



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL**

**PROPUESTA DE EXTENSIÓN DE REDES PÚBLICAS DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO PARA ABASTECER A LA ESCUELA TENIENTE JULIO
ALLENDE OVALLE, PLACILLA DE PEÑUELAS, VALPARAÍSO.**

POR

CRISTOPHER IGNACIO TAPIA AHUMADA

TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CONSTRUCTOR

PROFESOR GUÍA: JAVIER HERNANDÉZ

JULIO, 2023

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero mencionar que estoy totalmente agradecido por tener la oportunidad de estudiar en la Universidad de Valparaíso y formarme como un verdadero profesional en el rubro de la construcción.

Me gustaría agradecer a mis padres quienes me inculcaron de pequeño todos los valores que hoy en día me definen como ser humano, valores que han sido fundamentales en mi proceso de formación como estudiante y junto a todo el cariño y apoyo incondicional que me han brindado, nunca han dejado de creer en mí y es que gracias a ellos soy quien soy hoy en día.

Quiero agradecer también a mi amada polola Anayeli Vergara a quien conocí en mi segundo año de carrera y que ha estado en las buenas, malas y peores a mi lado apoyándome y motivándome a perseguir todos mis objetivos personales ya sea en el ámbito académico, personal y espiritual, cada palabra, abrazo y cariño que me ha dado se ve reflejado en todo mi desempeño a lo largo de mi carrera como estudiante de ingeniería en construcción, sin duda también es una persona muy importante en mi vida y estoy eternamente agradecido por todo lo que hace y ha hecho por mí.

Agradecer también a mi carrera en la Universidad por hacerme conocer a personas realmente increíbles en todo el avance de este proceso, todos mis compañeros con quienes he compartido excelentes momentos y a quienes me han motivado a aplicar positivismo en todo lo que se tenga que hacer, por todas esas noches de desveladas haciendo trabajos o estudiando y con quienes he reído y he llorado, sin duda ha sido una bonita experiencia habérmelos topado en el camino.

Finalmente quiero agradecer a todos los profesores que me han enseñado y ayudado a formarme como un verdadero profesional de la construcción a lo largo de mi carrera, en especial a mi querido profesor guía Javier Hernández, quien ha sido fundamental en este proceso de trabajo de título porque con su amplio conocimiento en el rubro de urbanización y su enorme paciencia me ha aconsejado, explicado y ayudado con cualquier duda, problema e inconveniente que se me ha presentado y siempre con la mejor disposición y tiempo para poder atenderme y alentarme con su amabilidad para seguir hacia adelante y así poder cerrar este hermoso ciclo como lo es esta carrera universitaria, eternamente agradecido de mi profesor guía, el mejor.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6
1. Formulación planteamiento del problema.....	7
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2. ESTADO DEL ARTE	8
1.3. OBJETIVOS.....	9
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.4. ALCANCES.....	9
2. ANTECEDENTES TEÓRICOS	10
2.1. Consideraciones para el diseño de agua potable (Nch 691 of 2015)	10
2.1.1. Conceptos.....	10
2.1.2. Coeficientes y factores de máximo consumo	10
2.1.3. Dotaciones.....	11
2.1.4. Caudales	12
2.1.5. Diseño y dimensionamiento	13
2.1.6. Diámetros mínimos	13
2.1.7. Materiales	13
2.1.8. Trazado.....	13
2.1.9. Velocidades	13
2.2. Consideraciones para el diseño de alcantarillado de aguas servidas (Nch 1105 of 2019)	14
2.2.1. Conceptos.....	14
2.2.2. Coeficientes y factores.....	14
2.2.3. Caudal medio diario de aguas residuales.....	14
2.2.4. Caudal de diseño	15
2.2.5. Capacidad de las tuberías	16
2.2.6. Velocidad del agua en la tubería.....	17
2.2.7. Pendientes	17
2.2.8. Diámetros de tuberías	17
2.2.9. Profundidad de tuberías	18
2.2.10. Materiales.....	18

2.2.11.	Emplazamiento de cámaras de inspección	18
3.	Metodología de la investigación o plan de trabajo.....	19
3.1.	Obtención de antecedentes generales del proyecto	19
3.2.	Trazado extensión de redes públicas.....	23
3.3.	Elaboración de especificaciones técnicas generales y especiales	23
3.4.	Cubicación	24
3.5.	Estudio presupuestario.....	24
4.	Presentación y análisis de resultados	25
4.1.	Diagnóstico del sector y población a sanear	25
4.1.1.	Información del lugar a intervenir	25
4.1.2.	Catastro de viviendas.....	25
4.1.3.	Catastro general infraestructura sistema agua potable	25
4.1.4.	Estanque de regulación	25
4.1.5.	Catastro general infraestructura sistema alcantarillado.....	26
4.1.6.	Estudio de la población.....	26
4.1.7.	Estudio consumo agua potable.....	26
4.1.8.	Proyección coberturas y caudales	27
4.1.9.	Estudio de terreno necesario.....	28
4.2.	Propuesta solución técnica adoptada.....	30
4.2.1.	Especificaciones técnicas generales de agua potable y alcantarillado	36
4.2.2.	Especificaciones técnicas especiales de agua potable	38
4.2.3.	Especificaciones técnicas especiales para alcantarillado de aguas servidas	40
4.3.	Cuantificación y presupuesto de obras proyectadas	42
4.4.	Elección de materiales, maquinarias, equipos y mano de obra.	44
4.4.1.	Elección de materiales	44
4.4.2.	Elección maquinarias y equipos.....	45
4.4.3.	Elección de la mano de obra	46
4.5.	Evaluación del impacto ambiental.....	47
	CONCLUSIONES	49
	Bibliografía	50
	Anexos.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fotografía aérea emplazamiento Escuela Peñuelas Tte. Julio Alberto Allende Ovalle.....	6
Figura 2: Fotografía aérea longitud potencial del emplazamiento de redes	7
Figura 3: Proceso creación de ruta de perfil longitudinal de obras a proyectar	21
Figura 4: Mapa conceptual proceso de presupuesto	24
Figura 5: Plano creado mediante topografía con GPS.	29
Figura 6: Trazado en planta extensión red pública de agua potable	31
Figura 7: Corte transversal A-A de la extensión de red pública de agua potable	31
Figura 8: Proyección extensión red agua potable en EPANET 2.0	32
Figura 9: Trazado en planta de la proyección de red de alcantarillado	33
Figura 10: Corte transversal C-C de la proyección de red de alcantarillado	33
Figura 11: Cruce de canal mediante uso de sifón invertido.....	34
Figura 12: Factibilidad sanitaria agua potable y alcantarillado de ESVAL	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Pendientes mínimas para tuberías de diámetros nominales 175 mm a 500 mm	17
Tabla N°2: Memoria de cálculo proyecto agua potable	19
Tabla N°3: Memoria de cálculo proyecto alcantarillado.....	20
Tabla N°4: Estratigrafía de suelos.....	20
Tabla N°6: Alturas, entradas y salidas de cámaras de inspección.....	35
Tabla N°7: Chequeo de velocidades de autolavado y capacidad de tuberías	35
Tabla N°8: Especificaciones técnicas especiales para agua potable.	38
Tabla N°9: Especificaciones técnicas especiales para alcantarillado	40
Tabla N°10: Formato tipo para análisis de precios unitarios	42
Tabla N°11: Cantidades y análisis de precios unitarios obras proyectadas	43
Tabla N°12: Inventario materiales para ejecución de obras	44
Tabla N°13: Inventario maquinarias y equipos para ejecución de obras	45
Tabla N°14: Inventario mano de obra para ejecución de obras	46

RESUMEN

En el presente documento se desarrolla el proyecto denominado “Propuesta de extensión de redes públicas de agua potable y alcantarillado para abastecer a la escuela teniente Julio Allende Ovalle, Placilla de peñuelas, comuna y región de Valparaíso”. Este trabajo busca dar solución a la problemática existente en este pequeño sector que afecta a este establecimiento escolar debido a la ausencia de saneamiento que trae como consecuencia elevados gastos para el abastecimiento de agua potable y en el mantenimiento del sistema de evacuación de aguas servidas para poder realizar las actividades escolares cotidianas que se llevan a cabo en este recinto siendo que podrían utilizar estos recursos monetarios con una finalidad distinta y más importante como por ejemplo inversiones tales como equipamiento mobiliario, material docente, infraestructura, etc.

Para el desarrollo de este estudio, como primer lugar, se realiza un diagnóstico del sector y de la población a sanear, identificando requerimientos de consumo y caudales para el posterior diseño de ambas redes a través de la realización de un catastro tanto de edificación como de la infraestructura existente según lo estipulado en el certificado de factibilidad sanitario emitido por la empresa sanitaria y concesionaria del sector.

Posteriormente, se propone una solución técnica basada en la normativa vigente para el diseño de la extensión de redes de agua potable y alcantarillado.

Finalmente, se entrega un presupuesto para las obras proyectadas a través de la elaboración de análisis de precios unitarios de cada partida necesaria en la materialización del proyecto de extensión de redes.

INTRODUCCIÓN

La existencia de redes de agua potable y alcantarillado han permitido desde tiempos inmemorables ser una gran solución de ingeniería, facilita el consumo de agua limpia y el desecho de aguas residuales. Con esto logramos mitigar o más bien, disminuir el impacto ambiental negativo, promover un ordenamiento y seguridad en la calidad de vida de los ocupantes beneficiados de estos servicios sanitarios.

El propósito de este estudio es señalar los aspectos que condicionan el proceso de extensión de la red de agua potable y evacuación de aguas servidas de la empresa concesionaria ESVAL con el fin de poder abastecer sanitariamente a la escuela de Peñuelas.

La implementación de esta obra está ubicada en la población villa los álamos con calle o ruta F-718(ex camino antiguo hacia Santiago), sector Placilla de Peñuelas, comuna de Valparaíso.

En la figura N°1 se muestra dentro de un círculo negro una fotografía aérea perteneciente al emplazamiento de la escuela de peñuelas la cual será abastecida a través de este proyecto de extensión.



Figura 1: Fotografía aérea emplazamiento Escuela Peñuelas Tte. Julio Alberto Allende Ovalle.

Fuente: Google maps, elaboración propia.

1. Formulación planteamiento del problema

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En relación a la conectividad de la escuela con las redes públicas pertenecientes a la empresa concesionaria del sector llamada ESVAL a través de una unión física o técnicamente llamada empalme, no se ha podido llevar a cabo aun cuando esta se encuentra alejada en no más de 100 metros de los puntos de conexión de la empresa sanitaria y siendo acreditada por esta misma concesionaria acerca de la factibilidad producto que este establecimiento se encuentra dentro de su territorio operacional, por lo que el terreno no posee una solución pública de abastecimiento para el agua potable ni para evacuación de aguas servidas. Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, el servicio local de educación pública quien hoy en la actualidad se encuentra a cargo de esta escuela, se ha visto en la obligación de contratar servicios aparte de agua potable, la cual es llevada o transportada hacia este establecimiento educacional a través de camiones aljibe. Cabe destacar que el precio del agua potable a través de estos camiones fluctúa entre \$2.500 y \$17.000 el m³ (El mostrador, 2019). Como complemento, la escuela cuenta con 4 estanques de almacenamiento de agua potable regulados, cada uno dispone de una capacidad de 4000 litros y se abastecen mínimo 3 veces a la semana, llegando a un consumo mensual de 192.000 litros de agua potable aproximadamente, lo cual tiene un valor de \$1.920.000 mensual (Dato proporcionado por la señora Marta Ríos Miranda, directora escuela Peñuelas, 2022)

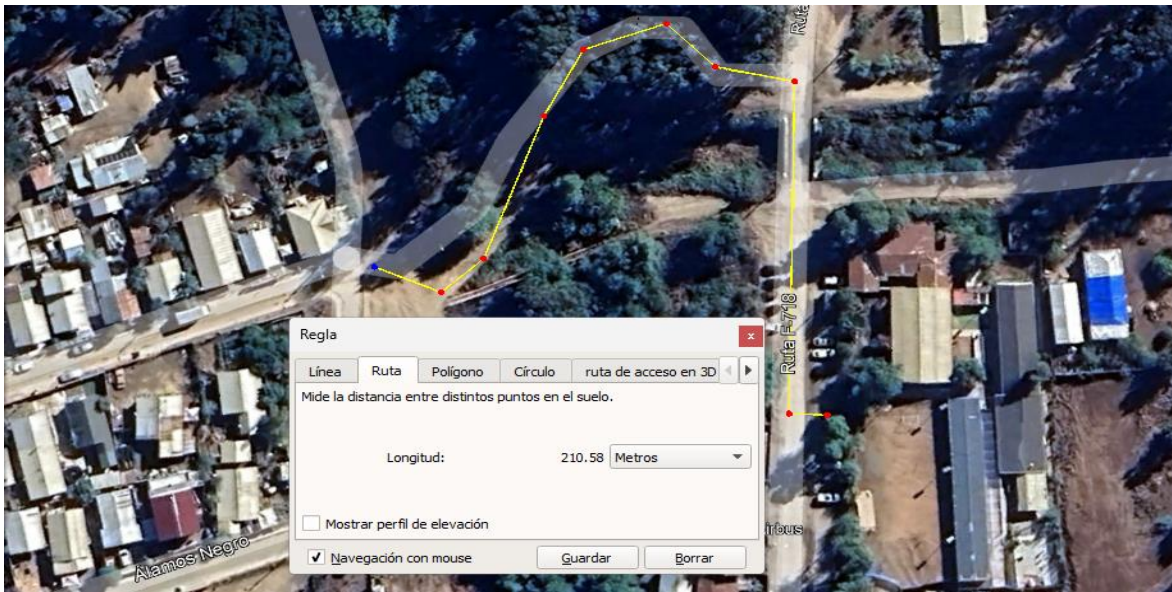


Figura 2: Fotografía aérea longitud potencial del emplazamiento de redes.

Fuente: Medición en Google Earth Pro, Elaboración propia.

1.2. ESTADO DEL ARTE

La inauguración de esta Escuela antes llamada Escuela mixta N° 27 “República de Chile” se realizó el 31 de marzo del año 1900 y hasta el día de hoy en la actualidad ha tenido muy pocas intervenciones en cuanto a su estado de conservación, ya sea para reparación, ampliación o remodelación dado que inició con 2 salas cuya denominación era “Bernardo O’Higgins” para la sala la cual funcionaba para 1° y 2° de preparatoria y “Arturo Prat” para la sala que funcionaba para 3° y 4° año de preparatoria.

En 1961 se realizó la primera intervención la cual consistió en una ampliación, este proyecto incorporó 2 salas nuevas aledañas que cumplirían la función de comedor para una y para la otra sala para 5 y 6° de preparatoria. Más tarde se creó un nuevo pabellón, donde funciona actualmente el 2° ciclo.

Durante el 2018 se realizó un proyecto estructura modular “provisorio” el cual es utilizado hasta el día de hoy en la actualidad el cual contempla 5 salas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar propuesta de extensión de redes públicas de agua potable y alcantarillado para abastecer a la escuela teniente Julio Allende Ovalle, Placilla de Peñuelas, Valparaíso.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar sector y población a sanear.
- Proponer solución técnica.
- Determinar el costo de la solución técnica propuesta.

1.4. ALCANCES

Este trabajo dará solución de saneamiento a la escuela de Peñuelas considerando también en el diseño una posible conexión de los predios aledaños existentes hoy en la actualidad y que se encuentren inscritos legalmente según el servicio de impuestos internos.

La solución técnica propuesta será considerada a nivel de anteproyecto para la generación de obras de este tipo.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1. Consideraciones para el diseño de agua potable (Nch 691 of 2015)

2.1.1. Conceptos

- **Caudal:** Volumen de agua que pasa por una sección transversal en una unidad de tiempo.
- **Consumo anual:** Volumen de agua consumido en 1 año, medido a la salida del estanque
- **Consumo medio diario:** Volumen de agua potable obtenido al dividir el consumo anual en 365.
- **Consumo máximo diario:** Volumen de agua potable consumido en el día de máximo consumo del mes de máximo consumo medido a la salida del estanque.
- **Consumo máximo horario:** Volumen de agua potable consumido en la hora de máximo consumo del día de máximo consumo del mes de máximo consumo medido a la salida del estanque.
- **Consumo medio mensual:** Volumen de agua potable que se obtiene como resultado al dividir consumo anual por 12.
- **Consumo máximo mensual:** Volumen de agua potable consumido en el mes de mayor consumo en un período de 1 o más años.
- **Desagüe:** Instalación que permite la evacuación controlada de agua de una parte del sistema de agua potable.
- **Estanque de regulación:** Unidad de almacenamiento de agua potable en un sistema, que puede ser elevado, semienterrado o enterrado dependiendo de los requerimientos del proyecto.
- **Grifo de incendio:** Conectado a la red de distribución permite alimentar equipos contra incendios.
- **Presión:** Altura del agua o diferencia entre la cota piezométrica con la de terreno.
- **Regulación:** Volumen de compensación entre el caudal producido y el caudal consumido.

2.1.2. Coeficientes y factores de máximo consumo

- **Coeficiente del mes de máximo consumo:** cociente entre el consumo máximo mensual y el consumo medio mensual, esto expresado con la siguiente fórmula:

$$CMMC = \frac{\text{consumo máximo mensual}}{\text{consumo medio mensual}}$$

- **Coefficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo:** cociente entre el consumo máximo diario y el consumo medio diario del mes de mayor consumo, su valor mínimo es 1,1 y está expresado en la siguiente fórmula:

$$\text{CDMC} = \frac{\text{consumo máximo diario}}{\text{consumo medio diario del mes de mayor consumo}}$$

- **Factor del día de máximo consumo:** producto entre el coeficiente de mes de máximo consumo (CMMC) y el coeficiente del día de máximo consumo (CDMC) el cual viene expresado en la siguiente fórmula:

$$\text{FDMC} = \text{CMMC} \times \text{CDMC}$$

- **Factor de la hora de máximo consumo:** cociente entre el consumo máximo horario y el consumo medio horario en el día de consumo máximo diario. El valor mínimo es 1,5 y viene expresado en la siguiente fórmula:

$$\text{FHMC} = \frac{\text{consumo máximo horario}}{(\text{consumo máximo diario} / 24)}$$

2.1.3. Dotaciones

A.- **Dotación de consumo:** cociente entre el volumen facturado anualmente dividido por 365 días y la población promedio abastecida en el año. Se determina por la siguiente fórmula:

$$D_c = \frac{(\text{VAF} / 365)}{\text{Pob.A}}$$

en que:

D_c = dotación de consumo, expresada en litros por habitante y por día (L/hab-día);

VAF = volumen de agua facturado anualmente, expresado en litros (L);

Pob.A = población promedio abastecida en el año, expresada en habitantes (hab).

B.- **Dotación de producción:** cociente entre el volumen de agua potable producido anualmente dividido por 365 días y la población promedio abastecida en el año. Se expresa en la siguiente fórmula:

en que:

$$D_p = \frac{(\text{VAP} / 365)}{\text{Pob.A}} = \frac{D_c}{[1 - (\text{ANC} / 100)]}$$

D_p = dotación de producción, expresada en litros por habitante y por día (L/hab-día);

VAP = volumen de agua producido anualmente, medido a la salida del sistema de producción, expresado en litros (L);

Pob.A = población promedio abastecida en el año, expresada en habitantes (hab).

ANC = aguas no contabilizadas, expresado en porcentaje (%);

2.1.4. Caudales

- **Caudal medio diario de agua potable:** se determina por la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{Pob. \times Dp \times (Cob. / 100)}{86\ 400}$$

en que:

Q_{md} = caudal medio diario, expresado en litros por segundo (L/s);

$Pob.$ = población total, expresada en habitantes (hab);

Dp = dotación de producción, expresada en litros por habitante y por día (L/hab-día);

$Cob.$ = cobertura anual, expresada en porcentaje (%).

- **Caudal máximo diario:** se determina por la siguiente ecuación:

$$Q_{máxd} = FDMC \times Q_{md}$$

en que:

$Q_{máxd}$ = caudal máximo diario, expresado en litros por segundo (L/s);

$FDMC$ = factor del día de máximo consumo;

Q_{md} = caudal medio diario, expresado en litros por segundo (L/s).

- **Caudal máximo horario:** se determina por la siguiente ecuación:

$$Q_{máxh} = FHMC \times Q_{máxd}$$

en que:

$Q_{máxh}$ = caudal máximo horario, expresado en litros por segundo (L/s);

$FHMC$ = factor de la hora de máximo consumo;

$Q_{máxd}$ = caudal máximo diario, expresado en litros por segundo (L/s)

2.1.5. Diseño y dimensionamiento

- El área servida por una red debe estar dividida en cuarteles y estos se proyectarán de modo que la longitud total de tuberías sea menor a 1000 metros lineales.
- El vaciamiento de la red puede efectuarse a través de grifos o desagües adecuados.
- En caso de un ramal ciego, considerar mecanismo que evite puntos de aguas quietas en la red.

2.1.6. Diámetros mínimos

- El diámetro interior mínimo de las tuberías debe ser de 90 milímetros. No obstante, en pasajes se puede aceptar un diámetro interior mínimo de 75 mm, siempre que se disponga de conexiones a tuberías de mayor diámetro a menos de 50 m de cualquier punto de la tubería.
- Las tuberías de diámetro interior de 75 milímetros se deben comprobar para el gasto de diseño de 36 L/mín. como mínimo por vivienda unifamiliar, oficina, local comercial u otra edificación similar.

2.1.7. Materiales

- En la selección de materiales se debe considerar la calidad del agua y del terreno, demanda de la red, presión de trabajo, diámetros respectivos, facilidad para una futura reparación, etc.

2.1.8. Trazado

- El trazado de las tuberías de agua potable debe ser por aceras, exceptuando los cruces de calzada. Para ser ubicadas bajo calzada, se deben sujetar a lo previsto en la ley.
- La profundidad mínima de la red de agua potable debe ser de 1,10 metros sobre la clave de la tubería.
- Por seguridad, las canalizaciones paralelas de otros servicios deben instalarse con una distancia mínima de 0,30 metros con respecto al diámetro exterior de la tubería de agua potable.
- Si va paralelo al alcantarillado, debe tener una distancia libre de 2 metros y en cruces, el agua potable se coloca sobre el alcantarillado con una distancia de 0,30 metros.

2.1.9. Velocidades

La velocidad máxima en las tuberías debe ser 3 m/s y la velocidad mínima debe ser de 0,60 m/s. La Autoridad Competente puede aceptar valores mayores que 3 m/s justificados técnicamente.

2.2. Consideraciones para el diseño de alcantarillado de aguas servidas (Nch 1105 of 2019)

2.2.1. Conceptos

- **Aguas grises:** aguas residuales provenientes de tinajas, duchas, lavatorios y lavaplatos, excluye aguas negras.
- **Aguas negras:** aguas residuales que contienen excretas.
- **Aguas residuales:** aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso, o producidas por este, y que no tienen ningún valor inmediato.
- **Aguas servidas:** aguas residuales que solo contienen los desechos de una comunidad, compuestos por aguas grises y aguas negras.
- **Alcantarillado:** tubería u otra construcción, generalmente subterránea, diseñada para conducir gravitacionalmente las aguas servidas, y que puede conducir otros tipos de agua, hacia una planta de tratamiento o a un cuerpo receptor.
- **Cámara de inspección:** construcción que permite acceder a las tuberías de alcantarillado para examinarlas, conservarlas o repararlas.
- **Cañería:** tubería que recibe descargas domiciliarias y una o más laterales.
- **Colector:** tubería o canalización que forma parte de un sistema de alcantarillado que recibe una o más cañerías y que está destinado a recolectar y conducir aguas residuales u otras aguas.
- **Dotación de consumo:** consumo promedio anual de agua potable por habitante, expresado en litros/habitante/día.
- **Empalme:** unión física entre la unión domiciliaria y la tubería de la red pública de recolección o bien, entre la unión domiciliaria interior de alcantarillado y la red privada.

2.2.2. Coeficientes y factores

- **Coeficiente de recuperación:** refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias), que se descarga al alcantarillado y depende entre otros factores, de la estructura urbana del sector, del nivel socio-económico de la población y del uso que se le dé al agua. En general, su valor está comprendido entre 0,7 y 1.
- **Factor de capacidad:** corrige entre otros, la distribución de la población futura, los posibles cambios del uso de suelo y los hábitos de consumo. Su valor varía entre 1 y un valor mayor que 1.

2.2.3. Caudal medio diario de aguas residuales

Corresponde a la sumatoria de los caudales medios diarios de aguas servidas y los RILES evacuados a la red de alcantarillado.

- Caudal medio diario de aguas servidas: se calcula en base al caudal medio diario de agua consumida (potable y de fuentes propias). Se utiliza la dotación de consumo, la población a servir por el sistema de alcantarillado, el coeficiente de recuperación y el factor capacidad de acuerdo con la siguiente relación:

$$Q_{mdAS} = \frac{P \times D \times R \times C}{86\,400} \text{ (L/s)}$$

en que:

Q_{mdAS} = caudal medio diario de aguas servidas, expresado en litros por segundo (L/s);

P = población a servir, expresada en número de habitantes;

R = coeficiente de recuperación;

D = dotación de consumo de agua potable, expresada en litros por habitante por día (L/hab/d);

C = factor de capacidad.

- Caudal medio diario de residuos industriales líquidos

El caudal medio diario de RILES se calcula en base al caudal medio diario de agua consumida (potable y fuentes propias), real o esperado, y de las características propias del sector industrial.

2.2.4. Caudal de diseño

Se utilizan para el dimensionamiento de las tuberías del sistema de alcantarillado. Incluyen el caudal máximo horario de aguas servidas, el caudal de RILES y el de infiltración.

2.2.4.1. Caudales máximos

- **Caudal máximo horario de aguas servidas:** corresponde al mayor caudal que puede escurrir en un determinado periodo del día. Se utiliza para determinar la capacidad del sistema de alcantarillado, calculado para el final del periodo de previsión. Para determinar este caudal se considera la cantidad de habitantes, según los siguientes criterios:

1.- En áreas con 1000 o más habitantes se utiliza:

A.- Coeficiente de Harmon, el que, multiplicado por el caudal medio diario, entrega el caudal máximo horario.

De esta manera:

$$Q_{\text{máx. } hAS} = M \times Q_{mdAS}$$

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

en que:

$Q_{\text{máx. } hAS}$ = caudal máximo horario de aguas servidas;

Q_{mdAS} = caudal medio diario de aguas servidas;

M = coeficiente de Harmon;

P = población servida ($P > 1\,000$ habitantes);

2.- Para poblaciones de menos de 100 habitantes (20 casas), se puede utilizar la tabla de caudales máximos instantáneos de la Boston Society of Civil Engineering (B.S.C.E.).

3.- Para poblaciones comprendidas entre 100 y 1000 habitantes, se interpola entre el valor entregado por la B.S.C.E. para 20 casas, que es 3,6 L/s, y el caudal máximo horario calculado para 1000 habitantes con el coeficiente de Harmon u otro factor debidamente justificado.

- **Caudal de RILES:** se debe considerar el caudal máximo horario de RILES, real o esperado, debidamente justificado y según el tipo de industria.
- **Caudal de infiltración:** El diseño debe tomar las previsiones del caso para minimizar el caudal de infiltración.

El caudal aportado por agua de infiltración debe considerar, entre otros, la permeabilidad del terreno; la altura del nivel freático, si llega a alcanzar el nivel de emplazamiento de las tuberías; el material de tubería y juntas empleadas, el tipo y material de la conexión de las uniones domiciliarias; el material de las cámaras de inspección y el tipo de conexión a éstas, tomándose en consideración la posibilidad de fisuras y roturas de juntas.

2.2.4.2. Caudales mínimos

Permiten verificar que se produzca autolavado en las tuberías del sistema de alcantarillado, de acuerdo con lo siguiente:

- **Tuberías nacientes y laterales:** Se debe utilizar el valor del caudal máximo instantáneo entregado por la Boston Society of Civil Engineering. Alternativamente se puede usar otros valores de caudal máximo instantáneo debidamente justificado y aprobado por la Autoridad Competente.
- **Cañerías:** Se debe utilizar el caudal medio diario.
- **Colectores, interceptores y emisarios:** Se debe utilizar el caudal correspondiente a un 60% del caudal medio diario.

2.2.5. Capacidad de las tuberías

La capacidad de la tubería se debe calcular con el diámetro interior, de modo que la razón entre la altura de agua dentro de la tubería y el diámetro interior quede entre los límites que se indican a continuación:

A.- Para el caudal máximo de diseño, h/D :

- 0,70
- 0,80, para casos debidamente justificados.

B.- Para el caudal mínimo, la relación h/D debe ser mayor o igual a 0,30 o el valor equivalente en altura al caudal entregado por la Boston Society of Civil Engineering.

2.2.6. Velocidad del agua en la tubería

La velocidad del agua en la tubería se debe calcular utilizando la ecuación de Manning u otra equivalente validada por la Autoridad Competente y debe estar dentro de los siguientes límites:

- A) máximo: 3 m/s o el valor aceptado por la Autoridad Competente para casos específicos.
B) mínimo ($h = D$): 0,60 m/s.

2.2.7. Pendientes

A.- Para caudales reales que produzcan autolavado, en la tabla N°1 se indica las pendientes mínimas a considerar para el diseño:

Tabla N°1: Pendientes mínimas para tuberías de diámetros nominales 175 mm a 500 mm

Pendientes (‰)					
Diámetro nominal ¹⁾		Tramos no Iniciales		Tramos Iniciales	
DN/OD	DN/ID	Mínimas recomendables	Críticas	Mínimas recomendables	Críticas
180	175	5 ‰	3 ‰	10 ‰	7 ‰
200	200	5 ‰	3 ‰	10 ‰	6 ‰
250	250	4 ‰	3 ‰	-	-
315	300	3 ‰	2 ‰	-	-
355	350	3 ‰	2 ‰	-	-
400	400	3 ‰	2 ‰	-	-
500	500	3 ‰	2 ‰	-	-
1) El diámetro nominal interior corresponde a las tuberías de hormigón, metálicas, HDPE perfilado y estructurado. El diámetro nominal exterior corresponde a las tuberías lisas de PVC y PE.					

Fuente: Norma chilena 1105 of 2019

B.- Se deben considerar pendientes mayores que las pendientes mínimas, si ello es técnicamente posible.

C.- Las pendientes de las tuberías se deben calcular considerando la distancia entre los bordes de cámara.

2.2.8. Diámetros de tuberías

- El diámetro nominal mínimo a utilizar en tuberías laterales y cañerías debe ser 200 mm, salvo en casos especiales de pasajes o calles sin posibilidades de conexión de futuras extensiones de red, con tramos que sumados no superen los 200 m, en cuyo caso se puede utilizar el diámetro nominal de 175 mm para tuberías de hormigón simple o su equivalente para otros materiales.

- El diámetro nominal mínimo de las tuberías en uniones domiciliarias debe ser 100 mm para tuberías de hormigón simple y 110 mm para tuberías de materiales plásticos.
- No se pueden considerar reducciones de diámetro en el sentido de escurrimiento, aun cuando la tubería de menor diámetro tenga capacidad suficiente; la Autoridad Competente puede aceptar el empalme a tuberías de menor diámetro en casos debidamente justificados.

2.2.9. Profundidad de tuberías

La profundidad mínima a la clave de la tubería debe ser 1,6 m. En el caso de que el punto de descarga se ubique a una profundidad inferior, se debe justificar y aprobar ante la Autoridad Competente.

2.2.10. Materiales

Las tuberías pueden ser del siguiente material:

- Hormigón simple o armado
- Policloruro de vinilo o PVC (liso, perfilado)
- Polietileno de alta densidad o PEAD (liso, corrugado o perfilado)
- Fibra de vidrio o PRFV
- Hierro fundido
- Acero u otro material aceptado por la autoridad competente

En el caso de tuberías plásticas, deben ser SN4 y SN8.

2.2.11. Emplazamiento de cámaras de inspección

Para el emplazamiento de cámaras de inspección en sistemas de alcantarillado de aguas servidas, deberán presentarse las siguientes situaciones para su instalación:

- Al comienzo de tuberías nacientes y laterales
- Cambios de dirección
- Cambios de pendiente
- Cambios de diámetro
- Cambios de material

3. Metodología de la investigación o plan de trabajo

3.1. Obtención de antecedentes generales del proyecto

- I. **Información del lugar a intervenir:** Se describirá a nivel general el sector a intervenir mencionando su nombre, ubicación, características topográficas del lugar, fuente de abastecimiento.
- II. **Estudio de la población:** Se realizará un catastro general de viviendas, es decir, se recopilará información bibliográficamente del Instituto Nacional de Estadísticas con respecto a la densidad poblacional de la villa a intervenir, la densidad de viviendas por cuadra, características de las edificaciones existentes, número total de viviendas y habitantes, así como también el número de habitantes que se beneficiarán en el presente y en el futuro. Como complemento también se realizará un catastro general de la infraestructura pública existente de agua potable y alcantarillado, un estudio de los consumos de agua potable y proyección de coberturas y caudales a través de una memoria de cálculo la cual se muestra en las tablas N°2 y N°3 para las respectivas redes de saneamiento.

Tabla N°2: Memoria de cálculo proyecto agua potable

Cuadro resumen de datos	Cantidad	Unidad
N° viviendas aledañas		viviendas
N° habitantes/viv		hab/viv
Población de habitantes de viviendas aledañas		habitantes
Dotación habitantes viviendas aledañas		lt/hab/día
Ocupantes escuela (profesores, auxiliares, adm,etc)		ocupantes
Dotación ocupantes escuela		Lt/ocup/día
Total alumnos de escuela		alumnos
Dotación alumnos de escuela		Lt/alumno/día
Caudal medio diario		Lt/s
Caudal máximo diario		Lt/s
Caudal máximo horario		Lt/s
Consumo de incendio		Lt/s

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°3: Memoria de cálculo proyecto alcantarillado

Cuadro resumen de datos	Cantidad	Unidad
N° viviendas aledañas		viviendas
N° habitantes/viv		hab/viv
Población de habitantes de viviendas aledañas		habitantes
Dotación habitantes viviendas aledañas		lt/hab/día
Ocupantes escuela (profesores, auxiliares, adm,etc)		ocupantes
Dotación ocupantes escuela		Lt/ocup/día
Total alumnos de escuela		alumnos
Dotación alumnos de escuela		Lt/alumno/día
Coeficiente de recuperación		
Factor capacidad		
Caudal medio diario de aguas servidas		Lt/s
Caudal máximo horario de aguas servidas		Lt/s

Fuente: Elaboración propia

- III. **Estudio de terreno necesarios:** En las vías donde irán tentativamente emplazadas las obras a proyectar, en primer lugar, se realizará una estratigrafía de suelos la cual va a consistir en una interpretación a través de una inspección visual de los estratos a distintas profundidades. Para ello, se hará una descripción a partir de la tabla N°2 la cual muestra los tipos de estrato a distintas profundidades con el fin de obtener una primera impresión del tipo de suelo a tratar:

Tabla N°4: Estratigrafía de suelos

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
H-1	0.00 – 0.10	
H-2	0.10 – 1.10	
H-3	>1.10	

Fuente: Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, a través del software Google Earth Pro, se realizará un levantamiento topográfico a grandes rasgos con el objetivo de tener una primera impresión acerca de la planimetría del terreno existente, para ello, se ingresa al software, se aprieta clic en buscar y se ingresa el nombre de la escuela para que inmediatamente el programa se dirija hacia la ubicación donde se encuentra emplazado el inmueble y la villa donde se realizarán las obras. Luego, se da clic en “agregar ruta”, se seleccionan los puntos de referencia en el mapa, después se le da clic en aceptar y posteriormente hay que ir hacia el perfil longitudinal que se creó a partir de los puntos de referencia ya mencionados, se le da clic derecho y se aprieta en “mostrar perfil de elevación” y automáticamente se obtienen los desniveles y distancias horizontales a lo largo de los puntos de referencia proyectados. En la figura N°3 se muestra una imagen de cómo crear una ruta de un perfil longitudinal donde irán tentativamente las obras proyectadas para la extensión de red.

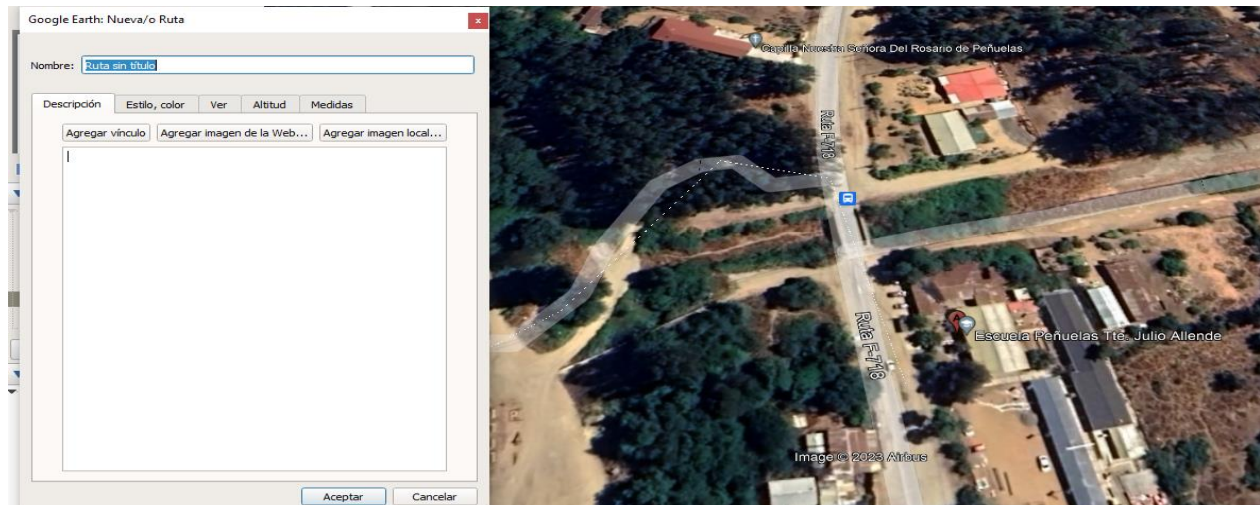


Figura 3: Proceso creación de ruta de perfil longitudinal de obras a proyectar

Fuente: Extraído de Google Earth Pro, elaboración propia, 2023.

En tercer lugar, se realizará una inspección visual en terreno con el fin de poder realizar un levantamiento topográfico completo y chequear la veracidad de los datos extraídos del software Google Earth pro junto a la proyección de obras y lo que viene posteriormente. Para ello través de estación total y GPS, se recolectará la mayor cantidad de información planimétrica posible y se analizará si es técnicamente viable realizar un escurrimiento de las aguas servidas desde la escuela hacia el colector público de Esval de manera gravitacional. Esto se ejecutará a lo largo de la ruta propuesta por donde se realizará la extensión de las redes de agua potable y alcantarillado, tomando puntos de referencia y relacionándolos entre sí. Cabe destacar que el instrumento topográfico (GPS) se encuentra vinculado a la red GNSS RTK llamada KollNET la cual le permite recibir correcciones vía Internet para hacer levantamientos RTK en cualquier lugar dentro de la cobertura de Estaciones de Referencia GNSS RTK instaladas. Al recibir las correcciones RTK vía internet, no necesita utilizar equipos base ni radios UHF, otorgando seguridad, ahorro de hardware, disminución de personal y la libertad de levantar más de 100Kms sin hacer cambios de estación o mover un equipo base. Al conectar el equipo GNSS Móvil a una colectora conectada a internet de celular, ésta envía la información de su posición relativa al Centro de Datos KollNET, el cual en base a su posición actual comienza a generar y enviarle los paquetes de correcciones en tiempo real hacia su Receptor GNSS Móvil. Su receptor GNSS móvil una vez que comienza a recibir los paquetes de correcciones, puede calcular la posición precisa mediante algoritmos RTK con precisión centimétrica logrando solución fija. El Centro de Datos KollNET puede generar los paquetes de correcciones gracias a una red de modernas estaciones de referencia GNSS de KollNET instaladas a lo largo del país, las cuales se encuentran conectadas 24/7 a los servidores del centro de datos KollNET (Kollner labraña, 2023)

IV. **Obtención de factibilidad de agua potable y alcantarillado:** Aquí se procederá con el trámite necesario para la obtención de documentos que acrediten la factibilidad sanitaria para poder extender la red pública hacia la escuela, donde se deben realizar los siguientes pasos para su obtención:

1.- Ingresar a la página web www.factibilidades.esval.cl y crear un usuario.

2.- Pinchar solicitud y crear una nueva solicitud

3.- Rellenar los siguientes campos para obtener el documento:

- Datos del solicitante
 - Nombre y apellido
 - Rut
 - Celular
 - Correo electrónico
 - Indicar si eres proveedor de servicios
- Datos de la propiedad
 - Comuna
 - Localidad
 - Dirección
 - N° rol
 - Ubicación propiedad
- Datos del proyecto
 - Tipo de proyecto
 - Factibilidad a solicitar
 - Objetivo de la factibilidad
 - Tipo de construcción

Otros documentos tales como: Escrituras o certificados de dominio vigente.

3.2. Trazado extensión de redes públicas

Una vez realizado el levantamiento topográfico, se procede con la elaboración del plano topográfico en el cual se ubicará la villa o población a intervenir, caminos o accesos y por, sobre todo, las respectivas cotas con curvas de nivel cada 1 metro donde se emplazarán las obras proyectadas. Cabe destacar que el plano debe contener a lo menos lo siguiente: Ubicación tapa red pública existente, calles y población a intervenir, terreno no consolidado en el cual pasará la extensión de la red y sus curvas de nivel con el fin de poder realizar los trazos de la nueva extensión de matriz. Luego de lo ya mencionado, se realiza el trazo de la extensión de las redes públicas con el fin de proyectar el nuevo sistema de agua potable y alcantarillado para abastecer a la escuela de Peñuelas. Se empleará el software conocido como Epanet versión 2.0. con el fin de poder pre dimensionar las obras y analizar el comportamiento hidráulico del sistema de agua potable proyectado, para la verificación del cálculo en la red de agua potable y una tabla sensibilizada en Excel para poder corroborar las alturas, escurrimiento y cotas de entrada y salida junto a la velocidad de autolavado que cumple el material a lo largo de la red a través de colectores.

3.3. Elaboración de especificaciones técnicas generales y especiales

Este documento tendrá un carácter legal y deberá ir siempre acompañado con los planos de diseño. Para su elaboración, se deben tomar en consideración los siguientes pasos a seguir:

- 1.- Se describirá con exactitud el nombre de la obra, su ubicación geográfica y los profesionales que proyectaron junto a los que intervienen el proyecto.
- 2.- Se indicarán los alcances de la obra, sus dimensiones, la totalidad de las áreas a construir o sanear y si incluye en este proyecto las obras exteriores y alguna que otra obra de especialidad de relevancia particular.
- 3.- Se indicará la normativa a referirse como será en este caso el instituto nacional de normalización.
- 4.- Se realizará un desglose completo de las etapas que van a intervenir en la construcción tales como obras Previas, obra Gruesa, obras de instalaciones sanitarias (Agua potable, Alcantarillado, etc.), obras Exteriores, etc.
- 5.- Por lo general deben mencionarse en estas especificaciones técnicas generales y especiales, en una secuencia lógica de la construcción.
- 6.- En cada etapa de obra se desglosarán actividades que intervienen en el proceso constructivo desde su inicio a su término.
- 7.- A cada actividad debe hacerle una descripción en detalle nombrando su nombre genérico para luego mencionar los materiales de importancia y jerárquicos, la mano de obra en calidad a utilizar, los equipos requeridos que deben intervenir y las herramientas especiales a utilizar si son exigidas por el fabricante, por tanto, en algunos casos se mencionará claramente la palabra " de acuerdo a los requerimientos del fabricante", su bodegaje, armado o ensamblado y cuidados.
- 8.- Dentro del desglose de materiales es importante también destacar indicando si la procedencia es Nacional o Internacional, su proveedor y/o alternativo, su código, su color y mencionar la secuencia o procedimientos de instalación en caso de ser un material de algún proveedor especial.
- 9.- Se mencionará si son o no prevalentes con los planos de detalle en Arquitectura.
- 10.- De ser necesario, se insertará un glosario de proveedores con sus direcciones, teléfonos y con su respectivo vocabulario de calidad exigida y alternativas de fabricantes o proveedores.

11.- Se aclarará que el inspector Técnico no toma decisiones frente a ningún cambio de material y de diseño que solo es partícipe en modos y formas de construcción y control de calidad de estas actividades.

3.4. Cubicación

Se realizará en base a la norma Nch 353 of 2000 (Construcción – cubicación obras de edificación – requisitos), que establece un procedimiento uniforme para poder determinar cantidades de las partes que constituyen obras de edificación y todos sus componentes. Cabe destacar que este documento señala explícitamente que “la cubicación debe realizarse en forma ordenada de manera que sea fácilmente interpretada” (Nch 353 artículo 4.1 – generalidades).

Para cubicar se realizará un itemizado oficial que se utilizará como guía. Para realizar los cálculos, es necesario el uso de aritmética y geometría básica las cuales se basan en un sistema métrico de medidas como, por ejemplo: Longitud se mide en metros, superficie en m^2 , volumen en m^3 y los pesos en kilogramos. Con el fin de que los cálculos se puedan realizar de una manera automática, se confeccionarán planillas en Microsoft Excel y así poder determinar cantidad de obra de una manera correcta y ordenada. Estas cuantificaciones de partidas también tendrán un enfoque descriptivo, es decir, se realizarán listados tanto de materiales, maquinarias, equipos y mano de obra a utilizar para la ejecución del proyecto indicando cantidades, origen, precios unitarios, rendimientos, etc.

3.5. Estudio presupuestario

Es el costo final de la obra el cual se obtiene valorizando y sumando el valor total de cada partida y de esta manera se obtienen los costos directos definidos como la sumatoria de los siguientes costos tales como: obras preliminares + obra gruesa + terminaciones + instalaciones sanitarias, gas y electricidad + especialidades + obras exteriores. De igual forma, se le suman los costos indirectos que son la “sumatoria de los gastos generales + utilidades” (Chile-cubica, S.F. sección de presupuesto de construcción). En la figura N°4 se muestra un mapa conceptual a modo de explicación para obtener el presupuesto de la alternativa propuesta

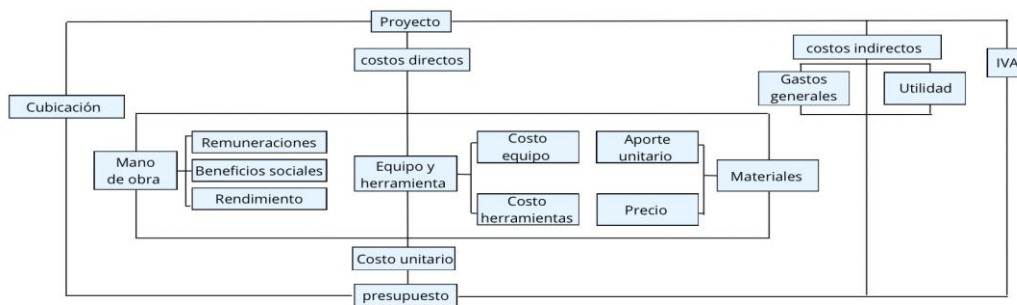


Figura 4: Mapa conceptual proceso de presupuesto

Fuente: Costos y presupuestos edificaciones (Ramos, 2015)

4. Presentación y análisis de resultados

4.1. Diagnóstico del sector y población a sanear

4.1.1. Información del lugar a intervenir

Placilla de Peñuelas o Placilla, es una pequeña localidad situada en la comuna de Valparaíso, Chile. Esta localidad surge en el centro de la antigua hacienda de los Peñuelas. Está ubicada a 12 kilómetros del centro de Valparaíso. Con respecto al área a tratar, la población de villa los álamos se encuentra ubicada en el centro del sector de Peñuelas en el ex camino hacia Santiago o bien llamada ruta F-718. (EcuRed, 2016). Cabe destacar que este sector cuenta con una altitud mínima de 40 metros, una altitud máxima de 521 metros y una altitud media de 354 metros, este proyecto a desarrollar se encuentra dentro de la altitud media emplazado a 336 metros sobre el nivel del mar.

4.1.2. Catastro de viviendas

Con respecto a este tipo de catastro, se cuenta con una densidad de viviendas por cuadra de 39 viviendas/cuadra para el sector de villa los álamos. De acuerdo a las características de las edificaciones existentes, se cuenta con 39 viviendas + la escuela de Peñuelas según el servicio de impuestos internos y el ministerio de bienes nacionales. Este establecimiento escolar cuenta con una superficie de terreno de 3400 m² y una superficie construida de 932 m² desglosado en un pabellón A en base a adobe, pabellón B en base a albañilería confinada y módulos de emergencia provisorios prefabricados en madera. Con respecto a los habitantes, para la escuela, cuenta con una matrícula de 195 estudiantes a la fecha de hoy junto a un equipo operativo de 37 personas compuesto por docentes, administrativos y personales de aseo. En los sectores aledaños se encuentran 4 predios de viviendas inscritos regularmente según el servicio de impuestos internos, por lo tanto, se estima una población de 20 habitantes para ese sector. En el presente, se verán beneficiados 252 personas las cuales corresponden a alumnos, docentes, administrativos, auxiliares, etc. Incluyendo también a los 20 habitantes de los predios aledaños mencionados anteriormente.

4.1.3. Catastro general infraestructura sistema agua potable

Desde la planta de tratamiento de agua potable se transporta por medio de canalizaciones este bien hacia el estanque de regulación Curauma norte, Placilla de Peñuelas, el cual dispone de un almacenamiento de 2000 litros cúbicos o 2.000.000 de litros de agua potable apta para el consumo humano hecho en base a hormigón armado y además de una instalación de 1816 metros aproximadamente de tuberías de acero, la ejecución de 6 cámaras de válvulas y reductores de presión. Para este caso, se cuenta con una red existente de materialidad policloruro de vinilo (PVC) con diámetro 110 milímetros y una presión de servicio existente de 15 metros de columna de agua (ESVAL, 2023).

4.1.4. Estanque de regulación

Con respecto al estanque de regulación, el área servida abastecida parte desde placilla poniente y oriente hacia el sector sur correspondiente a Curauma, abasteciendo a una población de más de 40.000 habitantes y proyecta una cobertura del 100% de la población actual y futura hasta el 2030 (ESVAL, 2023).

4.1.5. Catastro general infraestructura sistema alcantarillado

Para las instalaciones de alcantarillado público, según la superintendencia de servicios sanitarios, se debe considerar todas las acciones programadas de mantención de colectores, como así mismo, en los casos que corresponda, la limpieza de cámaras desarenadoras, cámaras desbarradoras e inspección periódica de tramos vulnerables. Para este efecto, se cuenta con una materialidad existente de policloruro de vinilo (PVC) en diámetro 315 milímetros y una cámara con ID 3362674 a una profundidad de 2,75 metros. El mantenimiento efectivamente ejecutado se realiza trimestralmente hasta los días 10 de enero, abril, julio, octubre y así sucesivamente, con lo ejecutado el trimestre anterior (ESVAL, 2023).

En relación a la demanda de este servicio, se cuenta con un caudal mínimo de aguas servidas de 0,093 litros/segundo, un caudal medio diario de aguas servidas de 0,155 litros/segundo y un caudal máximo horario de aguas servidas de 1,810 litros/segundo.

4.1.6. Estudio de la población

Con una superficie de 138,5 km² y una población de 4623 habitantes, Peñuelas el cual es el lugar a intervenir, pertenece a un 11,7% de la población total de Placilla (INE, 2019). Según el plan regulador vigente de placilla, a grandes rasgos indica que el ancho entre líneas oficiales para la ruta F-718 es de 20 metros y entre líneas de edificación de 20 a 26 metros. Con respecto al uso de suelo, la villa a intervenir corresponde a la zona “HM”, es decir, tiene un uso de suelo permitido para edificaciones destinadas a habitacionales, comercio, salud, educación, turismo, etc.

De acuerdo a las características de la escuela y la población a servir, se verán beneficiados alrededor de 195 estudiantes, un equipo de 37 personas en los que se encuentran profesores, administrativos, personal de aseo y asistentes de la educación (Proyecto educativo escuela Peñuelas, 2022). Según lo mencionado en el punto anterior, se verán beneficiados “indirectamente” los habitantes que residen en las viviendas aledañas a este establecimiento educacional, entre los cuales encontramos 4 predios con 1 vivienda por cada uno regulados por el servicio de impuestos internos, teniendo un total de 252 personas beneficiadas con este proyecto.

4.1.7. Estudio consumo agua potable

Según las características de la escuela + los datos entregados por la administración de este recinto escolar, se tiene un consumo anual actual de agua potable para este establecimiento de 2.304.000 litros, lo que se traduce en un costo monetario anual de \$23.040.000. Para efectos de cálculo, según el RIIDA anexo N°4, se consideró que cada alumno consume 50 litros/día y el equipo operativo de este establecimiento (docentes, administrativos, auxiliares, etc.) se consideró un consumo de 100 litros/día, llegando a un consumo anual de agua potable de 3.228.000 litros, lo que se traduce en un costo monetario anual de \$32.280.000.

Para las viviendas de los sectores aledaños correspondientes a 4 predios con 1 vivienda por cada uno, se espera un consumo anual de agua potable de 420.000 litros considerando que en cada vivienda habitan 5 personas en su interior con una dotación de consumo máximo diario de 250 litros/habitante/día (MOP, RIIDA anexo N°4, 2008). Lo mencionado anteriormente se traduce en un costo monetario anual para estas viviendas aledañas de \$4.200.000

Como complemento, se necesitarán 5 arranques o empalmes de estas propiedades a las redes públicas de la empresa concesionaria ESVAL, estos se desglosan en 1 arranque para la escuela de Peñuelas y 4 arranques para los predios de las viviendas del sector aldeaño (En caso de que en algún futuro deseen conectarse a la red de la empresa sanitaria).

4.1.8. Proyección coberturas y caudales

Con respecto a la cobertura del proyecto, se dará 100% de cobertura a la comunidad escolar junto a las viviendas aledañas, lo que viene siendo un 5,4% con respecto a la población total de Peñuelas.

En relación a los caudales a emplear para el diseño, para el agua potable se tiene un caudal medio diario de 0,21 litros/segundo, un caudal máximo diario de 0,32 litros/segundo y un caudal máximo horario de 0,48 litros/segundo. Para el alcantarillado, se tiene un caudal medio diario de aguas servidas de 0,155 litros/segundo y un caudal máximo horario de aguas servidas de 1,810 litros/segundo.

En la tabla N°2 se muestra el resumen de la memoria de cálculo realizada vinculando las dotaciones y caudales para el sistema de agua potable. Cabe destacar que el consumo varía entre el día y la noche, entre una hora y otra, y de un momento a otro. Esta variación deberá considerarse en el proyecto. Para la relación entre el consumo máximo diario y el medio diario, se adoptará el valor de 1,5.

Tabla N°2: Memoria de cálculo proyecto agua potable

Cuadro resumen de datos	Cantidad	Unidad
N° viviendas aledañas	4	viviendas
N° habitantes/viv	5	hab/viv
Población de habitantes de viviendas aledañas	20	habitantes
Dotación habitantes viviendas aledañas	250	L/hab/día
Ocupantes escuela (profesores, auxiliares, adm, etc)	37	ocupantes
Dotación ocupantes escuela	100	L/ocupante/día
Total alumnos de escuela	195	alumnos
Dotación alumnos de escuela	50	L/alumno/día
Caudal medio diario	0,21	L/s
Caudal máximo diario	0,32	L/s
Caudal máximo horario	0,48	L/s
Consumo de incendio	16	L/s

Fuente: Elaboración propia

Alcantarillado En la tabla N°3 se muestra un resumen de las dotaciones y caudales para el proyecto de evacuación de aguas servidas.

Tabla N°3: Memoria de cálculo proyecto alcantarillado

Cuadro resumen de datos	Cantidad	Unidad
N° viviendas aledañas	4	viviendas
N° habitantes/viv	5	hab/viv
Población de habitantes de viviendas aledañas	20	habitantes
Dotación habitantes viviendas aledañas	250	lt/hab/día
Ocupantes escuela (profesores, auxiliares, adm,etc)	37	ocupantes
Dotación ocupantes escuela	100	L/ocupante/día
Total alumnos de escuela	195	alumnos
Dotación alumnos de escuela	50	L/alumno/día
Coeficiente de recuperación	0,8	
Factor capacidad	1	
Caudal medio diario de aguas servidas	0,155	L/s
Caudal máximo horario de aguas servidas	1,810	L/s

Fuente: Elaboración propia

4.1.9. Estudio de terreno necesario

A.- Estratigrafía de suelos

En primer lugar, se realizó una estratigrafía de suelo la cual corresponde a la descripción visual del terreno a partir de las distintas profundidades con el fin de tener un estudio preliminar de los suelos a intervenir, para ello, se realizaron calicatas de distintas profundidades las cuales se indican en la tabla N°4 con el fin de ir identificando los distintos tipos de suelos que se encontraron a partir del retiro del suelo excavado, en la presenta tabla (N°4) se muestra la estratigrafía de suelos la cual corresponde al plan de trabajo planteado por medio de una inspección visual en terreno.

Tabla N°4: Estratigrafía de suelos

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
H-1	0.00 – 0.15	Cobertura Vegetal - Pastizales
H-2	0.15 – 1.10	Limo arcilloso de color café, humedad baja, consistencia dura. Estructura homogénea algo porosa.
H-3	>1.10	Grava arenosa con bolones de color café grisáceo, humedad baja, compacidad densa.

Fuente: Fuente: Elaboración propia

B.- Topografía a través de sistema de posicionamiento global

En segundo lugar, se realizó un levantamiento topográfico por medio del sistema de posicionamiento global, aquí se corroboró el buen funcionamiento de tres elementos: los satélites, el sistema de control terrestre de los satélites y los receptores de usuario los cuales recogen las señales enviadas por los satélites y determinan las coordenadas del punto sobre el que se está realizando la medición. Luego se identificaron los puntos sobre los cuales se realizaría el levantamiento topográfico en base a un punto de referencia existente, integrando deslindes existentes, postaciones, calzadas, aceras, instalaciones y todo lo que involucre a este estudio en sí. En la figura N°5 se muestra un plano topográfico en el cual se integraron los conceptos mencionados anteriormente a través del levantamiento planimétrico del sector a intervenir.

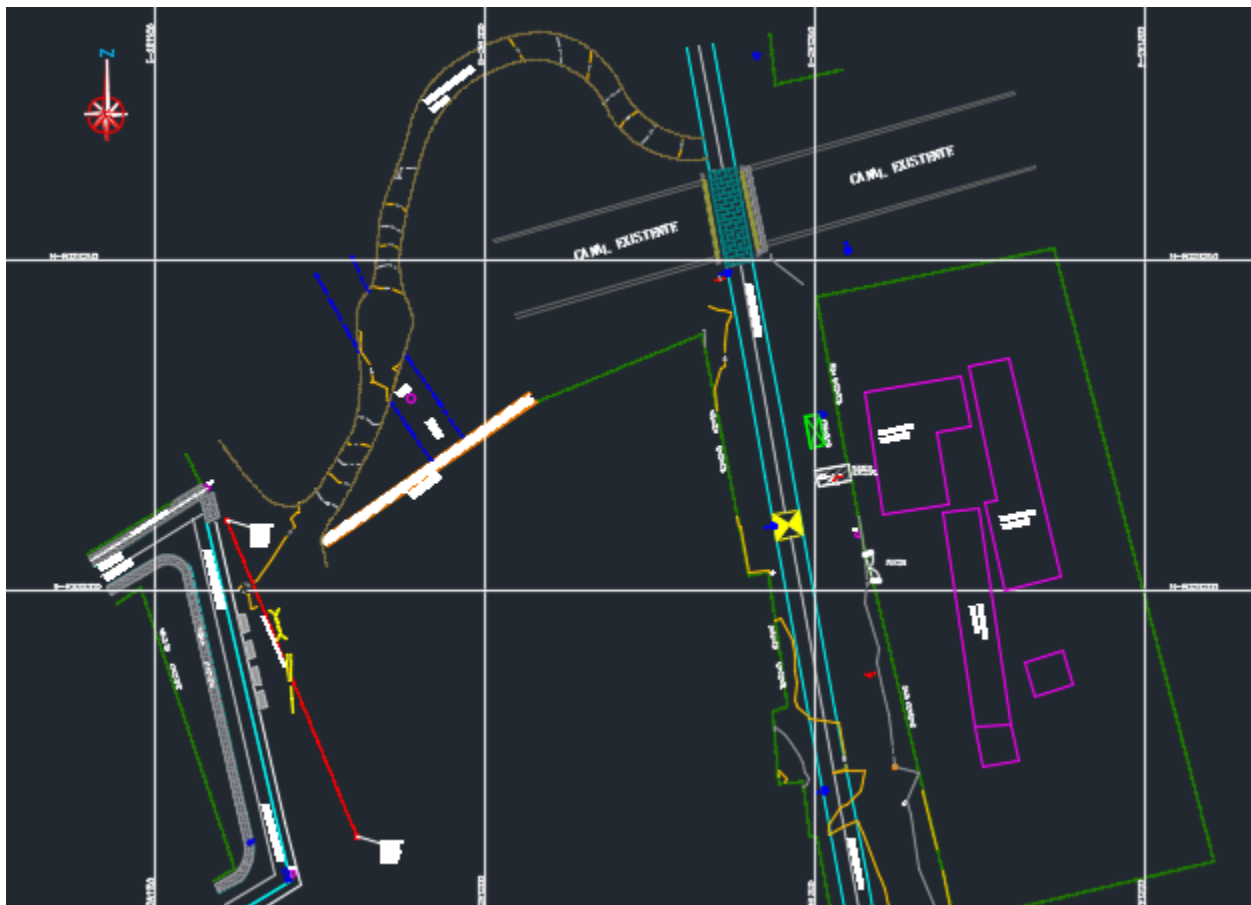


Figura 5: Plano creado mediante topografía con GPS.

Fuente: Elaboración propia junto a Herman Carrillo, topógrafo, 2023.

4.2. Propuesta solución técnica adoptada

Para dar solución al abastecimiento de agua potable y a la evacuación de aguas servidas a través de un sistema de alcantarillado para esta comunidad escolar e indirectamente a las viviendas aledañas del sector villa los álamos, comuna de Valparaíso, se propuso realizar la extensión de redes públicas de agua potable desde la matriz existente hacia este establecimiento y con respecto al alcantarillado, crear un sistema de redes que recolecten todas las aguas servidas de este recinto escolar y así poder llevarlas gravitacionalmente a través de canalizaciones hacia la cámara de ID: 3362674 perteneciente a la empresa concesionaria ESVAL. Como ya se mencionó anteriormente, el agua que abastecerá a este establecimiento educacional proviene directamente de la planta de tratamiento de agua potable de ESVAL, la cual es transportada por medio de canalizaciones, impulsiones y válvulas hacia el estanque de regulación del tranque la luz y este la distribuye por medio de tuberías y válvulas igualmente hacia el sector de villa los álamos. En cuanto al alcantarillado, este se recolectará a través de la última cámara de inspección del establecimiento educacional estudiado denominada unión domiciliaria y se empalmará hacia una red compuesta por colectores y cámaras de inspección con el fin de poder transportar estas aguas residuales hacia la planta de tratamiento de aguas servidas de ESVAL, la que posteriormente recibe un proceso de descontaminación sometiendo estas aguas servidas a etapas tales como: Pretratamiento (Retiro de arenas y basura del agua), Tratamiento secundario (Retiro de materia orgánica por degradación y retiro de lodos por decantación) y por último la desinfección (con gas cloro) para luego descargarla en fuentes superficiales como ríos y esteros. Cabe destacar que los lodos obtenidos son deshidratados y trasladados a rellenos sanitarios y predios forestales o agrícolas para disposición benéfica (Proceso del agua servida, ESVAL, 2023). En la tabla N°5 se muestra un Itemizado en el cual se desglosan las obras físicas de la solución adoptada.

Tabla N°5: Itemizado detalle de obras

1	SECCION 1: OBRAS PREVIAS	
1.1	Cierre perimetral	ML
1.2	Trazado, niveles y replanteo	ML
2	SECCION 2: OBRAS DE AGUA POTABLE	
2.1	Escarpe	M3
2.2	Retiro y transporte de excedentes	M3
2.3	Excavación en zanja	M3
2.4	Cama de arena	M2
2.5	Instalacion de tuberías y pruebas	ML
2.8	Confección grifo de incendios	UNIDAD
2.9	Rellenos compactados en zanja	M3
3	SECCION 3: OBRAS DE ALCANTARILLADO	
3.1	Escarpe	M3
3.2	Retiro y transporte de excedentes	M3
3.3	Excavación en zanja	M3
3.4	Cama de arena	M2
3.5	Instalacion de tuberías y pruebas	ML
3.6	Rellenos compactados en zanja	M3
3.7	Excavación camaras de inspección	M3
3.8	Confección y asentamiento de cámaras de inspección	
3.8.1	Hormigón emplantillado asentamiento de cámaras	M3
3.8.2	Cámaras tipo A	UNIDAD
3.8.3	Cámaras tipo B	UNIDAD

Fuente: Elaboración propia

Para la creación y dimensionamiento de **la red de agua potable**, se realizaron los respectivos trazados considerando que deben ir siempre sobre bienes nacionales de uso público que en este caso correspondería a propiedad del Servicio de Vivienda y Urbanismo. Como complemento a la información entregada y para mayor entendimiento, la proyección de la red tiene una capa de color rojo la cual corresponde a la nueva extensión. En la figura N°6 se muestra una imagen en planta del trazado de la red de agua potable emplazada sobre bienes nacionales.



Figura 6: Trazado en planta extensión red pública de agua potable

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que, en cuanto a la ubicación con detalle del emplazamiento de la red, se realizó un corte transversal de la misma con el fin de dar mayor antecedente planimétrico acerca de las medidas a nivel de corte que tendrá la nueva red. En la figura N°7 se muestra un corte transversal del emplazamiento de la extensión proyectada para la red pública de agua potable.

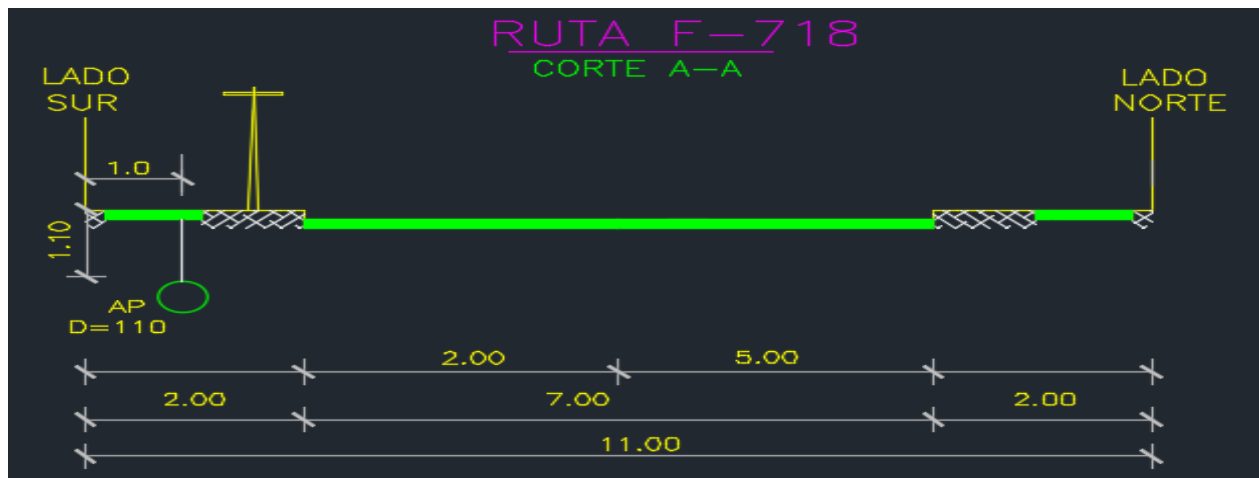


Figura 7: Corte transversal A-A de la extensión de red pública de agua potable

Fuente: Elaboración propia

Como complemento a las redes de agua potable, se proyectó en el software EPANET 2.0 la extensión de la red de agua potable con el fin de poder corroborar si la solución adoptada cumple con los parámetros de diseño mencionados en los antecedentes teóricos de este estudio. A modo de análisis, si se cumplen parámetros importantes como lo viene siendo la presión disponible de servicio, el caudal de demanda entregado al establecimiento beneficiado y la velocidad de escurrimiento de fluidos a través de las canalizaciones. En la figura N°8 se muestra una imagen de la red de agua potable proyectada en EPANET 2.0 el cual corrobora estos parámetros para un buen diseño de redes.

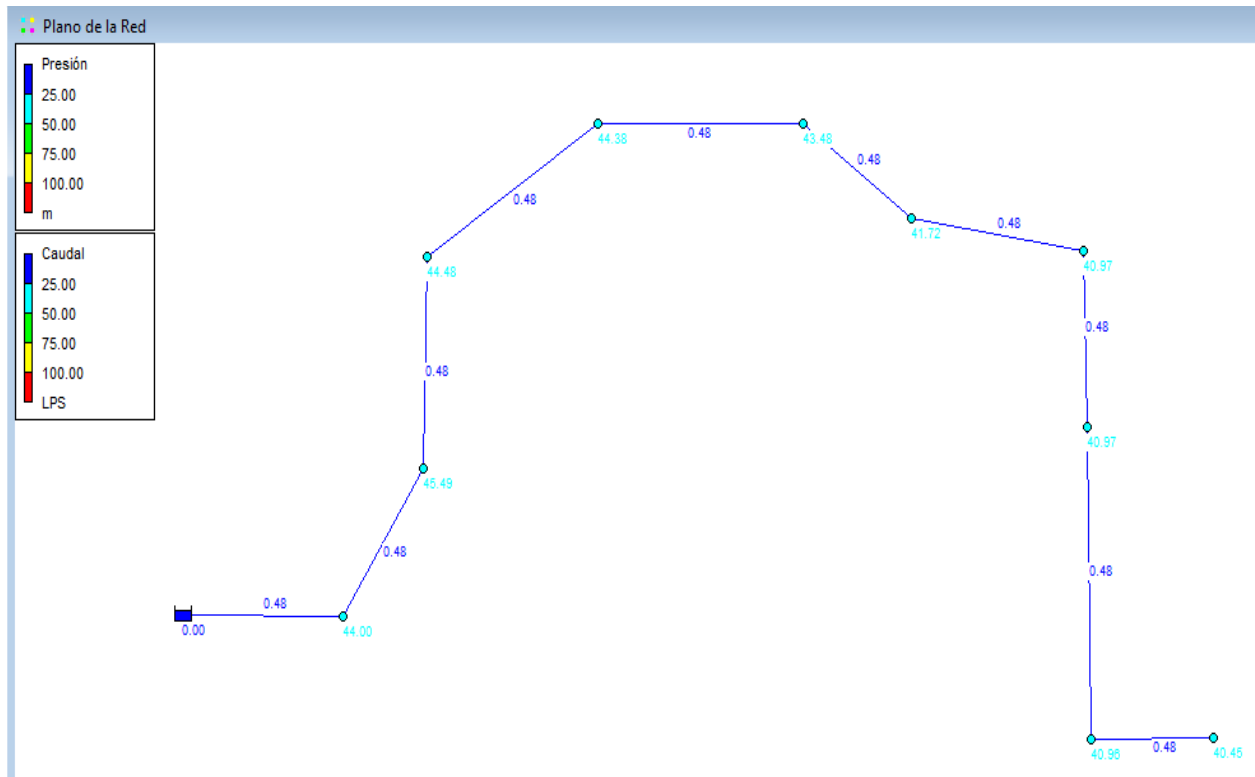


Figura 8: Proyección extensión red agua potable en EPANET 2.0

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para la creación y dimensionamiento del sistema de evacuación de aguas servidas, se realizaron los **trazados de las redes de alcantarillado** sobre el plano topográfico con el fin de proyectar la nueva red a partir de la unión domiciliaria creada por elaboración propia y así transportar las aguas servidas del establecimiento educacional y de las viviendas aledañas hacia el colector existente a través de los colectores proyectados. En la figura N°9 se muestra una imagen del plano en planta del trazado de la extensión de redes de alcantarillado para abastecer a la escuela de Peñuelas y las viviendas aledañas.

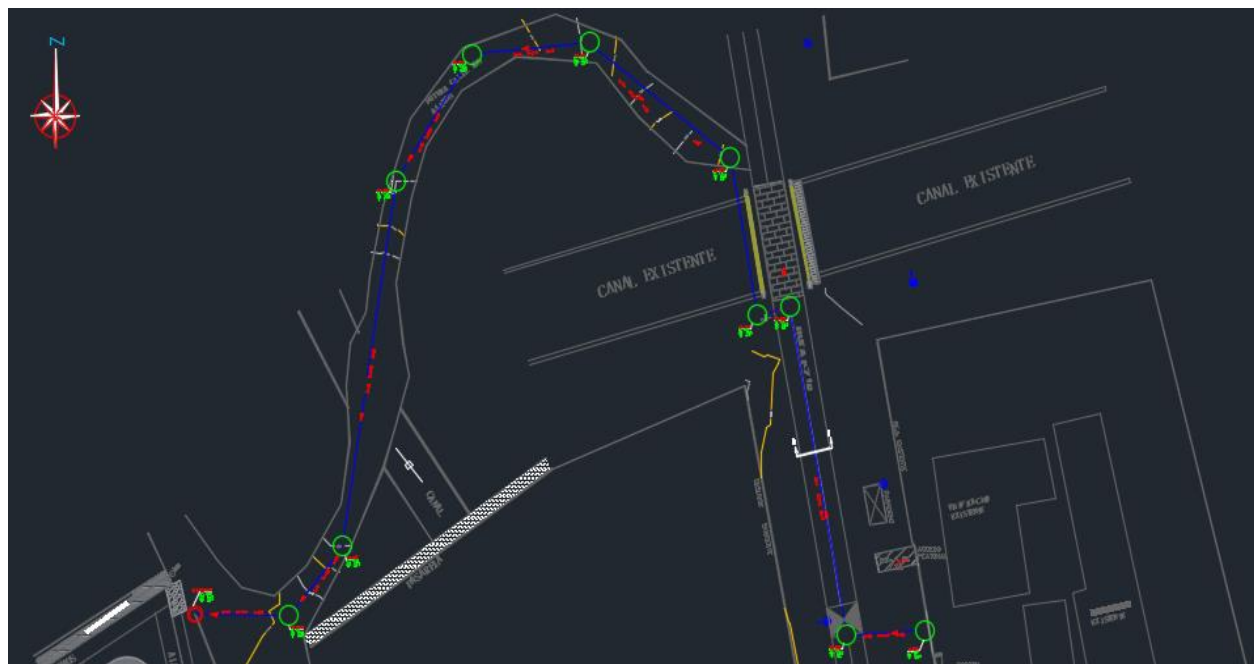


Figura 9: Trazado en planta de la proyección de red de alcantarillado

Fuente: Elaboración propia

Para una mayor visualización y entendimiento en cuanto al emplazamiento de la red de alcantarillado sobre los bienes nacionales de uso público, se realizó un corte transversal (C-C) el cual se muestra en la figura N°10, ubicando la tubería sobre la calzada y sus respectivas dimensiones y profundidades.

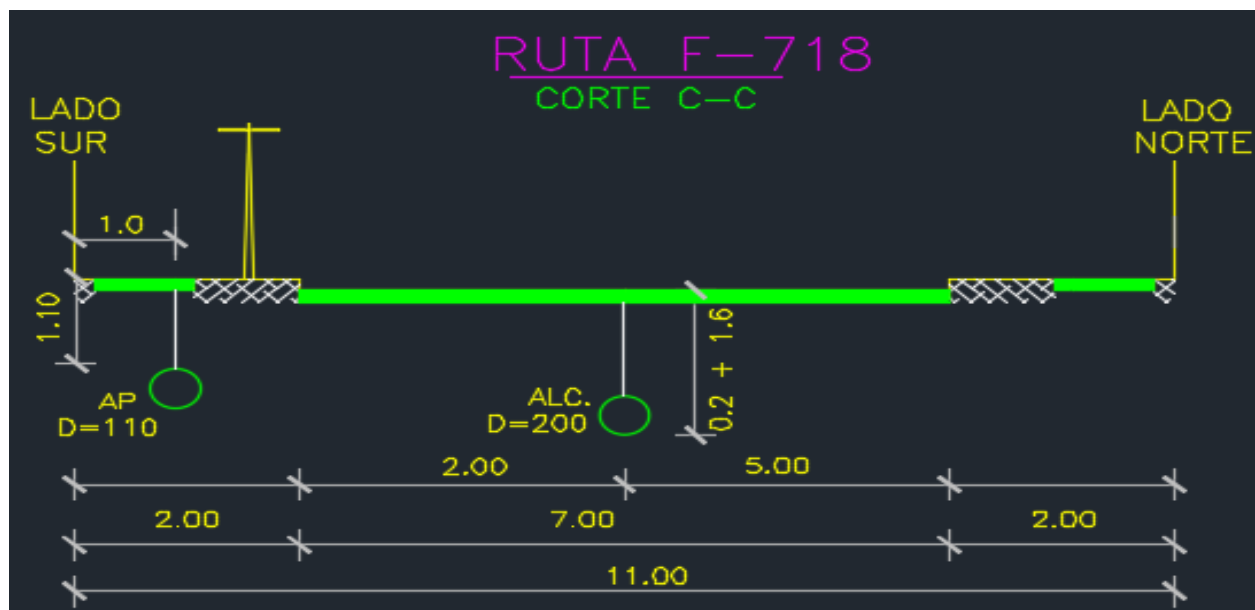


Figura 10: Corte transversal C-C de la proyección de red de alcantarillado

Fuente: Elaboración propia

Para el cruce de depresiones topográficas existentes en el sector, se proyectaron sifones invertidos con el fin de darle solución a este problema de ingeniería a través del empleo de desarenadores en las cámaras de inspección N°4, N°5, N°8 y N°9 los cuáles cuentan con cámaras de rejas o rejillas de entrada y salida de 3/8" de diámetro colocadas cada 10 centímetros y soldadas a un marco de 1,2 metros de diámetro. El objetivo de los elementos mencionados para la entrada de las aguas residuales es impedir o disminuir la entrada al conducto de basuras y objetos extraños que impidan el funcionamiento correcto del conducto y la rejilla de salida. En la figura N° 11 se muestra el uso del sifón invertido para el cruce del canal mediante rebalse y desarenadores con cámara de rejillas.

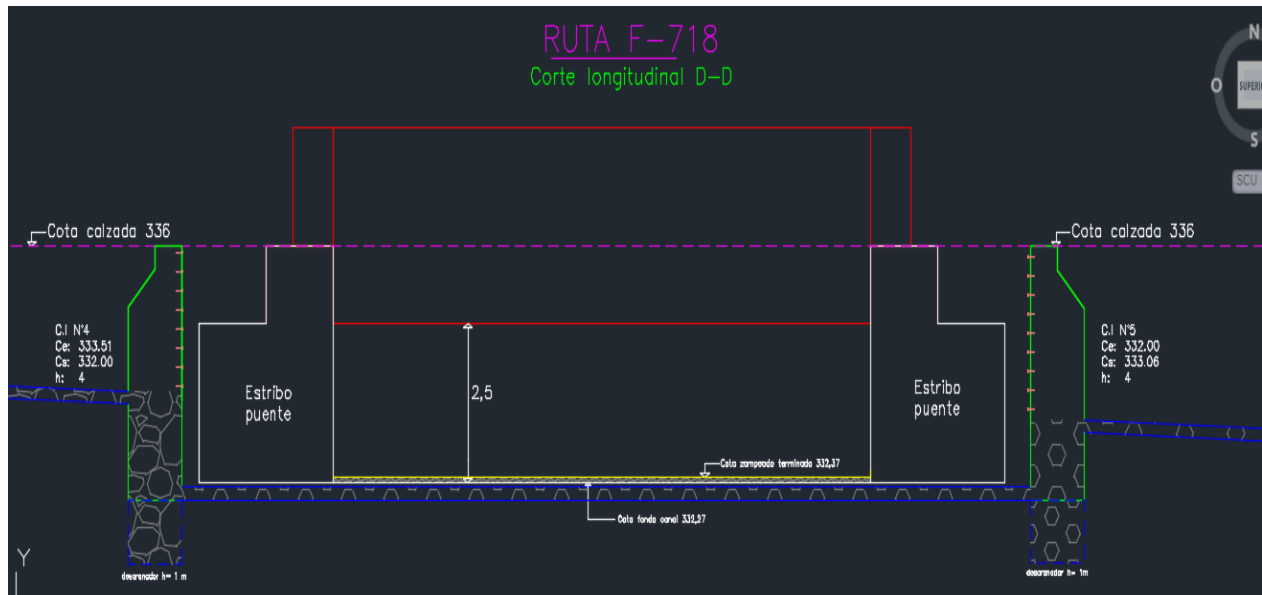


Figura 11: Cruce de canal mediante uso de sifón invertido

Fuente: Elaboración propia

Como complemento a la red de alcantarillado proyectada, se utilizó una tabla sensibilizada en Microsoft Excel con el fin de poder determinar a partir de las cotas de terreno y unión domiciliaria proyectada, todas las cotas de entrada y salida de las cámaras de inspección junto a sus respectivas alturas. En la tabla N° 6 se muestra un resumen de los cálculos mencionados para las alturas de cámaras junto a sus entradas y salidas de fluidos de aguas servidas.

Tabla N°6: Alturas, entradas y salidas de cámaras de inspección

CÁLCULO COTAS DE ENTRADA, SALIDA Y PROFUNDIDADES DE CÁMARAS									
RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO									
TRAMO RUTA F-718									
	C.I. PUB. 1	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. DOM. 2	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 3		
C. TA/TER	336.50	10.00	0.020	336.00	42.00	0.020	336.00		
C. R. ENT.	334.75			334.53			333.64		
C. R. SAL.	334.73			334.48			333.59		
ALTURA	1.77			1.52			2.41		

TRAMO CALLE LOS ÁLAMOS									
LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 4	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 5	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 6	
4.00	0.020	336.00	19.00	0.020	336.00	23.00	0.030	333.50	
		333.51			333.08			332.37	
		333.46			333.06			332.35	
		2.54			2.94			1.15	

TRAMO CALLE LOS ÁLAMOS													
	C.I. PUB. 7	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. DOM. 8	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 9	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. 10	LONG. TRAMO	PEND. TRAMO	C.I. PUB. EXIST.
C. TA/TER	332.60	18.00	0.020	332.50	45.00	0.020	331.50	20.00	0.001	333.00	11.00	0.001	333.32
C. R. ENT.	331.90			331.52			330.60			330.56			330.53
C. R. SAL.	331.88			331.50			330.58			330.54			330.51
ALTURA	0.72			1.00			0.92			2.46			2.81

Fuente: Elaboración propia

Es importante saber que, para este sistema, se deben cumplir ciertas condiciones como por ejemplo la velocidad de autolavado según la proyección de red y las capacidades de las tuberías a máximo caudal. Según lo ya mencionado, en la tabla N°7 se muestra un chequeo de velocidades de auto lavado y capacidades de tuberías según diámetros, pendientes y rugosidad ya determinadas.

Tabla N°7: Chequeo de velocidades de autolavado y capacidad de tuberías

DATOS DE ENTRADA:										RESULTADOS ECUACIÓN DE MANNING:									
Cámaras de Inspección		H agua obs	H sed obs	Q req	D	n	n	I	n	Q obs	Q bll	Q bll	V obs	V bll	V bll	V n	V a	Hn	hnlD
Inicial	Final	[cm]	[cm]	[l/seg]	[mm]	sed	tubo		equiv obs	[l/seg]	[l/seg]	[l/seg]	[m/seg]	[m/seg]	[m/seg]	[m/seg]	[m/seg]	[cm]	[%]
1	2			1.810	188.2		0.013	0.0300	0.013	0.0	40.4	52.0	0.00	1.94	1.91	0.83	0.29	2.49	13.26
2	3			1.810	188.2		0.013	0.0300	0.013	0.0	40.4	52.0	0.00	1.94	1.91	0.83	0.29	2.5	13.3
3	4			1.810	188.2		0.013	0.0300	0.013	0.0	40.4	52.0	-	1.94	1.91	0.83	0.29	2.5	13.3

Fuente: Elaboración propia

En relación al análisis a la tabla entregada, los datos en amarillo corresponden a la proyección de las cámaras y los tramos de alcantarillado, el caudal máximo horario de aguas servidas para el diseño, el respectivo diámetro descontándole 2 veces el espesor según la tabla de fabricantes de tuberías en policloruro de vinilo el cual corresponde a un espesor de 5,9 milímetros para una tubería de ese diámetro en clase 2, el coeficiente de rugosidad utilizado corresponde al recomendado por la normativa vigente y la autoridad competente el cual es igual a $n = 0,013$ (Manning) y por último, debe ser ingresada la pendiente y luego se da clic en VERIFICAR para recibir los resultados en verde de los parámetros requeridos, que para este caso, cumple con ambos.

Para mayor detalle de obras, se confeccionaron unas especificaciones técnicas las cuales describen paso a paso y con su respectivo material las obras físicas que se ejecutarán en terreno. Estas especificaciones se muestran en las tablas N°8 y N°9 con el fin de conocer mayor detalle de la propuesta a realizar.

4.2.1. Especificaciones técnicas generales de agua potable y alcantarillado

A.- Generalidades: Las presentes especificaciones técnicas regirán para la ejecución de los trabajos necesarios para materializar las obras de extensión de redes públicas de agua potable y alcantarillado para la escuela teniente J. Allende Ovalle, Placilla de Peñuelas, Valparaíso. Estas obras se ejecutarán conforme a los planos, especificaciones técnicas y las recomendaciones de los fabricantes para la instalación de las cañerías.

B.- Discrepancia entre documentos: En caso de discrepancia entre los distintos documentos del proyecto, estos prevalecerán de la siguiente forma:

- En los planos, las cotas prevalecen sobre el dibujo
- Los planos priman sobre las especificaciones

C.- Normas y reglamentos: En general, se deberá cumplir con lo establecido en las normas del instituto nacional de normalización (INN), reglamentos, instrucciones y especificaciones técnicas generales de ESVAL, según corresponda.

Para este caso, se aplicarán las siguientes normas:

- Conducción, regulación y distribución (Nch 691 of 2015)
- Trazados, atravesos y paralelismos de las tuberías de agua potable y de alcantarillado en redes públicas de distribución de agua potable y de recolección de aguas servidas (Nch 2811 of 2006)
- Grifos de incendio, tipo de columna de 100 mm de diámetro nominal (Nch 1646 of 2004)
- Aguas residuales, diseño y cálculo de redes (Nch 1105 of 2019)
- Ingeniería sanitaria – presentación y contenido proyectos de sistemas de agua potable y alcantarillado (Nch 1104 of 1998)
- Procedimiento instalación subterránea con zanja, de sistemas de tuberías para conducción y distribución de agua potable, pruebas de presión en terreno y puesta en servicio (Nch 1360 of 2010)

D.- Planos: Son de carácter informativo hasta que sean confeccionados para luego pasar a ser los definitivos. La ejecución de las instalaciones deberá ceñirse a los planos y especificaciones, respetando las indicaciones, trazados, diámetros y materiales especificados.

- Los planos y especificaciones indican de manera general y esquemática los recorridos de las cañerías, ubicación, accesorios, etc. Debido a esto, deberán realizarse los replanteos correspondientes en obra y justificar los criterios con los que se van a ejecutar los trabajos.

E.- **Materiales:** Sólo se aceptarán en la obra materiales de primer uso que exhiban sello de calidad otorgado por laboratorios, empresas de servicios o personas naturales cuya calificación, haya sido previamente aprobado por el Instituto Nacional de Normalización (INN). El uso de materiales similares a los especificados será aceptado, previa presentación por parte del Contratista de los antecedentes que demuestren la equivalencia en la calidad de ellos. El contratista deberá suministrar en obra todo material necesario para su ejecución como asimismo la mano de obra requerida, transportes, útiles, etc. Se incluyen leyes sociales, gastos generales, utilidades, imprevistos, etc.

F.- **Equipos:** Todos los equipos proyectados para la ejecución de las obras, deben considerar, para una buena, confiable y eficiente operación lo siguiente:

- Soporte técnico
- Stock de repuestos (Piezas y partes)
- Programa riguroso de mantenimiento

G.- **Obras de cargo del contratista:** El contratista deberá incluir en las partes definidas en los capítulos pertinentes y todos los factores de costos, entre otros, el suministro de materiales, equipo de trabajo, transporte, mano de obra, impuestos, derechos municipales, gastos generales, utilidades, etc. Para efectuar la construcción, instalación, montaje, prueba y puesta en marcha de las obras. El contratista deberá señalar convenientemente su faena en vías de tránsito público, siendo de su cargo la mantención del tránsito y vigilancia de las interrupciones que se produzcan.

H.- **Modificaciones del proyecto:** Los proponentes podrán presentar modificaciones a este proyecto en cuanto a las especificaciones en lo referente al tipo de material, calidad y forma de los suministros, siempre que no signifiquen cambios en la concepción general del mismo, y será el mandante quien resuelva respecto a la aceptación o rechazo de las alternativas propuestas.

I.- **Seguridad de obras, cierros, protección, señalización y mantención de vías de tránsito:** En la ejecución de las obras, el Contratista deberá tomar todas las medidas de seguridad necesarias para la protección de su propio personal, de los transeúntes y de la propiedad privada o ajena. Estas medidas deberán tomar en consideración las prescripciones establecidas en las Normas INN correspondientes.

J.- **Prueba de la instalación de agua potable**

- Verificación visual de diámetros.
- Verificación visual de impermeabilidad.
- Prueba de presión hidráulica a través de manómetros.

4.2.2. Especificaciones técnicas especiales de agua potable

Tabla N°8: Especificaciones técnicas especiales para agua potable.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID
	OBRAS POR CONTRATAR Este capítulo comprende todas las obras por contratar relativas al presente proyecto. Se incluye el movimiento de tierras, suministro y transporte de todos los materiales de construcción y la obra de mano necesaria para la ejecución de las obras que a continuación se indican.	
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA Se refiere a excavaciones en zanja que serán necesarias para realizar la colocación de cañerías y piezas de la matriz y red de distribución. Además, se incluye el relleno y el retiro de excedentes que resulte.	
1.1	Excavaciones Corresponde al movimiento de tierras para la colocación de las cañerías y grifo, se considerará un ancho igual al diámetro exterior del tubo + 0,45 metros según Nch 353 para la zanja y una profundidad de 1,1 metros mínimo medida a la clave del tubo	M3
1.2	Relleno en zanja Con arena limpia debe ejecutarse inmediatamente después de colocada la tubería a objeto de protegerla de cualquier daño. Para rellenar la zanja se empezará por estabilizar la base del tubo con una cama de arena limpia de 10 centímetros de alto y rodearlo cuidadosamente también en 10 centímetros por ambos lados del tubo. Los siguientes rellenos que vienen sobre la clave del tubo tendrán un espesor de 0,30 metros. Los rellenos deben compactarse hasta obtener los siguientes valores: 95% DMCS según NCH 1534-2 para material impermeable bajo zonas de caminos o calles y 90% en otros.	M3
1.3	Retiro y transporte de excedentes Los excedentes que resulten de las excavaciones, serán transportados a botaderos que deben ser autorizados por la Inspección fiscal. El depósito de los excedentes deberá efectuarse de modo que no ocasionen trastornos al terreno de depósito. El volumen de excedentes se cubicará como el 20% del volumen excavado en zanja + 100% volumen de escarpes + 30% del volumen excavación en zanja y 10% para escarpe considerando los esponjamientos.	M3

2	TRANSPORTE DE CAÑERÍAS Y PIEZAS ESPECIALES Comprende el traslado de todas las cañerías, piezas especiales con o sin mecanismo, material de juntas, etc. Desde las bodegas de los proveedores hasta la obra. A.- Tuberías de PVC Clase 10 D = 110 mm	KG
3	COLOCACIÓN Y PRUEBA DE TUBERÍAS Todas las tuberías serán entregadas y probadas parcialmente de acuerdo a las instrucciones de ESVAL. Es importante fijar con la inspección de ESVAL, el procedimiento de entrega de sellos, pruebas de presión y entrega de trazados y diámetros. Se exigirá también la prueba final de impermeabilidad del conjunto de la red con el objeto de verificar la ausencia de filtraciones entre tramos y piezas especiales	
3.1	CAMA DE APOYO La cama de apoyo se ejecutará antes de instalar la tubería, y deberá cumplir con lo siguiente: No se aceptará la presencia de arcilla o limos, ya sea para encamado, o relleno lateral o superior. El encamado será de arena totalmente exenta de materia orgánica o de sustancias tóxicas de cualquier tipo; tampoco deberá tener sales solubles y productos de desechos. Su espesor mínimo será de 15 cm y La tubería deberá quedar embebida 5 cm. en la cama de apoyo, quedando 10 cm. de espesor debajo de ella.	M2
3.2	Tuberías de PVC clase 10 D = 110 mm	ML
4	CONEXIÓN A RED PÚBLICA EXISTENTE Se contemplan los trabajos de conexión a la red existente en los nudos indicados en el proyecto.	UN
5	GRIFOS DE INCENDIO Se empleará un grifo de incendio tipo SENDOS, con vástago de bronce laminado y con brida intermedia, D=100 mm.	UN

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Especificaciones técnicas especiales para alcantarillado de aguas servidas

Tabla N°9: Especificaciones técnicas especiales para alcantarillado.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA Se incluyen en este capítulo todos los Movimientos de Tierra necesarios para la correcta ejecución de las obras. Las excavaciones en zanja excederán en 10 cm su profundidad con el fin de dar cabida a la cama de apoyo.	
1.1	Excavaciones El presente ítem se refiere a las excavaciones necesarias para la instalación de los laterales y los colectores, así como las excavaciones para las cámaras de inspección a lo largo de sus trazados. En forma previa, se deberá efectuar un escarpe mínimo de 15 cm, eliminando suelo que contenga materia orgánica, raíces o material contaminado. Este material deberá ser llevado a botadero antes de proceder con el resto de la excavación, para evitar así su posible utilización como material de relleno. Se considerará un ancho igual al diámetro exterior del tubo + 0,45 metros según nch 353 para la zanja y una profundidad de 1,6 metros mínimo medida a la clave del tubo.	M3
1.2	Rellenos compactados De preferencia se utilizarán para los rellenos materiales provenientes de las excavaciones, siempre que cumplan con las prescripciones indicadas en las presentes especificaciones. Primero viene el relleno de la capa superficial de 50 cm de espesor, efectuado con suelo heterogéneo seleccionado de modo de no contener piedras de tamaño superior a 2" ni restos de escombros orgánicos. Esta capa de relleno deberá ser compactada mecánicamente hasta obtener un grado o razón de compactación no inferior al 90% de la DMCS referida al Proctor Modificado. Luego viene la capa de relleno que se coloca a partir de 30 cm por encima de la clave del tubo, hasta 50 cm bajo la superficie original del terreno o rasante, según corresponda.	M3
1.3	Cama de apoyo La cama de apoyo se ejecutará antes de instalar la tubería, y deberá cumplir con lo siguiente: No se aceptará la presencia de arcilla o limos, ya sea para encamado, o relleno lateral o superior. El encamado será de arena totalmente exenta de materia orgánica o de sustancias tóxicas de cualquier tipo; tampoco deberá tener sales solubles y productos de desechos. Su espesor mínimo será de 15 cm y La tubería deberá quedar embebida 5 cm. en la cama de apoyo, quedando 10 cm. de espesor debajo de ella.	M2

1.4	Retiro y transporte de excedentes El volumen de excedentes se cubicará como el 20% del volumen excavado en zanja + 100% volumen de escarpes + 30% del volumen excavación en zanja y 10% para escarpe considerando los esponjamientos.	M3
2	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA TUBERÍAS Para la ejecución de las obras se incluye el suministro de todos los materiales y mano de obra necesarios para su instalación y prueba, así como también, el aporte de los elementos y equipos complementarios necesarios. Para el desarrollo de esta partida se consideran los siguientes ítems y sub-ítems: Suministro, transporte, instalación y pruebas de cañerías de PVC.	
2.1	Suministro y transporte de cañerías de PVC Se usarán tubos de PVC-Colector Clase 2, los que deberán provenir de una fábrica de reconocido prestigio. La tubería, anillos y lubricantes se guardarán en un recinto bajo techo con el fin de no ser dañadas por la intemperie ni el sol. La tubería y los accesorios de unión deben ser colocados en la zanja conforme a la elevación, pendientes y alineamiento especificados en el proyecto y deben estar apoyados en toda su longitud en un encamado y fundación adecuados. Cuando se requieran tubos de longitudes menores a los largos normalizados, se pueden cortar tuberías teniendo presente durante esta operación, las recomendaciones del fabricante de la tubería. D = 200 mm	ML
3	CÁMARAS DE INSPECCIÓN Las Cámaras de Inspección que se han designado deberán ejecutarse de acuerdo al cuadro de cámaras del proyecto. Los radieres se ejecutarán con hormigón de 170 kg de cem/m ³ . Las cámaras de inspección serán prefabricadas y deberán tener un revestimiento exterior con Igol Denso sobre Igol Primer en toda la superficie de la cámara hasta el nivel del terreno con el fin de evitar filtraciones. Para el emplazamiento de cámaras prefabricadas, se deberá colocar previamente masilla asfáltica. Cámaras tipo "a", D cuerpo=1,20 m Profundidad sobre 1.75 m. Cámaras tipo "b", D cuerpo=1,20 m Profundidad menor de 1.75 m.	UN UN

3.1	Tapas de cámara En la cara inferior de la tapa se pintará con rojo el número de la cámara según el plano del proyecto. Se ejecutarán de acuerdo con el cuadro de cámaras del proyecto. Cumpliendo con lo indicado en la Nch 2080 Of. 2000. Las tapas serán prefabricadas con hormigón y fierro fundido con seguro.	UN
3.2	Suministro de escalines Los escalines de las cámaras serán de fierro galvanizado, en conformidad con el plano tipo SENDOS HG e-1. Se usará fierro galvanizado en baño, rechazándose el electrolítico y tendrán las siguientes dimensiones: Diámetro 20 mm. Ancho 0,3 m. Saliente 0,15 m. Distancia entre escalines 0,3 m.	UN
3.3	Hormigón para emplantillado Con el fin de poder asentar las cámaras en el sello, se realizará un emplantillado con Hormigón pobre H-5 marcando en su eje la ubicación de donde se emplazará la cámara una vez que este se encuentre dentro del período de máxima resistencia.	M3

Fuente: Elaboración propia

4.3. Cuantificación y presupuesto de obras proyectadas

En primer lugar, se realizaron las respectivas cubriciones con el fin de poder cuantificar la cantidad de total de obra para las redes proyectadas, luego, se determinó el precio unitario para cada partida cuantificada, los cuales fueron de elaboración propia gracias al apoyo bibliográfico del portal ONDAC y de la base de datos entregada por CYPE ingenieros, S.A. Chile. Para todo lo anterior, se aplicó una planilla base la cual se descompone en los respectivos costos directos involucrados en las partidas y estos vienen siendo materiales, mano de obra, maquinaria y equipo como se muestra a continuación en la tabla N°10.

Tabla N°10: Formato tipo para análisis de precios unitarios

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Obra:					
Ubicación:					
Contratista:					
PARTIDA DEL ITEMIZADO OFERTADO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UN.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
\$ (D)					
COSTOS DIRECTOS					
A.-	MATERIALES	UN.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
DESCRIPCIÓN					
A.1					
A.2					
A.3					
A.4					
A.5					
A.6					
A.7					
A.8					
A.9					
A.10					
TOTAL COSTO (MAT)					\$ (A)
B.-	MANO DE OBRA	UN.	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	TOTAL
DESCRIPCIÓN					
B.1	Maestro				
B.2	Ayudante				
B.3	Jornal				
B.4	Leyes Sociales	%			
TOTAL COSTO (MO)					\$ (B)
C.-	MAQUINARIAS Y EQUIPOS (M y E)	UN.	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	TOTAL
DESCRIPCIÓN					
C.1					
C.2					
C.3					
C.4					
C.5					
C.6					
TOTAL COSTO (M y E)					\$ (C)
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ (A + B + C)

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto final de obras

Finalmente, el costo total de las obras de este anteproyecto se ve resumido en la tabla N°11.

Tabla N°11: Cantidades y análisis de precios unitarios obras proyectadas

ITEMIZADO DE OBRAS					
Item	Descripción de la Partida	Unidad	Cant.	P.Unit.	Total
1	SECCION 1: OBRAS PREVIAS				
1.1	Cierre perimetral	ML	421	\$ 6,296	\$ 2,650,640
1.2	Trazado, niveles y replanteo	ML	422	\$ 5,098	\$ 2,151,356
1.3	Demolición y remoción pavimento existente	M2	166	\$ 9,095	\$ 1,509,770
2	SECCION 2: OBRAS DE AGUA POTABLE				
2.1	Escarpe h = 0.15 m	M3	18	\$ 2,584	\$ 45,799
2.2	Retiro y transporte de excedentes	M3	44	\$ 5,115	\$ 223,012
2.3	Excavación en zanja	M3	161	\$ 7,415	\$ 1,191,614
2.4	Cama de arena	M2	118	\$ 2,741	\$ 322,295
2.5	Instalación de tuberías PVC C-10 de 110 mm	ML	211	\$ 5,512	\$ 1,163,057
2.6	Confección grifo de incendio con brida intermedia diametro 100 mm	UNIDAD	1	\$ 464,766	\$ 464,766
2.7	Rellenos compactados en zanja	M3	40	\$ 20,747	\$ 833,516
3	SECCION 3: OBRAS DE ALCANTARILLADO				
3.1	Escarpe h = 0.15 m	M3	21	\$ 2,584	\$ 53,159
3.2	Retiro y transporte de excedentes	M3	63	\$ 5,785	\$ 362,976
3.3	Excavación en zanja	M3	267	\$ 8,055	\$ 2,154,318
3.4	Cama de arena e = 0.15 m	M2	137	\$ 2,632	\$ 359,295
3.5	Instalación de tuberías PVC C-2 de 200 mm	ML	211	\$ 8,697	\$ 1,834,968
3.6	Rellenos compactados en zanja	M3	67	\$ 23,299	\$ 1,557,766
3.7	Excavación cámaras de inspección	M3	93	\$ 8,055	\$ 748,056
3.8	Confección y asentamiento de cámaras de inspección				
3.8.1	Hormigón emplantillado asentamiento de cámaras	M3	1	\$ 50,808	\$ 50,808
3.8.2	Cámaras tipo A	UNIDAD	5	\$ 502,027	\$ 2,510,134
3.8.3	Cámaras tipo B	UNIDAD	5	\$ 303,392	\$ 1,516,958
4	SECCION 4: OBRAS DE PROTECCIÓN Y REPOSICIÓN PAVIMENTO				
4.1	subbase y base granular e = 40 cm	M3	86.32	\$ 28,569	\$ 2,466,115
4.2	Capa asfáltica de rodadura e = 5 cm	M3	10.79	\$ 135,000	\$ 1,456,650
4.3	Piso con pastelón piedra maipo 40x40x4 cm USO VEHICULAR	M2	60	\$ 26,048	\$ 1,562,880
	COSTO DIRECTO				\$ 27,189,907
	GASTOS GENERALES(15%)				\$ 4,078,486
	UTILIDADES(10%)				\$ 2,718,991
	TOTAL NETO				\$ 33,987,384
	IMPUESTOS (19% I.V.A.)				\$ 6,457,603
	VALOR TOTAL				\$ 40,444,987
	VALOR TOTAL EN UF				1129

Fuente: Elaboración propia

4.4. Elección de materiales, maquinarias, equipos y mano de obra.

A partir del análisis de precios unitarios creado para las partidas proyectadas, se elaboró una planilla en Excel con el fin de poder resumir todo lo necesario en cuanto al costo directo de cada partida para su posterior ejecución en obra.

4.4.1. Elección de materiales

En el caso de los materiales, se confeccionó un listado en este software ordenado por fila según su partida, el tipo de material, su unidad, la cantidad que se necesita por 1 unidad, su precio unitario y el total. Cabe destacar que también se agregó en la fila la opción de proveedor con el fin de saber el origen de cada uno de los elementos que intervienen en la ejecución. En la tabla N°12 se muestra el listado de materiales según lo mencionado anteriormente.

Tabla N°12: Inventario materiales para ejecución de obras

PARTIDA	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD/UNIDAD	PU	CUBICACIÓN	TOTAL MATERIAL	PROVEEDOR
TRAZADO Y NIVELES	1x10x3,2 metros pino cepillado seco	tabla	0.32	\$ 5,874	422	135	Sodimac
	pino cuarton 4x4x3,2 metros	uni	0.14	\$ 5,445	422	59	Sodimac
	clavo corriente 3"	bolsa	0.002	\$ 1,924	422	1	Sodimac
	Alambre negro #14 100 metros	kg	0.0011	\$ 33,605	422	1	Sodimac
C. PERIMETRAL	Malla raschel 2,1 metros ancho x 50 largo	Malla	0.052	\$ 32,394	421	22	Qrubber
	Polin torneado impregnado 4" x 2,4 mt	uni	0.5	\$ 4,370	421	211	Imperial
	grapa 1" 1/2 kg	uni	0.28	\$ 3,353	421	118	Imperial
	Alambre puas #14 7KG 100 mt IOWA	uni	0.05	\$ 14,277	421	21	Ferrobol
RETIRO EXCEDENTES	DERECHO A BOTADERO	unidad	1.3	\$ 500	43.6	1	DOM valpo
CAMA DE ARENA	Arena gruesa (flete 15 km)	m3	0.2	\$ 16,000	117.6	18	Áridos manolo
INST. TUBOS Y PRUEBAS	Tubería PVC hidráulica C-10 110 mm L = 6 metros	uni	0.175	\$ 17,782	211	37	Imperial
	Lija al agua grano 80 lsesa	uni	0.21	\$ 353	211	44	Sodimac
	Adhesivo PVC 240 cc VINILIT	uni	0.02560	\$ 2,681	211	5	Sodimac
CONFECCION GRIFO	Grifo de incendio vástago de bronce laminado y brida intermedia, D = 100mm	uni	1.000	\$ 401,143	1	1	Ferreteriaavca o impovar
RELLENO COMPACTADO	Estabilizado bajo 3" con flete de 15 km	m3	1.1	\$ 14,000	40.17	44	Áridos manolo
RETIRO EXCEDENTES	DERECHO A BOTADERO	unidad	1.3	\$ 500	1	1	DOM valpo
CAMA DE ARENA	Arena gruesa (flete 15 km)	m3	0.2	\$ 16,000	136.5	20	Áridos manolo
INST. TUBOS Y PRUEBAS	Tubería PVC 200 mm 6 metros	uni	0.175	\$ 40,849	211	37	Imperial o copeval S.A
	Lija al agua grano 80 lsesa	uni	0.21	\$ 353	211	44	Sodimac
	Adhesivo PVC 240 cc VINILIT	uni	0.02560	\$ 2,681	211	5	Sodimac
RELLENO COMPACTADO	Estabilizado bajo 3" con flete de 15 km	m3	1.1	\$ 14,000	66.86	74	Áridos manolo
C.I. TIPO B	Cuerpo C.I. Prefabricado 1200 mm x 1 mt	módulo	1	\$ 113,130	5	5	Aconcret
	Cuerpo C.I. Prefabricado 1200 mm x 0.6 mt	módulo	1	\$ 76,780	5	5	Aconcret
	Tapa circular prefabricada tipo calzada e = 5 cm y diámetro = 0,60 m	unidad	1	\$ 13,437	5	5	Aconcret
	Escalín galvanizado 30x20cm SM	c/u	6	\$ 5,874	5	28	Sodimac
	Arena fina para estuco(flete 15 km)	m3	0.5	\$ 19,000	5	3	Áridos manolo
	Cemento polpaico 25 kg	c/u	5	\$ 3,908	5	25	Imperial o sodimac
C.I. TIPO A	Cuerpo C.I. Prefabricado 1200 mm x 1 mt	módulo	2	\$ 113,130	5	10	Aconcret
	Cono prefabricado 1200 x 600 x 0.6	unidad	1	\$ 62,964	5	5	Aconcret
	Chimenea prefabricada 600 x 0.6	unidad	1	\$ 37,920	5	5	Aconcret
	Tapa circular prefabricada tipo calzada e = 5 cm y diámetro = 0,60 m	unidad	1	\$ 13,437	5	5	Aconcret
	Escalines 30x20	unidad	12	\$ 5,874	5	60	Sodimac
	Arena fina para estuco(flete 15 km)	m3	0.5	\$ 19,000	5	3	Áridos manolo
RADIER C.I.	Cemento polpaico 25 kg	c/u	5	\$ 3,908	5	25	Imperial o sodimac
	Hormigón H-5 Provisión	m3	1.0	\$ 50,000	0.66	1	Aconcret
subbase y base granular e = 40 cm	Base estabilizada CBR 60 - 100 %	m3	1.1	\$ 18,792	86.3	95	Áridos manolo
Capa asfáltica de rodadura e = 5 cm	Mezcla asfáltica de rodadura	m3	1.1	\$ 70,000	10.79	11.869	Bitumix
	Disco de corte de pavimento 14"	unidad	0.01	\$ 58,824	10.79	1	Sodimac
Piso con pastelón piedra maipo 40x40x4 cm USO VEHICULAR	Pastelon grau 40x40x4 cm piedra maipo	unidad	6.25	\$ 2,261	60	375	Sodimac
	Hormigón 170 kg/m3	m3	0.105	\$ 40,600	60	6.3	Aconcret
	Cama de ripio E = 10 CM	m2	1	\$ 1,600	60	60	Áridos manolo

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Elección maquinarias y equipos

Para la elección de este tipo de maquinarias y equipos, hubo un apoyo fundamental en la revisión minuciosa de las especificaciones técnicas y los análisis de precios unitarios que se mostrará más adelante con el fin de poder determinar qué tipo de máquinas y equipos son los que requieren este tipo de proyectos de saneamiento. En la tabla N°13 se muestra el resumen de las maquinarias y equipos a utilizar en la alternativa seleccionada.

Tabla N°13: Inventario maquinarias y equipos para ejecución de obras

PARTIDA	MANO DE OBRA	UNIDAD	REND/UNIDAD	PU	CUBICACIÓN	TOTAL H/MÁQUINA	Total min/máquina	PROVEEDOR
Demolición pavimento existente	Compresor diesel 250 PCM	hora	0.1	\$ 5,000	166	16.60	996	Maquinarias González EIRL
	Rompepavimentos 32 kilos	hora	0.2	\$ 5,000	166	33.20	1992	Maquinarias González EIRL
ESCARPE AP	Excavadora 13 T	hora	0.02	\$ 26,000	17.72	0.35	21	Maquinarias González EIRL
RETIRO EXCEDENTES AP	Excavadora 13 T	hora	0.16	\$ 26,000	43.6	7	419	Maquinarias González EIRL
	Camión tolva 10m3	hora	0.015	\$ 18,000	43.6	0.65	39	Maquinarias González EIRL
EXCAVACIÓN ZANJA AP	Excavadora 13 T	hora	0.16	\$ 26,000	160.7	26	1543	Maquinarias González EIRL
RELLENO COMPACTADO AP	P. COMPAC. MASTERPAC PC5021H.2 MOTOR HONDA GX160	Mes	0.0054	\$ 500,000	40.17	39	2343	Ferretería cerda
ESCARPE ALC	Excavadora 13 T	hora	0.02	\$ 26,000	20.57	0.41	25	Maquinarias González EIRL
RETIRO EXCEDENTES ALC	Excavadora 13 T	hora	0.16	\$ 26,000	62.75	10	602	Maquinarias González EIRL
	Camión tolva 10m3	hora	0.015	\$ 18,000	62.75	1	60	Maquinarias González EIRL
EXCAVACIÓN ZANJA ALC	Excavadora 13 T	hora	0.16	\$ 26,000	360.31	58	3459	Maquinarias González EIRL
RELLENO COMPACTADO ALC	P. COMPAC. MASTERPAC PC5021H.2 MOTOR HONDA GX160	Mes	0.0054	\$ 500,000	66.86	65	3899	Ferretería cerda
Subbase y base granular e= 40cm	P. COMPAC. MASTERPAC PC5021H.2 MOTOR HONDA GX160	Mes	0.0054	\$ 500,000	66.4	64.5	3872	Ferretería cerda
Capa asfáltica de rodadura e = 5 cm	Rodillo liso doble tambor/asfalto	hora	0.44	\$ 20,000	8.3	3.652	219	Maquinarias González EIRL
	Rodillo neumático	hora	0.88	\$ 20,000	8.3	7.304	438	Maquinarias González EIRL
	Finisher	hora	0.44	\$ 20,000	8.3	3.652	219	Maquinarias González EIRL
	Cortadora de pavimento	hora	0.44	\$ 10,000	8.3	3.652	219	Ferretería cerda

Fuente: Elaboración propia

Con la realización de esta tabla, se puede saber qué tipo de maquinaria y equipo se necesitará para la ejecución de esta alternativa seleccionada, así como también se puede conocer cuánto es lo que se demorará el uso de estos equipos por unidad con el fin de saber cuántos días y uso se les dará y así poder hacer llegar los pagos a los proveedores de estos recursos.

4.4.3. Elección de la mano de obra

Para la elección de mano de obra, también hubo apoyo en las especificaciones técnicas junto a los análisis de precios unitarios con el fin de poder determinar qué tipo de mano de obra se requiere para la ejecución de obras físicas. En la tabla N°14 se muestra un resumen de la mano de obra que se requiere para la solución adoptada.

Tabla N°14: Inventario mano de obra para ejecución de obras

PARTIDA	MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO/UNIDAD	PU	CUBICACIÓN	TOTAL MANO DE OBRA	Total hrs/trabajador	Total min/trabajador
CIERRE PERIMETRAL	Maestro carpintero + 1 ayudante	día	0.010	\$ 50,000	421	4.2	38	2273
TRAZADO Y NIVELES	trazador	día	0.025	\$ 25,000	422	10.6	95	5697
	Jornal	día	0.025	\$ 20,000	422	10.6	95	5697
	Topógrafo con estación total	día	0.025	\$ 45,000	422	10.6	95	5697
Demolición pavimento existente	Maestro perforador + jornal	día	0.100	\$ 55,000	166	16.6	149	8964
ESCARPE AP	Jornal	día	0.08	\$ 20,000	17.72	1.42	13	766
RETIRO EXCEDENTES AP	Capataz movimiento de tierra	día	0.0009	\$ 30,000	43.6	0.04	0	21
EXCAVACIÓN ZANJA AP	Capataz movimiento de tierra	día	0.003986	\$ 30,000	160.7	0.6	6	346
	Jornal	día	0.095	\$ 20,000	160.7	1.0	9	540
CAMA DE ARENA AP	Jornal	día	0.009	\$ 20,000	117.6	1	10	572
INST. TUBOS Y PRUEBAS AP	Maestro gasfiter + ayudante	día	0.020	\$ 50,000	211	4.2	38	2279
INST. GRIFO INCENDIO	Maestro gasfiter + ayudante	día	0.822	\$ 50,000	1	0.8	7	444
RELLENO COMPACTADO AP	Jornal operador de placa	día	0.20	\$ 20,000	40.17	8.0	72	4338
	Jornal palero	día	0.15	\$ 20,000	40.17	6.0	54	3254
ESCARPE ALC	Jornal	día	0.08	\$ 20,000	20.57	1.6	15	889
RETIRO EXCEDENTES ALC	Capataz movimiento de tierra	día	0.0009	\$ 30,000	62.75	0.1	1	30
EXCAVACIÓN ZANJA ALC	Capataz movimiento de tierra	día	0.003986	\$ 30,000	267.44	1.1	10	576
	Jornal	día	0.095	\$ 20,000	267.44	25.4	229	13720
CAMA DE ARENA ALC	Jornal	día	0.009	\$ 20,000	136.5	1.2	11	663
INST. TUBOS Y PRUEBAS ALC	Maestro gasfiter + ayudante	día	0.020	\$ 50,000	211	4.2	38	2279
RELLENO COMPACTADO ALC	Jornal operador de placa	día	0.20	\$ 20,000	66.86	13.4	120	7221
	Jornal palero	día	0.15	\$ 20,000	66.86	10.0	90	5416
C.I. TIPO B	Maestro gasfiter + ayudante	día	0.5	\$ 50,000	5	2.5	23	1350
C.I. TIPO A	Maestro gasfiter + ayudante	día	0.8	\$ 50,000	5	4.0	36	2160
HORMIGÓN EMPLANTILLADO C.I.	Maestro albañil + ayudante	día	0.031	\$ 50,000	0.66	0.020	0.2	11

Fuente: Elaboración propia

4.5. Evaluación del impacto ambiental

El reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental en su artículo número 3, menciona los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, dentro de este artículo menciona los proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales, líquidos o sólidos.

Esta declaración de impacto ambiental deberá permitir al organismo competente evaluar si esta se ajusta a las normas ambientales vigentes tal como lo establece el artículo 2 de la Ley 19.300 y el Artículo 15 letra c) del reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.

Sin embargo, de acuerdo con el artículo número 3 de este reglamento se entenderá por proyectos de saneamiento ambiental al conjunto de obras, servicios, técnicas, dispositivos o piezas comprendidas en soluciones sanitarias, y que correspondan a: los sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario, considerando los procesos intermedios, y que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes.

De lo anterior, se concluye que la Construcción del sistema de agua potable y alcantarillado para la escuela de Peñuelas en la comuna de Valparaíso con una población actual a servir de 253 habitantes no requiere ser ingresado al sistema de evaluación de impacto ambiental.

A pesar de lo preliminar en este capítulo se propondrán las medidas correctivas pertinentes para atenuar los problemas ambientales que se podrían producir con estas obras durante su construcción y operación del proyecto. Dentro de las medidas de mitigación para los impactos ambientales que incita la ejecución de las distintas etapas en este tipo de proyectos tenemos:

Factor ambiental aire

Para solucionar el problema que genera el material particulado en suspensión y sedimentable en temporada de verano se recomienda como medida de mitigación regar las superficies expuestas en lugares de acopio al menos dos veces al día.

Ruido

Debido lo imposible que es reducir a cero los niveles de ruido, durante las labores correspondientes a la ejecución, de las distintas etapas del proyecto, se recomienda considerar la utilización de maquinarias y equipos en buen estado de conservación. No ejecutar trabajos entre las 18:00 y 8:00 horas en invierno y de las 20:00 a las 8:00 horas en verano.

Factor ambiental suelo

Durante la construcción se hace inevitable la ocupación del suelo, por lo tanto, se recomienda:

No invadir terrenos ajenos a las áreas de trabajo, con especial cuidado en las zonas de escuelas y viviendas; manejar en forma adecuada y cuidadosa los escombros y extraer oportunamente los excedentes de materiales provenientes de las excavaciones de acuerdo a lo especificado en los ítems de movimiento de tierras.

Factor ambiental vegetación

Con el propósito de evitar la destrucción innecesaria de la vegetación existente, se recomienda trabajar con el máximo de cuidado posible, a fin de mantener el medio en condiciones lo más inalterable posible.

Factor social (Molestias al sector poblacional y educacional)

La empresa constructora a través del jefe de obra deberá mantener informado a los pobladores para coordinar adecuadamente la ejecución de las obras y evitar quejas, molestias y comentarios. Dar aviso y coordinar con los usuarios de las vías las posibles interrupciones de tránsito. Mantener los accesos vehiculares y peatonales libres de materiales de acopio.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo arrojan que técnicamente es viable abastecer sanitariamente en un 100% a la escuela de Peñuelas mediante la extensión de redes públicas pertenecientes a la empresa concesionaria del sector aun cuando se toma en consideración para el diseño, la incorporación de consumos y caudales pertenecientes a los predios aledaños existentes en el sector hoy en la actualidad.

Con respecto al primer objetivo específico, se pudo establecer un diagnóstico mediante la recopilación bibliográfica e inspección visual en terreno, identificando todos los elementos pertenecientes a la red que se pretende extender, la proyección de caudales y tipos de consumo que presenta la población a sanear.

Para el segundo objetivo específico, se cumple mediante la entrega de una solución técnica establecida a partir del diagnóstico del sector y de la población a sanear. Para el agua potable, es viable técnicamente ya que cumple con todos los parámetros exigidos por la presente normativa vigente asociada a proyectos de este tipo, se proyectó una red con materialidad de PVC diámetro 110 milímetros Clase 10, entregando una presión de servicio disponible de 4 bares lo que equivale a una presión de 40,95 metros de columna de agua a la entrada de la escuela con velocidades que fluctúan entre los 0,6 m/s y los 3 m/s junto a un caudal entregado el cual corresponde al más desfavorable o de diseño con un valor de 0,48 l/s. Para el alcantarillado, dada la dificultad topográfica existente en el sector, se proyectó la extensión del colector público a través del uso de tubos de PVC diámetro 200 milímetros clase 2 y de sifones invertidos en las depresiones existentes del terreno a intervenir con el fin de darle una solución de ingeniería a este tipo de atravesos, lo que lo hace técnicamente factible para abastecer a la población escolar existente con este método empleado.

Para el tercer objetivo específico, se entregó una estimación del costo total de las obras proyectadas las cuales se designaron en el segundo objetivo específico, lo que da cuenta que solo el proyecto de agua potable generará un ahorro anual de \$35.258.400 y mensual de \$2.938.200, lo que se traduce en un financiamiento o más bien una amortización de aproximadamente 1 año y 2 meses para el proyecto completo.

Finalmente, con la solución adoptada se puede dar una solución factible a largo plazo para abastecer sanitariamente de agua potable y alcantarillado a este establecimiento educacional e incluso a los predios aledaños existentes al día de hoy a través del cumplimiento de los 3 objetivos específicos.

Bibliografía

EcuRed, (2016) Placilla de Peñuelas

https://www.ecured.cu/Placilla_de_Pe%C3%B1uelas

El mostrador (15 de febrero del 2022) Desigualdad hídrica en Petorca. Estudio revela que proveedores de agua de camiones aljibe son agricultores de la misma zona.

<https://www.elmostrador.cl/dia/2022/02/15/desigualdad-hidrica-en-petorca-estudio-revela-que-proveedores-de-agua-de-camiones-aljibe-son-agricultores-de-la-misma-zona/#:~:text=El%20precio%20del%20agua%2C%20en,y%20%2417.000%20por%20m3.>

ESVAL (2023) Etapa final estanque de ESVAL

<https://www.esval.cl/personas/noticias/listado-de-noticias/en-etapa-final-nuevo-estanque-de-esval-que-beneficiar%C3%A1-a-m%C3%A1s-de-15-mil-hogares-de-placilla-de-pe%C3%B1uelas/>

ESVAL (2023) Proceso del agua potable

<https://www.esval.cl/personas/agua-y-comunidad/proceso-del-agua/el-proceso-del-agua/agua-potable/>

ESVAL (2023) Proceso del agua servida

<https://www.esval.cl/empresas/agua-y-comunidad/proceso-del-agua/el-proceso-del-agua/agua-servida/>

ESVAL (2021) Tranque la luz Curauma – Placilla

<https://www.esval.cl/personas/noticias/listado-de-noticias/tranque-la-luz/>

Instituto nacional de estadísticas (2019) División político-administrativa y censal, Región de Valparaíso.

<https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/poblaci%C3%B3n-y-vivienda-valpara%C3%ADso.pdf>

Kollner Labraña y CIA Ltda. (2023) Servicio KollNET

<http://www.kollnerlabrana.cl/kollnet.html>

Topographic maps (2023) Mapa topográfico Placilla de Peñuelas

<https://es-cl.topographic-map.com/map-2f5rrr/Placilla-de-Pe%C3%B1uelas/>

Anexos

A través de la página web de Esval se solicitó la factibilidad sanitaria que tiene la escuela la cual explica que este establecimiento se encuentra dentro del territorio operacional de esta concesionaria por lo tanto tiene factibilidad de ser conectado a estas redes públicas a través de una extensión de matriz. En la figura N°12 se muestra el certificado de factibilidad proporcionado por la empresa sanitaria indicando características de la red existente.



CERTIFICADO DE FACTIBILIDAD

N°	127592
Fecha	18/08/2020

Al requerimiento de **FISCO para ESCUELA G 304, "TENIENTE JULIO ALLENDE"** y en respuesta a su solicitud de factibilidad N° 258789 de fecha 22/07/2020, Esval S.A certifica que el inmueble ubicado en **RUTA F-718 (ex camino antiguo a Santiago) S/N°**, rol 9319-25, sector **PLACILLA DE PEÑUELAS**, comuna de **VALPARAÍSO**, se encuentra dentro de su territorio operacional y, en consecuencia, el establecimiento educacional que se proyecta construir tiene factibilidad de ser conectado al servicio público de agua potable y alcantarillado de aguas servidas, debiendo tener presente las siguientes consideraciones:

Conexión de agua potable:

El punto de conexión a las redes de agua potable de Esval S.A será: **la cañería de PVC de 110 mm de diámetro, ubicada en calle EL ALAMO BLANCO esquina calle SIN NOMBRE**. Dado que la propiedad no enfrenta red pública de agua potable el interesado debe construir la extensión de matriz que sea necesaria hasta la propiedad y su conexión se verificará una vez que se ejecuten las obras de extensión de redes. La presión real disponible que la empresa puede mantener en el tiempo en el punto de conexión es de 15 mca, medida a nivel de terreno sobre la tubería para el consumo máximo horario. En todo caso, el interesado debe cumplir con el art. 80° del RIDAA.

Empalme de alcantarillado:

El punto de empalme a las redes de alcantarillado de Esval S.A será: **la cámara ID: 3362674 de la cañería de PVC, de 315 mm. de diámetro, con una profundidad estimada de 2,75 m., ubicada en calle EL ALAMO BLANCO esquina calle SIN NOMBRE**. Dado que la propiedad no enfrenta red pública de alcantarillado el interesado debe construir la extensión de colector que sea necesaria hasta la propiedad y su empalme se verificará una vez que se ejecuten las obras de extensión de redes.

Figura 12: Factibilidad sanitaria agua potable y alcantarillado de ESVAL

Fuente: ESVAL S.A.