,800
B.3.-	RED DE RECOLECCION DOMICILIARIA	UNIDAD	1,800.00	$	21,395	38,511,000
B.4.-	SUMIDERO	UNIDAD	300.00	$	5,347	1,604,100
C.-	**SISTEMA DE ALMACENAMIENTO**					**284,422,113**
C.1.-	CAPA DE ARENA E=1 CM	m2	540.00	$	2,166	1,169,640
C.2.-	SISTEMA AQUACELL	UN	1.00	$	281,092,437	281,092,437
C.3.-	EXCAVACION TERRENO DURO	m3	2,069.00	$	1,044	2,160,036
D.-	**SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS LLUVIAS**					**3,818,682**
D.1.-	DIFUSOR PSU 4	UNIDAD	13.00	$	4,384	56,992
D.2.-	EXCAVACION A BRAZO EN ZANJA Menor 1,4 M. Y PROF. Menor 2 M. TERRENO BLANDO	m3	176.00	$	3,804	669,504
D.3.-	RED DE GOTEO 20MM	ml	1,028.00	$	383	393,724
D.4.-	LLAVE DE BOLA PPR 20mm	UNI	5.00	$	16,066	80,330
D.5.-	CODO PPR 20mm	UNI	13.00	$	1,183	15,379
D.6.-	TEE PPR 20mm	UNI	9.00	$	997	8,973
D.7.-	BOMBA PEDROLLO PKM 60 0.4HP 220V	UNI	3.00	$	201,078	603,234
D.8.-	GENERADOR DE AIRE 1.1 HP	UN	1.00	$	1,137,237	1,137,237
D.9.-	DIFUSOR MICRO-POROSO	UN	1.00	$	522,859	522,859
D.10.-	RED INTERIOR AGUA FUSION 25 MM	ml	150.00	$	2,203	330,450
E.-	**PANELES SOLARES**					**1,652,237**
E.1.-	KIT DE PANELES SOLARES	UNIDAD	1.00	$	1,652,237	1,652,237
F.-	SUB-TOTAL	ST		$		401,524,918
G.-	UTILIDADES	%	20.00	$		80,304,984
H.-	GASTOS GENERALES	%	20.00	$		80,304,984
I.-	SUB-TOTAL	ST		$		562,134,885
J.-	IVA	%	19.00	$		106,805,628
K.-	TOTAL	TOT		$		668,940,513

4.10 Conclusiones

La conclusión del proyecto revela una solución efectiva a la problemática inicialmente identificada en relación con el consumo irresponsable de agua potable en el parque municipal.

La propuesta de implementar una nueva red de evacuación de precipitaciones, con un colector principal de PVC de 400 mm de diámetro y colectores secundarios de 200 mm, demuestra ser una medida adecuada ya que cumple los diferentes parámetros que exigen las distintas normativas y leyes vinculadas a los colectores subterráneos.

Actualmente, la demanda del parque, que incluye el riego de árboles en época estival y el césped durante todo el año, asciende a 960 m3 anuales. La capacidad del sistema de almacenamiento propuesto alcanza los 760 m3, lo que cubre el 79% de la necesidad total de agua para el mantenimiento de las áreas verdes. Esta reducción significativa en el consumo de agua potable, que ahora representa solo el 21% de la demanda total del parque, refleja un avance sustancial hacia prácticas más sostenibles.

No obstante, se reconoce la necesidad de seguir explorando opciones para aumentar la recolección de agua a lo largo del año. Se sugiere considerar la expansión de superficies impermeables en el conjunto habitacional, lo que permitiría capturar más metros cúbicos de agua de lluvia. Esta estrategia adicional podría mejorar aún más la autonomía del parque en términos de suministro hídrico, disminuyendo la dependencia del agua potable y fortaleciendo su impacto positivo en el entorno ambiental.

En resumen, la implementación de la nueva red de evacuación de precipitaciones y el sistema de almacenamiento demuestran ser pasos significativos hacia la sostenibilidad hídrica del parque municipal. No obstante, se recomienda continuar explorando y aplicando medidas adicionales para maximizar la eficiencia en la recolección de agua, consolidando así el compromiso del proyecto con prácticas ambientalmente responsables.

En el análisis de los presupuestos, es innegable que el monto necesario para llevar a cabo estas mejoras en la infraestructura resulta considerable y que la inversión requerida sería significativa. Sin embargo, es crucial destacar que, dadas las condiciones actuales, surge una imperiosa necesidad de buscar alternativas urgentes que no solo impacten positivamente en la lucha contra el cambio climático, sino también en el uso responsable de los recursos disponibles.

La inversión propuesta no solo se traduce en beneficios para el parque municipal en cuestión, sino que también constituye una contribución tangible a la mitigación de los efectos adversos del cambio climático. En un contexto global donde la preservación del medio ambiente y la gestión sostenible de los recursos se han vuelto imperativos, este proyecto se posiciona como una respuesta proactiva y necesaria.

Aunque el desembolso financiero pueda parecer elevado en términos inmediatos, es esencial considerar los beneficios a largo plazo. La inversión en infraestructuras que promuevan la captura y gestión eficiente del agua pluvial no solo redundará en un uso más responsable de los recursos hídricos, sino que también contribuirá al bienestar medioambiental y al desarrollo sostenible de la comunidad.

4.11 BIBLIOGRAFÍA

1. ONU (2021) *El agua: en el centro de la crisis climática* Organización de las Naciones Unidas, consultado el 10 de junio del 2023. Articulo obtenido de: *https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/water#:~:text=El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20afecta%20al,agua%20(ONU%2DAgua).*
2. ONU (2021) *Agua y Cambio Climático* Organización de las Naciones Unidas, consultado el 10 de junio del 2023. Artículo obtenido de: *https://www.unwater.org/water-facts/water-and-climate-change*
3. OFICINA DEL CAMBIO CLIMATICO (JUNIO, 2022) *Reporte Anual De La Evolución Del Clima En Chile,* Dirección Meteorológica De Chile. Articulo obtenido de: *https://climatologia.meteochile.gob.cl/publicaciones/reporteEvolucionClima/reporteEvolucionClima2021.pdf*
4. SUBSECRETARIA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO, *Putaendo, consultado julio 2023 https://www.subdere.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-valpara%C3%ADso/provincia-de-san-felipe-de-aconca-1#:~:text=Esta%20comuna%20de%2014.890%20habitantes,en%20la%20Regi%C3%B3n%20de%20Valapara%C3%ADos.*
5. Ministerio de vivienda y urbanismo. (2005). Guía de diseño y especificaciones de elementos urbanos de infraestructura de aguas lluvias. 2005.
6. Sistemas de tuberías para alcantarillado sanitario y otras aplicaciones sin presión — Instalación subterránea de tuberías NCh3542. termoplásticasfile:///Users//Downloads/scribd.vdownloaders.com_nch-3542-2018-vigente.pdf
7. Proyecto colector de aguas lluvias Estoril – Tabancura CONIC-BF Ingenieros civiles consultores Ltda Junio 2005 file:///recuperado /Downloads/PROY4388v3.pdf
8. Diagnóstico de los factores hidrogeológicos que afectan el funcionamiento del acuífero Putaendo, región de Valparaíso, chile**.** Ramiez (2021). file:/// /a132159_Ramirez_J_Diagnostico_de_los_factores_hidrogeologicos_2021_Tesis.pdf
9. PAVCO WAVIN (consultado 2023), Disponible en: https://pavcowavin.com.co/manejo-de-aguas-lluvia-aquacell-pavco

10. AquaCell PACVO, (Consultado 2023) sistema completo para dar manejo inteligente de aguas luvias, Ficha técnica: https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/49883/Documento_tecnico_aquacell.pdf
11. ENEL GREEN POWER S.P.A. – COMMUNICATIONS, (Consultado 2023) https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar
12. EXPLORADOR SOLAR, MINISTERIO DE ENERGIA, GOBIERNO DE CHILE, (2023). https://solar.minenergia.cl/fotovoltaico
13. REPORTE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA Y DATOS METEOROLÓGICOS, noviembre 2023: https://solar.minenergia.cl/temp/reportePV_M0UBFXK.pdf
14. MORALES ANA VERONICA (2017) Evaluación de parámetros hídricos y de crecimiento bajo dos condiciones de riego en una plantación de quillaja saponaria mol y maytenus boaria mol en la comuna de Limache: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152310/Evaluacion-de-parametros-hidricos-y-de-crecimiento-bajo-dos-condiciones-de-riego-en-una-plantacion-de-Quillaja-saponaria-mol-y-Maytenus-boaria-mol-en-la-comuna-de-Limache.pdf?sequence=1#:~:text=Según%20Benedetti%20et%20al.,altamente%20sensibles%20a%20la%20sequía.
15. SOLARSTORE SPA, (2023), https://www.solarstore.cl/producto/kit-driver-para-bombas-hasta-1-hp-220vac/#tab-description
16. CATALOGO DE BOMBAS PEDROLLO, (2023) Obtenido del curso de ingeniería sanitaria dos: https://insanitdos.weebly.com/uploads/5/3/3/9/5339473/mb_pedrollo.pdf
17. ALBERTO VALDIVIESO(2023), ¿EN QUE CONSISTE EL RIEGO POR GOTEO? Articulo IAGUA: https://www.iagua.es/respuestas/que-consiste-riego-goteo
18. GC TRATAMIENTOS (2023), Importancia de la aireación del agua: ¿qué es y cómo funciona?: https://gctratamiento.mx/aireacion-del-agua/#:~:text=¿Qué%20es%20aireación%20del%20agua,disueltos%20en%20el%20vital%20líquido.
19. BOSS TECH (2023), Difusor micro-poroso BTS: https://bosstech.pe/wp-content/uploads/2020/12/difusor-microporoso-ft.pdf

4.12 Anexos

ANEXOS

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PÁGINA : 1
FECHA PPTO : 12/11/2023
FECHA INFORME : 13/11/2023 06:20 p.m.
CÓDIGO : REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA

PRECIOS UNITARIOS SIMPLES

AGUAS LLUVIA

ITEM	SUB ACT	DESCRIPCIÓN	ITEM	CANTIDAD	UNID	P.UNITARIO	TOTAL
A.1.-		**EXCAVACION TERRENO DURO**		**1,453.00**	**m3**		**1,516,932**
	1	BULLDOZER CAT D-6D		0.02	hor	$ 21,414	343
	2	CARGADOR CAT 936		0.02	hor	$ 24,983	425
	3	CAMION TOLVA 7m3		0.03	hor	$ 9,517	276
						$	1,044
A.2.-		**CAPA DE ARENA E=1 CM**		**879.00**	**m2**		**1,903,914**
	1	ARENA GRUESA (FLETE 15KM)		0.01	m3	$ 20,800	270
	2	JORNALERO		0.09	dia	$ 16,335	1,470
	3	LEYES SOCIALES (O.E.)	2	29.00	%	$	426
						$	2,166
A.3.-		**CAMARA DE INSPECCION TIPO B, D=1.3MT, H=1 MT**		**12.00**	**uni**		**6,252,432**
	1	ARENA ESTUCO C/FLETE 15 KMS		100.00	lit	$ 21	2,100
	2	TAPA CAMARA REDONDA TIPO CALZADA CON ANILLO		1.00	uni	$ 106,730	106,730
	3	CEMENTO POLPAICO 25 KG		5.10	c/u	$ 3,546	18,085
	4	ACERO A44-28 H		14.50	kg	$ 897	13,007
	5	ESCALIN GALVANIZADO 30X20CM SM		3.00	c/u	$ 4,697	14,091
	6	HORMIGON 170 KG/C/M3		1.40	m3	$ 45,760	64,064
	7	MOLDAJE ARRIENDO MES		10.60	m2	$ 12,600	133,560
	8	ALBAÑIL + 1 AYUD		1.50	dia	$ 52,817	79,226
	9	ENFIERRADOR		0.15	dia	$ 32,670	4,901
	10	CARPINTERO + 1 AYUD		1.00	dia	$ 47,190	47,190
	11	LEYES SOCIALES (O.E.)	8-10	29.00	%	$	38,082
						$	521,036
A.4.-		**TUBO PVC D=400mm**		**879.00**	**ml**		**57,004,908**
	1	ENTIBACION METALICA		0.20	ml	$ 23,000	4,600
	2	CAMION TOLVA 7m3		0.06	m3	$ 595	36
	3	RETROEXCAVADORA CAT. 416		0.12	hor	$ 12,361	1,483
	4	PLACA COMPACTADORA 5.5 HP		0.08	DIA	$ 35,000	2,625
	5	TUBO HDPE, D=335 mm.		1.25	ml	$ 24,500	30,625
	6	GASFITER PRIMERA		0.60	dia	$ 32,670	19,602
	7	LEYES SOCIALES (O.C.)	6	30.00	%	$	5,881
						$	64,852
B.1.-		**CAPA DE ARENA E=1 CM**		**1,800.00**	**m2**		**3,898,800**
	1	ARENA GRUESA (FLETE 15KM)		0.01	m3	$ 20,800	270
	2	JORNALERO		0.09	dia	$ 16,335	1,470
	3	LEYES SOCIALES (O.E.)	2	29.00	%	$	426
						$	2,166
B.2.-		**EXCAVACION A BRAZO EN ZANJA > 1,4 M. Y PROF. < 2 M.TERRENO SEMIDURO**		**200.00**	**m3**		**939,800**
	1	EXCAVADOR		0.21	dia	$ 16,335	3,430

PÁGINA : 2
FECHA PPTO : 12/11/2023
FECHA INFORME : 13/11/2023 06:20 p.m.
CÓDIGO : REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA

PRECIOS UNITARIOS SIMPLES

AGUAS LLUVIA

ITEM	SUB ACT	DESCRIPCIÓN	ITEM	CANTIDAD	UNID		P.UNITARIO	TOTAL
	2	RECARGO DESGASTE HERRAMIEN.	1	8.00	%	$		274
	3	LEYES SOCIALES (O.E.)	1	29.00	%	$		995
						$		4,699
B.3.-		**RED DE RECOLECCION DOMICILIARIA**		**1,800.00**	**UNIDAD**			**38,511,000**
	1	PVC DE 200 mm de diametro exterior		1.00	ml	$	14,378	14,378
	2	LUBRICANTE PARA UNION MEDIANTE JUNTA ELÁSTICA DE TUBOS		0.01	kg	$	15,009	75
	3	CAMION GRUA 30 TON M. BENZ		0.02	hor	$	26,768	589
	4	GASFITER + AYUD		0.09	dia	$	55,539	4,887
	5	LEYES SOCIALES (O.C.)	4	30.00	%	$		1,466
						$		21,395
B.4.-		**SUMIDERO**		**300.00**	**UNIDAD**			**1,604,100**
	1	SUMIDERO		0.50	UNIDAD	$	7,806	3,903
	2	GASFITER + AYUD		0.02	dia	$	55,539	1,111
	3	LEYES SOCIALES (O.C.)	2	30.00	%	$		333
						$		5,347
C.1.-		**CAPA DE ARENA E=1 CM**		**540.00**	**m2**			**1,169,640**
	1	ARENA GRUESA (FLETE 15KM)		0.01	m3	$	20,800	270
	2	JORNALERO		0.09	dia	$	16,335	1,470
	3	LEYES SOCIALES (O.E.)	2	29.00	%	$		426
						$		2,166
C.2.-		**SISTEMA AQUACELL**		**1.00**	**UN**			**281,092,437**
	1	SISTEMA COMPLETO AQUACELL		1.00	UN	$	187,394,958	187,394,958
	2	VARIOS	1	50.00	%	$		93,697,479
						$		281,092,437
C.3.-		**EXCAVACION TERRENO DURO**		**2,069.00**	**m3**			**2,160,036**
	1	BULLDOZER CAT D-6D		0.02	hor	$	21,414	343
	2	CARGADOR CAT 936		0.02	hor	$	24,983	425
	3	CAMION TOLVA 7m3		0.03	hor	$	9,517	276
						$		1,044
D.1.-		**DIFUSOR PSU 4**		**13.00**	**UNIDAD**			**56,992**
	1	DIFUSOR PS CON BOQUILLA 17A		1.00	UNIDAD	$	2,352	2,352
	2	GASFITER + AYUD		0.02	dia	$	55,539	1,111
	3	VARIOS	1	20.00	%	$		470
	4	PERDIDAS	1	5.00	%	$		118
	5	LEYES SOCIALES (O.C.)	2	30.00	%	$		333
						$		4,384

PÁGINA : 3
FECHA PPTO : 12/11/2023
FECHA INFORME : 13/11/2023 06:20 p.m.
CÓDIGO : REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA

PRECIOS UNITARIOS SIMPLES

AGUAS LLUVIA

ITEM	SUB ACT	DESCRIPCIÓN	ITEM	CANTIDAD	UNID	P.UNITARIO	TOTAL
D.2.-		**EXCAVACION A BRAZO EN ZANJA Menor 1,4 M. Y PROF. Menor 2 M. TERRENO BLANDO**		**176.00**	**m3**		**669,504**
	1	EXCAVADOR		0.17	dia	$ 16,335	2,777
	2	RECARGO DESGASTE HERRAMIEN.	1	8.00	%	$	222
	3	LEYES SOCIALES (O.E.)	1	29.00	%	$	805
						$	3,804
D.3.-		**RED DE GOTEO 20MM**		**1,028.00**	**ml**		**393,724**
	1	GOTEO 20 MM ROLLO 500		1.00	ml	$ 240	240
	2	TERMOFUSORA 800 WATTS		0.00	c/u	$ 75,286	75
	3	GASFITER + AYUD		0.00	dia	$ 55,539	56
	4	LEYES SOCIALES (O.E.)		29.00	%	$	0
	5	PERDIDAS	1	5.00	%	$	12
						$	383
D.4.-		**LLAVE DE BOLA PPR 20mm**		**5.00**	**uni**		**80,330**
	1	20 MM VALVULA ESFERICA FUSION		1.00	c/u	$ 9,655	9,655
	2	TERMOFUSORA 800 WATTS		0.00	c/u	$ 75,286	75
	3	PERDIDAS	1	0.15	%	$	14
	4	GASFITER PRIMERA		0.15	dia	$ 32,670	4,901
	5	LEYES SOCIALES (O.E.)	4	29.00	%	$	1,421
						$	16,066
D.5.-		**CODO PPR 20mm**		**13.00**	**uni**		**15,379**
	1	CODO PPR 20mm		1.00	uni	$ 177	177
	2	TERMOFUSORA 800 WATTS		0.00	c/u	$ 75,286	75
	3	GASFITER + AYUD		0.02	dia	$ 55,539	922
	4	LEYES SOCIALES (O.E.)		29.00	%	$	0
	5	PERDIDAS	1	5.00	%	$	9
						$	1,183
D.6.-		**TEE PPR 20mm**		**9.00**	**uni**		**8,973**
	1	TEE FUSION 20MM CCS TIGRE		0.00	c/u	$ 538	0
	2	TERMOFUSORA 800 WATTS		0.00	c/u	$ 75,286	75
	3	GASFITER + AYUD		0.02	dia	$ 55,539	922
	4	LEYES SOCIALES (O.E.)		29.00	%	$	0
	5	PERDIDAS	1	5.00	%	$	0
						$	997
D.7.-		**BOMBA PEDROLLO PKM 60 0.4HP 220V**		**3.00**	**uni**		**603,234**
	1	BOMBA PEDROLLO PKM 60 0.4HP 220V		1.00	uni	$ 75,000	75,000
	2	VARIOS	1	20.00	%	$	15,000
	3	GASFITER + AYUD		2.00	dia	$ 55,539	111,078
						$	201,078

PÁGINA : 4
FECHA PPTO : 12/11/2023
FECHA INFORME : 13/11/2023 06:20 p.m.
CÓDIGO : REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA

PRECIOS UNITARIOS SIMPLES

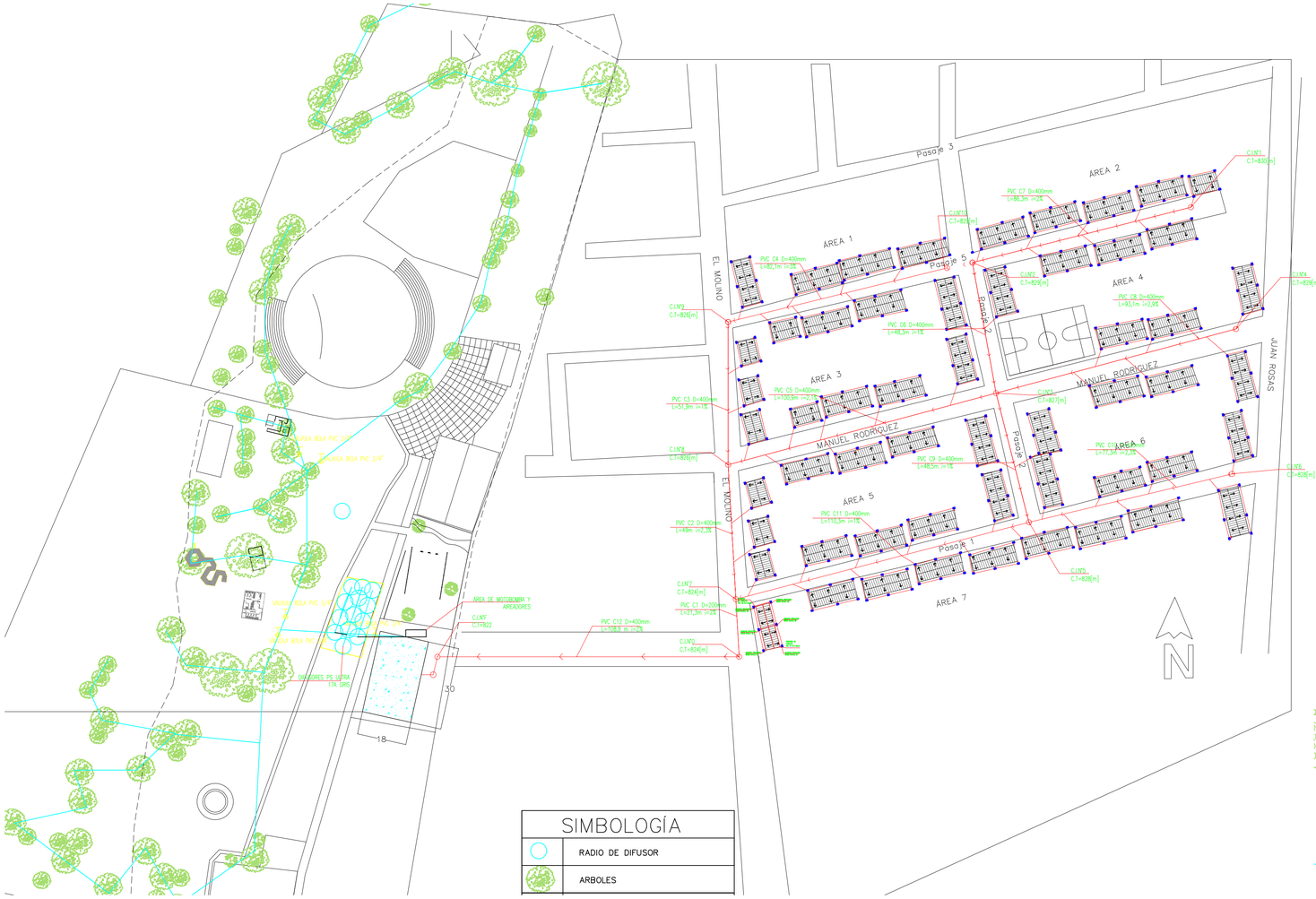
AGUAS LLUVIA

ITEM	SUB ACT	DESCRIPCIÓN	ITEM	CANTIDAD	UNID	P.UNITARIO	TOTAL
D.8.-		**GENERADOR DE AIRE 1.1 HP**		**1.00**	**UN**		**1,137,237**
	1	SOPLADOR REGENERATIVO, 1,1 HP		1.00	UN	$ 827,363	827,363
	2	VARIOS	1	20.00	%	$	165,473
	3	GASFITER + AYUD		2.00	dia	$ 55,539	111,078
	4	LEYES SOCIALES (O.C.)	3	30.00	%	$	33,323
						$	1,137,237
D.9.-		**DIFUSOR MICRO-POROSO**		**1.00**	**UN**		**522,859**
	1	DIFUSOR MICROPOROSO		1.00	UN	$ 315,382	315,382
	2	GASFITER + AYUD		2.00	dia	$ 55,539	111,078
	3	VARIOS	1	20.00	%	$	63,076
	4	LEYES SOCIALES (O.C.)	2	30.00	%	$	33,323
						$	522,859
D.10.-		**RED INTERIOR AGUA FUSION 25 MM**		**150.00**	**ml**		**330,450**
	1	25 MM TUBERIA FUSION PN 20		0.33	c/u	$ 5,874	1,958
	2	TERMOFUSORA 800 WATTS		0.00	c/u	$ 75,286	75
	3	GASFITER + AYUD		0.00	dia	$ 55,539	56
	4	VARIOS	1	5.00	%	$	98
	5	PERDIDAS		20.00	%	$	0
	6	LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.00	%	$	16
						$	2,203
E.1.-		**KIT DE PANELES SOLARES**		**1.00**	**UNIDAD**		**1,652,237**
	1	KIT DE ENERGIA SOLAR		1.00	UNIDAD	$ 1,235,294	1,235,294
	2	MAESTRO ELECTRICO PRIMERA		2.00	dia	$ 43,560	87,120
	3	AYUDANTE		2.00	m2	$ 21,780	43,560
	4	LEYES SOCIALES (O.C.)	2,3	30.00	%	$	39,204
	5	VARIOS	1	20.00	%	$	247,059
						$	1,652,237

ANEXOS

PLANOS DETALLES 1 DE 2

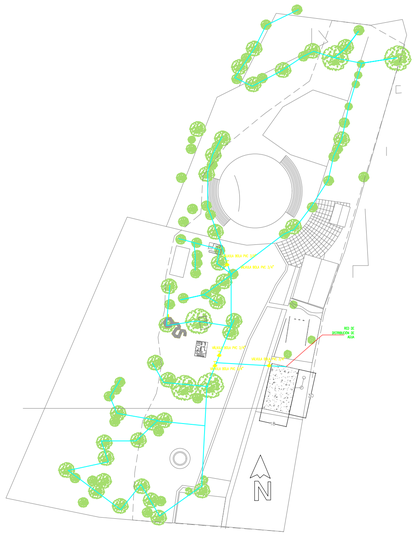
PLANTA GENERAL ANTEPROYECTO DE RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN AGUAS LLUVIAS.



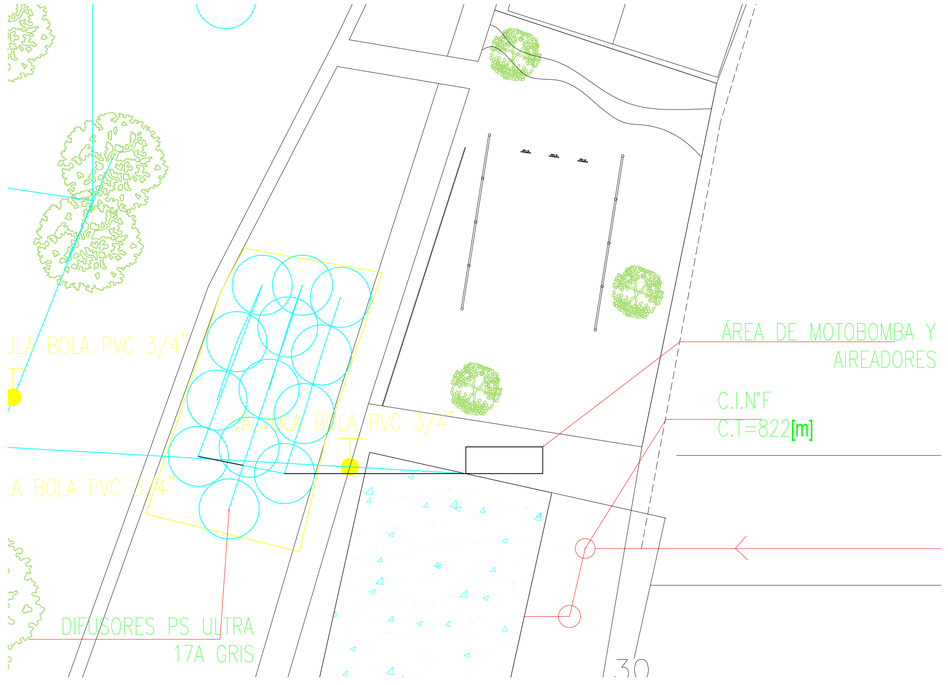
SIMBOLOGÍA

	RADIO DE DIFUSOR
	ARBOLES

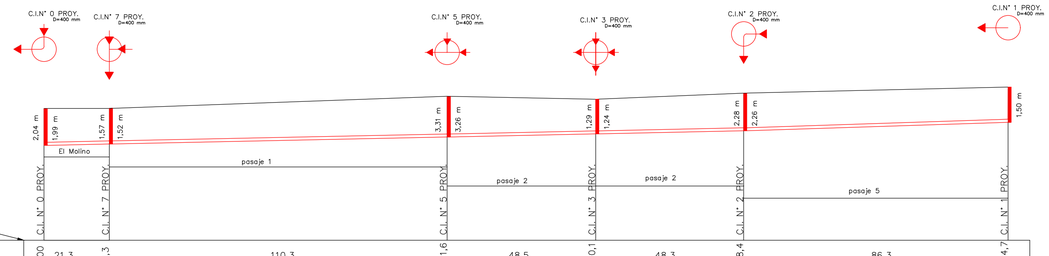
RED DE RIEGO POR GOTEO



RED DE RIEGO POR DIFUSORES



PERFIL TRANSVERSAL DE LA NUEVA RED DE RECOLECCION



Cota de Ref. 780 mmn

DISTANCIA PARCI. Y ACUM. (m)	0,00	21,3	21,3	110,3	131,6	48,5	180,1	48,3	228,4	86,3	314,7
COTAS DE ANILLO (m)	824		824		828		827		829		830
COTA DECTERRENO (m)	824		824		828		827		829		830
COTA DE RADIER(m)	821,96		822,43		824,68		825,71		826,72		828,5
MATERIAL–DIAMETRO–PENDIENTE		PVC. D=400mm L=21,3 I=2%		PVC. D=400mm L=110,3 I=2%		PVC. D=400mm L=48,5 I=2%		PVC. D=400mm L=48,3 I=2%		PVC. D=400mm L=86,3 I=2%	
EXCAVACIONES (m)											

PROYECTO:			
UBICACIÓN	: PUTAENDO , COMUNA DE SAN FELIPE, REGION DE VALPARAISO	ROL	:
MANDANTE	:UNIVERSIDAD DE VALPARAISO	R.U.T.	:
REP. LEGAL	:	R.U.T.	:
ARQUITECTO	:	R.U.T.	:
CONTENIDO	: PLANTA GENERAL PROYECTO DE AGUAS LLUVIAS, RECOLECCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO	ESCALA	INDICADAS
FECHA	: 213 DE NOVIEMBRE 2023	COLABORADOR:	
FIRMA ARQUITECTO		REPRESENTANTE LEGAL	

./imagen 1.png

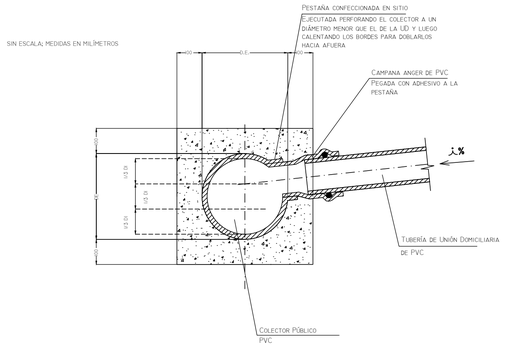
01

LAMINA

ANEXOS

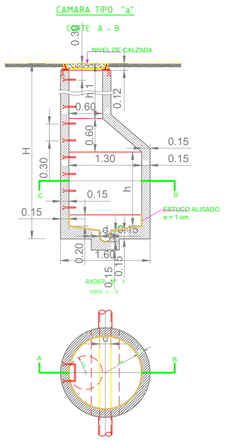
PLANOS DETALLES 2 DE 2

UNIÓN DOMICILIARIA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA CON TUBERÍA DE PVC A COLECTOR DE PVC DE RECOLECCIÓN PRINCIPAL

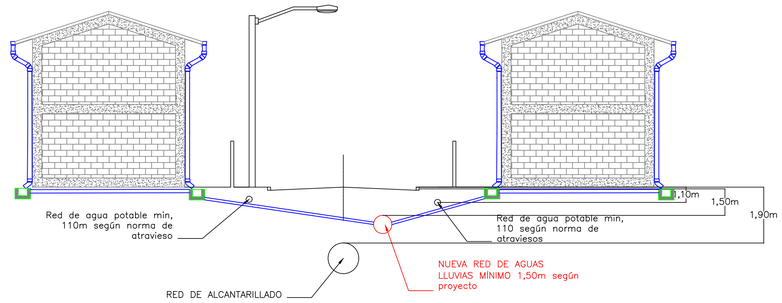


EMPALME DE UNION DOMICILIARIA DE PVC A COLECTOR PÚBLICO DE PVC

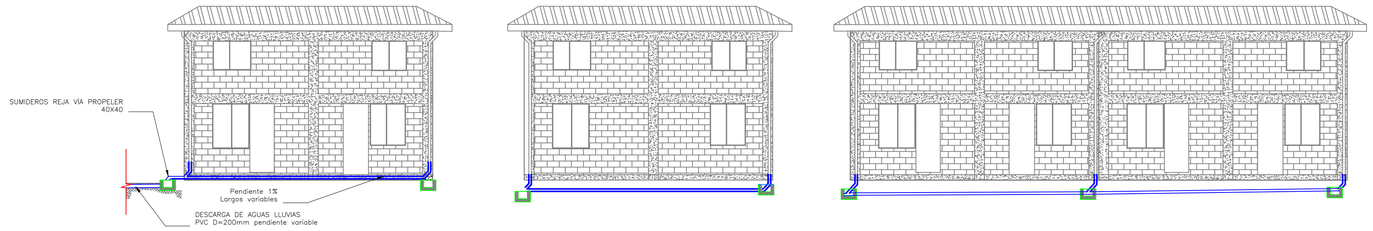
DETALLE CÁMARA TIPO A



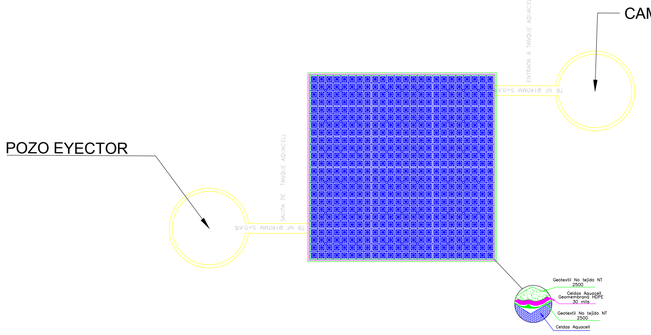
CORTE TRANSVERSAL DE CASA TIPO (LEY DE ATRAVIESO)



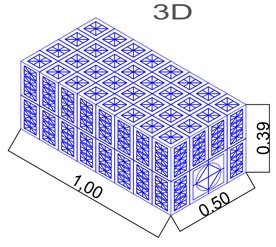
LEVANTAMIENTO DE CASAS TIPO



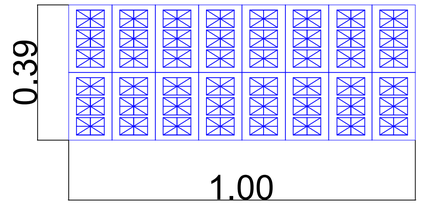
DETALLE ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO PLANTA



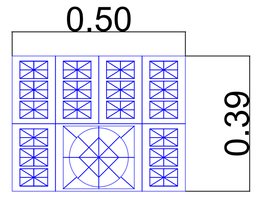
DETALLE CELDA 3D



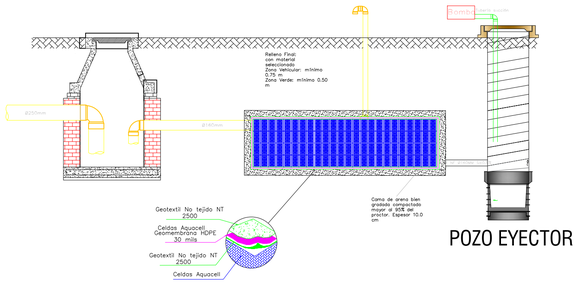
DETALLE CELDA LATERAL



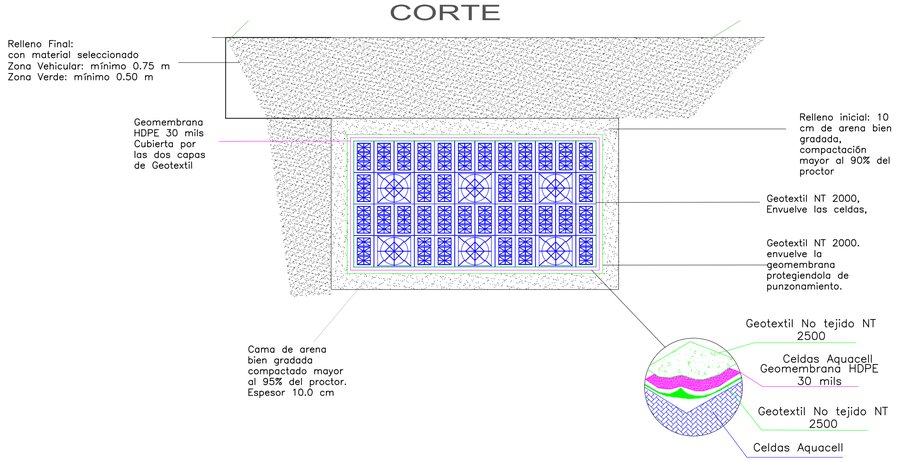
DETALLE CELDA FRONTAL



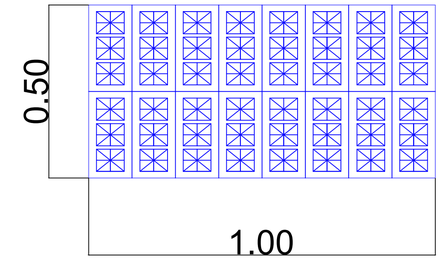
DETALLE ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO CORTE



DETALLE ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO CORTE



DETALLE CELDA PLANTA



PROYECTO:			
UBICACIÓN	: PUTAENDO , COMUNA DE SAN FELIPE, REGION DE VALPARAÍSO	ROL	:
MANDANTE	:UNIVERSIDAD DE VALPARAISO	R.U.T.	:
REP. LEGAL	:	R.U.T.	:
ARQUITECTO	:	R.U.T.	:
CONTENIDO	: PLANTA GENERAL PROYECTO DE AGUAS LLUVIAS, RECOLECCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO.	ESCALA	INDICADAS
FECHA	: 213 DE NOVIEMBRE 2023	COLABORADOR:	
FIRMA ARQUITECTO		REPRESENTANTE LEGAL	

./imagen 1.png

02

LAMINA