

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN REY BALDUINO DE BÉLGICA

**DISEÑO DE SISTEMA DE ELEVACION DE AGUA POTABLE PARA
SATISFACER EL CONSUMO DEL SECTOR CAMINO EL MOLINO EN
CONCEPCION, CHILE**

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero de
Ejecución en Mecánica de Procesos y Mantenimiento
Industrial.

Alumno: Cesar Exequiel Opazo Godoy

Profesor Guía: Eduardo Aracena Cuellar

Agradecimientos

A mi familia, gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí y por ser mi mayor fuente de apoyo. Su confianza y amor incondicional me han dado la fuerza para superar obstáculos y perseguir mis sueños. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi corazón y estoy eternamente agradecido/a por ello.

A mis amigos, mi red de apoyo. Gracias por estar ahí en los buenos y malos momentos, por escucharme, animarme y brindarme su apoyo incondicional. Su amistad ha sido un regalo invaluable y no puedo imaginar mi vida sin ustedes.

A todos aquellos que han estado a mi lado, ya sea de cerca o de lejos, gracias por creer en mí y por alentarme a seguir adelante. Sus palabras de aliento, gestos amables y presencia han sido un faro de luz en mi camino. su confianza en mis habilidades y talentos me ha dado la confianza para enfrentar desafíos y alcanzar mis metas.

En este día de agradecimiento, quiero recordarles lo importantes que son para mí. Su presencia en mi vida ha sido un regalo invaluable y no puedo agradecerles lo suficiente por todo el apoyo y amor que me han brindado.

Resumen

En el presente trabajo de título se diseñará una sistema de elevación de agua para abastecer un sector ubicado en la comuna de concepción, que no cuenta con un suministro de agua potable para su uso constante, actualmente son abastecidos a través de un camión municipal que se encarga de la distribución del agua en el sector, durante época de verano la ruta esta apta para el traslado del vehículo municipal, pero su gran problema es en épocas de lluvia donde el acceso se inhabilita para vehículos de mayor tamaño y su distribución se realiza en vehículos menores, situación que no mantiene una estabilidad del servicio de agua potable, que a su vez genera una disconformidad en los locatarios.

En el primer capítulo se verá el marco teórico que se enfoca en importancia del agua para el uso humano, como también su composición y características químicas y su proceso para potabilizar agua, como también los sistemas de extracción y abastecimiento que actualmente se están utilizando

En el segundo capítulo recopilamos todos los antecedentes disponibles del sector en estudio, sus centros de consumo, fuentes de abastecimientos, localización, situación geográfica, que nos permitieron caracterizar en función de criterios definidos la situación actual. Con los antecedentes obtenidos se presenta la instalación a diseñar y los componentes necesarios para su correcto funcionamiento

En el tercer capítulo se realizará la memoria de cálculo de los equipos y accesorios que lo requieran, también un plano que detalle los equipos y componentes que se utilizaran para el sistema de elevación de agua.

Por último, en el cuarto capitulo se detallarán los costos totales del diseño y sus componentes, evaluando económicamente la propuesta, definiendo a través de un flujo y sus cálculos la rentabilidad que tendrá el proyecto. También algunos métodos de financiamiento.

Índice General

Introducción 1

Objetivo General 2

Objetivos específicos.....2

Planteamiento del problema 2

Motivación 2

1. Marco Teórico 3

1.1. Agua potable.....3

1.2. Características del agua potable 3

1.3. Características químicas 4

1.4 Proceso de potabilización.....5

1.4.1 Captación.....5

1.4.2 Desbaste 5

1.4.3 Desarenado/Predecantación 5

1.4.4 Coagulación y floculación.....5

1.4.5 Proceso de purificación Decantación 6

1.4.6 Filtración 6

1.4.7 Cloración 6

1.4.8 Almacenamiento.....6

1.5 Sistemas de distribución de agua 6

1.5.1 abastecimiento de agua.....6

1.5.2 extracción de aguas subterráneas 8

1.5.3 consumo recomendado 9

2. Antecedentes de situación actual de sector 10

2.1.1 Centros de consumo 10

2.1.2 fuentes de abastecimiento.....11

2.1.3 localización.....11

2.1.4 Situación geográfica 12

2.1.5 encuesta primaria realizada 13

2.1.6 Gráficos de resultados de la encuesta.....13

2.2 Caracterización en función de criterios definidos 16

2.3 instalación a diseñar 16

2.3.1 Instalación tubería 17

2.3.2 P&ID representativo.....19

2.3.3 Elementos necesarios 20

2.3.4 Tubería HDPE 20

2.4 Lista de componentes 21

2.4.1 tubería HDPE 1" & 2".....	22
2.4.2 Válvula de aislamiento.....	22
2.4.3 termómetro bimetálico para tubería.....	23
2.4.4 caudalímetro.....	23
2.4.5 Manómetro.....	24
2.4.6 Válvula de globo roscada HDPE.....	24
2.4.7 Tapping HDPE.....	25
2.4.8 Codos y Acoples HDPE.....	25
2.4.9 Bomba centrífuga.....	26
2.4.10 Indicador/interruptor de nivel.....	26
2.4.11 Tanque de Agua 15.000 litros.....	27
2.4.12 válvula alivio.....	27
2.4.13 Válvula anti-retorno.....	27
3. Memoria de cálculo bomba centrífuga.....	28
3.1 Ecuación de continuidad de flujo.....	28
3.2 Pérdidas de carga en los sistemas (HL).....	29
3.2.1 Pérdida de carga singular.....	29
3.2.2 Pérdida de carga regular.....	30
3.3 Ecuación de Darcy-Weisbach.....	30
3.3.1 Factor de fricción de Darcy.....	31
3.3.2 Diagrama de Moody.....	31
3.3.3 Número de Reynolds.....	32
3.4 Principio de Bernoulli.....	32
3.5 Cálculo de potencia de la bomba centrífuga.....	33
3.6 Teorema de Torricelli.....	34
3.6.1 Datos de tanque de agua.....	36
3.7 Cálculo de Caudal.....	36
4. valoración económica.....	38
4.1 Tabla de Valores.....	38
4.2 costos asociados.....	39
4.3 Tasa interna de retorno.....	39
4.4 Opciones de financiamiento.....	43
4.4.1 Fondos concursables.....	43
4.4.2 Fondos privados.....	44
5. Conclusiones.....	46
6. Bibliografía.....	47
7. Anexos.....	49
7.1 Encuesta de satisfacción.....	49

7.2 Ley N° 20.998 de servicios sanitarios rurales 49

7.3 Estudio impacto ambiental 51

7.4 Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales de Proyectos de Agua Potable 52

7.5 Especificaciones técnicas de bomba centrífuga 55

7.6 Tarifas agua potable 60

7.7 Cotizaciones 61

7.7.1 Cotización bomba centrífuga 61

7.7.2 Cotización componentes 62

7.7.3 Cotización componentes 63

7.7.4 Cotización componentes 64

7.7.5 Cotización estanque.....65

7.7.6 Cotización válvula.....65

7.7.7 Cotización termómetro 66

7.7.8 Cotización estanque abastecimiento.....66

7.7.9 Cotización manómetro 67

7.7.10 Cotización caudalímetro.....67

7.7.11 Cotización válvula retención.....68

índice de figuras

Ilustración 1 Proceso de potabilización.....5

Ilustración 2 Abastecimiento de agua 7

Ilustración 3 Tipos de pozos de agua 9

Ilustración 4 Consumo de agua por día 10

Ilustración 5 Vista satelital 12

Ilustración 6 Vista satelital 2 12

Ilustración 7 Entrada principal 13

Ilustración 8 Propuesta solución 17

Ilustración 9 Zanja para tuberías 18

Ilustración 10 Tubería HDPE 22

Ilustración 11 Válvula de aislamiento 23

Ilustración 12 Termómetro.....23

Ilustración 13 Caudalímetro 24

Ilustración 14 Manómetro 24

Ilustración 15 Válvula de globo roscada HDPE.....25

Ilustración 16 Tapping HDPE 25

Ilustración 17 Acoples roscados.....26

Ilustración 18 Bomba centrífuga 26

Ilustración 19 Indicador de nivel.....	26
Ilustración 20 Tanque 15000 litros	27
Ilustración 21 Válvula alivio	27
Ilustración 22 Diagrama de moody	31
Ilustración 23 Ecuación de bernoulli.....	35
Ilustración 24 Tubería con cambio de sección.....	37
Ilustración 25 Programa mejoramiento de barrios	44
Ilustración 26 Proceso generación de convenios	45

Índice de tablas

Tabla 1 Lista de componentes.....	21
Tabla 2 Datos de tanque de agua.....	36
Tabla 3 Tabla de valores	39
Tabla 4 Flujo de caja	40

Índice de anexos

Anexo 1 Especificaciones técnicas	56
Anexo 2 Curva de prestaciones.....	57
Anexo 3 Dimensiones y peso.....	58
Anexo 4 Curva datos y prestaciones 2	59
Anexo 5 Tafira Essbio.....	60
Anexo 6 Cotización Bomba centrifuga	61
Anexo 7 Cotización componentes.....	62
Anexo 8 Cotización tubería.....	63
Anexo 9 Cotización Componentes.....	64
Anexo 10 Cotización estanque.....	65
Anexo 11 Cotización válvula compuerta	65
Anexo 12 Cotización termómetro bi-metalico	66
Anexo 13 Cotización estanque 15.000 lts	66
Anexo 14 Cotización manómetro.....	67
Anexo 15 Cotización caudalímetro	67
Anexo 16 Cotización válvula retención	68

Sigla y Simbología

mm: milímetros.

cm: centímetros.

m: metros.

W: Watts.

kW: kiloWatts.

kWh: kiloWatts hora.

Q: Caudal.

rpm: Revoluciones por minuto.

A: Área transversal de la tubería

ρ : Densidad.

g: Aceleración de gravedad.

P: Potencia

V: Volt.

A: Ampere.

kVA: kilovatios.

L= Longitud de la tubería

Ps: Perdidas singulares

Pr: Perdidas regulares

F: Factor de fricción de Darcy

D: Diámetro de la tubería

Pf: Presión del fluido

Hw: Total de metros a impulsar

Hl: Perdida de carga en metros

Z: altura del fluido

V= Velocidad del fluido

p:Presión

Introducción

Las redes de agua desempeñan un papel crucial a la hora de garantizar el acceso a agua potable limpia y segura para las comunidades. Son responsables de llevar agua desde su fuente, como ríos, lagos o aguas subterráneas, a hogares, empresas y otros establecimientos. Además, las redes de agua también gestionan la recogida y el tratamiento de aguas residuales, garantizando su eliminación o reciclaje de forma segura.

Las redes de agua constan de varios componentes, incluidas tuberías, bombas, válvulas y tanques de almacenamiento. Estos componentes trabajan juntos para transportar agua de manera eficiente y confiable por toda la red. El tamaño y la complejidad de las redes de agua pueden variar según el tamaño de la comunidad a la que sirven y la ubicación geográfica.

El diseño y la planificación de redes de agua es una tarea compleja que implica considerar factores como el crecimiento de la población, la demanda de agua, la calidad del agua y los requisitos de infraestructura. Los ingenieros y planificadores utilizan software especializado y herramientas de modelado para optimizar el diseño y la operación de las redes de agua, asegurando una distribución eficiente del agua y minimizando el riesgo de escasez o contaminación de agua.

Las redes de agua son esenciales para proporcionar agua limpia y segura a las comunidades y al mismo tiempo gestionar las aguas residuales. El diseño y mantenimiento de estas redes requiere una planificación cuidadosa y la consideración de varios factores. Los avances en tecnología continúan mejorando la gestión de las redes de agua, asegurando una distribución eficiente y sostenible del agua para el futuro.

.

Objetivo General

Diseñar un sistema de elevación de agua en el sector el molino en concepción, en respuesta a la necesidad de un buen sistema de abastecimiento de agua potable en el sector,

Objetivos específicos

1. Caracterizar la situación actual de alimentación de agua en el sector
2. Realizar un estudio técnico para el diseño del sistema.
3. Calcular y dimensionar el sistema de elevación de agua en el sector
4. Evaluar económicamente la propuesta de diseño del sistema

Planteamiento del problema

Este proyecto social nace de la problemática que se presenta en una población un poco alejada del epicentro de la ciudad de concepción, Dicha comunidad no presenta un sistema de agua potable, diariamente está siendo abastecido por personal municipal a través de camiones y camionetas, la realidad del problema se presenta en época invernal, ya que su única vía de acceso es una camino con inclinación considerable, además su superficie no está 100% con pavimento, por lo cual se diseñara un sistema de elevación de agua para abastecer a la pequeña comunidad

Motivación

Mi principal motivación es dar una solución a una necesidad tan básica como es el sistema de agua potable, ya sea para temas de higiene y/o consumo, considerando que un gran porcentaje de la población cuenta con un suministro de agua potable de una manera constante, que no es el caso del sector en estudio.

1. Marco Teórico

En el presente capítulo se desarrolla el mapa conceptual de este trabajo, donde se describen la importancia de una red de agua potable y su evolución durante el tiempo, haciendo énfasis en los sistemas actuales.

1.1. Agua potable

El agua potable es el agua apta para consumo humano, es decir, el agua que puede beberse directamente o usarse para lavar y/o preparar alimentos sin riesgo alguno para la salud.

El agua es sumamente abundante en nuestro planeta, y dado que es el solvente universal, a menudo contiene numerosos elementos y sustancias disueltas en ella, que pueden (o no) ser detectadas a simple vista y modifican (o no) su sabor, color y olor, representando así un peligro potencial para el cuerpo humano.

Por lo tanto, el agua potable no es tan abundante en el planeta, a pesar de que existen mecanismos de potabilización inventados por el hombre, pues de la calidad del agua de una comunidad o nación depende, en gran medida, su salud pública. Numerosos casos de epidemias o intoxicaciones masivas se han debido a la presencia de sustancias tóxicas o agentes infecciosos en ella.

De esta manera, la presencia del agua potable en el mundo está constantemente amenazada por la contaminación del agua, del suelo y del aire, ya que las grandes masas de agua como los mares y océanos no son aptos para el consumo humano, debido a su enorme cantidad de sales disueltas.

1.2. Características del agua potable

De acuerdo a las normativas de la OMS, se establece que el agua potable debe tener un contenido de sales, minerales e iones (sulfatos, cloratos, nitritos, amonio, calcio, fosfato, entre otros) que esté dentro de los rangos aceptados, lo cual supone un pH entre 6,5 y 9,5.

Por otro lado, debe estar lo más libre de bacterias y microorganismos patógenos (virus, etc.), así como de partículas en suspensión y sustancias orgánicas o radiactivas. Esto implica unos estándares de pureza media que la hacen apta para el consumo libre y cotidiano.

1.3. Características químicas

- pH entre 6,5 y 8,5
- Cloro activo residual mínimo: 0,2 mg/l
- Fluoruros (F⁻): 0,9 (límite inferior); 1, 7 (límites superior) en zonas de temperatura media de 10 °C (en zonas más cálidas, los límites son menores)
- Dureza total (como carbonato de calcio): no más de 400 mg /litro
- Contenidos máximos de químicos (en mg/litro):
- Hierro total (Fe): 0,30
- Manganeseo (Mn): 0,10
- Mercurio (Hg): 0,001
- Níquel (Ni): 0,02
- Nitrato (NO₃⁻): 45
- Nitrito (NO₂⁻): 0,10
- Plata (Ag): 0,05
- Plomo (Pb): 0,05
- Selenio (Se): 0,01
- Sulfatos (SO₄⁼): 400
- Amoníaco (NH₄⁺): 0,20
- Aluminio (Al): 0,20
- Arsénico (As): 0,01
- Boro (B): 0,5
- Bromato: 0,01
- Cadmio (Cd): 0,005
- Cianuro (CN⁻): 0,10
- Cinc (Zn): 5,0
- Cloruro (Cl⁻): 350
- Cobre (Cu): 1,00
- Cromo (Cr): 0,05

1.4 Proceso de potabilización



Ilustración 1 Proceso de potabilización

Fuente: Aguasistem

1.4.1 Captación

El agua que se potabiliza se obtiene de ríos, lagos, diques o aguas subterráneas. En el caso de los ríos y lagos, se transporta mediante su propia corriente. En el caso de las aguas subterráneas se traslada mediante bombas de agua.

1.4.2 Desbaste

En esta etapa, se quitan los sólidos grandes que están presentes en el agua (botellas, zapatos, ropa, etc.), esto se hace mediante unas rejillas que están en las plantas de tratamiento de aguas.

1.4.3 Desarenado/Predecantación

Aquí se eliminan la arena del agua y otras partículas con el peso para ser decantadas. Esta fase debe hacerse, para evitar que partículas pequeñas, dañen la maquinaria con que se purifica el agua.

1.4.4 Coagulación y floculación

Para esta etapa, se agrega en el agua una sustancia para coagular partículas pequeñas que están en el agua, con el fin de ser sedimentadas

1.4.5 Proceso de purificación Decantación

En esta fase se disminuye la velocidad del agua, con el objetivo de sedimentar las partículas sólidas que se formaron en el anterior proceso.

1.4.6 Filtración

Estos filtros contienen arena especial, para retener los sólidos más diminutos, que están presentes en el agua. Para esta etapa, el agua ya se encuentra clara.

1.4.7 Cloración

Lo que se procede en esta etapa es desinfectar, esto se realiza mediante cloro, para asegurar la calidad del agua.

1.4.8 Almacenamiento

Después de ser aplicado el cloro, el agua es almacenada para que esté en contacto con el cloro, así la potabilización será más segura.

1.5 Sistemas de distribución de agua

1.5.1 abastecimiento de agua

Los sistemas de abastecimiento de agua son aquellos que permiten que llegue el agua desde las fuentes naturales, sean subterráneas, superficiales o agua de lluvia, hasta el punto de consumo, con la cantidad y calidad requerida. Este conjunto de obras o tecnologías (tuberías, instalaciones y accesorios) están destinadas a conducir, tratar, almacenar y distribuir las aguas desde su fuente hasta los hogares de los usuarios, satisfaciendo así las necesidades de la población. El sistema de abastecimiento de agua se puede clasificar dependiendo del tipo de usuario en urbano o rural. Mientras que los sistemas urbanos son complejos, los sistemas de abastecimientos rurales suelen ser técnicamente más sencillos y no cuentan en su mayoría con redes de distribución, sino que utilizan piletas públicas o llaves para uso común, o conexión domiciliaria o familiar.

Las tecnologías que conforman un sistema de abastecimiento de agua se pueden agrupar dependiendo de la función que cumplen. Estas clasificaciones se denominan grupos funcionales. El agua, desde la fuente, viaja por las diferentes tecnologías correspondientes a los diferentes grupos funcionales, que se deben seleccionar según el contexto. Para diseñar un sistema de agua robusto y funcional, las diferentes tecnologías deben ser compatibles entre ellas y adaptadas a la realidad de la comunidad.

En general, todos los sistemas de abastecimiento contienen los siguientes 4 grupos funcionales



Ilustración 2 Abastecimiento de agua

Fuente: DrinkWater

- 1) captación: son las obras necesarias para captar el agua de la fuente a utilizar. Generalmente se trata de una estructura de concreto, ferrocemento o geomembrana que permite la recepción del agua de un manantial de ladera, río, riachuelo, lago o laguna, o de aguas subterráneas, que luego será distribuido a la población.
- 2) Tratamiento: es el conjunto de estructuras destinadas a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo y uso humano. Este incluye todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera las

características necesarias para que sea apta para su consumo. Los tres objetivos principales de una planta de tratamiento de agua o planta potabilizadora son lograr un agua que sea: segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica. El almacenamiento se refiere a los tanques de reservorios que permiten suministrar el caudal de máximo horario a la red de distribución, manteniendo la presión adecuada.

- 3) Transporte: este es el conjunto de estructuras y elementos encargados de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos los pobladores. Se incluyen válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo.
- 4) Entrega y manejo seguro: Son las tecnologías y buenas prácticas que mantienen y, en algunos casos, mejoran la calidad microbiológica del agua domiciliaria, disminuyendo así la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua. Se incluyen varios métodos de tratamientos físicos y químicos. Asimismo, el almacenamiento de agua seguro abarca la utilización de recipientes y contenedores limpios y cubiertos, así como la adopción de comportamientos de higiene apropiados que prevengan la contaminación en el momento de recoger, transportar y almacenar el agua en el hogar.

1.5.2 extracción de aguas subterráneas

Algunas condiciones permiten la extracción natural de estas reservas de agua mediante figuras como manantiales, ríos o mares, sin embargo, Las crecientes necesidades hidrológicas de la población humana, ha llevado a concebir formas artificiales de captación para conseguir cantidades que permitan cumplir con las tareas domésticas, industriales y de riego. En este sentido, la construcción de perforaciones verticales o pozos que permiten disponer de las reservas subterráneas resulta una herramienta suficientemente útil.

Para la extracción de aguas subterráneas de los acuíferos existen tres tipos de pozos:

- Pozo Clavado: es cuando un tubo perforado bombea agua en la capa freática.

- Pozo Incado: es cuando se excava verticalmente hasta la capa freática utilizando diferentes técnicas.
- Pozo Perforado: se usan sistemas de percusión o rotación llegando a profundidades hasta 50 metros.

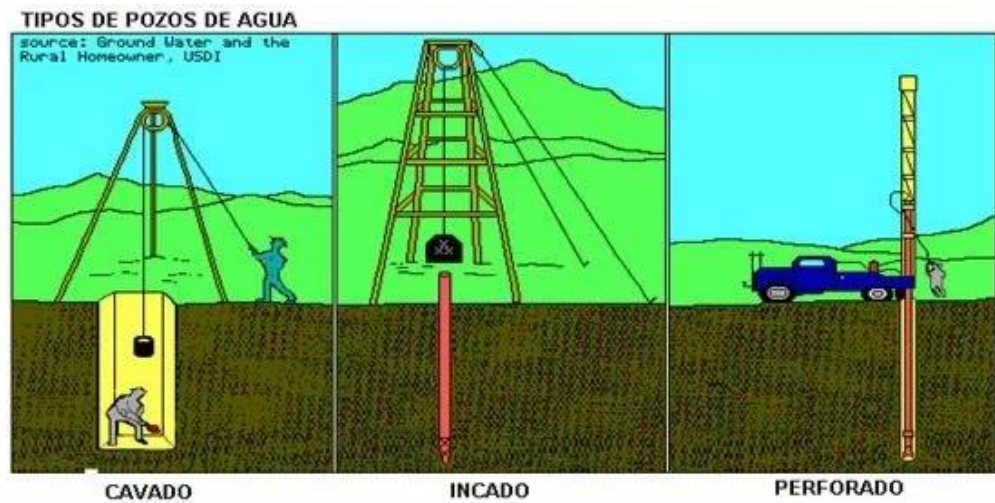


Ilustración 3 Tipos de pozos de agua

Fuente: Wáter.usgs

1.5.3 consumo recomendado

Según la OMS las necesidades de líquido dependen del peso de la persona y de la etapa de vida de cada uno. La recomendación general diaria para un adulto es de 2 a 2,5 litros (basado en adulto promedio de 70 kilos, 15-20 ml/kg de peso), y en niños es de 1 a 1,5 litros (basado en aportes de 50-60 ml/kg de peso). De todas formas, se recomiendan aportes especiales en grupos específicos como deportistas, mujeres en etapa de lactancia, dietas hiperproteicas y enfermedades con riesgo. Pero como sabemos que el agua no solo se utiliza para beber ya que cumple con otras funciones esenciales para el uso diario, la OMS dice que el uso promedio de agua por persona es entre 100-150 Litros diarios.

Actualmente en el sector afectado por la falta de sistema de agua potable a través de cañerías recibe 100 litros diarios por integrante de la familia, supliendo las necesidades básicas que se presentan en el hogar, en Chile el consumo promedio de consumo de agua es de 150-170 litros por persona, por lo cual estas 30 familias están recibiendo una menor cantidad que el promedio nacional.



Ilustración 4 Consumo de agua por día

Fuente: Dypro

2. Antecedentes de situación actual de sector

2.1.1 Centros de consumo

A través de un estudio realizado en el lugar que se va a realizar el proyecto se detectó que actualmente existen 30 familias en el sector afectado, las cuales reciben agua a través del camión municipal en las que nos enfocar en esta propuesta, cada grupo familiar necesita una distinta cantidad de agua, esto varía según el número de integrantes que conforman a cada núcleo familiar, estos están constituidas de la siguiente manera.

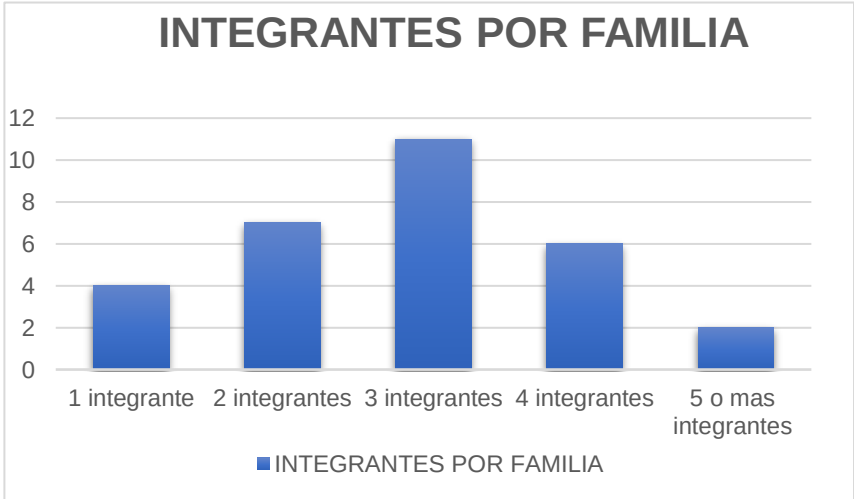


Gráfico 1 Integrantes por familia

Fuente: Encuesta primaria

2.1.2 fuentes de abastecimiento

Actualmente existen varias fuentes de abastecimiento, a través de la encuesta realizada a los locatarios del sector “Calle el molino” logramos identificar varias formas de abastecimiento, no solo a través del camión municipal como se mencionaba anteriormente, inicialmente se realiza un catastro y los datos obtenidos son 30 familias que requieren el servicio municipal. También se identificaron otras redes de alimentación de agua, como lo son la extracción de aguas subterráneas y agua envasada adquirida en el comercio

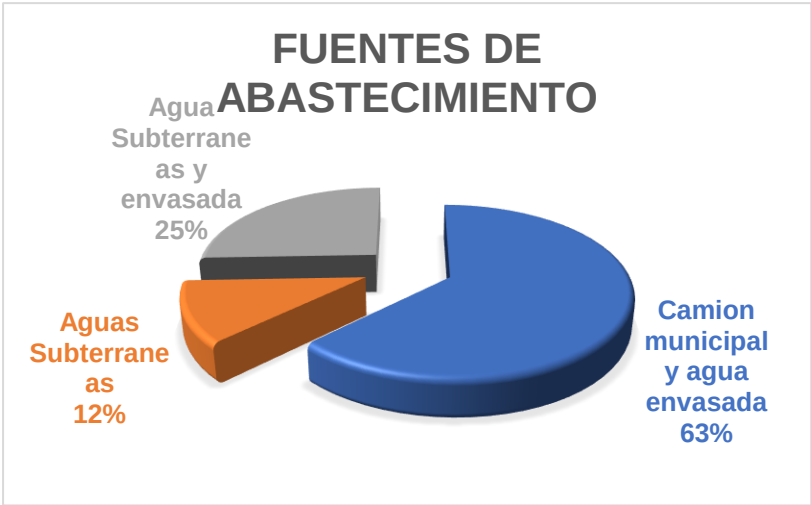


Gráfico 2 Fuentes de abastecimiento

Fuente: Encuesta primaria

2.1.3 localización

Sector calle el molino se encuentra en los alrededores de la ciudad de concepción precisamente en Oeste -36.832341, Norte -73.013741 y su elevación general son 100 metros sobre el nivel del mar

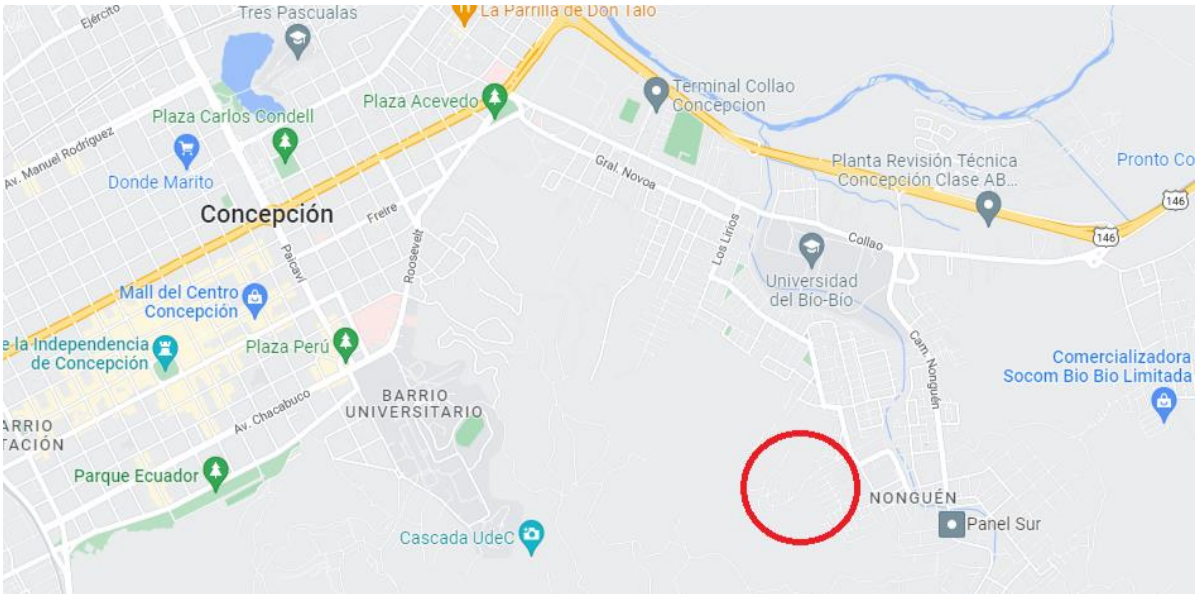


Ilustración 5 Vista satelital
Fuente: GoogleMaps



Ilustración 6 Vista satelital 2
Fuente: GoogleMaps

2.1.4 Situación geográfica

Actualmente el sector en estudio se caracteriza por su mal acceso a pesar de estar pocos km del centro de concepción, esto ocurre porque no cuentan con un camino de pavimento estable y además por su gran inclinación, debido a este problema, se hace

difícil el abastecimiento de agua potable a través de camiones de mayor tamaño, para solamente realizar un viaje y abastecer a toda la comunidad. Por ende, las medidas tomadas por la municipalidad son realizar la entrega o abastecimiento de agua por medio de vehículos medianos adaptados para transportar un estanque de agua que 1000 Litros y realizar esta operación las veces suficientes para abastecer al sector. Una gran problemática que se presenta es en los días lluviosos por su situación geográfica, se hace aún más complejo el abastecimiento dejando en ocasiones a los vecinos del sector sin el suministro básico de agua potable.



Ilustración 7 Entrada principal
Fuente: GoogleMaps

2.1.5 encuesta primaria¹ realizada

Para recoger la percepción sobre suministro de agua se diseñó y aplicó una encuesta de tipo cualitativa cuyos resultados se muestran a continuación

2.1.6 Gráficos de resultados de la encuesta

¹ El formulario de encuesta revisar anexo

Con un alto porcentaje de participación de los pobladores en la encuesta se obtuvieron los siguientes resultados, que fueron graficados para cuantificar con mayor facilidad

1-

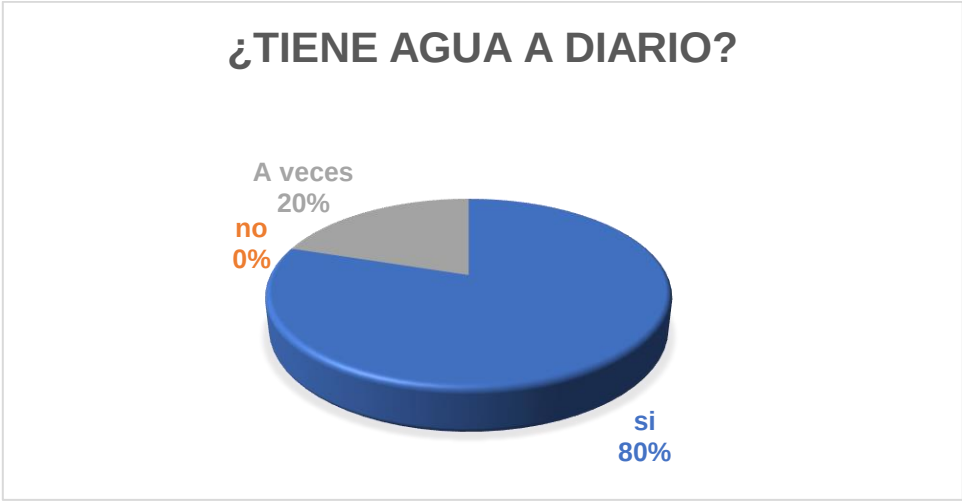


Gráfico 3 Resultado encuesta primaria
Fuente: Encuesta primaria

2-

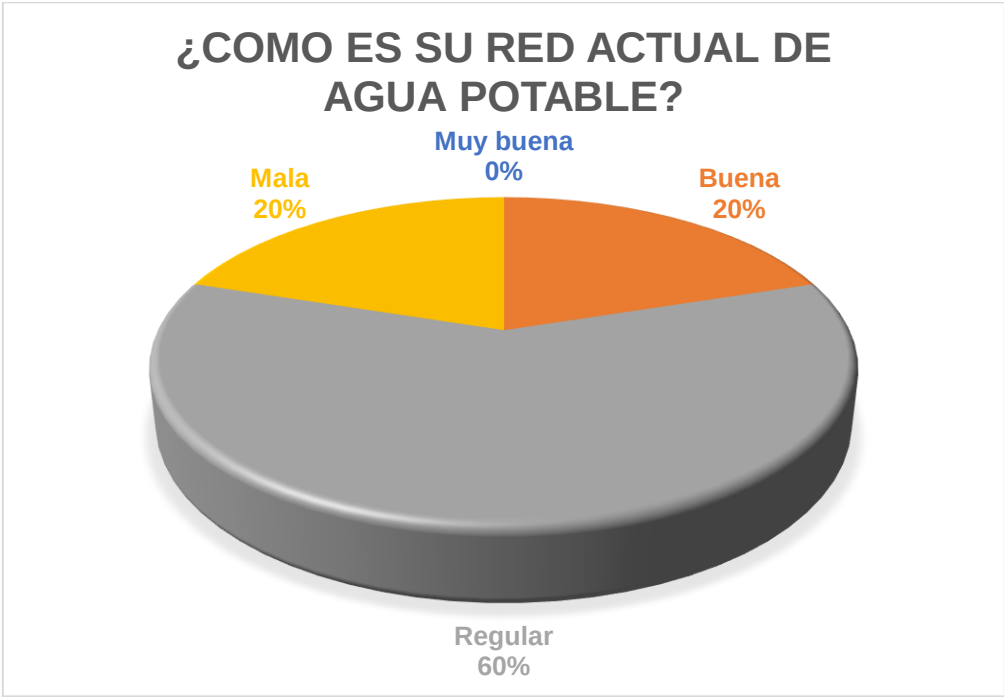


Gráfico 4 Resultado encuesta primaria
Fuente: Encuesta primaria

3-



Gráfico 5 Resultado encuesta primaria
Fuente: Encuesta primaria

4-

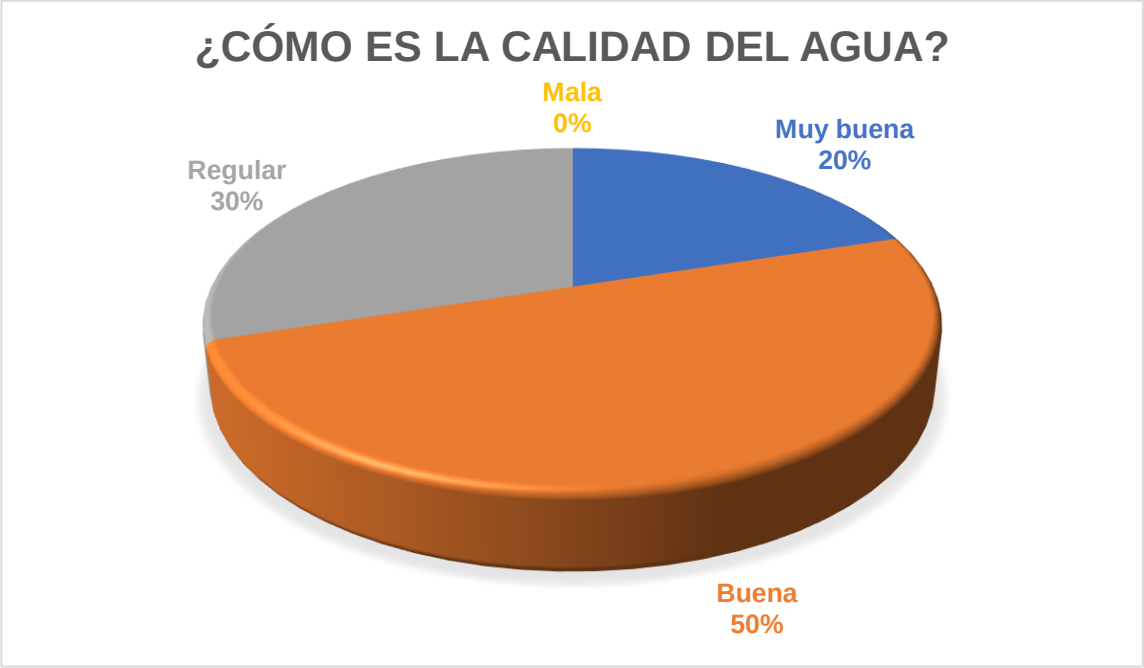


Gráfico 6 Resultado encuesta primaria
Fuente: Encuesta primaria

5-

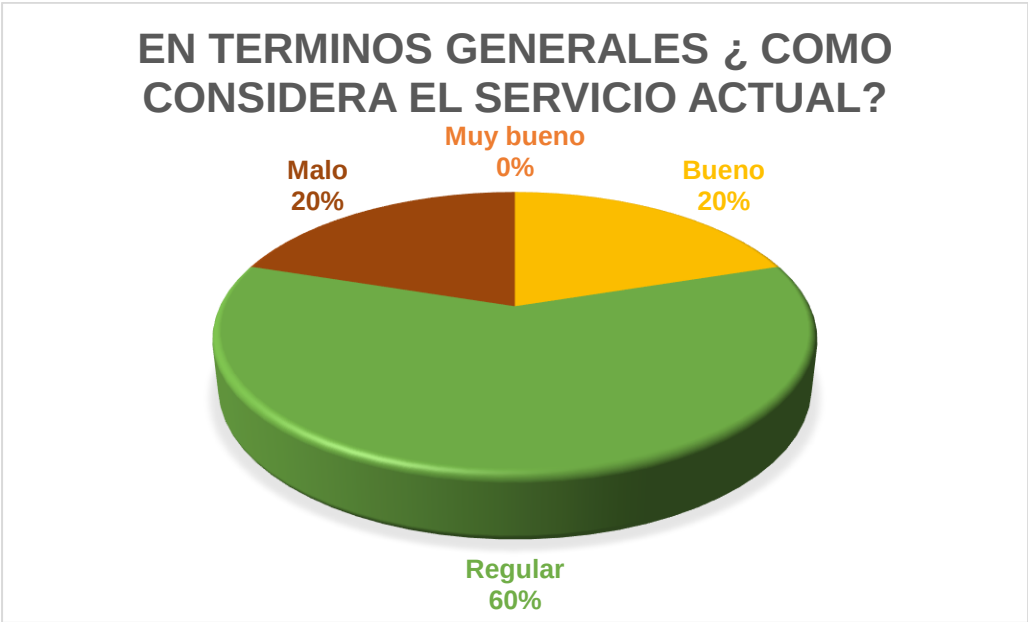


Gráfico 7 Resultado encuesta primaria
Fuente: Encuesta primaria

2.2 Caracterización en función de criterios definidos

Según lo que se observa como resultado de los puntos estudiados (Centro de consumo, Consumo familiar, Fuentes de abastecimiento, Situación geográfica, Encuesta inicial) entonces podemos decir que el sector en estudio se caracteriza por un déficit en cantidad y calidad de agua potable de tipo corriente es decir, las familias no cuentan hoy con centros de abastecimiento en sus propios hogares lo que justifica o sustenta la repartición de agua través de vehículos municipales de menor tamaño, otra característica es que el acceso al agua se realiza mediante reparto en vehículos medianos adaptados para tales fines, sujeto esto a una frecuencia diaria, con varia subidas al sector para completar el abastecimiento, dado que el acceso a este sector se encuentra con una inclinación considerable, además de no ser un camino con pavimento estable. Por lo tanto, nuestra idea inicial de diseñar un sistema para la elevación de agua para el sector se vuelve más tangible, se constituye en una idea mucho más factible dada la situación actual en cuanto a las características que tiene esta área, que como reiteramos, no tiene un abastecimiento continuo sistematizado a través de red de distribución de agua, por lo cual los locatarios de este sector se encuentran mayormente disconformes con su situación actual de abastecimiento.

2.3 instalación a diseñar

La instalación para diseñar corresponde a la de una red de abastecimiento de agua potable, constituye un conjunto de tuberías de diferentes diámetros que permiten el transporte desde un tanque inicial(A) con altura de 0 metros hasta un tanque(B) con diferencia de altura de 100 metros con respecto al tanque “A”, el transporte de agua se impulsará por las tuberías a través de una bomba centrífuga, distribuyendo desde el tanque B hasta los centros de consumo que se mencionados anteriormente (30), generando la satisfacción de los consumidores con un servicio de agua potable mejor que el actual. El tanque A estará al comienzo del camino (figura 1.7), donde no se le dificulta al camión aljibe descargar el agua, debido a la inclinación de la ruta, el tanque B estará en la parte más alta del camino.

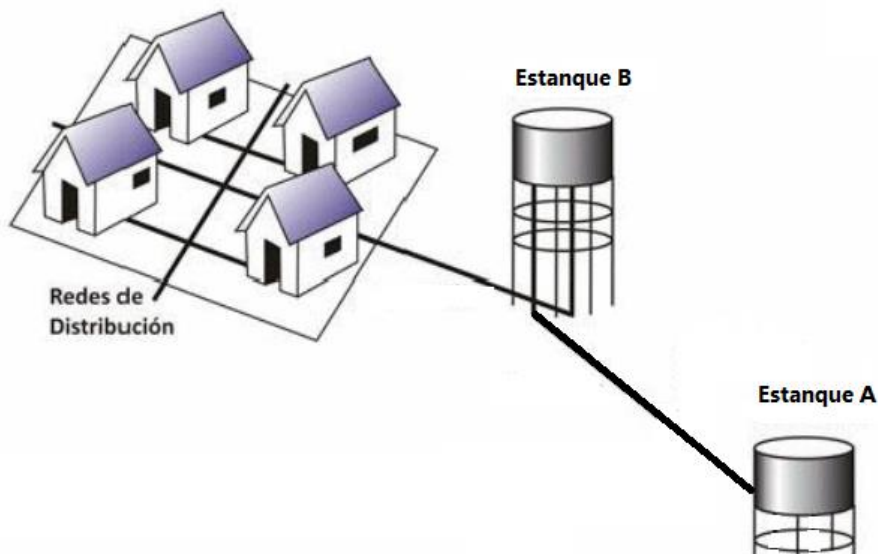


Ilustración 8 Propuesta solución

Fuente: Slideshare

2.3.1 Instalación tubería

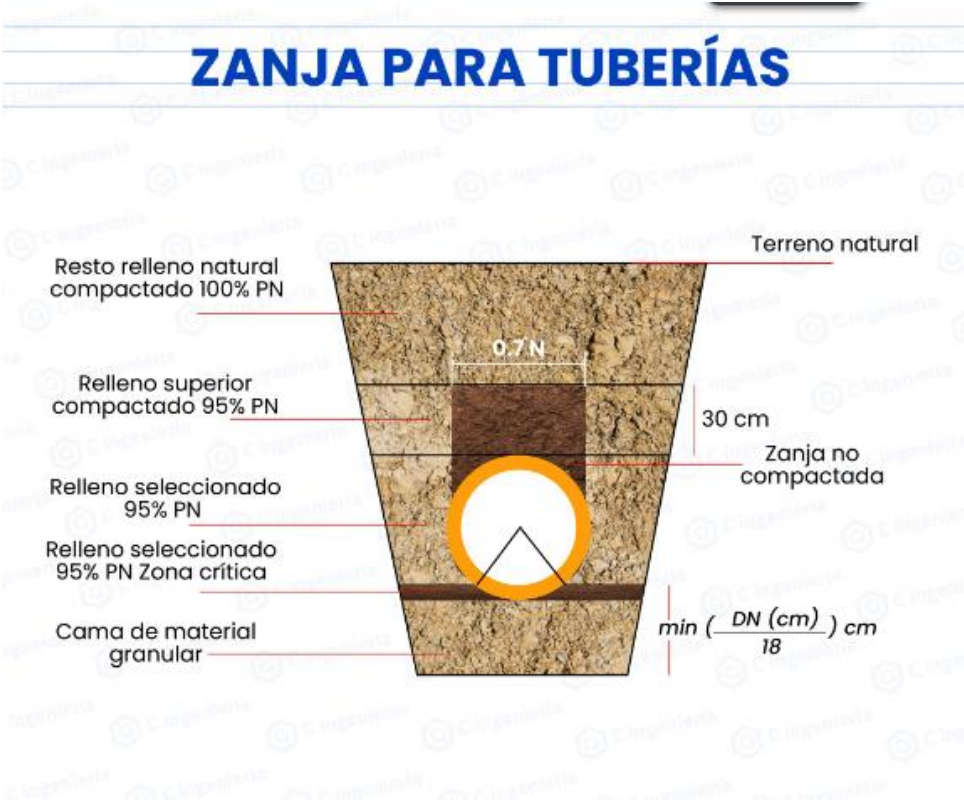
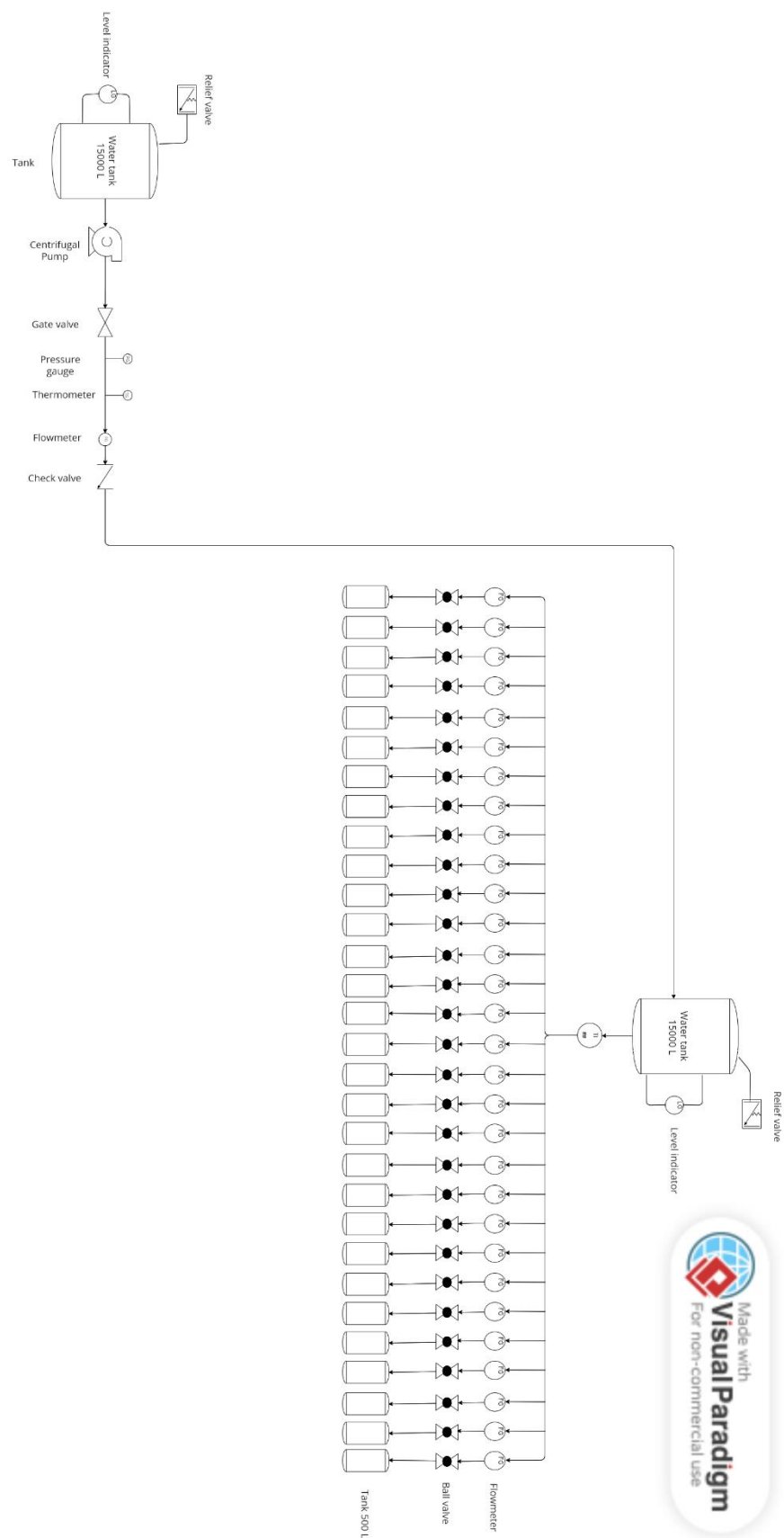


Ilustración 9 Zanja para tuberías
Fuente: Aristegi maquinaria

2.3.2 P&ID representativo



2.3.3 Elementos necesarios

El diseño del sistema se constituye de una gran cantidad componentes, con el fin de optimizar y dar una garantía de que la calidad del agua va a permanecer tal cual, durante todo el proceso de transporte, algunos de estos componentes requieren un cálculo para garantizar su funcionamiento, específicamente la bomba centrífuga, que se detallara más adelante

2.3.4 Tubería HDPE

Actualmente las compañías encargadas del almacenamiento y distribución de agua en Chile están renovando sus redes de agua potable, por un material mas duradero y con mayor flexibilidad.

El polietileno de alta densidad (HDPE, PEHD o PEAD) es un polímero termoplástico producido a partir del monómero etileno. A veces se le llama "alcateno" o "polietileno" cuando se usa para tuberías de HDPE. Con una alta relación resistencia-densidad, el HDPE se utiliza en la producción de botellas de plástico, tuberías resistentes a la corrosión, geomembranas y madera plástica. El HDPE se recicla comúnmente y tiene el número "2" como código de identificación de la resina. A diferencia del LDPE, que es más flexible por la presencia de ramificaciones de hasta cuatro carbonos, el HDPE es más rígido por no tener cadenas laterales.

El HDPE es conocido por su alta relación resistencia-densidad. La densidad del HDPE oscila entre 930 y 970 kg/m³. El método estándar para probar la densidad plástica es la ISO 1183 parte 2 (columnas de gradiente), alternativamente la ISO 1183 parte 1 (analizador de densidad MVS2PRO). Aunque la densidad del HDPE es solo marginalmente más alta que la del polietileno de baja densidad, el HDPE tiene poca ramificación, lo que le otorga fuerzas intermoleculares y resistencia a la tracción más fuertes (38 MPa frente a 21 MPa) que el LDPE. La diferencia de fuerza supera la diferencia de densidad, dando al HDPE una fuerza específica más alta. También es más duro y opaco y puede soportar temperaturas algo más altas (120 °C/248 °F por períodos cortos).

Es resistente a muchos solventes, por lo que no se puede pegar mediante químicos, las uniones de las tuberías deben realizarse mediante soldadura por termofusión.

Las propiedades físicas del HDPE pueden variar según el proceso de moldeo que se utilice, un factor determinante son los métodos de prueba estandarizados internacionales empleados para identificar estas propiedades para un proceso específico. Por ejemplo, en el moldeo rotacional, para identificar la resistencia al agrietamiento por estrés ambiental de una muestra, se utiliza la prueba de carga de tracción constante con muescas (NCTL, del inglés notched constant tensile load test).

Debido a estas propiedades, las tuberías construidas con HDPE son ideales para agua potable y aguas residuales.

2.4 Lista de componentes

Componentes	Tipo	Cantidad
Tanque de agua	15 000 LITROS	2
Termómetro	bimetálico	2
válvula de aislamiento	PN10	2
válvula de globo	Roscada HDPE 1”	30
Bomba	Centrifuga	1
Caudalímetro	análogo	32
Manómetro	análogo	2
Tubería	HDPE 2”	200 metros
Tapping	HDPE 2” a 1”	30
tubería	HDPE 1”	300 metros
Acoples	Roscado HDPE 1”	x
Válvula de Alivio	2”	2
Indicador de nivel	Análogo	2
Válvula antirretorno	2”	1

Tabla 1 Lista de componentes

2.4.1 tubería HDPE 1" & 2"

El HDPE toma su denominación de sus siglas en inglés (High Density Polyethylene) y a veces también es llamado PEAD (Polietileno de Alta Densidad). Entre sus características están su ligereza, su flexibilidad, incluso con temperaturas bajas y su alta resistencia a los impactos.



Ilustración 10 Tubería HDPE

Fuente: Pipping thing

2.4.2 Válvula de aislamiento

Las Válvulas de Aislamiento o cierre son aquellas cuyo diseño está concebido para la interrupción del flujo interno mediante un órgano de cierre mecánico.

Las Válvulas de Aislamiento Lineal son aquellas cuyo movimiento del eje se realiza de forma vertical desde arriba hacia abajo para la acción de cierre y de abajo hacia arriba para la acción de apertura. Se caracterizan por ser movimientos de cierre y apertura lentos y accionados por volante multi-vuelta. Son imprescindibles cuando se trate de manejar fluidos compresibles como el vapor con el fin de que el cierre lento no provoque fenómenos hidráulicos que pudiesen dañar la válvula y el sistema general.



Ilustración 11 Válvula de aislamiento

Fuente: Hydrocenter

2.4.3 termómetro bimetálico para tubería.

Es un instrumento que mide la temperatura mediante el coeficiente de dilatación entre 2 láminas metálicas.

El termómetro bimetálico determina la temperatura aprovechando el desigual coeficiente de dilatación entre dos láminas de diferentes metales, unidas rígidamente, a lo cual se le denomina lamina bimetálica. De este modo, las 2 láminas se expandan a diferentes temperaturas generando un arco, lo cual permite medir la temperatura.



Ilustración 12 Termómetro

Fuente: Hydrocenter

2.4.4 caudalímetro

Un caudalímetro es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico y suele colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido.



Ilustración 13 Caudalímetro

Fuente: Hydrocenter

2.4.5 Manómetro

Un manómetro de presión es un indicador analógico utilizado para medir la presión de un gas o líquido, como agua, aceite o aire. A diferencia de los transductores de presión tradicionales, estos son dispositivos analógicos con un dial circular y un puntero accionado mecánicamente que han estado en uso durante décadas.



Ilustración 14 Manómetro

Fuente: veto.cl

2.4.6 Válvula de globo roscada HDPE

Las válvulas de globo permiten regular o estrangular el fluido a medida que un pistón asciende o desciende a través del paso del fluido, que sube y baja en el interior del cuerpo de la válvula, ofrecen un cierre hermético cuando el asiento es flexible.



Ilustración 15 Válvula de globo roscada HDPE

Fuente: Gelix.sa

2.4.7 Tapping HDPE

Componente de sistema que permite distribuir el fluido hacia una tubería de otro diámetro



Ilustración 16 Tapping HDPE

Fuente: Megacenter.spa

2.4.8 Codos y Acoples HDPE

Accesorios de HDPE roscados que facilitan la instalación y disminuyen los costos de instalación



Ilustración 17 Acoples roscados
Fuente: Gelix.sa

2.4.9 Bomba centrífuga

La bomba centrífuga, debido a sus características, conforman la clase de bombas hidráulicas de más aplicación dentro de la industria ya que son las más utilizadas para bombear líquidos en general y permiten movilizar grandes cantidades de agua.



Ilustración 18 Bomba centrífuga
Fuente: Protecnica.sa

2.4.10 Indicador/interruptor de nivel



Ilustración 19 Indicador de nivel
Fuente: Medición y control

2.4.11 Tanque de Agua 15.000 litros



Ilustración 20 Tanque 15000 litros

Fuente: Tupel.cl

2.4.12 válvula alivio

La válvula relief, también conocidas como válvulas de alivio, son herramientas esenciales para proteger los sistemas contra excesos de presión. Están diseñadas para liberar el exceso de presión cuando un fluido supera un límite preestablecido. Su función es evitar accidentes como explosiones o fallos en equipos o tuberías debido a un exceso de presión.



Ilustración 21 Válvula alivio

Fuente: Hical.cl

2.4.13 Válvula anti-retorno

3. Memoria de cálculo bomba centrífuga

3.1 Ecuación de continuidad de flujo

La conservación de la masa de fluido a través de dos secciones (sean éstas A_1 y A_2) de un conducto (tubería) o tubo de corriente establece que la masa que entra es igual a la masa que sale.

Definición de tubo de corriente: superficie formada por las líneas de corriente.
Corolario: solo hay flujo de corriente si V es diferente de 0.

La ecuación de continuidad se puede expresar como:

- $P_1 * A_1 * V_1 = P_2 * A_2 * V_2$

Cuando $P_1 = P_2$, que es el caso general tratándose de agua y flujo en régimen permanente, se tiene que:

- $A_1 * V_1 = A_2 * V_2$

O de otra forma:

- $Q_1 = Q_2$

Donde el cálculo del caudal de agua viene expresado por la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A$$

Q = caudal (m^3/s)

V = velocidad (m/s)

A = área transversal del tubo de corriente o conducto (m^2/s)

P = Presión (n/m^2)

Datos:

$$Q = 250 \text{ l/min} = 0,0041 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Diámetro} = 2'' = 0.0508 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi 0,0508^2 \text{ m}}{4} = 0,00202 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0,0041 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,00202 \text{ m}^2} = 2,028 \text{ m/s}$$

3.2 Pérdidas de carga en los sistemas (HL)

En todo sistema donde es transportado un fluido, sin importar sus propiedades, (estructura química, densidad, viscosidad, fricción) existen factores de tipo interno y externo, los cuales tienen una incidencia directa en su el comportamiento de un fluido.

La pérdida de carga se puede clasificar en dos tipos:

$$P_s + P_r = H_L$$

3.2.1 Pérdida de carga singular

Cuando en el circuito existen una gran cantidad de accesorios o componentes, los cuales por efectos de su construcción geométrica generan una oposición parcial al fluido, provocando baja de presión.

Los fabricantes estipulan sus propios factores de fricción según el tipo de su lo componente, construcción, geometría y parámetros de trabajo, a este factor se le llama **factor de fricción “K”**, el “K” tiene como variable de cálculo; Velocidad – gravedad – factor de fricción.

Su ecuación alude a la velocidad cinética de un fluido y se expresa de la siguiente forma:

$$P_s = K \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

$$P_s = (0.90 * 3) + (10) + (1.5 * 2) \frac{2,028^2 m}{2 * 9,81 \frac{m}{s^2}} = 3.28 m$$

3.2.2 Pérdida de carga regular

Otra condición importante está relacionada al ducto en el cual fluido es transportado dentro del sistema, en este tipo de pérdidas están asociadas a el material del cual está conformado el ducto y su longitud, esto ocurre por la oposición que se generan las paredes internas de la tubería (rugosidad) con respecto al fluido.

3.3 Ecuación de Darcy-Weisbach

Esta ecuación permite la evaluación apropiada del efecto de cada uno de los factores que inciden en la pérdida de energía en una tubería. Es una de las pocas expresiones que agrupan estos factores

La forma general de la Ecuación de Darcy-Weisbach en función de la velocidad del fluido circulante, es:

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

L= Longitud de la tubería

f=Factor de fricción de Darcy

D= Diámetro de la tubería

V= Velocidad del fluido

G= aceleración de gravedad

$$Pr = 0,038 \frac{\frac{150m \cdot 2,020^2 m}{s}}{0,0508m \cdot 9,81 \frac{m^2}{s^2} \cdot 2} = 23,52 m$$

3.3.1 Factor de fricción de Darcy

El factor de fricción “*f*” es un parámetro adimensional que se utiliza en dinámica de fluidos para calcular la pérdida de carga en una tubería debido a la fricción.

El cálculo del factor de fricción y la influencia de dos parámetros (número de Reynolds y rugosidad relativa). Con estos datos se busca en el diagrama de moody el factor de fricción además se puede determinar el tipo de régimen de flujo.

3.3.2 Diagrama de Moody

El diagrama de Moody es la representación gráfica en escala doblemente logarítmica del factor de fricción en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa de una tubería, diagrama hecho por Lewis Ferry Moody.

En la ecuación de Darcy-Weisbach aparece el término que representa el factor de fricción de Darcy, conocido también como coeficiente de fricción. El cálculo de este coeficiente no es inmediato y no existe una única fórmula para calcularlo en todas las situaciones posibles.

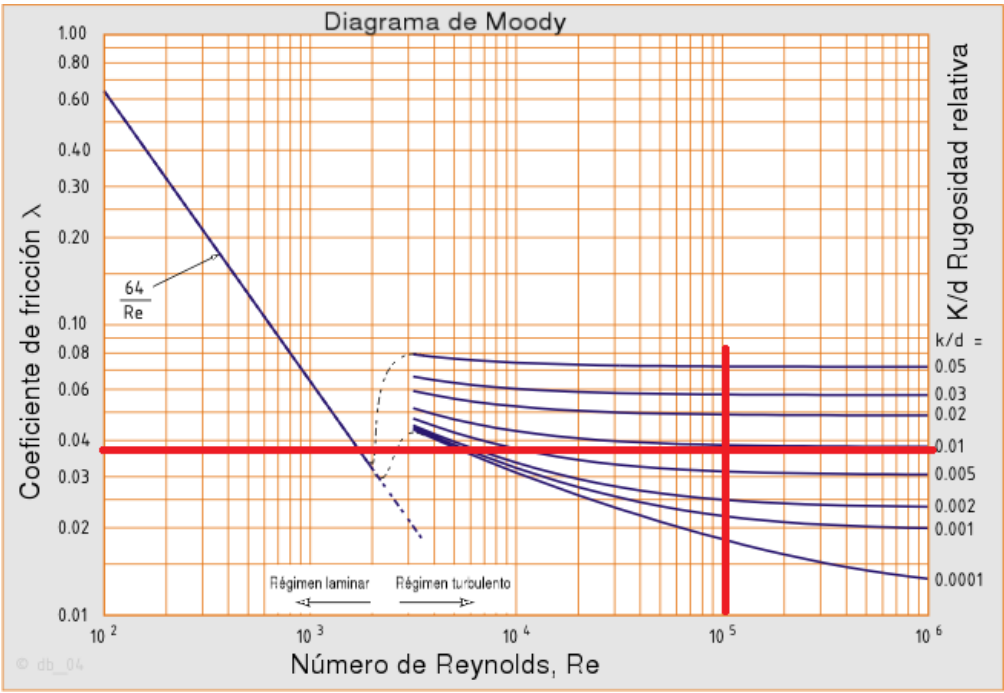


Ilustración 22 Diagrama de moody
Fuente: thermal-engineering.org

Factor de Fricción = 0,038

3.3.3 Numero de Reynolds

El número de Reynolds se define como la relación entre las fuerzas inerciales (o convectivas, dependiendo del autor) y las fuerzas viscosas presentes en un fluido. Éste relaciona la densidad, viscosidad, velocidad y dimensión típica de un flujo en una expresión adimensional, que interviene en numerosos problemas de dinámica de fluidos. Dicho número o combinación adimensional aparece en muchos casos relacionado con el hecho de que el flujo pueda considerarse laminar (número de Reynolds pequeño) o turbulento (número de Reynolds grande).

La expresión general del número de Reynolds es:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

ρ =Densidad del fluido

V=Velocidad del fluido

D=Diámetro interior de la tubería

μ =Viscosidad dinámica (pa*s)

$$Re = \frac{\frac{997 \text{ kg}}{\text{m}^3} 2,028 \frac{\text{m}}{\text{s}} 0,0508 \text{ m}}{0,001 \text{ Pa s}} = 1 * 10^5$$

3.4 Principio de Bernoulli

En dinámica de fluidos, el principio de Bernoulli, también denominado ecuación de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente.

El principio de Bernoulli se puede aplicar a varios tipos de flujo de fluidos que dan como resultado varias formas de la ecuación de Bernoulli por lo que hay diferentes formas de la ecuación de Bernoulli para diferentes tipos de flujo. La forma simple de la ecuación de Bernoulli es válida para flujos incompresibles

Ecuación de Bernoulli con fricción y trabajo externo:

La ecuación de Bernoulli es aplicable a fluidos no viscosos, a partir de la conservación de la Cantidad de movimiento para fluidos incompresibles se puede escribir una forma más general que tiene en cuenta fricción y trabajo:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + HW - HL = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2$$

V = Velocidad del fluido

P = Presión del fluido

G= Gravedad

HW= Total de metros a impulsar

HL= Perdidas de carga en metros (regulares + singulares)

Z= altura del fluido

γ =Densidad del fluido

- Como las velocidades del tanque 1 y el tanque 2 son 0, Se anulan en la ecuación
- Como los tanques no son presurizados sus presiones son 0 por lo cual también se anulan

Para nuestro caso la ecuación quedaría planteada de la siguiente manera

$$Z_1 + HW - HL = Z_2$$

$$HW = (Z_2 - Z_1) + HL$$

$$HW = (100m - 0m) + (23,52m + 3,28m) = 126,8(m)$$

3.5 Calculo de potencia de la bomba centrífuga:

$$P T = \rho Q g H W$$

ρ = densidad (kg/m³)

G= Aceleración de gravedad (m/s²)

Q= caudal del fluido (m³/s)

HW= Carga en la bomba, en otros términos, Altura a impulsar el fluido (m)

PT=Potencia teórica (Vatios)

$$P_t = \frac{997 \text{ kg}}{\text{m}^3} 0, \frac{0041 \text{ m}^3}{\text{s}} 9, \frac{81 \text{ m}}{\text{s}^2} 126,8 \text{ m} = 5084,7 \text{ w}$$

$$= 6,81 \text{ HP}$$

- La potencia que debe tener la bomba para impulsar el fluido sin problemas debe ser superior a 6,81 HP

3.6 Teorema de Torricelli

La física ha sido una ciencia considerada como un pilar dentro de la ingeniería. Esta ha permitido la resolución de distintas incógnitas dentro del universo. El principio de Torricelli ha sido uno de los postulados esenciales para resolver estas dudas, siendo de gran utilidad en el estudio del comportamiento de los fluidos. Y todo esto es posible cuando se trabaja de la mano con el principio de la mecánica de fluidos. De manera general, se establece que permite determina el comportamiento de un fluido mientras este se encuentra en movimiento dentro de un sistema cerrado.

Pero es a través del principio de Bernoulli, que se puede dar forma a este teorema. Y se tiene a partir de este que todo fluido a estudiar debe contar con dos características: no hay viscosidad y tampoco rozamiento. Cuando se conoce que se cumplen ambos, entonces se dice que el fluido es ideal. Pero también se determina que su energía siempre permanece constante, teniendo que esta es el resultado de la suma de: energía cinética, energía gravitacional y energía de presión.

Todos estos detalles, dan pie a la formulación del principio de Torricelli. Se define de esta manera que el teorema se centra en el estudio de un fluido contenido en un recipiente y este fluye a través de un orificio por efecto de una fuerza gravitacional. Finalmente, se considera como un método que permite calcular la velocidad de salida del líquido por el orificio. Cuando Torricelli presentó su postulado, no se mostró importancia alguna, por lo que terminó siendo olvidado. Fue Bernoulli quien se encargó de comprobar que era válido, haciendo sus propios aportes en torno a este. Así se concluyó que ambos principios trabajan conjuntamente.

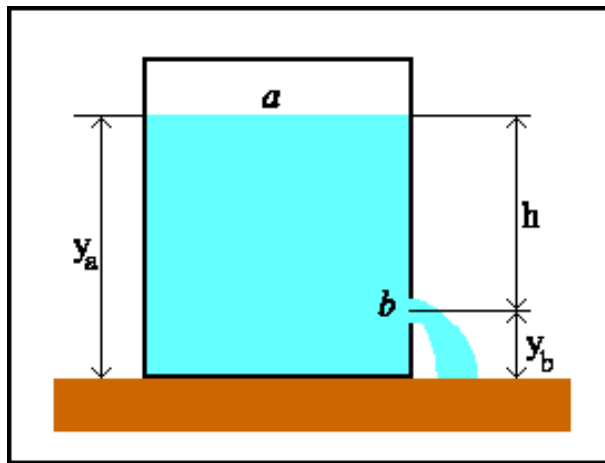


Ilustración 23 Ecuación de Bernoulli

Fuente: Pnge

matemáticamente la ecuación de Bernoulli se describe como:

$$VT = \sqrt{2 * g * \left(H + \frac{V^2}{2 * g} \right)}$$

Donde:

- VT es la velocidad teórica del líquido a la salida del orificio
- V es la velocidad de aproximación o inicial.
- H es la distancia desde la superficie del líquido al centro del orificio.
- g es la aceleración de la gravedad

Para velocidades de aproximación bajas, la mayoría de los casos, la expresión anterior se transforma en:

$$VR = Cv \sqrt{2 * g * h}$$

Donde:

- VR es la velocidad real media del líquido a la salida del orificio
- Cv es el coeficiente de velocidad. Para cálculos preliminares en aberturas de pared delgada puede admitirse 0,95 en el caso más desfavorable.

Tomando Cv = 1

$$VR = \sqrt{2 * g * h}$$

3.6.1 Datos de tanque de agua

Marca	Aguatank
línea	Vertical
Capacidad	15.000 litro
Diámetro	2.40 metros
Altura	3 metros
Reforzamiento	Estándar
Reforzamiento	20%
Reforzamiento	40%

Tabla 2 Datos de tanque de agua

3.7 Calculo de Caudal

Velocidad Real = $\sqrt{2 * 9.81m/s^2 * 3 m}$

Vr = 41,620 m/s

- Ahora que tenemos la velocidad de salida del fluido, podemos realizar el cálculo de caudal, ya que conocemos al área de salida del tanque

área de Salida 0,00202 m²

Caudal a la salida del tanque) = $V_r \cdot \text{área de salida}$

Caudal = 41,620 m/s * 0,00202 m²

Caudal = 0,084 m³/s

- ❖ El caudal calculado será el que esté presente a lo largo de toda la red de agua potable, como lo demostraremos en el siguiente punto, los cambios de secciones no alteran el caudal, solo la velocidad del fluido
- Como tenemos un cambio de sección en la tubería principal de alimentación con la tubería que abastecerá cada domicilio se reduce al diámetro de 2 pulgadas a 1 pulgada, volvemos a calcular al valor de salida, respaldándonos del principio de Bernoulli

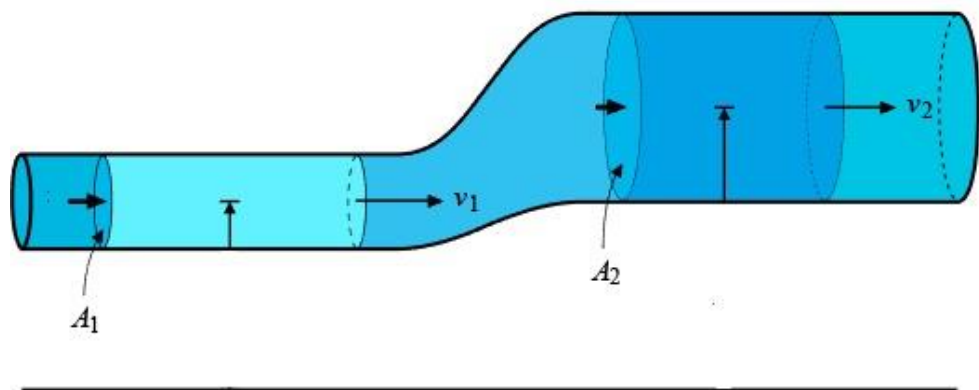


Ilustración 24 Tubería con cambio de sección

Fuente: FisiMat

- Tenemos que $Q_1 = Q_2$

Eso quiere decir que $v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$

Como ya tenemos los datos anteriormente mencionados podemos Calcular la velocidad 2 a la salida de la tubería

$$V_2 = Q / A$$

$V2 = 0.084 \text{ m}^3/\text{s} / 0,000506 \text{ m}^2$

Velocidad de salida = 166.1 m/s

4. valoración económica

En el siguiente punto, valorizaremos económicamente el diseño de la red de agua potable, considerando todos los equipos e instrumentos necesarios para que el funcionamiento sea el requerido y funcione con los parámetros anteriormente calculados. Para esto se realizó una cotización en distintos distribuidores de componentes hidráulicos.

Para este proyecto solo se consideran los costos asociados a lo que nos compete, en este caso, no realizaremos cotizaciones de la red eléctrica de este sistema, tampoco se considerara los costos asociados a algunas edificación o cimientos que se podrían presentar durante el transcurso de una posible instalación, básicamente nos enfocaremos en los componentes ilustrados en el P&ID.

4.1 Tabla de Valores

Componentes	Tipo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Tanque de agua	15 000 LITROS	2	\$2.382.795	\$4.765.590
Termómetro	bimetálico	2	\$22,220	\$44,440
válvula de aislamiento	PN10 2”	2	\$110.670	\$221.190
válvula de globo	Roscada HDPE	30	\$9.990	\$299.700
Bomba centrifuga	10 (HP)	1	\$1.030.00	\$1.030.000

Caudalímetro	análogo	32	\$6.780	\$216.960
Manómetro	análogo	2	\$16.660	\$33.320
Tubería	HDPE 2"	200 metros	\$174.300	\$348.600
Tapping	HDPE 2" a 1"	30	\$15.830	\$474.900
tubería	HDPE 1"	300 metros	\$38.896	\$116.688
Acoples	Roscado HDPE	30	\$2.589	\$77.670
Válvula de Alivio 2"	Ventosa	2	46.098	\$92.196
Indicador/interruptor de nivel	Digital	2	\$186.981	\$373.962
Válvula antirretorno 2"		1	\$25.990	\$31.980
Tanque agua	500 (litros)	30	\$71.818	\$2,154,540
			TOTAL	\$9,354,763

Tabla 3 Tabla de valores

4.2 costos asociados

Mantenición de red de agua anual

Actividad	Valor
Mantenición bomba centrifuga	\$234.670
Limpieza estanques	\$132.890
Inspección y/o cambio de instrumentos	\$89.330

4.3 Tasa interna de retorno

Es el crédito de descuento que iguala el valor actual de los egresos con el valor futuro de los ingresos previstos, se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte. Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera a la tasa de

corte, se le acepta; en caso contrario, se le rechaza. Indicador de la rentabilidad de un proyecto. Se define como el valor de la tasa de actualización que iguala entre sí las corrientes temporales de ingresos y costos. Es pues el umbral por encima y por debajo del cual las tasas de descuento utilizadas para el cálculo del valor neto actualizado hacen que este valor sea negativo o positivo.

Datos:

- Valor m3 de agua potable \$1,832 = Valor por litro \$1.832
- Consumo promedio de hogar 500 litros diarios
- Inversión proyecto \$9,354,763
- Tasa de descuento 10%
- Cantidad Años 5
- Cantidad hogares abastecidos
- Ganancias un año: 30 Hogares * (\$1.83*500 Litros) * 365 Días = \$10.019.250
- Costos mantención anual red de agua: \$456,890
- Costos transporte agua y mantención de vehículo de transporte: \$ 6,405,000

Año	0	1	2	3	4	5
Valor (Pesos chileno)	-\$9.354.763	\$3.157.360	\$3.157.360	\$3.157.360	\$3.157.360	\$3.157.360

Tabla 4 Flujo de caja

A Continuación, procederemos a calcular el VAN

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN).

$$\text{VAN (10\%)} = -I + \text{FC} * \frac{1-(1+i)^{n^{\circ} \text{ años } 1..2..3}}{I} = -9,354,763 + 3,157,360 * \frac{1-1,10^{-1}}{0,10} =$$

Año 1 = 2,870,327

Año 2 = 2,609,388

Año 3 = 2,372,171

Año 4 = 2,156,519

$$VAN (4 \text{ AÑOS}) = \$10,008,265 - \$9,354,763 = \$653,502$$

- Van positivo, quiere decir que al cabo de 4 años el proyecto será rentable, pero con muy pocas ganancias ahora veremos cómo será proyectado a 5 años.

Año 5 = 1,960,472

$$VAN (5 \text{ AÑOS}) = \$11,968,737 - \$9,354,763 = \$ 2,613,974$$

- En 5 años en VAN continua positivo con una mayor cantidad de ganancias que el año anterior, en su 5to año esta propuesta va a generar más ingresos y ya se habrá recuperado la inversión inicial.

A continuación, calcularemos el TIR

$$VAN (0) = -\$9,354,763 + \frac{\$3,157,360}{1+TIR} + \frac{\$3,157,360}{(1+TIR)^2} + \frac{\$3,157,360}{(1+TIR)^3} + \frac{\$3,157,360}{(1+TIR)^4} + \frac{\$3,157,360}{(1+TIR)^5} =$$

- Ahora igualamos a 0 para despejar nuestra ecuación

$$0 = -\$9,354,763 * (1 + TIR) + \$3,157,360 * (1 + TIR)^2 + \$3,157,360 * (1 + TIR)^3 + \$3,157,360 * (1 + TIR)^4 + \$3,157,360 * (1 + TIR)^5 + \$3,157,360$$

- Como sabemos la TIR es la tasa interna de retorno este valor nos indica el % máximo que debemos aceptar para que el proyecto sea rentable o no genere pérdidas, en resumen (VAN = 0). Para esto vamos a suponer una TIR donde el

proyecto tenga un VAN negativo, para posterior con ambos valores interpolar y conseguir el verdadero valor de TIR

Para una TIR 21%

- Reemplazamos valores

$$0 = -\$9,354,763 \cdot (1 + 0,21) + \$3,157,360 \cdot \left[(1 + 0,21) \right]^2 + \$3,157,360 \cdot \left[(1 + 0,21) \right]^3 + \$3,157,360 \cdot \left[(1 + 0,21) \right]^4 + \$3,157,360 \cdot \left[(1 + 0,21) \right]^5 + \$3,157,360$$

$$0 = -301,852$$

- Entonces tenemos

$$1) \text{ Tasa descuento } 10\% = \text{VAN } 1,960,472$$

$$2) \text{ TIR } 21\% = \text{VAN } -301,852$$

- Ahora con ambos valores podemos interpolar y determinar el valor de TIR

Reemplazando

$$1,10 \text{ ----- } 1,960,472$$

$$1 + \text{TIR} \text{ ----- } 0$$

$$1,21 \text{ ----- } -301,852$$

- Con sistema que está arriba podemos establecer lo siguiente

$$(1,10 - (1 - \text{TIR})) \text{ es a } (1,960,472 - 0)$$

$$(1,10 - 1,21) \text{ es a } (1,960,472 - (-301,852))$$

- Aplicando regla de tres

$$(1,10 - (1 + \text{TIR})) = (1,960,472 \cdot (1,10 - 1,21)) / (1,960,472 + 301,852)$$

$$(1 + \text{TIR}) = 1,19$$

$$\text{TIR} = 19\%$$

- Mientras el % sea menor al 19% nuestro proyecto será rentable
- Nuestro proyecto para la empresa distribuidora de agua potable certificada en la región (ESSBIO) sería un buen proyecto de inversión, dado que los resultados obtenidos dan buenos indicadores de rentabilidad, tendrían 30 puntos más donde distribuir su agua potable.

4.4 Opciones de financiamiento

- Fondos públicos (Fondos concursables)
- Fondos privados (Empresa encargada de distribución de agua)

4.4.1 Fondos concursables

Los fondos concursables constituyen parte de la oferta programática de una institución pública y se conciben como un mecanismo de asignación de recursos, con los cuales se financian proyectos e iniciativas presentadas por personas y organizaciones, que cumplen con un conjunto de condiciones de elegibilidad que se establecen en las bases técnicas y administrativas de los concursos y cuyo alcance se establece en el marco de la misión y mandato legal de la institución que los promueve.

La División de Gobierno Digital perteneciente al Ministerio Secretaría General de la Presidencia, mantiene un registro actualizado de trámites públicos. En ese registro se informa un total de 245 fondos concursables, actualizado a diciembre del 2023

Nuestro proyecto cumple con los prerequisites de varios fondos concursables aquí se detalla uno de los cientos de disponibles en la página de fondos del estado.

4.4.1.1 Programa mejoramiento de barrios

El objetivo de este programa es la reducción del déficit de cobertura en ámbitos de saneamiento sanitario, además en tema de residuos sólidos, energización y la protección del patrimonio. A través del programa se pueden adquirir terrenos para cementerios, espacio recreativos y deportivos, para viviendas. Todo lo anterior, con un foco eminentemente social a través del financiamiento de estas iniciativas que van en

beneficio de gobiernos locales, ya sea por medio de municipios y/o asociaciones de municipios.

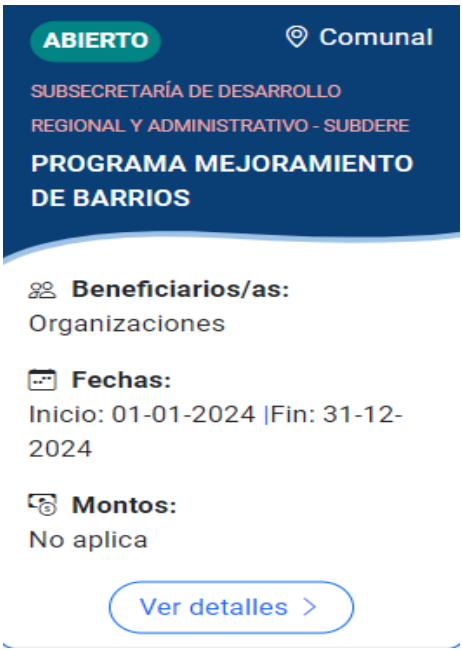


Ilustración 25 Programa mejoramiento de barrios
Fuente: dt.gob

4.4.2 Fondos privados

- Modelo de prestación de servicios sanitarios fuera de las zonas de concesión de ESSBIO

Con el objeto de dar cumplimiento a la normativa legal y reglamentaria vigente y en especial a lo resuelto por el H. Tribunal de Defensa de la Libre Competencia (TDLC) y la E. Corte Suprema, en la causa Rol 5443-09 del TDLC, Essbio S.A. pone a disposición de todos los interesados el presente “Modelo de Prestación de Servicios Sanitarios Fuera de la Zonas de Concesión”, en adelante el “Modelo

Para otorgar estos servicios lo son mediante la ampliación del De acuerdo con la legislación vigente las modalidades Territorio Operacional que opera, cuando se trate de áreas ubicadas en zona urbana, o bajo la modalidad del artículo 52 bis del DFL 382, Ley General de Servicios Sanitarios, cuando se trata de servicios en zonas rurales. En ambos casos es menester, en forma inmediata o diferida en el tiempo, efectuar inversiones de distinta naturaleza para mantener el nivel de servicio a los clientes ya existentes o para poder prestar servicios a los nuevos clientes que ingresarán.

El presente documento se formula en base a proyectos residenciales, es decir Unidades Habitacionales (Viviendas o Departamentos), en el caso de evaluar otro tipo

de proyectos, se transformará su consumo a unidades habitacionales equivalentes, usando los parámetros promedio de la localidad.

Prestación de Servicios Sanitarios: Se entiende por este concepto a los servicios de producción y distribución de agua potable en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas para atender y entregar a un inmueble de un usuario y además el servicio de recolección y disposición de aguas servidas desde el inmueble del usuario, hasta la entrega para su disposición y evacuación de éstas en cuerpos receptores, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, o en sistemas de tratamiento.

- Etapas de proceso de generación de convenios

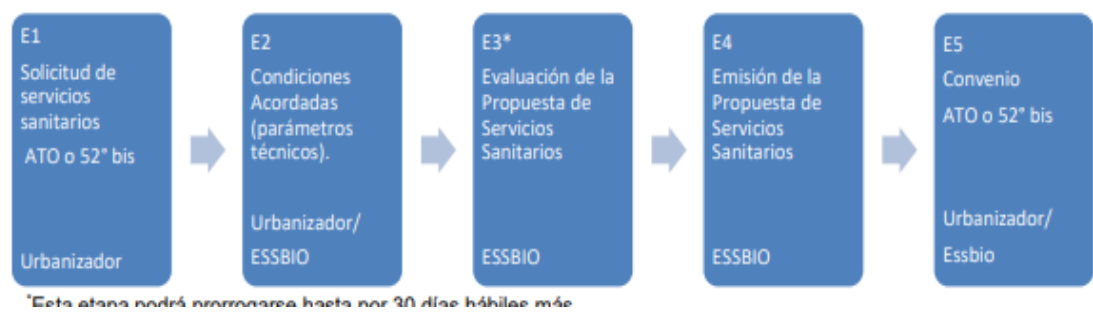


Ilustración 26 Proceso generación de convenios

Fuente: Essbio web

- Cobro por la evaluación de la propuesta

Para el desarrollo de la Propuesta, la Compañía solicitará un pago para ejecutar la Evaluación, el cual tiene por objeto cubrir los costos propios de los recursos necesarios para su confección y garantizar la seriedad del proceso de evaluación, se solicitará al urbanizador un pago preliminar para comenzar a evaluar la Propuesta de Servicios para el proyecto, que denominaremos a esta etapa como “Estudio”. El precio de la Evaluación dependerá del número de viviendas del proyecto,

5. Conclusiones

- 1) Con los datos obtenidos podemos concluir que el sector se caracteriza por tener un déficit en cantidad y calidad de agua potable. las familias no cuentan con centros de abastecimiento en sus propios hogares, por lo cual nuestro proyecto posee una justificación y vuelve una idea mucho más factible
- 2) En función de los datos disponibles, en términos de emplazamiento, las necesidades de elevación de agua, normativa vigente y la evaluación técnica, podemos afirmar que el componente del sistema más relevante es el equipo de bombeo²
- 3) La evaluación económica nos muestra que el proyecto, en términos de dos indicadores fundamentales, es factible en lo económico. El valor actual neto (VAN)³ resulto ser de + \$ 2,613,974 y la tasa interna de retorno (TIR) 19%.
- 4) En virtud de la evaluación técnica, consistente en visitas a terreno dimensionamiento del sistema y la evaluación económica podríamos afirmar que, de implementarse, representaría la solución a la problemática planteada al inicio de esta memoria.

² De los cálculos realizados la dimensión de la bomba debería contar con una potencia superior a 6.81 hp

³ El proyecto se analizó para un horizonte de 5 años

6. Bibliografía

- Banco, M. (1990.). *Desarrollo de Cuencas Hidrográficas*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
- Chow, V. T. (1982.). *Hidráulica de los canales abiertos*. Obtenido de <https://www.isbnchile.cl/>
- Department, S. (18 de septiembre de 2009). *Instrumentation Symbols and identification*. Obtenido de https://integrated.cc/cse/Instrumentation_Symbols_and_Identification.pdf
- Encyclopedia, B. O. (30 de octubre de 2008). *Hydrodynamica*. Obtenido de <https://www.britannica.com/topic/Hydrodynamica#tab=active~checked%2Citems~checked&title=Hydrodynamica%20%E2%80%93Britannica%20Online%20Encyclopedia>
- ESSBIO. (2020). *MODELO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS FUERA DE LAS ZONAS*. Obtenido de <https://www.essbio.cl/get-files/VTJGc2RHVmtYMThmZDd4cWlZdG9Ma0ZFVXAzajMvNis3Ym9wS0orM3daRThxMXhKY2o5OFc3ZFcwaU5UNnBRakxLRzk2SnNINUh5TSt5bCs1Q1MvVEEzbDJieU1MblVkJT2ZCTmxyNnpVMFE9>
- Isidoro, C. A. (2004). *Número de Reynolds*. Obtenido de Aerodinámica y actuaciones del avión: ISBN 978-84-28326407.
- Mete, L. M. (marzo de 2014). *NET PRESENT VALUE AND INTERNAL RATE OF RETURN: ITS*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf
- PÚBLICAS, M. D. (20 de noviembre de 2020). *Ley 20.998 servicios sanitarios rurales*. Obtenido de https://doh.mop.gob.cl/SSR/docs/Ley_20998_14_FEB_2017.pdf
- Robertson, E. F. (2015). *Gazetteer of Planetary Nomenclature*. Obtenido de Flagstaff: USGS Astrogeology Research Program.
- SUBDERE, S. D. (29 de agosto de 2023). *Programa mejoramiento de barrios*. Obtenido de <https://fondos.gob.cl/ficha/subdere/pmb/>
- Thomas, W. (2015). *Measures of Investment Returns*. Obtenido de <https://www.financialplanningassociation.org/article/journal/JUL20-Identifying-What-Investors-Value-in-a-Financial-Adviser>

Thompson, T. a. (2008). *The International System of Units (SI)*. Obtenido de <http://physics.nist.gov/cuu/Units/bibliography.html>.

7. Anexos

7.1 Encuesta de satisfacción

Nombre_____

Nº de Integrantes del grupo familiar _____

¿Tiene agua potable a diario?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ A VECES

¿Cómo es su red actual de agua potable?

- ☐ MUY BUENA
- ☐ BUENA
- ☐ REGULAR
- ☐ MALA

¿El agua suministrada a través del municipio alcanza para el uso diario?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ A VECES

¿Calidad del agua?

- ☐ MUY BUENA
- ☐ BUENA
- ☐ REGULAR
- ☐ MALA

¿Cómo consideras el servicio actual?

- ☐ MUY BUENO
- ☐ BUENO
- ☐ REGULAR
- ☐ MALO

7.2 Ley N° 20.998 de servicios sanitarios rurales

La Ley N° 20.998 de Servicios Sanitarios Rurales entró en vigencia el 20 de noviembre del año 2020. Con la vigencia de esta Ley, se avanza en forma significativa para garantizar el abastecimiento de agua potable y saneamiento para los habitantes del sector rural de Chile, se reconoce a las organizaciones sociales como los operadores y administradores de los servicios sanitarios en su territorio y establece el rol del Estado como proveedor de la infraestructura, ejecutando obras para servicios existentes y nuevos.

El Ministerio de Obras Públicas entregará una Licencia a los comités y cooperativas de agua potable rural existentes, que los autoriza para proveer los servicios de agua potable y saneamiento en un área geográfica delimitada y que establece sus derechos y obligaciones. Además, al MOP le corresponde mantener un registro público de los operadores de servicios sanitarios rurales, con las licencias y la información relevante de cada servicio, y que todos los comités y cooperativas existentes deberán inscribirse en el plazo de 2 años. Por motivos justificados a juicio de la Subdirección de SSR, se otorgará un plazo adicional de doce meses para su inscripción (según Ley N° 21.401).

En la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, se crea la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales con nuevas funciones entre las cuales se destaca la ejecución de la política de asistencia y promoción de las organizaciones sociales, capacitando, apoyando, asistiendo y asesorando a los servicios sanitarios rurales, en el proceso de implementación de la Ley y en el pleno funcionamiento de los Servicios Sanitarios Rurales del país.

Debido a la contingencia sanitaria que afecta al país y al mundo, algunos aspectos de la implementación de la Ley 20.998 lograron un avance menor del deseado, por lo cual en diciembre del año 2021 entró en vigor la Ley N°21.401 que prorrogó algunos de los plazos asociados principalmente con: Tarifas, Consejo Consultivo, Fiscalización e Inscripción en el Registro de Operadores. A partir del 30 de noviembre del 2022, se encuentra aprobada la segunda modificación a la Ley que flexibiliza requisitos y plazos en su implementación, específicamente en las siguientes temáticas:

1. Extiende el plazo de inscripción en el Registro de Operadores de comités y cooperativas, hasta el 20 de noviembre de 2024.
2. Extiende el plazo para la primera fijación tarifaria, según segmentos.
 - El inicio del proceso para los segmentos Mayor y Mediano se realizará a partir del 20 de noviembre de 2024;

- Para el segmento Menor y entre 300 y 150 arranques, a partir del 20 de noviembre de 2027, y para el segmento menor con menos de 150 arranques a partir del noviembre 2027.
3. Capacitación y acompañamiento de comités y cooperativas, durante el período intermedio.
 4. Extensión del plazo al 20 de noviembre de 2023 para la visación de proyectos (diseño), realizados por otras instituciones del Estado y financiados a partir de recursos sectoriales o recursos regionales. Después de este plazo comienza a regir la ventanilla única a cargo de la Subdirección de SSR.
 5. Prórroga de las primeras elecciones de representantes de comités y cooperativas, con implementación gradual del proceso, y el llamado a elección a más tardar el 2023 en el caso de los Consejos Consultivos Regionales y a más tardar 2024 en el caso del Nacional.
 6. Prórroga del inicio de fiscalización de la SISS, en relación con los segmentos:
 - a) Mayor: 20 de noviembre de 2024;
 - b) Mediano: 20 de noviembre de 2025;
 - c) Menor: a partir del 20 de noviembre de 2027;

En el período intermedio, la SISS podrá realizar labores de preparación, tales como visitas preventivas, de diagnóstico de funcionamiento, capacitaciones o reuniones, en coordinación con la Subdirección de SSR.

7.3 Estudio impacto ambiental

La construcción de la red necesaria para el suministro de agua potable para la población genera impactos ambientales que deben ser evaluados para reducirlos. Se desarrolla una metodología que permite el cálculo de los impactos ambientales derivados de la construcción de la red de abastecimiento de agua potable en ciudades. Esta metodología permitirá a los diseñadores y gestores de la red incluir criterios ambientales en el diseño de la red.

Casi todo proyecto de desarrollo implica la alteración de la superficie del terreno. Cuando el área comprometida es pequeña, es probable que el impacto ambiental sea mínimo. Sin embargo, los impactos acumulados de muchas alteraciones pequeñas y separadas pueden ser considerables. Constan a continuación los tipos de alteraciones de la tierra que son de preocupación. Los principales son

Matriz Genérica de Impactos Ambientales de Proyectos de Agua Potable y Escenarios Posibles

TIPOLOGIA				ETAPAS/ ACTIVIDADES	IMPACTOS AMBIENTALES													
Ampliación y mejoramiento del sistema	Distribución de agua potable	Acumulación y tratamiento de agua	Abastecimiento de agua		Emisión material particulado y polvo	Generación de aguas residuales	Generación de residuos sólidos	Incremento de los niveles de ruido	Alteración y utilización agua superficial o subterránea	Contaminación de cursos de agua por sedimentos y residuos	Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico químicas)	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades	Conflictos por Uso de Agua	Incremento en los Niveles de Accidentabilidad	Impacto Visual	Daño en el Patrimonio Cultural	
Etapa Construcción																		
x			x	Adecuación o apertura de caminos de acceso	x			x				x			x	x	a	
x	x		x	Despeje y corta de vegetación							x	x				x	a	
x	x			Instalación de campamentos	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	a	
x	x		x	Transporte, operación y mantenimiento de maquinas	x			x		x		x	x	x	x		a	
x	x		x	Movimiento de tierras (corte y relleno)	x		x	x			x	x				x	a	
x	x		x	Disposición de material excedente						x			x	x			a	
x		x		Instalación de estanques		x										x		
x	x	x	x	Instalación de tuberías	x	x					x	x						

Tabla 5 Impacto ambiental

7.4 Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales de Proyectos de Agua Potable

Componente	Impacto	Medida de Mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material particulado y polvo	- Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra.
		- Transportar el material de

Componente	Impacto	Medida de Mitigación
		excavación cubierto y por las rutas establecidas con anticipación.
Efluentes líquidos	Generación de aguas residuales	- Reutilizar el efluente producido por la prueba del estanque de regulación y la tubería. - Disponer de baños químicos para personal en la obra.
Residuos Sólidos	Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)	- Mantener contenedores de residuos domiciliarios para un adecuado almacenamiento temporal. - Recuperar y reutilizar la mayor cantidad de residuos de excavaciones. - Retirar, transportar y disponer los residuos sobrantes, en lugares autorizados.
Ruidos y/o vibraciones	Incremento de los niveles de ruido	- Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos. - Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.
Suelo	Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas)	- No realizar directamente en el suelo las mezclas para obras de concreto. - Realizar los trabajos de mantenimiento de equipos y maquinarias, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área de trabajo. - Remover inmediatamente el

Componente	Impacto	Medida de Mitigación
		suelo, en caso de derrames accidentales de combustible y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.
Vegetación y Fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	- Utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores. - Separar la capa de material orgánico de la del material inerte. Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización. - Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. - Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.
Poblacion	Incremento en los niveles de accidentabilidad	- Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. - Mantener una adecuada señalización en el área de obra, en etapa ejecución y operación. - Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo - Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con alarma reversa.
Paisaje	Impacto visual	- Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos

Componente	Impacto	Medida de Mitigación
		los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.
Patrimonio Cultural	Daño al patrimonio cultural	- Suspender la obra, delimitar el área e informar a quién corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos. Una vez realizadas estas actividades se puede continuar con el trabajo.

Tabla 6 Medidas de control

7.5 Especificaciones técnicas de bomba centrífuga

F

50 Hz n= 2900 min⁻¹

Electrobombas centrífugas normalizadas "EN 733"

 Agua limpia

 Utilizo industrial



CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **6000 l/min** (360 m³/h)
- Altura manométrica hasta **98 m**

LÍMITES DE UTILIZO

- Altura de aspiración manométrica hasta **7 m**
- Temperatura del líquido de **-10 °C** hasta **+90 °C**
- Temperatura ambiente de **-10 °C** hasta **+40 °C**
- Presión máxima en el cuerpo bomba **10 bar** (PN10)
- Funcionamiento continuo **S1**

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

EN 60335-1
IEC 60335-1
CEI 61-150

EN 60034-1
IEC 60034-1
CEI 2-3



Dimensiones del cuerpo de la bomba conformes a la norma **EN 733**

REGLAMENTO (UE) N. 547/2012

UTILIZOS E INSTALACIONES

- Abastecimiento hídrico
- Presurización
- Irrigación
- Circulación del agua en instalaciones de climatización
- Instalaciones de lavado
- Instalaciones Anti incendio
- Industria
- Agricultura

La instalación se debe realizar en lugares cerrados, bien aireados y protegidos de la intemperie.

EJECUCION BAJO PEDIDO

- KIT contrabridas completo de tornillos, tuercas y juntas
- Sello mecánico especial
- Otros voltajes o frecuencia 60 Hz
- Para líquidos con temperaturas más altas o más bajas
- Para ambientes con temperaturas más altas o más bajas

GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

CERTIFICACIONES

Empresa con sistema de gestión certificado DNV ISO 9001: CALIDAD



Anexo 1 Especificaciones técnicas

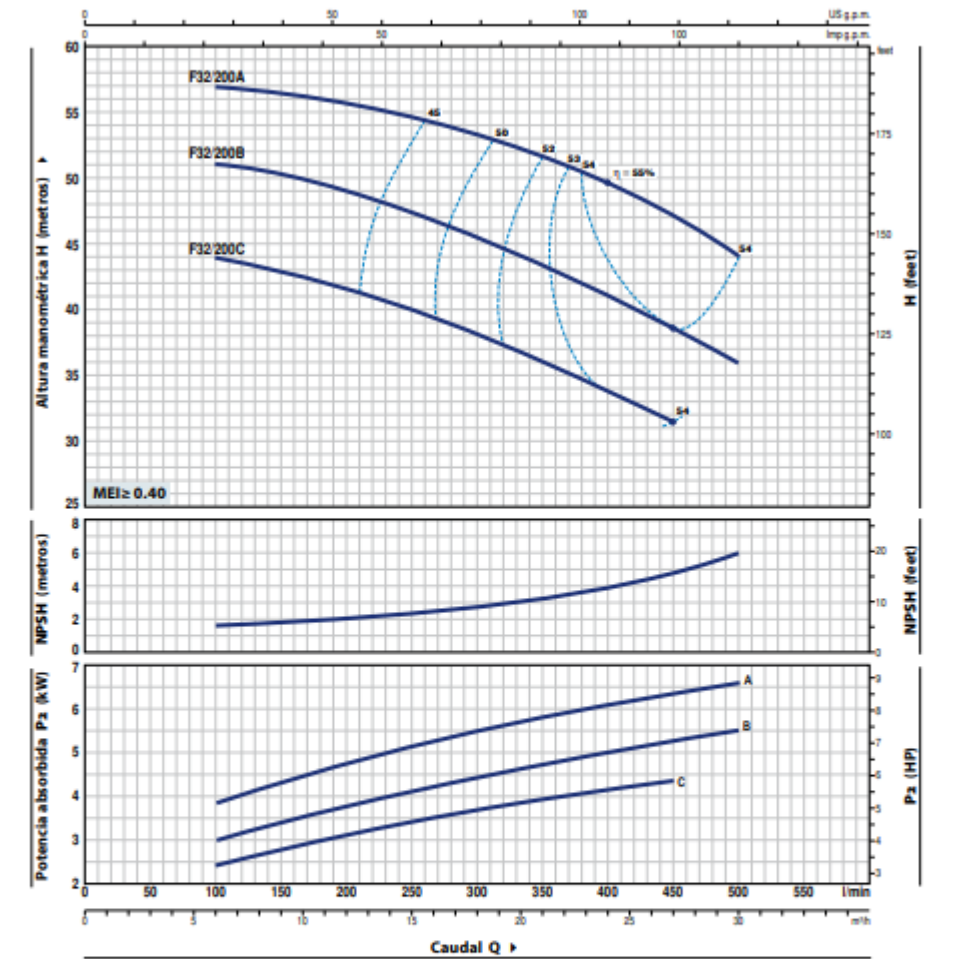
Fuente: protecnica.sa

Anexo 2

F32/200



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES 50 Hz n= 2900 min⁻¹ HS= 0 m



MODELO	POTENCIA (P ₂)		Q	0	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	kW	HP		0	100	150	200	250	300	350	400	450	500
F 32/200C	4	5.5	H metros	46	44	43	41.5	40	38	36	34	31.5	
F 32/200B	5.5	7.5		52	51	50.5	49	47	45	43	41	38.5	36
F 32/200A	7.5	10		60	57	56.5	56	55	53.5	52	50	47	44

Q =Caudal H =Altura manométrica total HS = Altura de aspiración Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grado 3B.

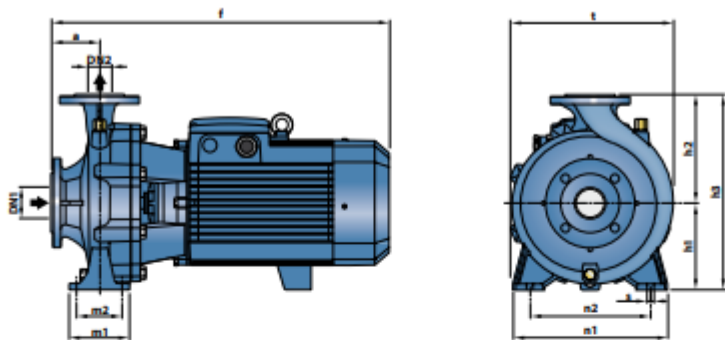
Anexo 2 Curva de prestaciones

Fuente: protecnica.sa

Anexo 3

F

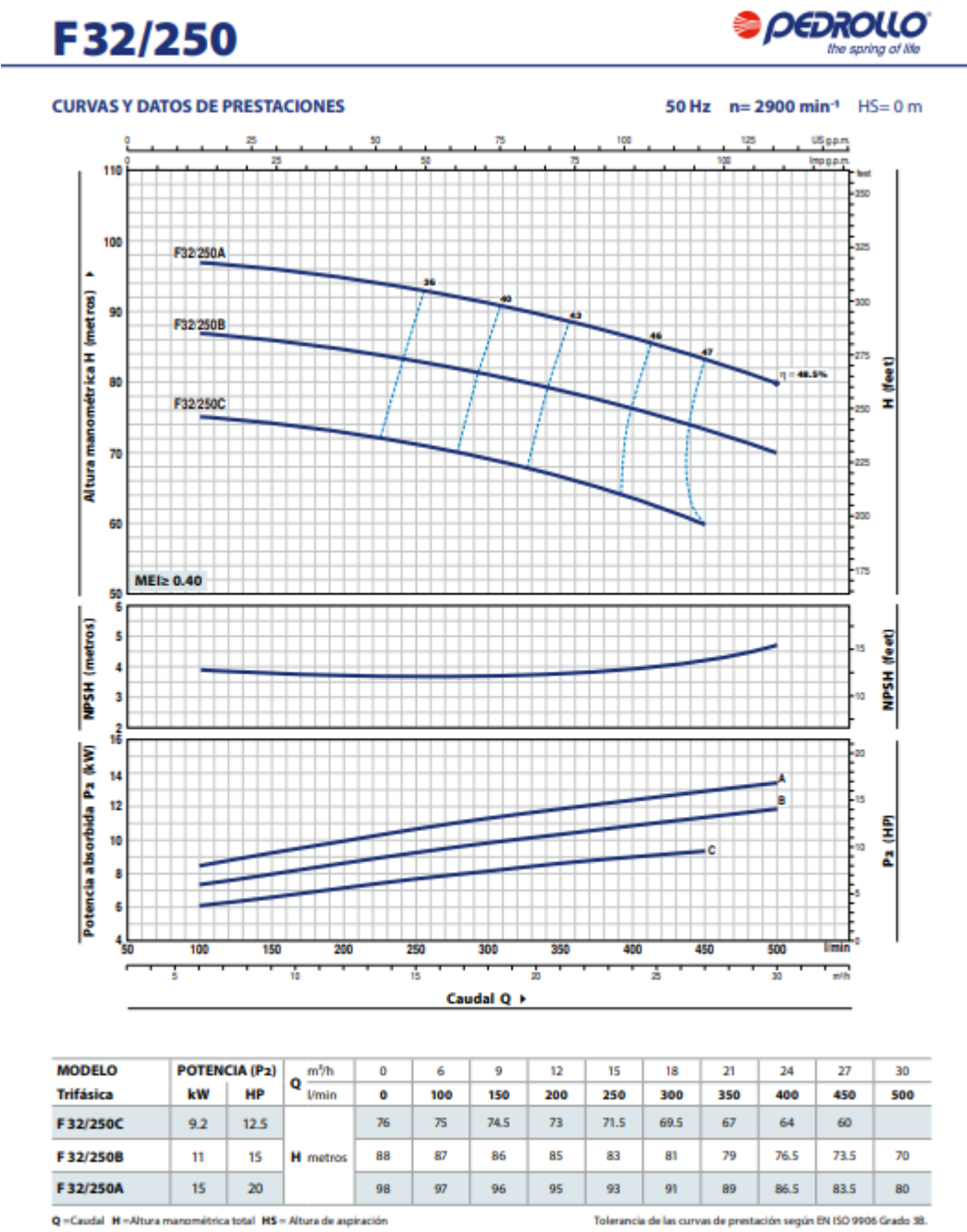
DIMENSIONES Y PESOS



MODELO		DIMENSIONES mm														kg							
Monofásica	Trifásica	DN1	DN2	a	f	h1	h2	h3	t	n1	n2	m1	m2	s	1~	3~							
Fm 32/160C	F 32/160C	50	32	80	419	132	160	292	240	245	190	100	70	14	32.6	32.3							
Fm 32/160B	F 32/160B				448/432										42.3	35.2							
-	F 32/160A				448										-	38.7							
-	F 32/200C				469										-	46.3							
-	F 32/200B				515										160	180	340	273	95	-	51.8		
-	F 32/200A																			-	56.9		
-	F 32/200BH			469	-	42.0																	
-	F 32/200AH			100	606	180	225	405	325	320	250	125	95		-	45.8							
-	F 32/250C														-	105.5							
-	F 32/250B														-	103.2							
-	F 32/250A														-	121.0							
-	F 40/125C	421	112											140	252	244	210	160	100	70	31.5	29.9	
Fm 40/125B	F 40/125B	441		33.0	32.4																		
-	F 40/125A	439		-	32.6																		
Fm 40/160C	F 40/160C	448		132	160	292	241	240	190	100	70	38.3	33.4										
-	F 40/160B	465										-	38.9										
-	F 40/160A	535	-									43.6											
-	F 40/200B	606	180									225	405	329	320	250	125	95	-	53.0			
-	F 40/200A																		701	-	59.0		
-	F 40/250C			465/451	-	104.0																	
-	F 40/250B			484	-	104.0																	
-	F 40/250A			489	-	120.0																	
Fm 50/125C	F 50/125C	65	50	100	465/451	132	160	292	242	240	190	100	70	14	36.8	35.1							
-	F 50/125B				465										-	38.5							
-	F 50/125A				484										-	42.8							
-	F 50/160C				489										-	47.3							
-	F 50/160B				535										180	340	273	265	212	100	70	-	52.8
-	F 50/160A				616																	-	57.6
-	F 50/200C				711										200	360	316.5	265	212	100	70	-	100.0
-	F 50/200B				743																	-	115.0
-	F 50/200A				605																	-	127.2
-	F 50/200AR				701																	-	141.0
-	F 50/250D			733	180	225	405	333	320	250	125	95	-		104.2								
-	F 50/250C			511									-		105.0								
-	F 50/250B			557									160		180	340	292	280	212	125	95	-	121.0
-	F 50/250A			620																		-	134.2
-	F 50/250AR			716																		-	147.0
-	F 65/125C	718	-	53.2																			
-	F 65/125B	751	200	225	405	336	320	250	125	95	-	58.3											
-	F 65/125A	652									-	63.0											
-	F 65/160C	747									-	98.5											
-	F 65/160B	779									-	100.2											
-	F 65/160A	790									-	114.0											
-	F 65/200B	100	80	125	718	-	119.3																
-	F 65/200A				751	-	132.1																
-	F 65/200AR				652	-	145.3																
-	F 80/160D				747	-	103.1																
-	F 80/160C				779	-	120.0																
-	F 80/160B	125	100	125	790	-	133.8																
-	F 80/160A				760	-	144.0																
-	F 100/160C				790	-	141.2																
-	F 100/160B				200	280	480	382	360	280	160	120	18	-	150.3								
-	F 100/160A				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	164.0								

50 Hz | F

Anexo 4



Anexo 4 Curva datos y prestaciones 2

Fuente: Protecnica.sa

7.6 Tarifas agua potable

AVISO

TARIFAS AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

En conformidad a lo dispuesto en el D.F.L. N° 70 de 1988, del Ministerio de Obras Públicas, y el decreto N° 144 de 2016, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, fijasen los siguientes valores a los precios de los servicios de Alcantarillado, entregados por ESSBIO S.A. en las localidades que comprenden los Grupos Tarifarios 1 y 2, a contar de los consumos leídos el 06 de noviembre de 2020.

1. ALCANTARILLADO

	673	673	
--	-----	-----	--

1.1. Cargos variables por metro cúbico (\$ / m3)

1.1.1. Período No Punta (lecturas del 01 de abril al 30 de noviembre)

Cargo	Grupo 1		Grupo 2	
	Cuenca Bio Bio	Cuenca Itata	Cuenca Bio Bio	Cuenca Itata
Alcantarillado	624,65	758,55	765,96	899,86

1.1.2. Período Punta (lecturas del 01 de diciembre al 31 de marzo)

Cargo	Grupo 1		Grupo 2	
	Cuenca Bio Bio	Cuenca Itata	Cuenca Bio Bio	Cuenca Itata
Alcantarillado	624,65	758,55	765,96	899,86

El valor indicado para el servicio de alcantarillado contiene el servicio de Tratamiento de Aguas Servidas, que conforme a instrucciones de la SISS, se muestra separado en los documentos de cobro

2. APORTES DE FINANCIAMIENTO REEMBOLSABLES POR CAPACIDAD (\$/m3):

Etapas	Grupo 1	Grupo 2
Producción de agua potable	663,84	2.102,23
Distribución de agua potable	1.832,57	2.154,54
Recolección de aguas servidas	1.037,68	1.057,47
Disposición de aguas servidas	194,12	1.072,03
Disposición de aguas servidas con tratamiento Cuenca 1	904,28	1.782,19
Disposición de aguas servidas con tratamiento Cuenca 2	809,40	1.687,32

3. GRUPOS TARIFARIOS

Las localidades que conforman los distintos Grupos Tarifarios, son las siguientes:

Grupo 1 Cuenca Bio Bio: Cabrero, Concepción, Coronel, Curanilahue, Chiguayante, Lirquén, Los Angeles, Lota, Nacimiento, Penco, San Pedro, Lomas Coloradas, Punta Parra, Talcahuano y Tomé

Grupo 1 Cuenca Itata: San Carlos

Grupo 2 Cuenca Bio Bio: Arauco, Cañete, Carampangue, Cerro Alto - Tres Pinos, Contulmo, Dichato, Pingüeral, Florida, Hualqui, Huepil, Laja, Lebu, Los Alamos, Monte Aguila, Mulchén, Negrete, Quilaco, Quilleco, Ramadillas, San Rosendo, Santa Bárbara, Santa Juana, Tucapel y Yumbel.

7.7 Cotizaciones

7.7.1 Cotización bomba centrífuga



VENTAS - MANTENCIÓN & REPARACIÓN
SISTEMA DE BOMBEO
MONTAJE Y REPARACIÓN • 10 AÑOS



EMERGENCIA 24/7
+56 9 6285 9854

PROTECNICA SPA
Rut 77.229.816-1
Roberto Espinoza 1692, Santiago
Fono +56947842059
mail ventas@protecnica.cl www.protecnica.cl

PRESUPUESTO Nº **10-013**

Razon Social	
Rut	
Contacto	Cesar Opazo
Telefono	
E-mail	opazogodoyc@gmail.com
Notas:	



FECHA
3/10/2023

Cotizado por **Felipe H.**

Bomba de Agua

Estimado cliente, de acuerdo a lo solicitado, nos es grato cotizar lo siguiente:

Ctd	Código	Descripción	Valor Lista	Descu	Valor Neto
1	1	2234	BOMBA CENTRIFUGA NORMALIZADA	\$1.030.000	\$1.030.000
2		MARCA PEDROLLO // MODELO F32/200A // MOTOR 10 HP 380V			\$0
3		CONEXION 2" X 1 1/4" PULG // PROCEDENCIA ITALIANA // GARANTIA 3 AÑOS			\$0
4					\$0
5					\$0
6					\$0
7					\$0
8					\$0
9					\$0
10					\$0
11					\$0
12					\$0
13					\$0
14					\$0
15					\$0
16					\$0
17					\$0
18					\$0
19					\$0
20					\$0
Mano de Obra			NETO:		\$1.030.000
Hazo de entrega:			IVA:		\$195.700
Sición de pago:			TOTAL:		\$1.225.700

Entrega: Dirección Roberto Espinoza #1692, Santiago (PREVIA COORDINACION)

Esta cotización tiene una validez de 15 días, a partir de su fecha de emisión.

Datos de transferencias:
BANCO SCOTIABANK - CUENTA CORRIENTE 979062184
PROTECNICA SPA - RUT 77.229.816-1

Es un agrado estar atento a sus requerimientos.
Cualquier duda que tenga, por favor comuníquese con nosotros



Anexo 6 Cotización Bomba centrífuga

Fuente: protecnica.sa

7.7.2 Cotización componentes

Cotización N°: 16499

TERMOFUSIONES BIO BIO LIMITADA

Rut: 76.290.329-6

Giro: ARRIENDO DE EQUIPOS Y COMERCIALIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

Dirección: ATENAS 3388, Villa/Pob. AURORA DE CHILE

Ciudad: CONCEPCION

Comuna: HUALPEN

E-mail: termofusionesbiobio@gmail.com

Tel. Oficina: +56 9 99789050

TF

Bio Bio

SEÑOR(ES): TERMOFUSIONES BIO BIO LIMITADA

RUT: 76.290.329-6

GIRO: VENTA AL POR MENOR DE ARTICULOS DE FERRETERIA Y MATERIALES

DIRECCIÓN: ATENAS 3388 AURORA DE CHILE

COMUNA: HUALPEN

CONTACTO:

FECHA EMISIÓN: 26/08/2024

TELÉFONO:

CORREO:

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Subtotal
1	TEE COMPRESION HDPE 63MM	\$ 15.830	\$ 15.830
1	CODO ELECTROFUSION HDPE 90° 25MM	\$ 5.890	\$ 5.890
1	CODO ELECTROFUSION HDPE 90° 63MM	\$ 11.651	\$ 11.651

Observaciones:

NETO(\$)

I.V.A.(19%)

TOTAL

\$ 33.371

\$ 6.340

\$ 39.711

Anexo 7 Cotización componentes

Fuente: termofusiones Biobío

7.7.3 Cotización componentes

Cotización N°: 16497

TERMOFUSIONES BIO BIO LIMITADA

Rut: 76.290.329-6

Giro: ARRIENDO DE EQUIPOS Y COMERCIALIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

Dirección: ATENAS 3388, Villa/Pob. AURORA DE CHILE

Ciudad: CONCEPCION

Comuna: HUALPEN

E-mail: termofusionesbiobio@gmail.com

Tel. Oficina: +56 9 99789050

TF

Bio Bio

SEÑOR(ES): TERMOFUSIONES BIO BIO LIMITADA

RUT: 76.290.329-6

GIRO: VENTA AL POR MENOR DE ARTICULOS DE FERRETERIA Y MATERIALES

DIRECCIÓN: ATENAS 3388 AURORA DE CHILE

COMUNA: HUALPEN

CONTACTO:

FECHA EMISIÓN: 26/08/2024

TELÉFONO:

CORREO:

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Subtotal
3	TUBO HDPE LISO ROLLO 100 METROS 25MM	\$ 38.896	\$ 116.688
2	TUBO HDPE LISO PN10 ROLLO 100 METROS 63MM	\$ 174.300	\$ 348.600

Observaciones:

NETO(\$)

\$ 465.288

I.V.A.(19%)

\$ 88.405

TOTAL

\$ 553.693

Anexo 8 Cotización tubería

Fuente: termofusiones Biobío

7.7.4 Cotización componentes

Cotización N°: 16498

TERMOFUSIONES BIO BIO LIMITADA

Rut: 76.290.329-6

Giro: ARRIENDO DE EQUIPOS Y COMERCIALIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

Dirección: ATENAS 3388, Villa/Pob. AURORA DE CHILE

Ciudad: CONCEPCION

Comuna: HUALPEN

E-mail: termofusionesbiobio@gmail.com

Tel. Oficina: +56 9 99789050

TF

Bio Bio

SEÑOR(ES): TERMOFUSIONES BIO BIO LIMITADA

RUT: 76.290.329-6

GIRO: VENTA AL POR MENOR DE ARTICULOS DE FERRETERIA Y MATERIALES

DIRECCIÓN: ATENAS 3388 AURORA DE CHILE

COMUNA: HUALPEN

CONTACTO:

FECHA EMISIÓN: 26/08/2024

TELÉFONO:

CORREO:

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Subtotal
30	VALVULA BOLA COMPRESION 25MM	\$ 9.990	\$ 299.700
30	COPLA COMPRESION HDPE 25MM	\$ 2.589	\$ 77.670
30	CODO COMPRESION HDPE 90° X63MM	\$ 9.480	\$ 284.400

Observaciones:

NETO(\$)

\$ 661.770

I.V.A(19%)

\$ 125.736

TOTAL

\$ 787.506

Anexo 9 Cotización Componentes

Fuente: termofusiones Biobío

7.7.5 Cotización estanque



ESTANQUES ACUMULACION
ESTANQUE VERTICAL ESTANDAR 500 LTS

Estanque cilíndrico, paredes onduladas para una resistencia superior.
Imágenes referenciales. No representan necesariamente la imagen real del producto.

OFERTA **\$ 71.818**

Stock: 5 Unidades.



Anexo 10 Cotización estanque

Fuente: Ferretería sur

7.7.6 Cotización válvula



VÁLVULA COMPUERTA VOLANTE 2" PN16

110.670 CLP

Válvula de Compuerta Flowmak con Volante 2" .
Con Volante y Cierre Elastomérico.

 **Cotizar**
(Formulario)

 **Consultar**
(WhatsApp)



Cantidad

0

^

v

 **AÑADIR AL CARRITO**

✓ **valvulas**

Anexo 11 Cotización válvula compuerta

Fuente: Riegostore

7.7.7 Cotización termómetro



TERMÓMETRO BIMETÁLICO, VAINA INFERIOR

CÓDIGO : A5024108

Rango: -50 + 50 °C, vaina 60 mm, dial 80 mm

Precio:

~~\$26.141~~

Precio Internet:

\$22.220

Precio Incluye IVA

- 1 +

COTIZAR

COMPRAR AHORA

Descripción

Especificaciones

Rango indicación	-50 + 50 °C
Rango medición	-40 + 40 °C
Exactitud	±2 °C
Subdivisión	2 °C

Anexo 12 Cotización termómetro bi-metalico

Fuente: veto

7.7.8 Cotización estanque abastecimiento



ESTANQUE DE AGUA VERTICAL ESTANDAR AQUATANK 15000 L

SKU: AQT-15

\$2.382.795

Color: PLOMO

Volúmen (Litros)

15000

Línea

Grandes Volúmenes

Densidad del líquido

Hasta 1,0 Kg/L (Agua)

Orientación

Vertical

Anexo 13 Cotización estanque 15.000 lts

Fuente: Tupel.cl

7.7.9 Cotización manómetro



MANÓMETRO ALTA TEMPERATURA

CÓD.: C4009104

Precio: ~~\$41.650~~

Precio Internet: **\$16.660**

Precio Incluye IVA

Hasta 1x \$16.660 sin interés

-

1

+

COMPRAR AHORA

VER MÁS

Anexo 14 Cotización manómetro

Fuente: veto

7.7.10 Cotización caudalímetro



Nuevo | +1000 vendidos

Medidor Remarcador De Agua Con Conexión 1/2 (15mm)

4.2 ★★★★★ (122)

~~\$ 6.990~~

\$ 6.780

en 6 cuotas de \$ 1.130 sin interés

[Ver los medios de pago](#)

Llega mañana

[Más formas de entrega](#)

Stock disponible

Cantidad: 1 unidad ▾ (+50 disponibles)

Comprar ahora

Anexo 15 Cotización caudalímetro

Fuente: Mercado libre

7.7.11 Cotización válvula retención



**Válvula de Retención
Cepex 63mm con Unión
Americana Doble**

~~\$32.990~~ **\$25.990**

Ahorras \$7.000 🧐

Disponible:

- ✓ Despacho a todo chile
- ✓ Retiro en tienda

Anexo 16 Cotización válvula retención

Fuente: Yukon