

2018

# ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL USO DEL HDPE PARA LA RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR PEDRO DE VALDIVIA DE CONCEPCIÓN

ARIAS GAETE, FRANCISCO JOSÉ

---

<http://hdl.handle.net/11673/42501>

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*



**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA  
SEDE CONCEPCION "REY BALDUINO DE BELGICA"**

**ANALISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL USO DEL HDPE PARA LA  
RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE, EN EL SECTOR PEDRO  
DE VALDIVIA DE CONCEPCIÓN.**

**FRANCISCO JOSÉ ARIAS GAETE**

**2017**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**SEDE CONCEPCIÓN**

**“REY BALDUINO DE BELGICA”**

**ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL USO DEL HDPE PARA LA  
RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR PEDRO  
DE VALDIVIA DE CONCEPCIÓN.**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CONSTRUCTOR**

**Alumno: Francisco Arias G.**

**Profesor Guía: Sergio Monroy.**

**2018**

## INDICE GENERAL

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.4 OBJETIVOS .....	4
1.5 METODOLOGÍA.....	5
1.6 MARCO TEÓRICO .....	5
1.6.1 Contexto tecnico.....	5
1.6.2 Contexto normativo.....	8
CAPITULO II – DESCRIBIR LA RED DE AGUA POTABLE EN CAPTACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y MATERIALIDAD EN LA COMUNA DE CONCEPCION.	
2.1 CAPTACIÓN Y POTABILIZACIÓN .....	11
2.1.1 Captación.....	11
2.1.2 Decantación.....	12
2.1.3 Filtración .....	12
2.1.4 Desinfección .....	12
2.1.5 Almacenamiento .....	12
2.2 TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN GENERAL.....	12
2.2.1 Red de distribución de agua potable abierta o ramificada.....	13
2.2.2 Red de distribución de agua potable cerrada o mallada.....	14
2.3 TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN CONCEPCIÓN.....	14
2.4 TIPOS DE MATERIALIDAD Y DIMENSIONES DE LA RED DE AGUA POTABLE .....	16

2.4.1 Tipos de materialidades en la red de agua potable en general .....	16
2.4.2 Clasificación según tipo de materiales y diámetros en la red de agua potable en Concepción.....	22

CAPITULO III - IDENTIFICAR LAS CAUSAS QUE GENERAN FALLAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNA DE CONCEPCION.

3.1 GENERALIDADES .....	26
3.2 TIPOS DE FALLAS EN LA RED DE AGUA POTABLE .....	27
3.3 CAUSAS DE FALLAS EN LA RED DE AGUA POTABLE .....	29
3.4 CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS SEGÚN SU MOTIVO .....	30
3.5 CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS SEGÚN DIAMETRO DE TUBERÍA .	32
3.6 CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS SEGÚN MATERIALIDAD DE LA TUBERÍA .....	33
3.7 TIPOS DE REPARACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE EN CONCEPCIÓN.....	35
3.7.1 Reparación para tuberías de PVC.....	35
3.7.1 Reparación para tuberías de acero o asbesto cemento .....	36
3.8 CONSIDERACIONES PARA REPARACIONES EN PRESENCIA DE ASBESTO CEMENTO .....	36

CAPITULO IV - CARACTERIZAR EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL METODO DE RENOVACIÓN DE TUBERIAS DE HDPE EN EL SECTOR DE PEDRO DE VALDIVÍA BAJO, EN LA COMUNA DE CONCEPCION.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	40
4.1.1 Adjudicación .....	42

4.2 PERMISOS DE TRABAJO.....	43
4.2.1 Permiso municipal.....	44
4.2.2 Permiso SERVIU .....	44
4.3 PROCESO CONSTRUCTIVO .....	45
4.3.1 Tazado.....	45
4.3.2 Rotura de pavimentos.....	46
4.3.3 Excavaciones.....	47
4.3.4 Cama de arena .....	49
4.3.5 Termofusión e instalación de tuberías de HDPE .....	51
4.3.6 Relleno de arena .....	54
4.3.7 Prueba de presión.....	56
4.3.8 Válvulas de compuertas.....	58
4.3.9 Grifos .....	59
4.3.10 Cámaras de válvulas y grifos .....	59
4.3.11 Reposición de pavimentos .....	63
4.4 CONTROL DE CALIDAD .....	69
4.5 CIERRE Y ENTREGA DE OBRA.....	72

CAPITULO V - EVALUAR ECONOMICAMENTE LA RENOVACIÓN DE TUBERIAS POR HDPE EN EL SECTOR DE PEDRO DE VALDIVÍA BAJO, EN LA COMUNA DE CONCEPCION.

5.1 GENERALIDADES .....	74
5.2 COSTO GENERAL DE OBRAS POR PARTIDA.....	74
5.2.1 Rotura de pavimentos.....	74
5.2.2 Excavaciones.....	74
5.2.3 Cama de arena .....	75

5.2.4 Termofusión e instalación de tuberías de HDPE .....	75
5.2.5 Relleno de arena .....	76
5.2.6 Prueba de presión.....	77
5.2.7 Válvulas de compuertas.....	77
5.2.8 Grifos .....	78
5.2.9 Cámaras de válvulas y grifos .....	78
5.2.10 Reposición de pavimentos .....	79
5.3 GASTOS GENERALES DE OBRA .....	80
5.4 RESUMEN COSTO TOTAL DE OBRA.....	81
5.5 INCIDENCIA DE PARTIDAS SEGÚN SU COSTO .....	83
5.6 INCIDENCIA DE PARTIDAS SEGÚN SU DURACIÓN .....	84
5.7 PROVEEDORES Y COSTO DE HDPE EN LA COMUNA DE CONCEPCIÓN.....	85
CAPITULO VI - CONCLUSIONES.	
6.1 CONCLUSIONES.....	89
6.1 BIBLIOGRAFÍA.....	91

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1 PTAP mochita .....	11
Ilustración 2-2 Esquema red de distribución abierta .....	13
Ilustración 2-3 Esquema red de distribución cerrada .....	14
Ilustración 2-4 Tubería de asbesto cemento .....	17
Ilustración 2-5 Tubería de acero .....	18
Ilustración 2-6 Tubería de PVC.....	19
Ilustración 2-7 Tubería de plástico de fibra de vidrio .....	20
Ilustración 2-8 Tubería de polietileno de alta densidad .....	21
Ilustración 3-1 Rotura de matriz.....	27
Ilustración 3-2 Perforación en matriz .....	28
Ilustración 3-3 Fisura de tubería .....	28
Ilustración 3-4 Reventamiento de matriz.....	29
Ilustración 3-5 Reparación en matriz de PVC .....	35
Ilustración 3-5 Reparación en matriz de asbesto cemento.....	36
Ilustración 4-1 Imagen satelital de cuarteles de agua potable renovados ....	41
Ilustración 4-2 Retroexcavadora retirando hormigón de calzada .....	46
Ilustración 4-3 Ancho de excavación en zanjas .....	47
Ilustración 4-4 Ubicación material retirado de excavación.....	48
Ilustración 4-5 Limpieza fondo de excavación.....	48
Ilustración 4-6 Excavación de acera .....	49
Ilustración 4-7 Cama de arena.....	50
Ilustración 4-8 Tubería sobre cama de arena.....	50
Ilustración 4-9 Carpa provisoria para realizar termofusión .....	51
Ilustración 4-10 Control de formación de cordón de soldadura .....	54
Ilustración 4-11 Operador alineando tubos previo a fusión .....	54
Ilustración 4-12 Relleno de arena en zanja .....	55
Ilustración 4-13 Tubería de acero como refuerzo en cruce de calzada .....	56

Ilustración 4-14 Operador con elemento para realizar puerba de presión ...	57
Ilustración 4-15 Manometro indicando presión de prueba.....	58
Ilustración 4-16 Válvula de corte elastomeric.....	58
Ilustración 4-17 Instalación de grifo .....	59
Ilustración 4-18 Enfierradura de cámara de válvula .....	61
Ilustración 4-19 Moldajes de cámara de válvula .....	62
Ilustración 4-20 Impermeabilización en cámara de válvula .....	63
Ilustración 4-21 Compactación de base estabilizada en calzada .....	65
Ilustración 4-22 Calzada hormigonada.....	65
Ilustración 4-23 Corte de paño en calzada.....	67
Ilustración 4-24 Base eswtabilizada compactada en aceras .....	67
Ilustración 4-25 Reposición de aceras .....	69
Ilustración 4-26 Probetas para prueba de hormigón in situ. ....	70

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Cantidad de tubería en Concepción según su configuración.....	15
Tabla 2-2 Materialidad y normas aplicables en tubería de agua potable.....	16
Tabla 2-3 Cantidad de tubería en Concepción según su material. ....	23
Tabla 2-4 Cantidad de tubería en Concepción según su diametro.....	24
Tabla 3-1 Motivos de fallas en la red de agua potable de la red de Concepción en los ultimos 9 años. ....	31
Tabla 4-1 Metros lineales de tubería a renovar en sector Pedro de Valdivia Bajo, en la comuna de Concepción. ....	41
Tabla 4-2 Acta de apertura licitaciones publicas, renovación de redes publicas de agua potable, parte 1. ....	42
Tabla 4-3 Acta de apertura licitaciones publicas, renovación de redes publicas de agua potable, parte 2. ....	42
Tabla 4-4 Segundo acta de apertura licitaciones publicas 2017-012, renovación de redes de agua potable. ....	43
Tabla 4-5 Tiempos y presiones en el proceso de termofusión. ....	53
Tabla 5-1 Detalle de gastos generales totales de obra. ....	80
Tabla 5-2 Detalle de gastos v/s presupuesto inicial de obra. ....	81
Tabla 5-3 Duración de cada partida. ....	84

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 2-1 Porcentaje de tubería en concepción según su configuración ....	15
Grafico 2-2 Porcentaje de tubería en Concepción según su materialidad ....	23
Grafico 2-3 Porcentaje de tubería en Concepción según su diametro. ....	24
Grafico 3-1 Cantidad de fallas en los ultimos 9 años en la red de agua potable de Concepción .....	31
Grafico 3-2 Porcentaje de fallas en los ultimos 9 años en la red de agua potable de Concepción, según el diametro de tubería .....	33
Grafico 3-3 Porcentaje de fallas en los ultimos 9 años en la red de agua potable de Concepción, según el material de tubería .....	34
Grafico 5-1 Detalle total del costo final v/s presupuesto de obra inicial .....	82
Grafico 5-2 Porcentaje de incidencia de partidas según su costo .....	83
Grafico 5-3 Porcentaje de incidencia de partidas según su duración .....	83

## **1.1 Introducción**

En Chile las empresas prestadoras de servicios sanitarios son las entidades que brindan servicios de saneamiento en los siguientes ámbitos: servicio público de producción de agua potable, servicio público de distribución de agua potable, servicio público de recolección de aguas servidas y servicio público de disposición de aguas servidas.

La legislación vigente establece que los prestadores de servicios sanitarios constituyen un monopolio natural regulado por el Estado, para actuar dentro de una determinada área denominada territorio operacional, donde la concesionaria sanitaria presta sus servicios en forma exclusiva y excluyente.

La comuna de Concepción se encuentra en el interior del territorio operacional de la empresa sanitaria ESSBIO S.A. la cual periódicamente llama a licitaciones públicas para renovar las tuberías, debido a un alto número de roturas en las matrices de agua potable. Como solución a estas problemáticas, actualmente las redes se están renovando por un sistema conocido como termofusión de tuberías de HDPE.

El presente trabajo tiene como enfoque principal describir técnica y económicamente el proceso de renovación de las tuberías de agua potable con el sistema antes mencionado, junto con describir y caracterizar la red de distribución, en materialidad y dimensiones, de la Comuna de Concepción.

El contenido se desarrolla de acuerdo a los reglamentos vigentes, a normas y a recomendaciones técnicas de los fabricantes, distribuidores y expertos.

## 1.2 Formulación de problema

Las ciudades para abastecer de agua potable a sus habitantes poseen redes de distribución las cuales están construidas en la infraestructura de la ciudad, en Concepción la empresa sanitaria ESSBIO S.A. es la responsable de esta acción, junto con el mantenimiento correspondiente.

Durante los 5 últimos años, en la comuna de Concepción han existido 391 fallas anuales en promedio, por motivos de: expiración de vida útil; por fatiga de material; fallas en las uniones entre diferentes materias y por falta de mantenimiento, entre otras. Lo que conlleva a reiteradas roturas en diferentes sectores, lo que da como resultado corte de suministro para sus habitantes y también pérdida de agua potable tratada.

La empresa sanitaria ha implementado un plan de renovación de tuberías denominado 20/20, que propone llegar al año 2020 con perdidas inferiores al 20% de agua no facturada. El objetivo principal de este plan es *“disminuir la cantidad de agua distribuida y no facturada”*

Para lograr lo anterior, se quiere abordar la problemática de roturas continuas, para ello la empresa sanitaria a decidido renovar las redes de distribución existentes, cambiando su materialidad por una de polietileno de alta densidad, conocidas como HDPE, por sus siglas en inglés (High Density Polyethylene), estas tuberías se unen por un método denominado termofusión.

### **1.3 Justificación del problema**

Para el plan de renovación de tuberías la empresa sanitaria a escogido el tipo de material HDPE, el cual por sus propiedades físicas y de fabricación, aumenta la vida útil del correcto funcionamiento de las cañerías de agua potable en la comuna de Concepción. La principal característica e innovación hace referencia al método de unión de las tuberías entre sí, ya que permite crear un monolitismo en la red proyectando una expectativa de duración de al menos 50 años sin presentar inconvenientes.

Al realizar una comparación de la actual situación de las tuberías se puede observar que los materiales utilizados con anterioridad poseen una vida útil teóricamente similar, pero fallan continuamente en los sistemas de uniones entre sí misma o en la interacción con otras materialidades. Estos materiales son el PVC, asbesto cemento, fierro fundido, acero, entre otros. Según lo registrado por la empresa sanitaria ESSBIO estas tuberías registran una duración máxima de 20 años sin presentar fallas y/o roturas en el sistema de emergencias de la sanitará, luego se hacen constantes. Otra característica por la cual la empresa sanitaria escogió este tipo de material para renovar las tuberías corresponde a que el HDPE es un material completamente atóxico y cuenta con certificación de la FDA (Food and Drug Administration, USA), como material apto para estar en contacto con alimentos (agua).

Teóricamente y según análisis de regresión efectuados por un laboratorio acreditado internacionalmente (Swedish Board for Accreditation and Conformity Assesment) las tuberías de HDPE están diseñadas para un servicio de 50 años, en caso de agua a 20 °C sometida a una presión nominal de 10 bar.

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivos Principal:**

- Analizar técnica y económicamente el uso del HDPE como material de renovación de tuberías de agua potable utilizando una obra ubicada en el sector Pedro de Valdivia bajo, en la comuna de Concepción.

### **Objetivos Específicos:**

- Describir la red de distribución de agua potable en la comuna de Concepción.
- Identificar las causas que generan fallas en la red de agua potable en la comuna de Concepción.
- Caracterizar el proceso constructivo del método de renovación de tuberías con HDPE, en el sector Pedro de Valdivia bajo, en la comuna de Concepción
- Evaluar económicamente la renovación de tuberías utilizando una obra en sector Pedro de Valdivia bajo de la comuna de Concepción.

## **1.5 Metodología.**

Se recopilara información de fuentes bibliográficas confiables a nivel latinoamericano y de habla hispana.

Se extraerá información y material de las base de datos que maneja ESSBIO S.A. en aplicaciones sostenidas en el sistema de información geográficos corporativos (SIG).

A través de experiencias empíricas de visitas en terreno y donde estén reparando o reponiendo tramos de tuberías además de el estudio de un caso en obra de renovación de tubería por termofusión realizada en la comuna de Concepción, octava región del Biobío por constructora Avila y Avila Construcciones Limitada.

Entrevistas con expertos en el área como administradores de contratos de la sanitaria ESSBIO, recomendaciones de fabricantes y proveedores.

Se extraerá información en capacitación realizada por ESSBIO. a contratistas.

Se realizara un análisis con la información obtenida.

## **1.6 MARCO TEORICO:**

### **1.6.1 Contexto Técnico.**

Para la elaboración del presente trabajo se hace necesario contextualizar cuatro definiciones técnicas:

#### **Mantenimiento Correctivo:**

Este es un mantenimiento de reparación que se realiza después de un fallo o rotura en el sistema, no es programado previamente y es requerido por una determinada falla, por ejemplo: colapso de la red en un punto

El mantenimiento correctivo incluye cinco períodos de tiempo (en los cuales el elemento de fallo no está operativo):

1. Tiempo transcurrido desde que se produce la avería hasta que se detecta, o tiempo de respuesta.
2. Tiempo necesario para contar con quien efectúa la reparación (disponibilidad del personal técnico encargado de la reparación).
3. Tiempo que transcurre hasta disponer de los recambios necesarios para reparar el fallo.
4. Tiempo necesario para subsanar la avería.
5. Tiempo necesario para la nueva puesta en servicio de la red (limpieza, desinfección).

*Fuente: Asociación española de fabricantes de tubos y accesorios plásticos, 2010.*

### **Renovación de redes:**

Con el objetivo de mejorar, regularizar las instalaciones existentes de forma definitiva a largo plazo, tendiente a garantizar que estas se encuentren operativas, funcionando en forma óptima, y de acuerdo a la normativa vigente es que la empresa sanitaria ESSBIO renueva las tuberías dejando fuera de uso las existentes.

Se refiere a la acción de cambiar los elementos de las redes para tratar de evitar que se produzca un fallo. Es una acción programada. El tiempo que el suministro estará detenido es un dato conocido, no existe incertidumbre.

*Fuente: Asociación española de fabricantes de tubos y accesorios plásticos, 2010.*

### **HDPE PN100:**

Los sistemas de conducción de fluidos fabricados en polietileno de alta densidad o HDPE presentan una serie de ventajas respecto a materiales alternativos, a un costo competitivo, químicamente tienen comportamientos inertes ante prácticamente todos los elementos utilizados en la industria.

Según la composición de su materia prima posee una extensa vida útil.

Posee bajo peso, lo facilitan la manipulación en comparación a otros materiales.

Es resistencia a la corrosión, posee coeficientes de Hazen Williams igual a 150 y de Manning igual a 0,010.

Es flexible, por ejemplo, para los espesores más usuales, tiene un radio de curvatura entre 30 y 50 veces el diámetro.

Una de sus principales características para ser usado en agua potable es la resistencia a la presión, puesto que resiste hasta 25 bar según el diámetro y el espesor de la tubería.

Posee cualidades estables a estar en contacto con la intemperie, es apto para temperaturas entre -40 y +60 °C y mediante la adición de un 2% del peso en negro de humo lo hace resistente a la radiación UV.

Elemento Atóxico, ya que es producido por materiales aprobados, sobre todo para el uso en conducción de agua potable.

Su principal característica es poseer una larga vida útil ya que la resina mayormente utilizada en aplicaciones de conducción de fluidos a presión es la PN100.

*Fuente: Sistema de conducción de fluidos en HDPE pared solida, grupo tridente.*

**Termofusión:**

En la unión por termofusión, las superficies a pegar se preparan, se funden simultáneamente con un calentador de placa caliente, se quita el calentador y las superficies fundidas se prensan juntas y se mantienen bajo presión. A medida que se enfrían los materiales fundidos se mezclan y fusionan en una unión permanente y monolítica. Los procedimientos de fusión de HDPE requieren de herramientas y equipos específicos al tipo de fusión y para los tamaños de tubería y de accesorios que se están uniendo.

La fusión a tope (o “butt fusion”) se utiliza para hacer juntas de extremo a extremo entre extremos de tuberías con “tope” o planos y accesorios que tiene el mismo diámetro exterior y similar espesor de pared.

Los equipos comúnmente utilizados en las soldaduras por termofusión están constituidos por 3 elementos: Unidad de fuerza (compuesta de una unidad hidráulica y un alineador), refrentador y placa calentadora, los que se pueden observar en la siguiente imagen.

*Fuente: Procedimientos de Unión por Termofusión y Guía de Calificación, Performance Pipe.*

**1.6.2 Contexto Normativo:**

Para el desarrollo del presente tema se deberá hacer referencia a las siguientes normas, tanto chilenas como extranjeras, las cuales establecerán los parámetros legales a cumplir:

La ley 19549, en su artículo 33º, establece la obligación legal de la empresa concesionaria a entregar en forma inmediata el servicio de agua potable a quien lo solicite dentro de su territorio operacional, de esta forma la empresa sanitaria ESSBIO es responsable del territorio operacional de la comuna de Concepción.

Para las pruebas de agua potable a realizar a las tuberías nuevas y antes de ser unidas a la red existente se deberá cumplir lo establecido en la: *Norma Chilena 1360 oficializada en 1984. "Pruebas a redes de agua potable"*.

El tipo de tubería de HDPE a utilizar en la renovación, tanto en sus dimensiones como en su composición de materia prima están establecidos en la: *Norma Chilena 398 oficializada en 2004. "Tuberías y accesorios de polietileno (PE) para agua potable". Parte 1 a la 4.*

En la interacción de dos o más materialidades en la red de agua potable, la empresa sanitaria ESSBIO utiliza la norma internacional ISO 4427 *Tubería HDPE PN 100. "Dimensiones y equivalencias"*.

Para el local de agua potable existen elementos conocidos como válvulas de corte, el cual su diseño está regulado por la: *Norma Chilena 2456 oficializada en 1998. "Válvulas de compuertas brida-brida de contacto elastomérico"*.

Las excavaciones y movimientos de tierra están regulados en la *Norma Chilena 2282 oficializada en 1996. "Excavaciones de zanjas para instalación de tuberías"*

**CAPITULO II – DESCRIBIR LA RED DE AGUA POTABLE EN  
CAPTACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y MATERIALIDAD EN LA  
COMUNA DE CONCEPCIÓN.**

## **2.1 CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN.**

El agua tal como se encuentra en la naturaleza no está apta para el consumo, es por esto que el agua se debe transformar en potable, es decir, pasar por un proceso que permitirá que el agua no tenga sabor, color u olor y que se pueda beber y usar sin riesgos para los consumidores. En Concepción esto ocurre en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) Mochita.



***Ilustración 2-1, PTAP Mochita***

***Fuente: ESSBIO.cl***

Los procesos que se llevan a cabo en una PTAP son los siguientes

### **2.1.1 Captación**

El agua que está en la naturaleza se conoce con el nombre de agua cruda y para potabilizarla requiere ser captada en fuentes superficiales (lagunas, lagos, esteros, ríos y embalses), y fuentes subterráneas (pozos profundos, punteras, drenes y norias).

### **2.1.2 Decantación**

Aquí se produce la separación del líquido de los sólidos. Este proceso, que permite eliminar la contaminación bacteriológica y los elementos sólidos suspendidos que trae el agua. Consta de la etapa de Coagulación y Floculación.

### **2.1.3 Filtración**

Acá se retienen todas aquellas partículas que no lograron decantar en el proceso anterior.

### **2.1.4 Desinfección**

El agua es desinfectada con gas cloro, asegurando así su calidad microbiológica y convirtiéndola en agua apta para el consumo.

### **2.1.5 Almacenamiento**

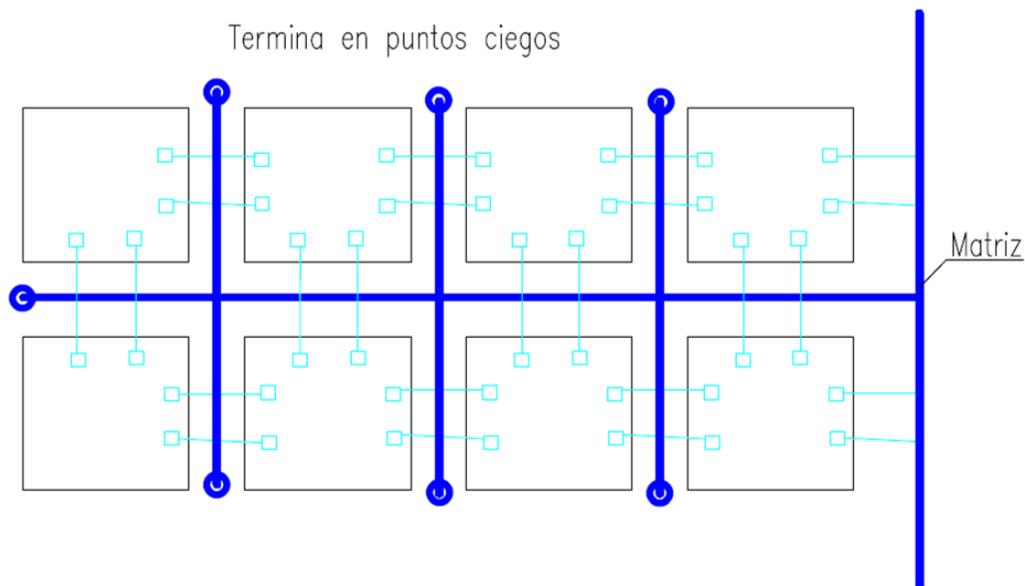
Finalizado el proceso, hay que utilizar Plantas Elevadoras de Agua Potable (PEAP) para transportar el agua a grandes estanques de almacenamiento. Generalmente, los estanques están ubicados en lugares elevados, permitiendo la distribución por acción de la gravedad.

## **2.2 TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN GENERAL.**

Existen dos tipos de distribución de redes de agua potable, las denominadas abiertas o ramificadas y la distribución cerrada o mallada.

### 2.2.1 Red de distribución de agua potable abierta o ramificada.

Este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma red de distribución de agua potable. El uso de redes ramificadas se sucede en desarrollos cuyo crecimiento se ha establecido a partir de una vialidad principal y en la que convergen una serie de calles ciegas, dado que las características topográficas impiden la interconexión entre los ramales para conformar circuitos cerrados.

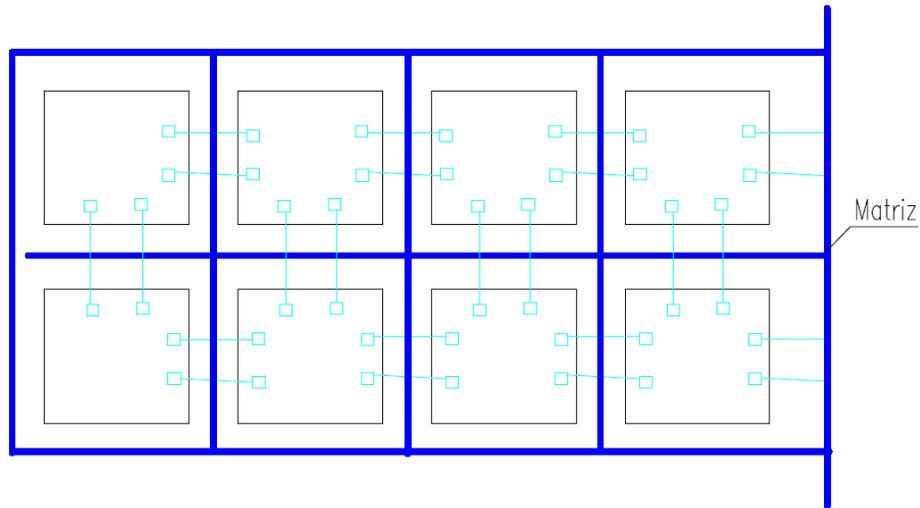


**Ilustración 2-2, Esquema red de distribución abierta**

**Fuente: Elaboración propia.**

### 2.2.2 Red de distribución de agua potable cerrada o mallada

En este tipo de red, se logra la conformación de mallas o circuitos a través de la interconexión entre los ramales de la red de distribución de agua potable.



***Ilustración 2-3, Esquema red de distribución Cerrada***

***Fuente: Elaboración propia.***

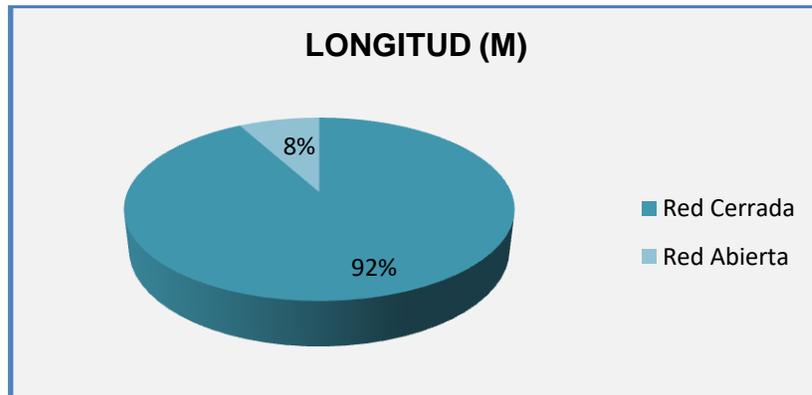
### 2.3 TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN CONCEPCIÓN.

En la comuna de Concepción las redes públicas de agua potable están instaladas en una configuración mixta. En zonas céntricas donde hay mayor densidad de población y de consumo es de tipo cerrada, esto ya que en casos de emergencia o de rotura se puede acuartelar la zona involucrada accionando válvulas y así no dejar sin suministro a un número mayor de usuarios; y en lugares residenciales terminan de forma abierta. Existe una totalidad de 462.771 metros lineales de tuberías instalados, de los cuales el 92% corresponde a una configuración cerrada y el 8% restante a una configuración abierta, según muestra el siguiente grafico.

Tipo de Red	Longitud (metros)
Red Cerrada	425.662
Red Abierta	37.109
<b>TOTAL</b>	<b>462.771</b>

**Tabla 2-1, Cantidad de tubería en concepción según su configuración de instalación.**

**Fuente: Sistema de información geo-referencial, SIG (ESSBIO 2017).**



**Gráfico 2-1, Porcentaje de tubería en concepción según su configuración de instalación.**

**Fuente: Sistema de información geo-referencial, SIG (ESSBIO 2017).**

## 2.4 TIPO DE MATERIALIDADES Y DIMENSIONES DE LA RED DE AGUA POTABLE.

### 2.4.1 Tipo de materiales en la red de agua potable en general.

Los materiales más empleados en las redes de agua potable son el PVC, asbesto cemento, hormigón, fierro fundido y acero. Estos materiales deben cumplir las normas chilenas correspondientes al material de la tubería y sus accesorios. La siguiente tabla resume los materiales y las normas para tuberías y accesorios que se aplican.

Material de la tubería	Norma tubería	Norma accesorios	Norma uniones
Acero	NCh2087	NCh2087	NCh990
Cu	NCh951/1	NCh396, NCh2674	NCh396, NCh951
Fundición gris	NCh402	NCh402	NCh402
Fundición dúctil	NCh2611	NCh2611	NCh2531
PEX	NCh2086, NCh2992	NCh2607, NCh2992	NCh2086, NCh2607
PE	NCh398/1	NCh398/2 NCh398/3 NCh398/4	NCh398/4
PVC	NCh399	NCh1721	Ver Anexo A, de esta norma
PP	NCh3151/1	NCh1842	NCh1842, ISO15874-3
PRFV	NCh3176/1	NCh3176/2	NCh3176/2

**Tabla 2-2, Materiales y normas aplicables en tuberías de agua potable.**

**Fuente: Nch 1360 (2010).**

Descripción de las tuberías comúnmente empleadas en las redes de agua potable:

**Asbesto cemento:**

Tiene menor peso que otras tuberías rígidas. Puede ser susceptible a la corrosión por ácidos y por ataque del sulfuro de hidrógeno, puede utilizarse incluso en ambientes moderados de aguas agresivas o suelos con altos contenidos en sulfatos. Este material ya no se instala en redes públicas de agua potable según el decreto N° 656/00 del MINSAL que prohíbe *“la producción, importación, distribución y venta de materiales que contengan cualquier tipo de asbesto”*, pero es de importancia conocerlo, puesto que está presente en cerca de un 43% de la red de distribución de agua potable en Concepción y de esta forma está presente en las interacción en renovaciones e interconexiones de redes.



***Ilustración 2-4, Tubería de asbesto cemento.***

***Fuente: (WEB).***

## **Acero**

Se utiliza frecuentemente en cruces de ríos o cuando la tubería tenga que soportar cargas extremadamente altas, cuando se requiera un grado elevado de estanqueidad o cuando se prevea que se puedan producir graves problemas debido a las raíces del suelo.

Son sensibles a la corrosión por ácidos y al ataque del sulfuro de hidrógeno y, en consecuencia, no deben emplearse en suelos salubres a menos que se les procure la protección adecuada.

También se utilizan como encamisado en cruces de calzada reforzando a la tubería de diferente materialidad (HDPE, PVC).



***Ilustración 2-5, Tubería de acero.***

***Fuente: (Gestión de compras).***

**Cloruro de polivinilo (PVC) rígido.**

Conducto cilíndrico, hueco, sin costuras, que puede conectarse con otros iguales por uniones del mismo o diferente material. Ligero pero robusto, resistente a la corrosión. Sus requisitos de funcionamiento están estipulados en la norma chilena 399, oficializada el año 2011.

Los componentes del PVC derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrogeno y carbono.



***Ilustración 2-6, Tubería de PVC rígido.***

***Fuente: (Zona sanitaria).***

### **Plástico reforzado de fibra de vidrio (PRFV).**

Las materias primas básicas que se utilizan en la fabricación de las tuberías de PRFV son: resina de poliéster insaturado, fibras de vidrio y cargas inertes. En el proceso de fabricación del tubo, la resina de poliéster solidifica formando enlaces químicos tridimensionales. Por ello, el PRFV es un plástico termoestable, que conserva su estabilidad dimensional en un medio caliente.

Su uso y funcionamiento están regulados en la norma 3176 of. 1978.



***Ilustración 2-7, Tubería de plástico de fibra reforzado.***

***Fuente: (Guía técnica ASETUB).***

### **Polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD o PE).**

Mezcla homogénea a base de polietileno (PE) y aditivos tales como oxidantes, pigmentos, estabilizantes UV, y otros, dosificados en un nivel óptimo para su buen funcionamiento.

El polietileno de alta densidad resiste prácticamente todos los elementos corrosivos de la industria. En definitiva, el largo tiempo de duración, el bajo costo, la fácil instalación y la escasa mantención, hacen que las tuberías HDPE tengan ventajas comparativas superiores respecto a los materiales tradicionales.

Su uso y funcionamiento están regulados en la norma 398, oficializada el año 2004.



***Ilustración 2-8, Tubería de polietileno de alta densidad (HDPE).***

***Fuente: (Guía técnica SMTERMOFUSIONES).***

#### **2.4.2 Clasificación según tipo de materiales y diámetros en la red de agua potable en Concepción.**

En la comuna de Concepción la distribución de agua potable se efectúa a través de una red de matrices, compuesto por tuberías de diferentes materiales y diámetros.

En total la red cuenta con una extensión de alrededor de 432 Km. en diámetros nominales de 100 mm hasta 1000 mm.

El diámetro interior mínimo de las tuberías debe ser de 90 mm. 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 mm se deben comprobar para el gasto de diseño de 36 L/mín. como mínimo por vivienda unifamiliar, oficina, local comercial u otra edificación similar.

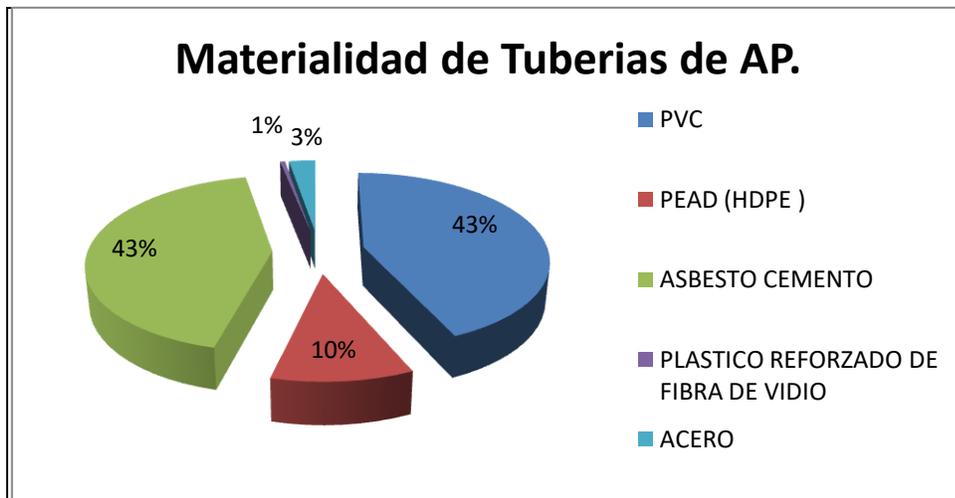
A continuación se muestra la clasificación de tuberías de redes de agua potable según su materialidad y su diámetro de instalación:

A) Clasificación según materialidad de redes de Agua Potable.

MATERIAL	LONGITUD (M)	%
PVC	200.693	43
PEAD (HDPE )	48.500	10
ASBESTO CEMENTO	198.888	43
PLASTICO REFORZADO DE FIBRA DE VIDRIO	2.300	0,5
ACERO	12390	3
TOTAL	462.771	100

**Tabla 2-3, Cantidad de tubería en concepción según su material de instalación.**

**Fuente: Sistema de información geo-referencial, SIG (ESSBIO 2017).**



**Gráfico 2-2, Porcentaje de tubería en concepción según su material.**

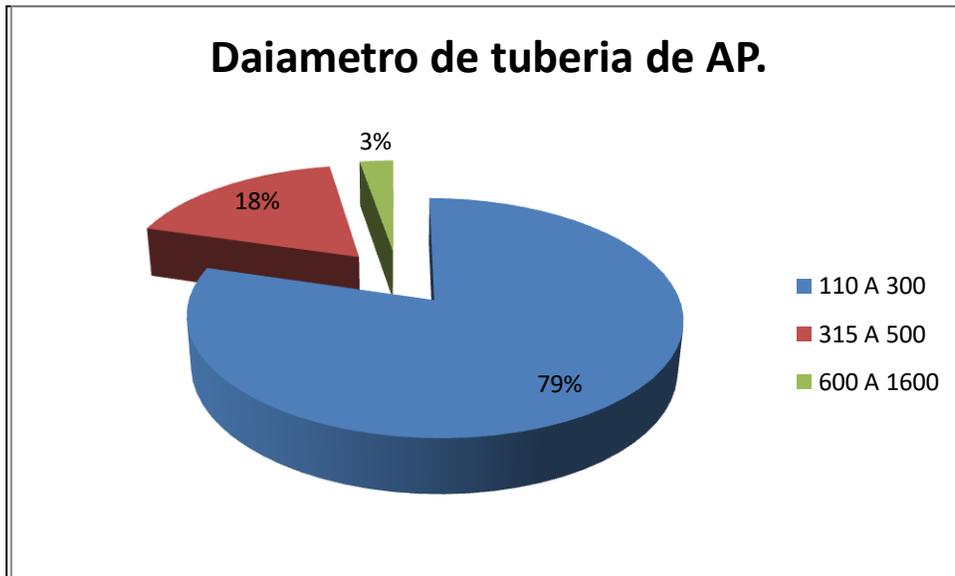
**Fuente: Elaboración propia.**

B) Clasificación según diámetro de redes de Agua Potable.

DIAMETRO	LONGITUD (M)	%
110 A 300	368.381	80
315 A 500	82.000	18
600 A 1600	12.390	3
TOTAL	462.771	100

**Tabla 2-4, Cantidad de tubería en concepción según su diámetro de instalación.**

**Fuente: Sistema de información geo-referencial, SIG (ESSBIO 2017).**



**Grafico 2-3, Porcentaje de tubería en Concepción según su diámetro.**

**Fuente: Elaboración propia.**

**CAPITULO III - IDENTIFICAR LAS CAUSAS QUE GENERAN  
FALLAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
EN LA COMUNA DE CONCEPCIÓN.**

### **3.1 GENERALIDADES**

En la comuna de Concepción la empresa sanitaria ESSBIO utiliza el software georeferencial ArcView GIS en su versión 9.3 (OGP 2005), desde el mes de junio del 2019, para definir zonas críticas de roturas y cortes, herramienta con la cual se facilita el manejo de información de las miles de fallas. Se consideran fallas todas aquellas roturas que generan discontinuidad en el servicio de agua potable y que clasifican como cortes no programados o también cortes programados. Se evalúan fallas ocurridas hasta el 30 de septiembre del año 2017 en Concepción.

El objetivo de este capítulo es estudiar la distribución de fallas en cuanto a cantidades, motivos, diámetros, materialidad de la tubería y el tipo de suelo de instalación.

Los motivos que generan discontinuidad del suministro en la comuna de Concepción son varios, predomina la rotura de matriz, siendo ésta la que provoca la mayoría de cortes del tipo no programados. Lo anterior debido a la dificultad para determinar zonas de fallas en tuberías de menor diámetro como las de arranque domiciliario por ejemplo. Por otro lado los cortes programados son generalmente cuando se realiza reemplazo en la red y trabajos planificados, sin embargo igualmente generan cortes en el suministro.

El motivo de rotura por terceros corresponde a una falla debido a que particulares (muchas veces constructoras) accidentalmente rompen la matriz cuando realizan trabajos, lo que genera un corte en el suministro. La interconexión de redes está asociada a un corte programado y es un trabajo que se ejecuta para conectar por medio de un tramo nuevo y piezas especiales dos redes que anteriormente eran independientes.

El mejoramiento de redes está asociado al reemplazo y reposición de redes antiguas o en mal estado, esto genera cortes de tipo programado ya que son

trabajos planificados por la compañía para optimizar el servicio. La rotura de grifo en su gran mayoría es causada por terceros, debido a choques u otros motivos, lo que genera un corte no programado en el suministro.

### **3.2 TIPOS DE FALLAS EN LA RED DE AGUA POTABLE.**

#### **Rotura**

Seccionamiento en un plano más o menos perpendicular de una tubería o conducción.



*Ilustración 3-1, Rotura de matriz.*

*Fuente: Asociación de aguas México 2017.*

#### **Perforación**

Agujero pequeño de una tubería causado frecuentemente por la acción exterior de maquinaria o por acción de la corrosión. En ocasiones, se presentan agujeros en antiguas abrazaderas, que al ser retiradas dejan al descubierto el agujero.



***Ilustración 3-2, Perforación en matriz.***

***Fuente: Asociación de aguas México 2017.***

### **Fisura**

Abertura o fisura a lo largo del cuerpo de la tubería, que puede ser provocada por la acción exterior de maquinaria o por acción de una sobrepresión en la tubería.



***Ilustración 3-3, Fisura en tubería.***

***Fuente: Asociación de aguas México 2017.***

### **Reventamiento.**

Estallido (orificio de gran proporción) de la tubería por la acción exterior de la maquinaria o por acción de una sobrepresión en la tubería. La pared de la tubería se rompe de manera violenta o explosiva por el efecto de exceso de presión o acción exterior de maquinaria pesada.



***Ilustración 3-4, Reventamiento en matriz.***

***Fuente: Asociación de aguas México 2017.***

### **3.3 CAUSAS DE FALLAS EN LA RED DE AGUA POTABLE.**

En general, las principales causas de ocurrencias de fugas son:

- Mala calidad de los materiales y accesorios.
- Antigüedad de las tuberías.
- Mala calidad de mano de obra.
- Corrosión externa e interna.
- Presión alta.
- Efectos del tránsito de vehículos.
- Movimientos de suelo (sismos, hundimientos).

### **3.4 CLASIFICACION DE FALLAS SEGÚN SU MOTIVO.**

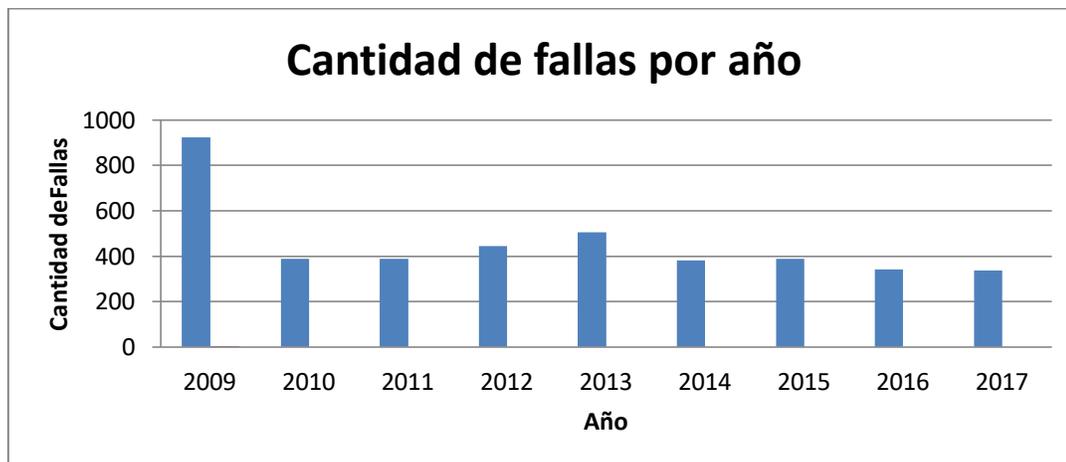
Si se habla de los motivos que generan discontinuidad del suministro en la comuna de Concepción predomina la rotura de matriz, siendo ésta la que provoca la mayoría de cortes del tipo no programados. Lo anterior debido a la dificultad para determinar zonas de fallas en tuberías de menor diámetro como las de arranque por ejemplo. Por otro lado los cortes programados son generalmente cuando se realiza reemplazo en la red y trabajos planificados, sin embargo igualmente generan cortes en el suministro. El motivo que predomina en la discontinuidad del suministro es la rotura de matriz (90% el año 2017), provocando cortes no programados en la red.

El motivo de rotura por terceros corresponde a una falla debido a que particulares (muchas veces constructoras) accidentalmente rompen la matriz cuando realizan trabajos, lo que genera un corte en el suministro. La interconexión de redes está asociada a un corte programado y es un trabajo que se ejecuta para conectar por medio de un tramo nuevo y piezas especiales dos redes que anteriormente eran independientes. El mejoramiento de redes está asociado al reemplazo y reposición de redes antiguas o en mal estado, esto genera cortes de tipo programado ya que son trabajos planificados por la compañía para optimizar el servicio. La rotura de grifo en su gran mayoría es causada por terceros, debido a choques u otros motivos, lo que genera un corte no programado en el suministro. Por último, el motivo sin información se refiere principalmente a la pérdida de información durante el mes de febrero y marzo 2010, pero sí existe el registro de esta rotura en cuanto a la ubicación, material y diámetro. Sin embargo, estas causas de corte pueden estar asociadas directamente a la rotura de matriz, debido a la fecha en el que se registraron, post-terremoto.

Motivo	Cantidad por años								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Falla de válvulas	5	0	2	2	3	6	9	4	5
Falla en arranques	0	1	4	5	7	8	14	15	20
interconexión de redes	15	14	18	17	14	15	14	16	10
mejoramiento de redes	5	0	0	3	5	2	3	1	4
otros	1	3	0	0	0	0	0	0	0
rotura de grifo	2	1	3	2	0	1	2	1	1
rotura de matriz	850	342	358	387	459	330	328	289	270
rotura de pavimentos	11	0	0	4	7	5	6	6	3
rotura por terceros	35	7	4	25	10	15	13	10	25
sin información	0	21	0	0	0	0	0	0	0
Total por año	924	389	389	445	505	382	389	342	338

**Tabla 3-1, Motivos de fallas en la red de agua potable de Concepción en los últimos 9 años.**

**Fuente: Sistema de información geo-referencial, SIG (ESSBIO 2017.)**



**Grafico 3-1, Cantidad de fallas en los últimos 9 años en la red de agua potable de Concepción.**

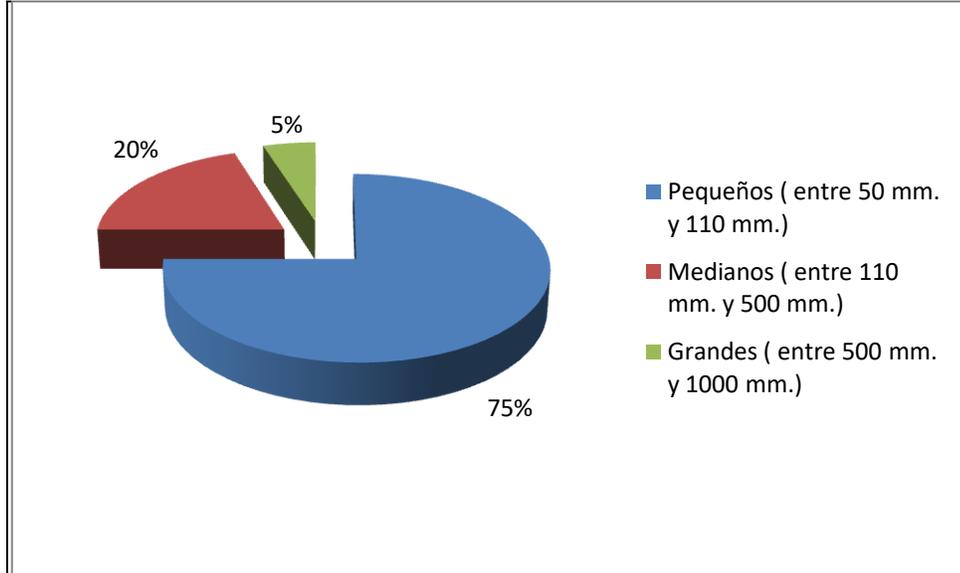
**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.5 CLASIFICACION DE FALLAS SEGÚN DIÁMETRO DE TUBERÍA.

Para clasificar las fallas asociadas a los distintos rangos de diámetros de las tuberías se definió un primer intervalo clasificado como pequeño, utilizando el criterio de la norma NCh 691 Of98 que en la sección 7.4, menciona que el diámetro nominal mínimo debe ser de 100 mm, no obstante en pasajes se aceptan diámetros nominales de 75 mm, con algunas restricciones (para más detalles ver norma). Sin embargo, en tuberías de PVC y HDPE con diámetro nominal de 110 mm, éstas clasifican como redes de 100 mm, por lo anterior se ha considerado este diámetro en el primer rango. Además se han definido dos rangos adicionales para el análisis de las secciones instaladas en la red de distribución, un rango intermedio y otro para definir los ductos de gran diámetro. Claramente las fallas ocurridas se concentraron en las tuberías de diámetros pequeños, en parte debido a la mayor cantidad de metros lineales.

Diámetro de tubería	Cantidad de fallas en los últimos 9 años	%
Pequeños (entre 50 mm. y 110 mm.)	3077	75
Medianos (entre 110 mm. y 500 mm.)	821	20
Grandes (entre 500 mm. y 1000 mm.)	205	5
Total	4103	100

**Tabla 3-2, Cantidad de fallas en los últimos 9 años en la red de agua potable de Concepción, clasificadas según el diámetro de la tubería. Fuente: Sistema de información geo-referencial, SIG (ESSBIO 2017).**



***Gráfico 3-2, Porcentaje de fallas en los últimos 9 años en la red de agua potable de Concepción, clasificadas según el diámetro de la tubería.***

***Fuente: Elaboración propia.***

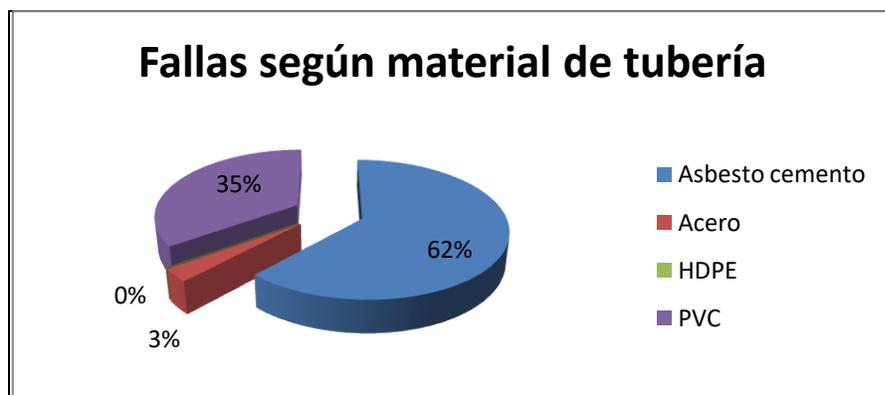
### **3.6 CLASIFICACION DE FALLAS SEGÚN MATERIALIDAD DE TUBERÍA.**

Según la materialidad de las tuberías el comportamiento en los últimos años indica que los ductos de PVC fallan principalmente en sus piezas especiales, tales como coplas, reducciones y llaves de collar. Las roturas registradas en las tuberías de asbesto cemento ocurren debido a la fragilidad del material en la sección transversal de la tubería. En los materiales de acero aparte de rotura, se observaron casos de aplastamiento y torsión, lo que reduce notablemente la capacidad de transporte, cabe mencionar que este material tiende a acumular sarro en su sección interior, el terremoto de 2010 soltó este sarro contaminando considerablemente el agua potable.

Se observa que con posterioridad al terremoto las roturas ocurrieron principalmente en las tuberías de asbesto cemento, concentrándose el 62 % de las fallas. Sin embargo, no deja de ser preocupante el comportamiento del PVC, ya que contiene un 35% de concentración de fallas, las que se presentaron principalmente en las coplas. Además, no se registraron fallas en tuberías de HDPE debido a que este material es capaz de deformarse sin perder rigidez ni resistencia.

Tipo de material	Cantidad de fallas últimos 9 años	%
Asbesto cemento	2544	62
Acero	123	3
HDPE	0	0
PVC	1436	35
Total	4103	100

**Tabla 3-3, Cantidad de fallas en los últimos 9 años en la red de agua potable de Concepción, clasificadas según el material de la tubería.**  
**Fuente: Sistema de información geo-referencial, SIG (ESSBIO 2017.)**



**Gráfico 3-3, Cantidad de fallas en los últimos 9 años en la red de agua potable de Concepción, clasificadas según el material de la tubería.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.7 TIPOS DE REPARACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE EN CONCEPCIÓN.**

Para reparar una rotura en la red de agua potable se debe tener en cuenta, principalmente, la materialidad de la tubería mas allá del motivo o causa que la provocó y que se describieron en el presente capítulo.

En la comuna de Concepción se utilizan dos tipos de reparaciones, las cuales se detallan a continuación:

#### **3.7.1 Reparación para tuberías de PVC.**

Cuando fallan tuberías de PVC se utiliza una copla de reparación la cual tiene una longitud de un metro, a ambos lados de la pieza posee unión anger con anillo de goma, la cual, a través de la fricción, permite la reparación en la matriz.

Si la rotura tiene mayor longitud que la copla de reparación se utilizan dos coplas y entre ellas se instala tubería de PVC según el diámetro que sea necesario.



***Ilustración 3-5, Reparación en matriz de PVC.***

***Fuente: Elaboración Propia.***

### **3.7.2 Reparación para tuberías de Asbesto cemento o acero.**

Para reparar tuberías de asbesto cemento o acero, se utilizan una serie de piezas especiales para logran una continuidad en la red de agua potable la cual consta de dos uniones universales, dos adaptadores de hidráulicos de PVC y una pieza de PVC, la cual variará según la longitud de la falla.



***Ilustración 3-6, Reparación en matriz de Asbesto cemento.***

***Fuente: Elaboración Propia.***

### **3.8 CONSIDERACIONES PARA REPARACIONES EN PRESENCIA DE ASBESTO CEMENTO.**

En el caso de que la matriz sea de materialidad de asbesto cemento se debe seguir la siguiente protocolización:

En el lugar sólo podrán encontrarse los trabajadores que realizarán dichas faenas. La empresa que realice el retiro del material con asbesto-cemento deberá capacitar a los trabajadores que participen en dichas labores, sobre todos los riesgos que involucran las tareas a realizar, en especial en lo

relativo a los riesgos por exposición a asbesto (solicitar apoyo a su organismo administrador de la Ley 16744 de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales).

Se deberán utilizar Elementos de Protección Personal para retiro de materiales de asbesto-cemento como:

- Protección respiratoria como máscara de medio rostro con filtro P100 o tipo P3 u otra de igual o mejor calidad.
- Ropa de trabajo como buzo desechable (tipo Tyvek) con capucha y cubre calzado.
- Zapatos de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Casco de seguridad.

Se deberá humectar la matriz de asbesto-cemento previo a su retiro con solución jabonosa o solución acuosa de líquido encapsulante como disolución de agua y látex vinílico al 20%, utilizando equipo que permita aplicación de agua a baja presión (ejemplo: bomba manual de espalda) para evitar desprendimiento de fibra.

Para el corte no se debe utilizar máquinas de alta velocidad ya que estas acciones generan liberación de fibra, se deben cortar pausadamente con marco sierra.

Una vez retiradas las tuberías deben ser envueltos en plástico de a lo menos 80µm de espesor, u otro tipo de envoltorio o encapsulado, pero de igual o mejor calidad, y ser etiquetados. En todo caso, las bolsas u otros sistemas utilizados deben ser suficientemente resistentes de manera de permitir el transporte y disposición final de estos residuos sin su rompimiento.

Todos los elementos de protección personal “desechables” deberán ser eliminados junto con el resto de residuos generados.

Los tubos retirados son residuos y NO SE PUEDE VENDER, NI REUSAR, NI REGALAR por lo que se deben disponer como residuos no peligrosos en rellenos sanitarios autorizados para su disposición final (Decreto Supremo 656/2000 del MINSAL). Los residuos generados deben ser transportados por empresas autorizadas para transportar residuos. Para la disposición final de residuos, se debe presentar a la Autoridad Sanitaria la “Solicitud de Autorización de Tratamiento y/o Disposición Final de Residuos Sólidos Industriales para Generadores” de estos.

Los residuos de asbesto-cemento NO se podrán disponer como material inerte de relleno en la recuperación de pozos de áridos.

**CAPITULO IV -CARACTERIZAR EL PROCESO  
CONSTRUCTIVO DEL METODO DE RENOVACIÓN DE  
TUBERÍAS DE HDPE EN EL SECTOR DE PEDRO DE  
VALDIVÍA BAJO, EN LA COMUNA DE CONCEPCIÓN.**

#### **4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.**

En el presente capítulo se caracterizará el proyecto denominado **“Reemplazo y reposición de Redes Agua Potable en varias comunas de la VIII Región, 012-2017, Opción 8, Pedro de Valdivia –Comuna de Concepción.”VIII Región.** Adjudicada por la empresa constructora Avila y Avila construcciones limitada.

El proyecto fue requerido por la Empresa Sanitaria ESSBIO S.A., con el objetivo de mejorar y regularizar las instalaciones existentes, tendiente a garantizar que estas se encuentren operativas, funcionando en forma óptima, y de acuerdo a la normativa vigente.

Las matrices existentes en los diversos tramos a reemplazar, son de materialidad asbesto cemento con diámetro D=150mm, D=125mm, y D=100mm.

Estas cañerías se reemplazarán por tuberías nuevas de materialidad HDPE PE100 PN10, las cuales son suministradas por la empresa sanitaria ESSBIO S.A., en una longitud de 1094 metros lineales de renovación.

Es una obra enmarcada en el proceso de renovaciones programadas.

Es una licitación pública en la cual cualquier contratista, acreditando experiencia y capacidad económica, puede participar de ella.

En particular se abordarán los siguientes tramos de Calles:

Cuartel	Calle	Entre	Tubería existente		Tubería renovada		Largo (m.)
			Materialidad	Diámetro (mm.)	Materialidad	Diámetro (mm.)	
11307	Hinrichsen	Las dalias y Ercilla	Asbesto cemento	150	HDPE	160	179
12866	Las Palmeras	Dagnigo y Los lirios	Asbesto cemento	150	HDPE	160	174
12866	Los lirios	Las Palmeras y Ercilla	Asbesto. cemento	150	HDPE	160	74
10766	Henriquez	Noguera y Sto. Aldea	Asbesto cemento	125	HDPE	110	152
10766	Sto. Aldea	Pinto y O'Higgins	Asbesto cemento	100	HDPE	110	129
10766	Werner	Valparaíso y Ercilla	Asbesto cemento	100	HDPE	160	386
						Total	1094

**Tabla 4-1, Metros lineales de tuberías a renovar en sector Pedro de Valdivia Bajo, en la comuna de Concepción. Fuente: Elaboración propia.**



**Ilustración 4-1, Imagen satelital de cuarteles de agua potable renovados, (en verde 11307, en azul 10766 y en rojo 12866). Fuente: Google maps.**

#### 4.1.1 Adjudicación.

ESSBIO S.A. licitó ocho opciones en la presente propuesta, la opción 8 es la que corresponde a la comuna de concepción y fueron seis las empresas contratistas que postularon a ella. El detalle del acta de apertura se puede observar en las siguientes dos tablas.

EMPRESAS PROPONENTES	OPCION 1 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 2 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 3 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 4 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 5 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 6 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 7 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 8 TOTAL IVA INC. \$
Sociedad Constructora Nahen Ltda.	\$427.182.035	\$477.770.244	\$476.943.313	\$417.679.588	No oferta	No oferta	No oferta	No oferta
Ecobell Ltda.	No oferta							
Hidrociivil y Cia. Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta	\$486.724.491	\$74.757.458	\$70.297.786	No oferta	No oferta
Asesorías Servicios y Construcciones Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta	No oferta	\$84.946.097	No oferta	No oferta	No oferta
Bozic Ingeniería y Construcción Ltda.	\$318.790.643	\$372.597.490	\$325.362.358	\$460.390.947	\$75.508.837	\$66.048.433	\$167.025.142	\$158.982.662
Empresa Constructora Escalona Márquez Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta	No oferta	\$60.302.517	\$57.450.974	No oferta	No oferta
Sociedad Constructora Global Ltda.	\$357.014.481	\$588.164.901	\$398.844.585	\$569.752.470	\$81.991.797	\$91.419.381	\$199.556.200	\$188.101.655
Instalaciones Segasa Ltda.	\$396.316.975	\$490.076.960	\$442.807.274	\$398.863.329	\$67.164.786	\$66.405.081	No oferta	No oferta
Constructora Castaldini Cisterna Ltda.	\$335.056.386	No oferta	\$175.702.944	\$184.534.944				
Obras Civiles Anco Ltda.	\$347.835.373	No oferta	\$422.334.202	No oferta	No oferta	No oferta	\$295.265.813	\$157.405.593

**Tabla 4-2, Acta de apertura licitaciones públicas, 2017-012, renovación de redes de agua potable. Parte 1**

**Fuente: Plataforma ARIBA (ESSBIO S.A.)**



EMPRESAS PROPONENTES	OPCION 1 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 2 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 3 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 4 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 5 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 6 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 7 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 8 TOTAL IVA INC. \$
Gómez y Florio Ingeniería y Construcción Ltda.	No oferta	\$131.150.211	No oferta					
Constructora e Inversiones Delonix Ltda.	No oferta							
Constructora Pacifico y Cia. Ltda.	\$408.133.027	No oferta	\$419.748.834	No oferta				
Fernando Díaz de Arcaya Ham	No oferta	No oferta	No oferta	\$447.242.022	\$100.502.452	\$92.855.209	No oferta	No oferta
Allister Ingeniería y Construcción Ltda.	No oferta	\$ 398.828.441	\$ 334.968.843	No oferta	No oferta	No oferta	\$165.340.855	\$163.170.135
Constructora MgM Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta	No oferta	\$67.872.305	\$53.995.774	No oferta	No oferta
Avila y Avila Construcciones Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta	No oferta	\$74.535.738	\$67.930.112	\$136.011.246	\$142.340.868

**Tabla 4-3, Acta de apertura licitaciones públicas, 2017-012, renovación de redes de agua potable. Parte 2.**

**Fuente: Fuente: Plataforma ARIBA (ESSBIO S.A.)**

La empresa Avila y Avila construcciones limitada fue la que realizo la oferta económica más baja (\$142.340.868), sin embargo la empresa sanitaria apeló a su artículo 11 de las bases administrativas para solicitar una mejora económica de las ofertas, a continuación se puede observar el segundo acta de apertura.

EMPRESAS PROPONENTES	OPCION 2 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 3 TOTAL IVA INC. \$	OPCION 8 TOTAL IVA INC. \$
Sociedad Constructora Nahen Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta
Bozic Ingeniería y Construcción Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta
Sociedad Constructora Global Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta
Instalaciones Segasa Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta
Constructora Castaldini Cisterna Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta
Obras Civiles Anco Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta
Constructora Pacifico y Cía. Ltda.	No oferta	No oferta	No oferta
Alister Ingeniería y Construcción Ltda.	\$ 370.023.471	No oferta	No oferta
Avila y Avila Construcciones Ltda.	No oferta	No oferta	\$ 139.262.176

***Tabla 4-4, Segundo acta de apertura licitaciones públicas, 2017-012, renovación de redes de agua potable.***

***Fuente: Plataforma ARIBA (ESSBIO S.A.)***

Como se puede observar la única empresa contratista que postuló a la mejora de las ofertas fue la empresa Avila y Avila construcciones limitada, adjudicándose de esta forma la ejecución de las obras en un plazo de **90 días corridos** y por un monto de **\$139.262.176 IVA incluido**.

#### **4.2 PERMISOS DE TRABAJOS.**

Es cargo y responsabilidad del Contratista la tramitación de todos los permisos que correspondan, el pago de derechos municipales y de otras instituciones que puedan intervenir en la realización de las obras.

En el caso de esta obra en partículas los permisos de obra se solicitaron a dos entidades:

#### **4.2.1 Permiso Municipal.**

Por conceptos de utilización de un bien nacional de uso público (B.N.U.P.), se solicita pago de derechos según metros cuadrados de ocupación y duración de la obra lo que da un valor de \$1.342.858, el responsable de la tramitación de este pago es el contratista, pero ESSBIO es el ente que debe correr con estos gastos. También se solicita el ingreso de una boleta de garantía correspondiente al 5% del valor del contrato por una validez de lo que dure la obra más dos meses, o en su defecto hasta que un inspector municipal reciba la obra de manera conforme.

#### **4.2.2 Permiso SERVIU.**

Se deben cancelar gastos de inspección e ingresar una boleta de garantía por conceptos de fiel cumplimiento de contrato, en particular para obras de rotura y reposición se solicita una boleta correspondiente al 130% del valor de las roturas a intervenir, correspondiente a 419,29 UF. Una vez ejecutadas las obras y recepcionadas de forma satisfactoria se debe cambiar por la boleta denominada "buena ejecución de las obras" correspondiente al 10% del valor de la reposición (41,929 UF).

La empresa sanitaria otorga un periodo de 30 días corridos para la tramitación de los permisos de obra y en todo momento se le debe mantener informada de los trámites realizados mediante correo electrónico al administrador de contratos designado para esta obra.

### **4.3 PROCESO CONSTRUCTIVO.**

El trabajo en terreno comienza con el replanteo de la obra; donde se revisa el estado de las cámaras, se hacen calicatas para ver la altura de la napa subterránea si existiese, se identifican arranques existentes mediante un sondeo visual, una vez identificada se marcan con pintura en el suelo indicando su ubicación, también se analiza el sector para establecer la posible instalación de faena. Una vez ubicado el lugar se procede al traslado de los equipos, maquinaria, herramientas, señalización, equipos de seguridad, baños químicos, carpas y todo lo necesario para realizar un buen trabajo. La señalética es de vital importancia, en sectores urbanos y con una alta densidad vehicular y peatonal ya que al realizar este trabajo en zanja se va a optar por cerrar la calle y desviar el tránsito hacia otra arteria.

#### **4.3.1 Trazado**

Las matrices proyectadas se extenderán junto a las existentes, el método de reposición será mediante excavación a zanja abierta, lo que implica la rotura y reposición de los pavimentos.

Los emplazamientos serán siempre en la faja de acera cuando se emplazan en calles; y entre el borde del pavimento y la línea oficial cuando se extienden por pasajes. Para el caso de esta obra la matriz existente en varios tramos se ubica bajo la calzada, en estos casos la matriz de renovación se reubicará bajo la acera. En estos casos se incluye la extensión de los arranques que correspondan.

La profundidad de las matrices de agua potable también es variada, no obstante se debe instalar a 1.2m.

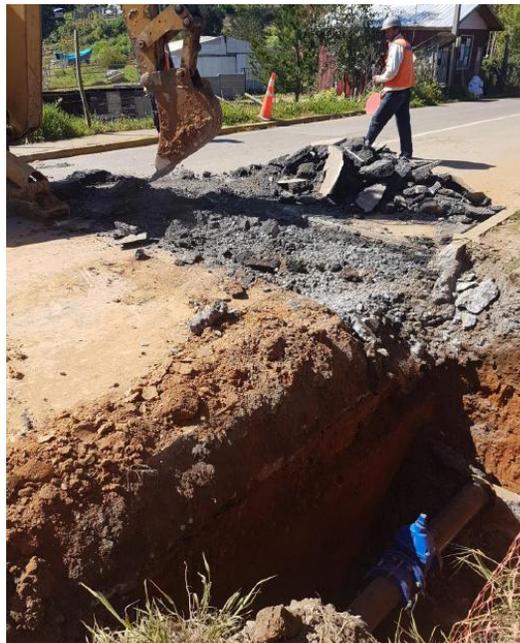
En aquellos sectores en que se obligue a profundidades menores y especialmente si el recubrimiento sobre la clave del tubo es inferior a 1,0m,

se ejecutarán los refuerzos de hormigón necesarios, lo que no fue necesario en esta obra

#### **4.3.2 Rotura de pavimentos.**

La rotura de pavimentos se limitará al ancho mínimo necesario para la ejecución de las excavaciones y dando estricto cumplimiento a la normativa y exigencias establecidas en la Resolución Exenta N° TE 4161 del 19 de agosto de 2011 del SERVIU, indicado expresamente por la ITO.

Todos los trozos del pavimento demolido deberán ser llevados al botadero autorizado tan pronto hayan sido extraídos, el cual está ubicado en el sector conocido como Jaime Repullo en la comuna de Talcahuano a una distancia de 15 km. y 25 minutos de viaje aproximado, al día los camiones tolva de 8 m<sup>3</sup> tienen la capacidad de realizar una media de 4 a 5 viajes.



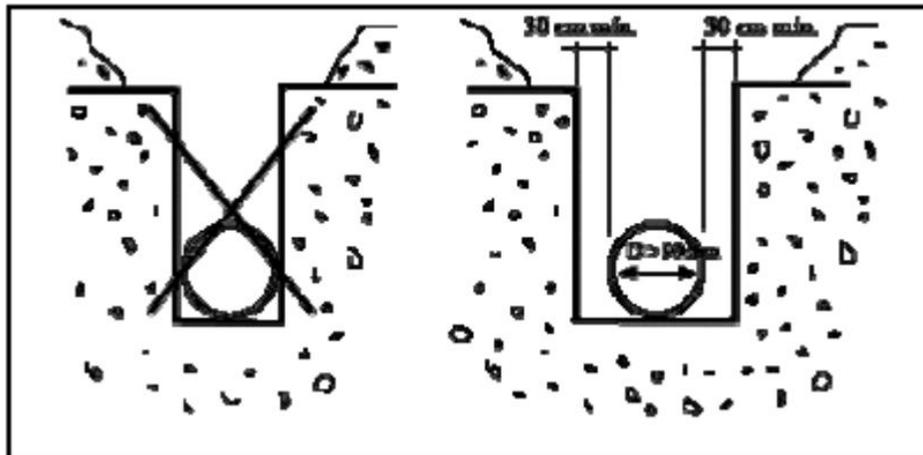
***Ilustración 4-2, Retroexcavadora retirando hormigón de calzada.***

***Fuente: Elaboración propia.***

### 4.3.3 Excavaciones.

Las zanjas para colocar las tuberías se ejecutarán de acuerdo con los trazados y pendientes indicados en el plano del proyecto. Deberán tener su fondo excavado de modo de permitir el apoyo satisfactorio de las tuberías en toda su extensión, y, cuando se requiera, profundizándose en el lugar de las juntas o uniones. Al efectuar la excavación de zanjas se observarán las disposiciones correspondientes, en lo referente a ancho en el fondo, taludes y entibados que fuesen necesarios de acuerdo a la clase de terreno y profundidad, de manera que no se perjudique a propiedades vecinas y se resguarde la seguridad del personal que labora en la faena.

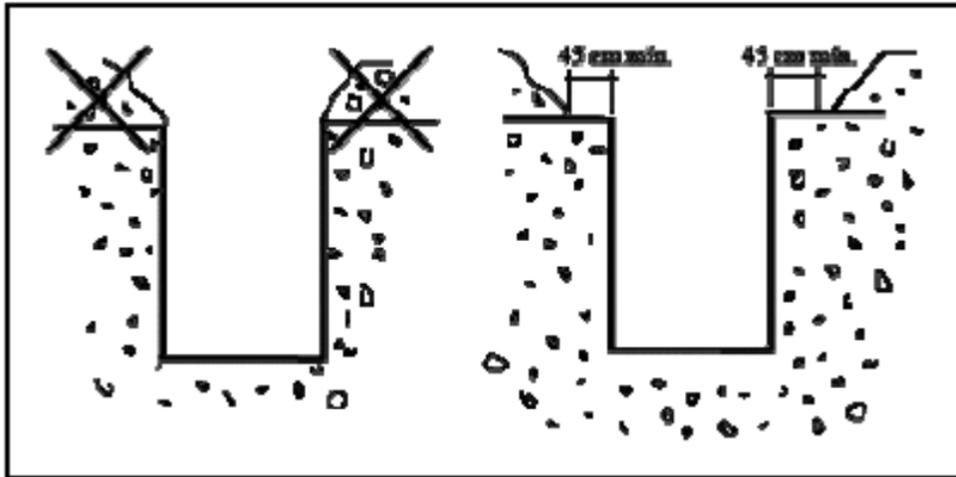
La zanja se excavará respetando la alineación, cotas y pendientes especificadas en los planos respectivos. La profundidad debe permitir instalar la cama de arena, el tubo y el relleno por sobre la clave de la tubería, y será de al menos 1,0 metros desde la clave del tubo hasta la rasante del terreno. El ancho de excavación corresponderá a el diámetro exterior del tubo más 30 cm a cada lado.



**Ilustración 4-3, Ancho de excavación en zanjas.**

**Fuente: Nch 2282/2.**

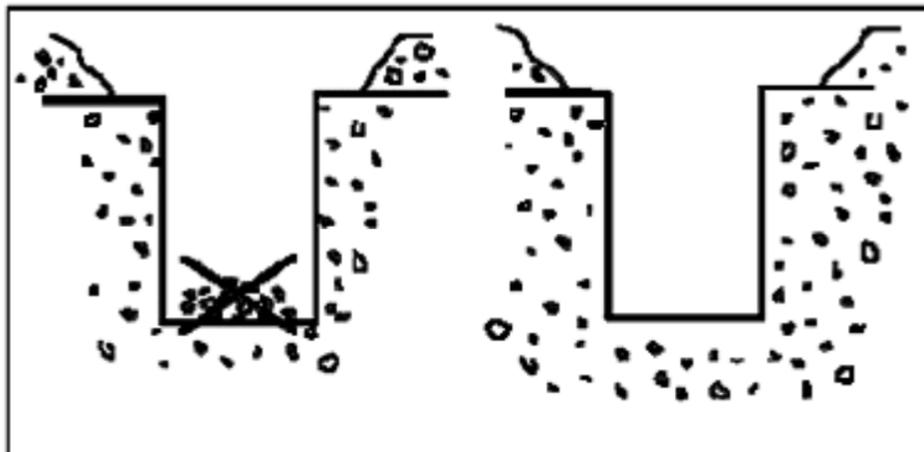
El material de la excavación será depositado a una distancia mínima de 30 cm del borde de la zanja. La proximidad y altura de dicho material no debe poner en peligro la estabilidad de la excavación.



**Ilustración 4-4, Ubicación material retirado de excavación.**

**Fuente: Nch 2282/2.**

El fondo de la zanja se debe limpiar para eliminar piedras, raíces, afloramientos rocosos y cualquier otro obstáculo.



**Ilustración 4-5, Limpieza fondo de excavación.**

**Fuente: Nch 2282/2.**

El relleno final deberá efectuarse tan pronto como sea posible después de instalada y probada la tubería.

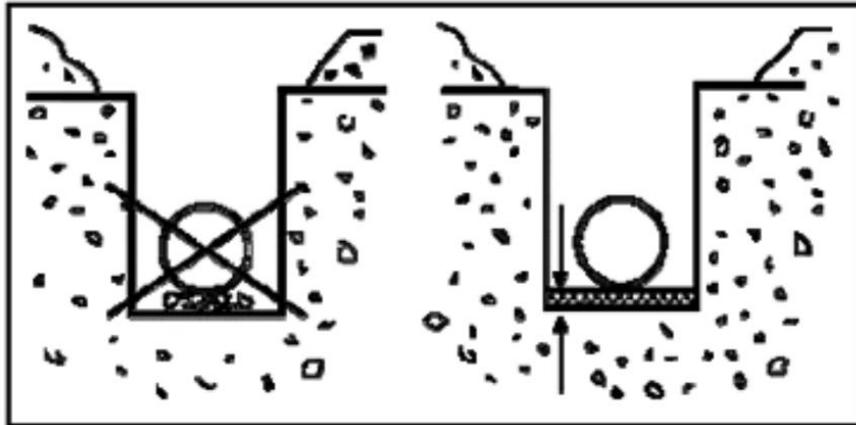


***Ilustración 4-6, Excavación en acera.***

***Fuente: Elaboración propia.***

#### **4.3.4 Cama de arena.**

Los tubos no se deben poner directamente sobre el fondo de la zanja. Los tubos deben asentarse en el material de encamado en toda su longitud, por lo cual éste se construye de manera de adaptarse a las irregularidades del diámetro del tubo, originadas por cambios de sección y/o colocación de accesorios de unión. El encamado estará constituido por una capa plana y lisa de arena limpia, compactada libre de piedras u otros obstáculos que puedan dañar los tubos. La cama de arena debe tener como mínimo una altura de 10 cm para el apoyo de los tubos.



***Ilustración 4-7, Cama de arena.***

***Fuente: Nch 2282/2.***

Está prohibido el uso de material arcilloso inmediatamente alrededor del tubo, ya sea en el encamado, relleno lateral o superior.



***Ilustración 4-8, Tubería sobre cama de arena.***

***Fuente: Elaboración propia.***

#### **4.3.5 Termofusión e instalación de tuberías de HDPE.**

Para esta obra la maquina termofusionadora a ocupar es de marca WIDOS, modelo 4600 OD 75 TO OD 250, por sus características de presión y diámetros de trabajo, la cual se arrendaba diariamente a JHC Termofusiones.

Se comienza con la instalación de la termofusionadora, previa verificación de la superficie de apoyo.

En caso de ser necesario, se instalará carpa o cubierta similar como protección cuando exista la presencia de rachas de viento, bajas temperaturas, polvo, lluvia o nieve, que interfieran con la T° del plato y la Soldadura; es decir, si lo ameritan las condiciones reinantes en el lugar de los trabajos.



***Ilustración 4-9, Carpa provisoria para realizar termofusión.***

***Fuente: Elaboración propia.***

A continuación se describirá el procedimiento de unión de tuberías utilizado en esta obra, para las tuberías de 110 y 160 mm. de diámetro y con una

temperatura media de 12°C, para la obra ejecutada con clima correspondiente a los meses de entre julio y septiembre:

- Se debe Instalar la tubería a soldar sobre máquina termofusionadora y soportarlas con mordazas superiores, y cubrir sus extremos para evitar el ingreso de aire.
- Alinear las tuberías a soldar colocando polines y soportes en la parte inferior de la tubería y en ambos lados de la máquina termofusionadora.
- Colocar el refrentador en posición de trabajo y cepillar caras a soldar.
- Una vez que las caras a soldar han sido cepilladas en toda su área de contacto se debe retirar el refrentador.
- Retirar las virutas del interior de las piezas a soldar. En esta actividad, se requiere que el sistema de movimiento de las mordazas se encuentre detenida.
- Controlar el paralelismo confrontando los extremos de las partes a soldar.
- Controlar alineamiento de las tuberías. Tolerancia máxima admitida en esta etapa es de 2 mm. Una vez finalizada esta actividad, registrar verificación en el protocolo “Soldadura por Termofusión de Tubería HDPE”.
- Limpiar superficie de la placa calefactora (calefactor).
- Comprobar temperatura del calefactor con termómetro y anotar en protocolo “Soldadura por Termofusión de Tubería HDPE”. La temperatura del calefactor debe fluctuar entre 210 +/- 10°C.
- Posicionar el calefactor entre las partes a soldar.
- Realizar precalentamiento aproximando los extremos de las partes a soldar hasta formar un cordón uniforme de 1mm. para tuberías de 110 mm y de 1,5 mm. para tuberías de 160 mm. Ver tabla 5-1.
- Reducir la presión según tabla 5-1 por el tiempo que esta misma indica.

- Pasado el tiempo de calentamiento, separar las partes a soldar del calefactor.
- Retirar el calefactor y unir extremos a soldar, esta acción debe durar entre 6 a 7 segundos, según corresponda el diámetro de tubería. Ver tabla 5-1.
- Aumentar gradualmente la presión de cero a 5,2 u 11 bar, según corresponda, durante 6 a 7 segundos.
- Luego en el tiempo de enfriamiento bajar la presión a cero, soltar mordazas que afianzan la cañería a la máquina.
- El control de calidad de obras realizará inspección visual al 100% de la producción.
- Identificar número de unión y número de registro del soldador sobre la tubería al lado de la unión con lápiz y registrar en el protocolo “Soldadura por Termofusión de Tubería HDPE”.

Diámetro Nominal	1		2		3	4		5	
	Precalentamiento		Calentamiento		Retiro Placa	Soldadura		Enfriamiento	
	Presión 1	Altura de cordón	Presión 2	Tiempo 2	Tiempo 3	Presión 4	Tiempo 4	Presión 5	Tiempo 5
<b>mm</b>	<b>bar</b>	<b>mm</b>	<b>bar</b>	<b>s</b>	<b>s</b>	<b>bar</b>	<b>s</b>	<b>bar</b>	<b>min</b>
110	5,2	1	0,7	63	6	5,2	6	0	10
160	11	1,5	1,5	91	7	11	7	0	16
200	17,2	1,5	2,3	114	8	17,2	8	0	16
250	26,8	2	3,6	142	10	26,8	10	0	24

**Tabla 4-5, Tiempos y presiones en el proceso de termofusión.**

**Fuente: Elaboración propia.**



***Ilustración 4-10, Control de formación de cordón de soldadura.***

***Fuente: Elaboración propia.***



***Ilustración 4-11, Operador alineando tubos, previo a fusión.***

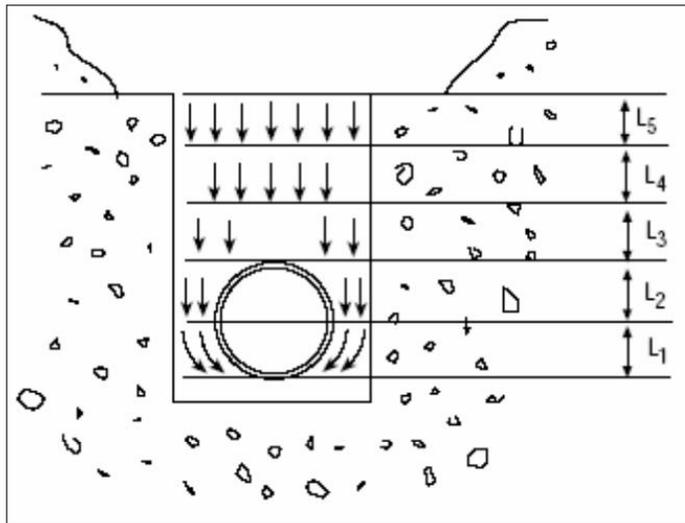
***Fuente: Elaboración propia.***

#### **4.3.6 Relleno de arena.**

Una vez instalada la tubería, y verificada la clave, diámetro y material de la tubería se efectúa el relleno lateral de arena y el recubrimiento del tubo con una capa de arena limpia de un mínimo de 10 centímetros medidos sobre la clave del tubo.

El relleno debe efectuarse inmediatamente después de colocada la tubería. El material de relleno destinado a estar en contacto directo con el tubo estará constituido por capas de arena o suelos granulares clase II y III previamente

harneados. Se rellenarán los costados del tubo, desde el encamado hasta el eje central de éste. Se debe compactar este material, para obtener un grado de 90% del Proctor Standard. Posteriormente se debe agregar otra capa de material de relleno de manera que cubra el tubo hasta una altura de 150 mm. sobre la clave. Se debe compactar esta capa exclusivamente sobre los bordes de la zanja. Una vez efectuado el relleno superior de arena, y aprobada la prueba de hermeticidad se autoriza continuar el relleno de la zanja hasta llegar al nivel natural del terreno con tierra de la excavación previamente tamizada y debidamente compactada. La tierra proveniente de la excavación debe ser tamizada con una malla cuya mayor abertura sea 25 mm. Este último relleno es efectuado por capas sucesivas, de un espesor máximo de 300 mm, que deben ser compactadas sucesiva y adecuadamente. El número de capas dependerá de la profundidad de la zanja. Antes de completar el relleno de la zanja se debe probar la tubería, para lo cual deben quedar descubiertas todas las uniones y piezas especiales.



**Ilustración 4-12, Relleno de arena en zanjas.**

**Fuente: Nch 2282/2.Of 96.**



***Ilustración 4-13, Tubería de acero como refuerzo en cruce de calzada.***

***Fuente: Elaboración propia.***

#### **4.3.7 Prueba de presión.**

Las pruebas hidráulicas de la tubería instalada corresponden a pruebas de presión hidrostática, que consisten en llenar la tubería con agua y aplicarle presión hasta el valor indicado a continuación. Debe entenderse que esta prueba no se realiza para comprobar la resistencia de los tubos y accesorios, ya que dicho proceso se ha llevado a cabo por las empresas fabricantes, el cual se realiza bajo estrictas normas de calidad de acuerdo a las exigencias de las normas nacionales y otras de carácter internacional. Por lo tanto, estas pruebas en terreno se realizan para verificar la correcta ejecución de la soldadura de termofusión, sus accesorios, etc. Antes de efectuar la prueba de presión en terreno, se debe verificar que la tubería, accesorios y piezas especiales, estén debidamente ancladas con hormigón u otro tipo de sujeción que evite los desplazamientos de la unión. Los extremos del tramo por probar se deben cerrar convenientemente con dos tapones (NCh 1362). Debe existir un relleno de aproximadamente 50 cm sobre la tubería, con excepción de los arranques que deben permanecer descubiertas. La tubería

se debe llenar lentamente con agua, desde el punto más bajo del tramo de prueba. Antes de efectuar la prueba, se debe eliminar completamente el aire de la tubería. El aumento de presión no debe superar 1 kg/cm<sup>2</sup>. En los puntos altos de la red, en los cambios de dirección verticales y en los extremos cerrados, se deberá colocar una cantidad adecuada de accesorios capaces de purgar el aire que se acumula en esos puntos. La longitud de la tubería a probar no deberá exceder los 500 metros. Durante la prueba de presión no se deben ejecutar trabajos en la línea. La presión aplicada debe ser 1,5 veces la presión máxima de trabajo de la tubería, en el caso de nuestra obra la presión de prueba solicitada por la ITO es de 120 psi (9 bar) medida en el punto más bajo del tramo. Se mantendrá la presión de ensayo durante 30 min. También, para verificar que se está inspeccionando toda la tubería involucrada en el tramo a probar, se deberá controlar en algún punto extremo por medio de un despiche (despichar) el cual al evacuar agua deberá bajar la presión en el manómetro, para ello se despicha a través de un teaping tee, que luego corresponderá a la renovación del arranque domiciliario.



***Ilustración 4-14, Operador con elemento para prueba de presión.***

***Fuente: elaboración propia.***



***Ilustración 4-15, Manómetro indicando presión de prueba.***

***Fuente: elaboración propia.***

#### **4.3.8 Válvulas de compuerta.**

Se utilizarán válvulas de corte con obturador en fundición nodular recubierto en elastómero EPDM, presión nominal PN10. Deberá cumplir a cabalidad con lo indicado en la norma Nch 2436.



***Ilustración 4-16, Válvula de corte elastomérico.***

***Fuente: elaboración propia.***

#### **4.3.9 Grifos.**

Los grifos cumplirán con los requisitos indicados en la norma NCh 1646. Serán de columna con Brida intermedia de 100 mm de diámetro y Boquilla de Bronce de 63 mm con hilo. Su vástago será de bronce laminado.



***Ilustración 4-17, Instalación de grifo.***

***Fuente: elaboración propia.***

Deben tener en su base una línea negra vertical, que señale la dirección en que se encuentra la cámara de válvula de éste, y sobre esta línea los números indicando su distancia aproximada en metros. Todos los grifos van asociados a una válvula con cámara de hormigón armado. Los grifos para uso de bomberos, los cuales se conectan directamente a la red, deben estar pintados con dos manos de esmalte amarillo rey.

#### **4.3.10 Cámaras de válvulas y grifos.**

Todas las válvulas de corta para los grifos, se instalarán en una cámara, con tapa para calzada.

### **Hormigón Estructural:**

Se empleará Hormigón H30 de 300 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a los 28 días, con un nivel de confianza no menor al 90%, en la estructura de la cámara.

Antes de concretarse losa y muros, deberán colocarse los tubos y piezas especiales con brida pasamuros que las atraviesen. Para tal efecto no se cortarán las enfierraduras, sino que deberán desviarse a una distancia mínima para dejarlas pasar. Las piezas y tuberías deben estar exentas de revestimientos, aceites u óxidos que eviten la adherencia del hormigón; y la colocación del concreto deberá hacerse cuidadosamente, de modo de no producir desplazamientos.

### **Hormigón para Emplantillados:**

Los hormigones para emplantillados y rellenos de sobreexcavación, serán de calidad H10, se considerarán con una dosificación mínima de 212,5 Kg cem/m<sup>3</sup>. Con anterioridad a la colocación del emplantillado, se deberá remover del sello de fundación todo el material suelto y/o extraño que pudiera haberse depositado durante las faenas de excavación.

### **Acero de Refuerzo para Hormigones:**

Para las estructuras armadas, la utilización de acero será corriente tipo A63-42H con resaltes.

Corresponderá a fierro con resaltes y doblado según los planos del proyecto. La longitud de los ganchos, traslapos, dobladuras y el espesor del hormigón que los cubre, deberá cumplir con las especificaciones y planos y con la norma Nch 203.

Los traslapos de enfierraduras deberán ser a lo menos de 40 diámetros y en todo caso no inferior a 410mm.



***Ilustración 4-18, Enfierradura de cámara de válvula.***

***Fuente: Elaboración propia.***

### **Moldajes:**

En general se ejecutarán con maderas de primer uso cepilladas y se estructurarán de manera de garantizar su resistencia frente a las solicitaciones de construcción a las que estarán sometidos. No obstante lo anterior las superficies que quedarán a la vista, deberán tener terminaciones lisas.



***Ilustración 4-19; Moldajes de cámara de válvula.***

***Fuente: Elaboración propia.***

#### **Protección Exterior Impermeabilizante:**

Exteriormente, los muros de todas las cámaras subterráneas y fundaciones, se protegerán con una mano de imprimante asfáltico, una vez seca esta mano, se aplicarán dos manos de imprimante asfáltico denso, recubrimientos que serán aprobados por la ITO.



***Ilustración 4-20, Impermeabilización en cámara de válvula.***

***Fuente: Elaboración propia.***

#### **4.3.11 Reposición de pavimentos.**

La reposición del pavimento comprende el suministro, transporte, colocación y compactación del asfalto o concreto, incluyendo la colocación de la base granular y las pruebas que se requieran para el control de resistencias.

La calzada proyectada la hará el contratista ciñéndose estrictamente a las disposiciones y especificaciones estipuladas por planos entregados en proyecto SERVIU.

**Calzada de HCV:**

El hormigón para la calzada será de igual espesor que el existente, con un mínimo de 18cm. La calidad será grado H-30 de Resistencia Cúbica a la compresión a los 28 días de edad igual o mayor que 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

La Calzada se deberá entregar en el más breve plazo con su resistencia de uso adecuada, por esto se debe diseñar un hormigón que adquiera la resistencia rápidamente, aumentando la dosificación y agregando aditivos superfluidificantes u otros que Laboratorio de materiales de hormigón competente recomiende.

La superficie de las juntas deberá estar limpia de polvo y partículas sueltas y deberá ser áspera. Todo agregado grueso deberá estar sólidamente adherido a la matriz del mortero que lo contiene.

La limpieza se realizará con chorro de agua directo sobre la superficie, entre las 2 y 4 horas después de hormigonado, si este método fuere irrealizable se podrá emplear otra alternativa, previamente autorizada por la ITO. En todo caso, cualquier método que se emplee deberá eliminar la lechada superficial y otras impurezas.

Esto puede lograrse picando, raspando con escobilla de alambre y posteriormente soplando con aire comprimido.

Antes de reanudar el hormigonado, la superficie de la junta, será humedecida y rellenada con mortero, inmediatamente después se continuará con el hormigonado.



***Ilustración 4-21, Compactación de base estabilizada para calzada.  
Fuente: Elaboración propia.***



***Ilustración 4-22, Cazada hormigonada, protegida con barreras duras.  
Fuente: Elaboración propia.***

El mortero a usar tendrá una dosificación de una parte de cemento y dos partes de arena.

En caso de ser requerido por la ITO podrían usarse productos epóxicos especiales para juntas. La preparación del producto y su colocación deberá hacerse de acuerdo con las recomendaciones del proveedor.

Lo anteriormente señalado deberá complementarse con las notas generales para hormigón indicadas en los planos respectivos.

La junta deberá tratarse mediante un chorro de arena y luego se aplicará un puente de adherencia epóxica.

Una vez limpia la superficie se aplica sobre ella una capa de 1,5 cm de mortero de cemento que tendrá la misma relación arena-cemento que el hormigón que se utiliza, o sea, será este mismo hormigón pero sin el agregado grueso. El modo de proceder indicado reduce la formación de lechada en el hormigón bajo la junta. La mezcla tiene por objeto absorber el agregado grueso que podría separarse del hormigón sobre la junta.

El sellado de las juntas de dilatación se hará mediante un sellante de dos componentes autonivelantes, que podrán ser en base a poliuretano, polisulfuro, epoxipolisulfuro o silicona. El sellante deberá tener buenas propiedades en cuanto a: Impermeabilidad al agua y a la infiltración de humedad, adherencia con el hormigón, elasticidad, resistencia ante agentes químicos.



***Ilustración 4-23, Corte de paño en calzada.***

***Fuente: Elaboración propia.***

### **Acera de HCV**

Consistirán en losas de 0,07m de espesor uniforme, la base para las veredas será de 0,08m convenientemente compactada con placa vibradora. El material será base estabilizada con un C.B.R. mayor a 60.



***Ilustración 4-24, Base estabilizada compactada en aceras..***

***Fuente: Elaboración propia.***

La dosificación del hormigón será de 340 Kg/cm<sup>3</sup> de hormigón elaborado.

La resistencia cúbica a los 28 días será de 300 Kg/cm<sup>2</sup> a la compresión. El tamaño máximo del árido será de 1”.

El ancho de las veredas será variable y se indicará en los planos; sin embargo la vereda deberá dividirse en pastelones de modo que su mayor dimensión, en cualquiera de sus dos direcciones principales no exceda de 2,0m, ni su superficie de 3,0m<sup>2</sup>. La junta entre dos pastelones consistirá en una ranura de profundidad de 3,0cm y ancho 7mm.

Cada 50m deberá materializarse una separación entre pastelones de 1,0cm de ancho a modo de junta de expansión. Los cortes y las juntas se rellenarán con arena.

La terminación de la superficie de la arena se hará con plato metálico.

La terminación de los bordes de las juntas y de los costados de las aceras se hará mediante un rodón metálico con un pequeño radio de curvatura, a fin de redondear dichos bordes.

En las entradas de vehículos será de un mínimo de 10cm y sus bases de 12cm. En los pastelones adyacentes a pavimento de pasajes, el espesor de las veredas y sus bases será de un mínimo al espesor del pasaje.

Si se produce desnivel entre veredas existentes y pavimentos nuevos deberán demolerse como mínimo 2m de veredas de modo de lograr un empalme con una pendiente suave.



***Ilustración 4-25, Reposición de aceras.***

***Fuente: Elaboración propia.***

En caso de utilización de medios mecánicos para la compactación de las aceras no se hará exigible el redondeado de los bordes, se permitirá el corte con sierra y cumpliendo con las restantes exigencias.

#### **4.4 CONTROL DE CALIDAD.**

El Contratista dispondrá de los servicios necesarios para ejecutar un efectivo control de calidad tanto de materiales como de las obras e instalaciones.

La I.T.O. exigirá al Contratista la certificación de calidad de hormigones, soldaduras, control de compactación (dos cada 100 m<sup>3</sup> o uno cada 50 m lineales de red).

Los ensayos respectivos deberán ser efectuados por instituciones independientes públicas o privadas y cuya idoneidad sea aceptada por la I.T.O., para el caso de esta obra el laboratorio será CESMEC.

Para un mayor control la empresa sanitaria le exige a la empresa contratista contar con un profesional del área de la construcción con un mínimo de 2

años de experiencias en obras de esta envergadura, la que deberá efectuar labores de control de calidad de obras a tiempo completo.

### **Ensayo del Hormigón Fresco:**

Se establece la frecuencia mínima de muestreo a cada camión de docilidad y de resistencia, para ello se debe coordinar con laboratorio para que estén en el lugar a la hora de la llegada del camión, esta gestión es del control de calidad de obras de la empresa contratista.



***Ilustración 4-26, Probetas para muestras de hormigón in situ.***

***Fuente: Elaboración propia.***

### **Ensayo del Hormigón Endurecido:**

Frecuencia de muestreo:

El plan de muestreo y los ensayos de control de calidad del hormigón endurecido se realizarán a cada camión.

Confección de Probetas:

Se confeccionarán en cada muestra a lo menos dos probetas gemelas para el ensayo a 28 días, o las especificadas para otras edades.

**Ensayo de Probetas:**

Resistencia a compresión: efectuar de acuerdo a la norma NCh 1037

Resistencia a tracción por flexión: efectuar de acuerdo con la norma NCh 1038

Resistencia a tracción por hendimiento: efectuar de acuerdo con la norma NCh 1170.

**Extracción de testigos:**

Se realizaran cada 100 metros lineales de acera.

La ejecución de los controles y ensayos están reguladas en el plan de ensayos e inspecciones (PIE), ver anexos, elaborado por el profesional control de calidad el cual tendrá la responsabilidad de velar por su entero cumplimiento.

#### **4.5 CIERRE Y ENTREGA DE OBRA.**

Para el cierre de obra se debe entregar una carpeta que contenga los siguientes archivos:

- Carta del contratista de término de obra y solicitud de recepción.
- Copia del contrato y sus modificaciones.
- Certificado de recepción pavimentos SERVIU.
- Certificado de conformidad bienes de uso público de municipalidad.
- Copias de guías de despacho de tuberías.
- Copias de facturas de piezas especiales.
- Certificaos de calidad de piezas especiales.
- Certificados de ensayos de material de rellenos.
- Certificados de ensayos de hormigones.
- Reportes de soldaduras de termofusión.
- Listado de arranques reconectados.
- Certificado de no deuda comercial de Essbio.
- Copia finiquito de cada trabajador.
- Certificado F-30 de la inspección del trabajo, sin reclamos pendientes.
- Certificado de accidentabilidad de la mutual.
- Original del libro de obras.
- Original del libro de prevención de riesgos.
- Protocolos de instalación de tuberías del contratista.
- Plano de construcción en archivo magnético autocad R-14(CD).
- copias de los planos de construcción en papel bond.
- Set de fotos digitales del desarrollo de la obra.

:

**CAPITULO V - EVALUAR ECONÓMICAMENTE LA  
RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE POR  
TUBERÍAS DE HDPE EN EL SECTOR PEDRO DE VALDIVIA  
BAJO EN LA COMUNA DE CONCEPCIÓN.**

## 5.1 GENERALIDADES.

En el presente capítulo se realizará un análisis del costo total de la obra detallado por partidas y se realizará un análisis comparativo entre el costo presupuestado en la etapa de estudio de propuesta versus el costo final real de la obra.

## 5.2 COSTO GENERAL DE OBRA POR PARTIDAS.

### 5.2.1 Rotura de pavimentos.

N	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT	P.U.	TOTAL
1	Retroexcavadora	hm	96	\$ 25.000	\$ 2.400.000
2	Camión Tolva de 8 m3	día	30	\$ 100.000	\$ 3.000.000
3	Botadero	gl	1	\$ 2.232.330	\$ 2.232.330
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				<b>\$ 7.632.330</b>

N	MANO DE OBRA	UNIDAD	Cant.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	300	\$ 2.990	\$ 897.000
2	capataz	hh	120	\$ 4.500	\$ 540.000
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					\$ 1.437.000
LEYES SOCIALES 30%					\$ 431.100
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 1.868.100</b>
<b>TOTAL B + C</b>					<b>\$ 9.500.430</b>

### 5.2.2 Excavaciones.

Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Retroexcavadora	hm	80	\$ 25.000	\$ 2.000.000
2	Camión Tolva de 8 m3	día	25	\$ 100.000	\$ 2.500.000
3	botadero	gl	1	\$ 937.550	\$ 937.550
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				<b>\$ 5.437.550</b>

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	350	\$ 2.990	\$ 1.046.500

2	capataz	hh	120	\$ 4.500	\$ 540.000
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>\$ 1.586.500</b>
LEYES SOCIALES 30%					\$ 475.950
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 2.062.450</b>
<b>TOTAL B + C</b>					<b>\$ 7.500.000</b>

### 5.2.3 Cama de arena.

Nº	MATERIALES	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Arena Gruesa	m3	108	\$ 2.500	\$ 268.750
<b>A</b>	<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 268.750</b>

Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Retroexcavadora	hm	30	\$ 25.000	\$ 750.000
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				<b>\$ 750.000</b>

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	80	\$ 2.990	\$ 239.200
2	capataz	hh	30	\$ 4.500	\$ 135.000
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>\$ 374.200</b>
LEYES SOCIALES 30%					\$ 112.260
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 486.460</b>
<b>TOTAL A + B + C</b>					<b>\$ 1.505.030</b>

### 5.2.4 Termofusión e instalación de tuberías de HDPE.

Nº	MATERIALES	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	HDPE	0	Suministrado por ESSBIO S.A.		
<b>A</b>	<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ -</b>

Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Termofusionadora	día	30	\$ 68.000	\$ 2.040.000
2	Herramientas menores	gl	1	\$ 372.000	\$ 372.000
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				<b>\$ 2.412.000</b>

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	500	\$ 2.990	\$ 1.495.000
2	capataz	hh	100	\$ 4.500	\$ 450.000
3	Termofusionador	día	30	\$ 40.000	\$ 1.200.000
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					\$ 3.145.000
LEYES SOCIALES 30%					\$ 943.500
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				\$ 4.088.500
<b>TOTAL A + B + C</b>					\$ 6.500.500

La tubería de HDPE PE100 utilizada para la renovación de redes es suministrada por la empresa sanitaria ESSBIO para resguardar su calidad, en promedio en la comuna de Concepción los proveedores la distribuyen a un valor de \$ 4100 el metro lineal de 110 mm. y a \$ 8244 el metro lineal de 160 mm.

#### 5.2.5 Relleno de arena.

Nº	MATERIALES	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Arena	m3	920	\$ 2.500	\$ 2.300.000
<b>A</b>	<b>TOTAL MATERIALES</b>				\$ 2.300.000

Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Retroexcavadora	hm	200	\$ 25.000	\$ 5.000.000
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				\$ 5.000.000

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	903	\$ 2.990	\$ 2.699.970
2	capataz	hh	400	\$ 4.500	\$ 1.800.000
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					\$ 4.499.970
LEYES SOCIALES 30%					\$ 1.349.991
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				\$ 5.849.961
<b>TOTAL A + B + C</b>					\$ 13.150.550

### 5.2.6 Prueba de presión.

N	MATERIALES	UNIDAD	CANT	P.U.	TOTAL
1	Materiales hidráulicos menores	gl	1	\$ 200.000	\$ 200.000
<b>A</b>	<b>TOTAL MATERIALES</b>				\$ 200.000
Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT	P.U.	TOTAL
1	Hidrolavadora	día	2	\$ 40.000	\$ 80.000
2	Adaptadores PE-CU	gl	1	\$243.352	\$ 243.352
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				\$ 323.352

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	4	\$ 2.990	\$ 11.960
2	capataz	hh	2	\$ 4.500	\$ 9.000
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					\$ 20.960
LEYES SOCIALES 30%					\$ 6.288
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				\$ 27.248
<b>TOTAL A + B + C</b>					\$ 550.600

### 5.2.7 Válvulas de compuertas.

Nº	MATERIALES	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Válvulas 110-160 mm	uni.	8	\$ 300.000	\$ 2.400.000
	Materiales hidráulicos	gl	1	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000
<b>A</b>	<b>TOTAL MATERIALES</b>				\$ 3.700.000

Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Herramientas menores	gl	1	\$ 625.980	\$ 625.980
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				\$ 625.980

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	380	\$ 2.990	\$ 1.136.200
2	capataz	hh	60	\$ 4.500	\$ 270.000
3	Matriceros	hh	60	\$ 4.500	\$ 270.000

SUB-TOTAL MANO DE OBRA		\$ 1.676.200
LEYES SOCIALES 30%		\$ 502.860
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 2.179.060</b>
<b>TOTAL A + B + C</b>		<b>\$ 6.505.040</b>

### 5.2.8 Grifos.

Nº	MATERIALES	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Grifos 110 mm.	uni.	2	\$ 150.000	\$ 300.000
2	Materiales hidráulicos	gl	1	\$ 500.000	\$ 500.000
<b>A</b>	<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 800.000</b>

Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Herramientas menores	gl	1	\$ 205.463	\$ 205.463
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				<b>\$ 205.463</b>

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	80	\$ 2.990	\$ 239.200
2	capataz	hh	20	\$ 4.500	\$ 90.000
3	Matricero	hh	20	\$ 4.500	\$ 90.000
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					\$ 419.200
LEYES SOCIALES 30%					\$ 125.760
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 544.960</b>
<b>TOTAL A + B + C</b>					<b>\$1.550.423</b>

### 5.2.9 Cámaras de válvulas y grifos.

Nº	MATERIALES	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Hormigón	m3	15	\$ 110.000	\$ 1.650.000
2	Enfierradura	kg	60	\$ 3.500	\$ 210.000
3	Moldaje	m2	104	\$ 5.500	\$ 572.000
<b>A</b>	<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 2.432.000</b>

Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Herramientas menores	gl	1	\$ 401.300	\$ 401.300
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				\$ 401.300

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	800	\$ 2.990	\$ 2.392.000
2	capataz	hh	150	\$ 4.500	\$ 675.000
3	Albañiles	hh	800	\$ 4.500	\$ 3.600.000
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					\$ 6.667.000
LEYES SOCIALES 30%					\$ 2.000.100
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				\$ 8.667.100
<b>TOTAL A + B + C</b>					\$11.500.400

### 5.2.10 Reposición de pavimentos.

Nº	MATERIALES	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Hormigón	m3	107	\$110.000	\$ 11.770.000
3	Moldaje	m2	104	\$ 5.500	\$ 572.000
<b>A</b>	<b>TOTAL MATERIALES</b>				\$12.342.000

Nº	MAQUINARIAS	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Herramientas menores	gl	1	\$341.400	\$ 341.400
<b>B</b>	<b>TOTAL MAQUINARIAS</b>				\$ 341.400

Nº	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Jornales	hh	800	\$ 2.990	\$ 2.392.000
2	capataz	hh	150	\$ 4.500	\$ 675.000
3	Albañiles	hh	800	\$ 4.500	\$ 3.600.000
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					\$ 6.667.000
LEYES SOCIALES 30%					\$ 2.000.100
<b>C</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				\$ 8.667.100
<b>TOTAL A + B + C</b>					\$21.350.500

### 5.3 GASTOS GENERALES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT.	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	PROFESIONAL RESIDENTE	MES	3	\$ 1.860.000	\$ 5.580.000
2	PREVENCIONISTA DE RIESGOS	MES	3	\$ 992.000	\$ 2.976.000
3	ENCARGADO (S) DE OBRA	MES	3	\$ 992.000	\$ 2.976.000
4	CONTROL DE CALIDAD	MES	3	\$ 1.116.000	\$ 3.348.000
5	INSTALACIÓN DE FAENAS	MES	3	\$ 900.000	\$ 2.700.000
6	JEFE DE OBRA Y/O CAPATAZ	MES	3	\$ 1.240.000	\$ 3.720.000
7	BODEGUERO	MES	3	\$ 620.000	\$ 1.860.000
8	VIGILANTE	MES	3	\$ 434.000	\$ 1.302.000
9	SEÑALETICA DE SEGURIDAD	GL	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
10	MOVILIZACIÓN Y COMBUSTIBLES	GL	1	\$ 6.400.000	\$ 6.400.000
11	TELEFONO	GL	1	\$ 600.000	\$ 600.000
12	LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD	GL	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
13	OFICINA	GL	1	\$ 700.000	\$ 700.000
14	GASTOS FINANCIEROS	GL	1	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000
15	GASTOS NOTARIALES	GL	1	\$ 342.290	\$ 342.290
16	GASTOS ADMINISTRACION	GL	1	\$ 2.455.850	\$ 2.455.850
17	PENSIONES O SIMILARES	GL	1	\$ 3.600.210	\$ 3.600.210
18	DERECHOS INSPECCIÓN SERVIU	GL	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
<b>TOTAL GASTOS GENERALES</b>					<b>\$ 47.860.350</b>

**Tabla 5-1, Detalle de gastos generales totales de obra.**

**Fuente: Elaboración propia.**

#### 5.4 RESUMEN COSTO TOTAL DE OBRA.

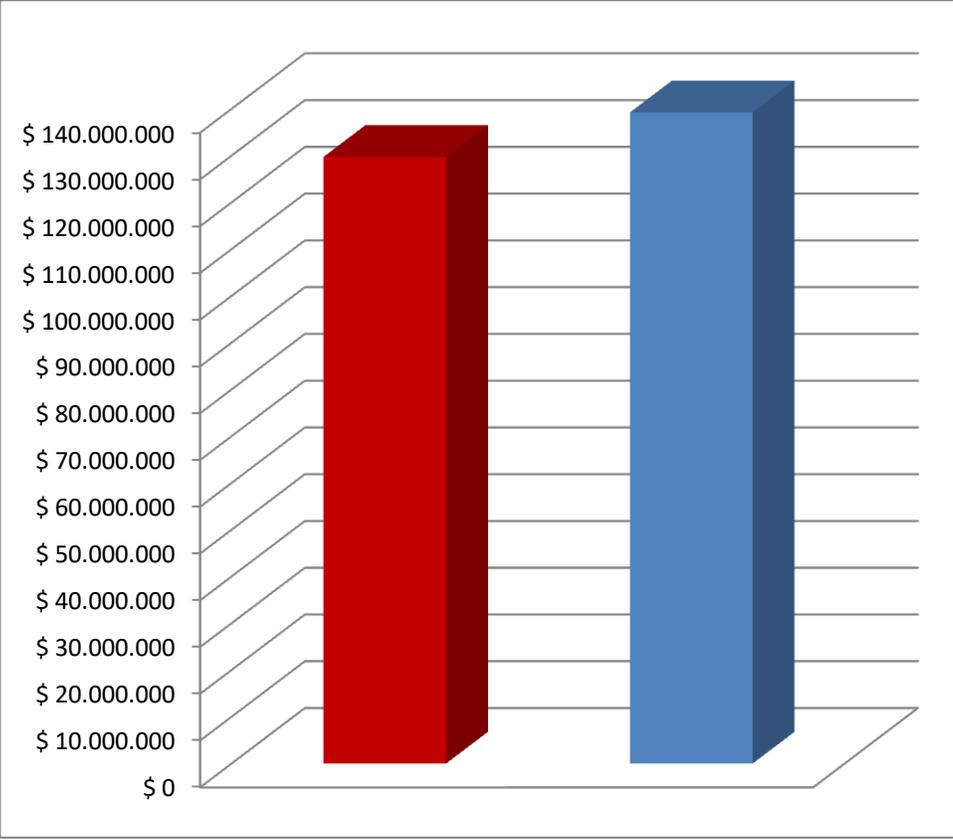
Los costos valorizados anteriormente se resumen en el siguiente cuadro, en el cual se comparan con el valor presupuestado en la etapa de estudio de propuestas:

Ítem	Detalle	Gastado	Presupuestado	Diferencia
1	Rotura de pavimentos	\$ 9.500.430	\$ 9.850.450	\$ 350.020
2	Excavaciones	\$ 7.500.350	\$ 9.800.350	\$ 2.300.000
3	Cama de arena	\$ 1.505.030	\$ 1.600.000	\$ 94.970
4	Termofusión	\$ 6.500.500	\$ 5.500.350	-\$ 1.000.150
5	Relleno de arena	\$ 13.150.550	\$ 11.514.676	-\$ 1.635.874
6	Prueba de presión	\$ 550.600	\$ 950.500	\$ 399.900
7	válvulas de compuertas	\$ 6.505.040	\$ 4.205.000	-\$ 2.300.040
8	Grifos	\$ 1.550.423	\$ 1.500.000	-\$ 50.423
9	Cámaras de Inspección	\$ 11.500.400	\$ 8.700.350	-\$ 2.800.050
10	Reposición de pavimentos	\$ 23.500.850	\$ 21.140.500	-\$ 2.360.350
11	Gastos generales	\$ 47.860.350	\$ 54.500.000	\$ 6.639.650
12	Utilidad del Proyecto		<b>\$ 10.000.000</b>	
	<b>Total</b>	<b>\$ 129.624.523</b>	<b>\$ 139.262.176</b>	<b>\$ 9.637.653</b>

**Tabla 5-2, Detalle de gastos v/s presupuesto de obra inicial.**

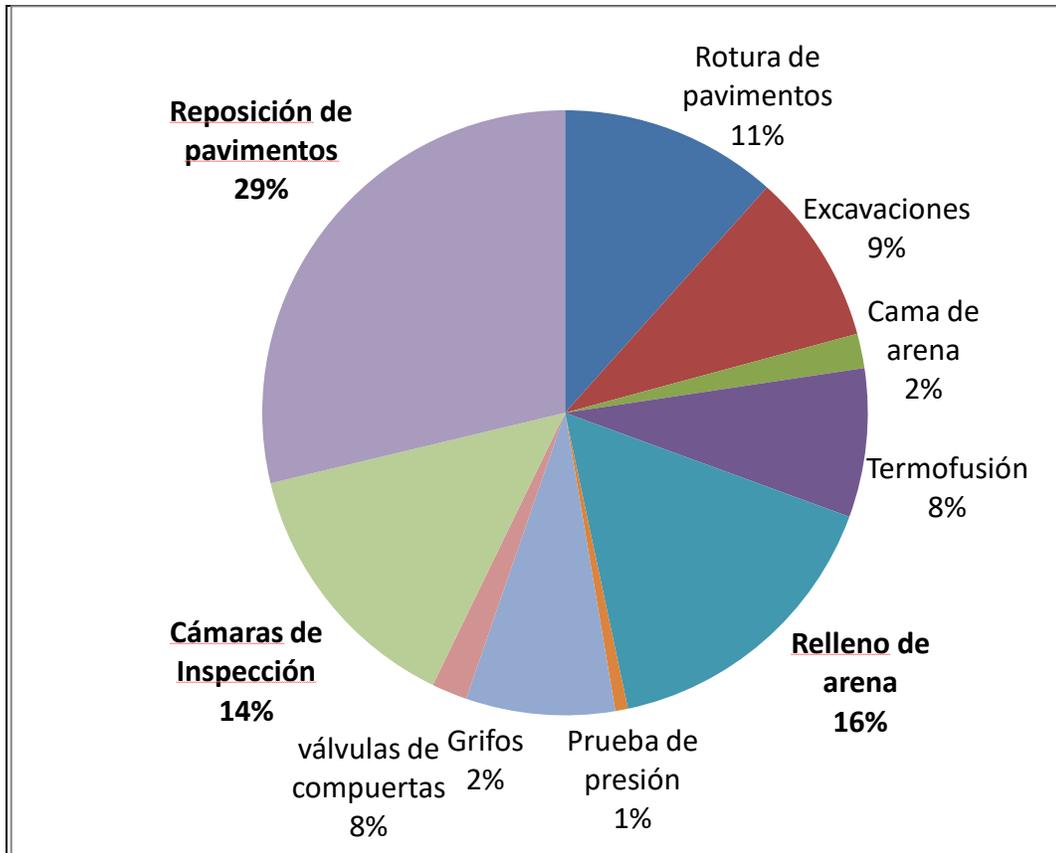
**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla resumen se puede observar que las utilidades esperadas fueron \$362.347 menores a las presupuestadas según estudio de proyectos, debido a un gasto superior en las partidas de termofusión, relleno de arena, válvulas de compuertas, grifos, cámaras de inspección y en la reposición de pavimentos.



**Grafico 5-1, Detalle total de costo final v/s presupuesto de obra inicial.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

## 5.5 INCIDENCIA DE PARTIDAS SEGÚN SU COSTO.



**Grafico 5-2, Porcentaje de incidencia de partidas según su costo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

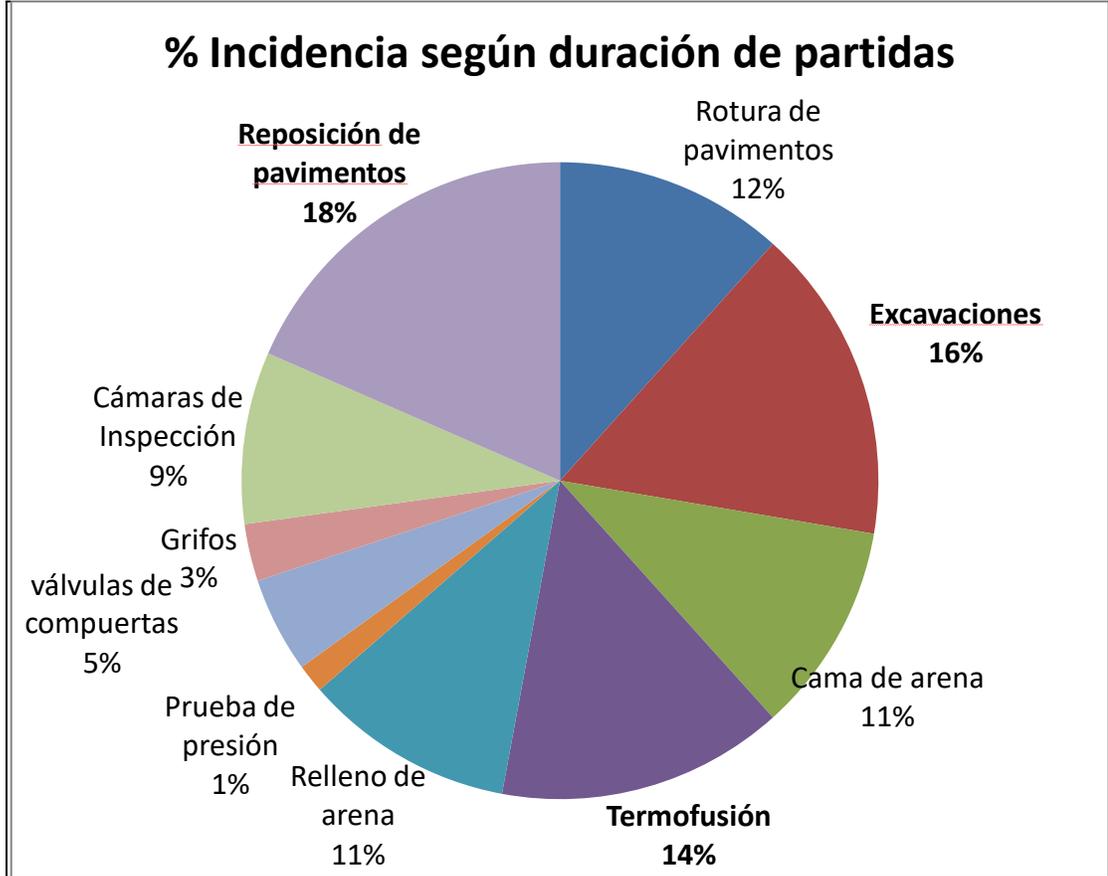
## 5.6 INCIDENCIA DE PARTIDAS SEGÚN SU DURACIÓN.

La duración de cada partida se resume en el siguiente cuadro.

Ítem	Partida	Duración (Días)
1	Rotura de pavimentos	24
2	Excavaciones	33
3	Cama de arena	22
4	Termofusión	30
5	Relleno de arena	22
6	Prueba de presión	3
7	válvulas de compuertas	10
8	Grifos	6
9	Cámaras de Inspección	18
10	Reposición de pavimentos	38

***Tabla 5-3, Duración de cada partida.***

***Fuente: Elaboración propia.***



***Grafico 5-3, Porcentaje de incidencia de partidas según su duración.***

***Fuente: Elaboración propia.***

### **5.7 Proveedores y costo de HDPE en la comuna de Concepción.**

En este tipo de obras la tubería de HDPE es suministrada por la empresa sanitaria ESSBIO, a modo de información y para realizar un trabajo mas completo, a continuación se presentan los tres principales proveedores de HDPE en la comuna de Concepción junto con el costo del material.

## Zona sanitaria.



- Ubicación: Santa Sofía 94, Concepción.
- Contacto: Valeria Vartiola.
- Celular: 969088480.
- Correo: [administracion@zonasanitaria.cl](mailto:administracion@zonasanitaria.cl)
- Valor metro lineal de tubería de HDPE 110 mm: \$ 3.950
- Valor metro lineal de tubería de HDPE 160 mm: \$ 7.930.

## TermoFusiones Bio-bio.



- Ubicación: pasaje uno 2652 1054, Concepción
- Contacto: Gonzalo Alvarez
- Celular: 999789050
- Correo: [ventas@termofusionesbiobio.cl](mailto:ventas@termofusionesbiobio.cl)
- Valor metro lineal de tubería de HDPE 110 mm: \$ 4.050
- Valor metro lineal de tubería de HDPE 160 mm: \$ 8.300

## JHC Termofusiones.



- Ubicación: Mariano Latorre 1928, Concepción
- Contacto: José Vidal
- Celular: 989200390
- Correo: jhctermofusiones@vtr.net
- Valor metro lineal de tubería de HDPE 110 mm: \$ 4.300
- Valor metro lineal de tubería de HDPE 160 mm: \$ 8.500

Estas cotizaciones fueron realizadas en julio de 2018, sus valores son netos, no se considera transporte y se suministran en una tubería de 12 metros de largo.

El valor promedio en la comuna de Concepción para la tubería de HDPE de 110 mm. de diámetro es \$ 4100 y para la tubería de 160 mm. de diámetro es de \$ 8244.

## **CAPITULO VI - CONCLUSIONES.**

## **6.1 CONCLUSIONES.**

Como conclusiones y según los datos registrados es posible establecer valores promedios de 0.4, 0.2 y 0.1 fallas/km en Concepción para tuberías de asbesto cemento, PVC y acero, respectivamente. Se concluye que las tuberías de aguas potable rígidas de asbesto cemento, y PVC, en ese orden, son seriamente afectadas por roturas. En cambio no se registró ninguna falla en tuberías flexibles de HDPE.

Es posible inferir que aún quedan muchos metros de tubería de asbesto cemento en funcionamiento. Las tuberías de HDPE han respondido de manera óptima en cuanto a funcionamiento técnico. Es fundamental una mano de obra especializada para realizar el proceso de termofusión, puesto que los parámetros de presión y tiempos de soldadura son muy acotados.

Las tuberías de HDPE han respondido de manera óptima en cuanto a funcionamiento técnico. La principal ventaja de este método es que la creación de una estructura monolítica a lo largo de la red en comparación con el PVC, asbesto-cemento, etc.

Es una obra invasiva por eso es clave la buena comunicación entre todos los participantes (municipalidad, usuarios, SERVIU)

Económicamente el valor lineal de una obra de renovación se verá afectado por otras variables como lo son la reposición de pavimentos, cantidad de válvulas y cámaras a instalar, por este motivo no se puede entregar un valor lineal de renovación, en esta obra y según sus características se obtuvo un valor lineal de \$ 122.985 en costos de renovación de tubería por HDPE.

En este tipo de obras el mayor porcentaje de incidencia en gastos es por conceptos de adquisición de hormigón y arriendo de maquinaria (retroexcavadoras, camiones tolva y termofusionadora), lo que corresponde a las partidas de reposición de pavimentos, relleno de arena y termofusión.

Es fundamental una mano de obra especializada para realizar el proceso de termofusión, puesto que los parámetros de presión y tiempos de soldadura son muy acotados y específicos.

Las partidas con mayor incidencia en el programa de obra según su duración corresponden a excavaciones, termofusión y reposición de pavimentos.

En promedio, en la comuna de Concepción los proveedores la distribuyen a un valor de \$ 4100 el metro lineal de 110 mm. y a \$ 8244 el metro lineal de 160 mm.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Andrés Guzmán, A. A. (2011). Estudio de la interacción suelo-tubería en las redes de agua potable y aguas servidas del Gran Concepción [En línea] Concepción. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Disponible en: <http://web2.ucsc.cl/~avillalobos/articulos/viicchg1.pdf>.

Rodrigo Bravo. (2015). Estudio preliminar de roturas de tuberías de agua potable en el gran Concepción.. Concepción: departamento de ingeniería civil, Universidad de Concepción.

Revista Nos. (2010). La puesta en marcha más difícil de ESSBIO. Páginas 76-91

Catalogo técnico, Polietileno de alta densidad, TIGRE.

Procedimientos de Unión por Termofusión y Guía de Calificación, Ingeniería y construcción EDYCE (2018).

Comisión nacional del agua potable México. (2015). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento; Mantenimiento y reparación de tuberías y piezas especiales. México.

Sistema de conducción de fluidos en HDPE pared solida. Grupo Tridente (2016).

Manual de instalaciones de redes públicas de agua potable y alcantarillado de aguas servidas. Andrés Paris (2012), Universidad austral de Chile.