

INFORME ETAPA N° 2

“Diseño y Estandarización de Muestreo de Aguas Residuales”



INGEMAB



Contenido

1. Introducción	3
1.1. Objetivos:	3
2. Resumen de Análisis Normativo	3
2.1. Cuadro Resumen	4
3. Resumen Análisis Contexto internacional	7
4. Estadística de Descarga	7
4.1. Resumen Rangos Normativos	7
4.2. Análisis de Residuos Industriales Líquidos (RILES).....	8
4.3. Análisis de Aguas Servidas Domésticas	10
5. Bases de Diseño.....	12
6. Definición de Rangos para Sistemas de Medición	14
7. Diseño de los Sistemas y Aspectos Constructivos	15
7.1. Estandarización de Sistemas de Medición.....	15
7.2. Cronograma de Ejecución	19
8. Costos Estimados de Inversión	20
8.1. Itemizado de Partidas	20
8.2. Presupuesto de Obras	21

Anexos

Anexo A: Análisis VDD Riles y Aguas Servidas

Anexo B: Modelación Hidráulica

Anexo C: Costos de los Sistemas y Cotizaciones

Anexo S: Planos

1. Introducción

El presente informe corresponde a la segunda entrega del estudio “Diseño y estandarización de Cámara de Muestreo de Aguas Residuales” mandatado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. En el presente informe se entregan las bases de diseño y la proposición de cámaras tipo para la medición de caudales y toma de muestras, tanto de las descargas de las fuentes emisoras (efluentes) para residuos líquidos de industrias como para aguas servidas domésticas (tratadas o no), para ser instalada en punto previo a la evacuación o disposición de estos residuos y que proporcionen fácil acceso para la instalación de los equipos de muestreo y medición de caudal, considerando sus costos de construcción e instalación.

1.1. Objetivos:

El objetivo de este primer informe corresponde a:

1. Realizar una recopilación y análisis de todos los aspectos que existan en el mercado respecto de sistemas para la medición de caudales y toma de muestra.
2. Se espera que se plantear un diseño que sea estándar, según diferentes variables, como, por ejemplo: tipo de efluentes, si los efluentes provienen de plantas de tratamiento de aguas servidas o se trata de riles, caudales, tipo de muestras, espacio de instalación de equipos de muestreo, u otro tipo de variable, que se estime relevante.

2. Resumen de Análisis Normativo

En la primera etapa del estudio se realizó un análisis de toda la normativa relativa al monitoreo de aguas residuales, la cual, de acuerdo con lo revisado, se tiene que cada una posee énfasis en distintos aspectos de la caracterización y metodología. Por un lado, están los Decretos Supremos, que corresponden a Normas de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos (domiciliarios y/o industriales) en distintos cuerpos de agua, y por otro están las Normas del Instituto Nacional de Normalización (INN). Por último, también están los reglamentos que ha elaborado la SISS como ente fiscalizador con el fin de complementar los alcances de estas últimas normas.

En ese marco, se realizó un análisis de cada una de los decretos y normas, las cuales se indican a continuación:

- NCh N°411/Parte 10: Norma Chilena de muestreo de aguas residuales.
- NCh N°3205/2011: Medidores de caudal de aguas residuales.
- NCh N°2702/Of. 2002: Instalaciones de alcantarillado – Cámaras de inspección domiciliarias.
- DS MOP N°609/1998: Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos (RILES) a sistemas de alcantarillado.
- DS MINSEGPRES N°90/2000: Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.
- DS MINSEGPRES N°46/2002: Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.

2.1. Cuadro Resumen

A continuación se presenta un resumen de los principales aspectos normativos aplicados al presente estudio

NORMA	DS90	DS46	DS609
	Norma de emisión de residuos líquidos. Establecen los límites máximos permisibles de contaminantes para descargas		
Alcance	Descarga en Aguas continentales y marinas	Descarga en aguas subterráneas	Descarga de RILES a sistemas de alcantarillado Público
Artículos que aplican para monitoreo, toma de muestras y medición de caudal	<p>6.2 Consideraciones generales para el monitoreo: especificaciones sobre máximos permitidos, contaminantes considerados y procedimiento de monitoreo, el cual hace referencia al compendio de normas NCh 411</p> <p>"El monitoreo se debe efectuar en cada una de las descargas de la fuente emisora. El lugar de toma de muestra debe considerar una cámara o dispositivo, de fácil acceso, especialmente habilitada para tal efecto, que no sea afectada por el cuerpo receptor"</p>	<p>Título V. Procedimiento de medición y control Condiciones generales para el monitoreo</p> <p>Artículo 16º. "Los contaminantes que deberán ser considerados en el monitoreo serán los que señale la Superintendencia de Servicios Sanitarios, atendida la actividad que desarrolle la fuente emisora, los antecedentes disponibles y las condiciones de la descarga"</p> <p>Artículo 17º: Especificaciones sobre el Procedimiento para monitoreo, de acuerdo a compendio de normas NCh 411</p> <p>Artículo 18º. "El monitoreo deberá efectuarse en cada uno de los puntos de descarga de la fuente emisora. El lugar de toma de muestras deberá considerar una cámara o dispositivo, de fácil acceso, especialmente habilitada al efecto"</p>	<p>6. Procedimiento de medición y control de los parámetros 6.2 Consideraciones generales para el muestreo de Autocontrol 6.2.2º"El muestreo se deberá efectuar en cada una de las descargas del establecimiento industrial que contenga residuos industriales líquidos, mezclados o no con aguas servidas domésticas, que se vierten a servicios públicos de recolección de aguas servidas. El lugar de muestreo podrá ser una cámara u otra instalación habilitada para tal efecto en la unión domiciliaria, donde concurren los líquidos residuales del establecimiento industrial, entre el colector público y la línea de cierre"</p>
	<p>6.3 Condiciones específicas para el monitoreo:</p> <p>6.3.1 Frecuencia del monitoreo: número de días mínimo en función de volumen de descarga anual (12-48 días)</p> <p>6.3.2 Número de muestras:</p> <p>i) Una muestra compuesta por cada punto de descarga. Descripción del número de muestras puntuales que constituyen la muestra compuesta en función de la duración (horas de la descarga)</p> <p>ii) Medición de caudal y tipo de muestra en función de volumen diario de descarga.</p> <p>"Las muestras para los tres casos deberán ser compuestas proporcionales al caudal de la descarga. La autoridad competente, podrá autorizar otra metodología de medición del caudal, cuando la metodología señalada no pueda realizarse."</p> <p>6.3.3: Condiciones para la extracción de muestras y volúmenes de muestras: Procedimiento acorde a NCh 411/of96, NCh2313 y lo descrito en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.</p>	<p>Título VI Condiciones específicas para el Monitoreo Frecuencia de Monitoreo</p> <p>Artículo 19º: Frecuencia del monitoreo: número de días mínimo en función de volumen de descarga anual (12-48 días)</p> <p>Número de muestras</p> <p>Artículo 22º. "Se obtendrá una muestra compuesta por cada punto de descarga".</p> <p>i) Descripción de la Composición de muestras compuestas a partir de muestras puntuales y constitución de la muestra puntual</p> <p>ii) Medición de caudal y tipo de muestra : Medición de caudal y tipo de muestra en función de volumen diario de descarga.</p> <p>"La Superintendencia de Servicios Sanitarios podrá autorizar otras metodologías cuando las indicadas no puedan realizarse"</p> <p>Condiciones para la extracción de muestras y volúmenes de muestra Procedimiento acorde a NCh 411/of96, NCh2313 y lo descrito en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.</p>	<p>(... Continuación 6.)</p> <p>6.3 Muestreo autocontrol 6.3.1 Frecuencia de autocontrol:</p> <p>i) Número mínimo de días de autocontrol anual : Frecuencia de autocontrol en función de la naturaleza del residuo y volumen de descarga (tabla con valores desde 2-48 días de autocontrol anual distribuidos mensualmente)</p> <p>ii) Número de muestras "Se obtiene una muestra compuesta representativa por cada pun. Procedimiento de medición y control de los parámetros de descarga"</p> <p>iii) Obtención de la muestra compuesta iii) Obtención de la muestra compuesta: Descripción de la Composición de muestras compuestas a partir de muestras puntuales y constitución de la muestra puntual.</p> <p>"En cada muestra puntual se debe registrar el caudal del efluente."</p> <p>iv) Medición de caudal y tipo de muestra: Medición de caudal y tipo de muestra en función de volumen diario de descarga.</p> <p>6.3.2 Condiciones para la extracción de muestras. Las condiciones sobre el lugar de análisis, el tipo de envase, la preservación de las muestras y el tiempo máximo entre la toma de muestra y el análisis dependen del parámetro y se indican en tabla en DS609</p> <p>6.3.3 Volúmenes de muestra. De acuerdo al tipo de parámetros a analizar (tabla en DS609)</p>

NORMA	NCh411/10	NCh3205	NCh2702
Alcance	Requisitos técnicos para muestreo de aguas residuales e información mínima a registrar para seguimiento de las muestras.	Requisitos técnicos para medición de caudal de aguas residuales	Requisitos técnicos para el diseño de cámaras de inspección domiciliaria
Artículos que aplican para monitoreo, toma de muestras y medición de caudal	<p>6. Equipamiento para muestreo: "Dado los requisitos normativos que regulan la actividad de muestreo, para la recolección de muestras de aguas residuales se debe considerar en términos genéricos el siguiente equipamiento para el desarrollo de esta actividad: -Equipamiento para muestreo manual -Equipos de muestreo automático -Equipos de medición de caudal " Puntos 6.1,6.2,6.3,6.4 Caracterización cada uno de los equipamientos</p>	<p>4.1 Descripción de los métodos de medición de caudal: Método Area Velocidad / Método estructura hidráulica / Método Volumétrico / Método de pendiente y radio hidráulico. Posibilidad de utilización de nuevas tecnologías con previa autorización de la autoridad competente</p>	<p>1.2 "En casos justificados y técnicamente factibles, las cámaras domiciliarias se podrán emplear para la toma de muestras de residuos industriales líquidos" <u>Dado lo anterior, sus criterios son válidos para ser utilizados en el diseño de cámaras de monitoreo</u></p>
	<p>7. Procedimiento para recolección de muestras de aguas residuales 7.1 Consideraciones generales 7.1.1 "Para obtener una muestra representativa, se debe efectuar el muestreo donde el agua residual esté mezclada adecuadamente y sea homogénea. Idealmente la muestra debe ser tomada en el centro del flujo, donde la velocidad es mayor y la posibilidad de asentamiento de sólidos es menor" 7.2 Lugares de muestreo: Definición de los lugares donde normalmente se recolectan muestras de aguas residuales Establecimientos que generan residuos industriales líquidos - sistemas que generan aguas servidas domésticas -sistemas de tratamiento de aguas residuales Indicaciones para la definición del lugar considerando aspectos de seguridad, variabilidad de los procesos (para el caso industrial) , condiciones físicas del lugar, etc 7.4 Tipos de muestras: Definición y caracterización de las muestras puntuales y compuestas y recomendaciones de uso 7.5 Selección del tipo de muestreo: Criterios para la selección de muestreo manual y automatizado 7.6 7.7 Procedimiento de recolección manual y automática de muestras puntuales 7.8- 7.9 Procedimiento de medición de caudales, tanto manuales como automáticos: Aspectos a medir 7.10 Procedimiento de análisis en línea 7.11 Procedimiento de composición manual y automatizadas de muestras compuestas</p>	<p>5. Sistemas para medición de caudal: 5.2 Fichas técnicas de los equipos 5.3 Instalación de los equipos 5.4 Condiciones de aplicabilidad de los sistemas para medición de caudal aguas residuales : Tabla 1: Equipo- Recomendación-R restricción</p>	<p>5. Requisitos generales 5.1 Características de ubicación , garantías de estanquidad y evitar filtraciones, consideraciones en caso de presencia de napa 5.2 Cama de apoyo 5.3 Base 5.4 Banqueta 5.5 Canaleta 5.6 Cuerpo 5.7 Caída exterior (en caso que aplique) 5.8 Peldaños 5.9 Tapa 5.10 Losa</p>
	<p>8. Criterio normativo para el muestreo de aguas residuales: Criterios para el cumplimiento del autocontrol a) Tipo de Muestreo b) Medición de caudales c) Tipo de muestras d) Formación de muestras compuestas e) Recolección de muestras compuestas f) Preservación de muestras compuestas</p>	<p>6. Verificación funcionamiento de los equipos 6.1 Calibración : Características y especificaciones de los certificados 6.2 Contrastación: Verificaciones de equipos cada 6 meses y especificaciones de procedimientos en los distintos casos 6.3 Verificación en terreno después de la instalación : Descripción de los procedimientos</p>	<p>6. Requisitos específicos 6.1 Requisitos de cámaras de albañilería y hormigón fabricados in situ 6.2 Requisitos de cámaras prefabricadas de hormigón</p>

3. Resumen Análisis Contexto internacional

Asimismo, se efectuó un análisis de la normativa a nivel internacional, revisándose la experiencia internacional en cuanto a disposiciones legales. Este análisis permitió concluir que, comparando las normativas extranjeras consultadas, Chile tiene una normativa robusta respecto a la toma de muestras y medición de caudal, concordante con los lineamientos generales de la EPA y México.

En relación a la medición de caudal, tanto la normativa chilena como la EPA promueven el uso de dispositivos similares y recalcan la relevancia de la calibración de los sistemas independientemente de lo que indique el fabricante.

4. Estadística de Descarga

Para el análisis y proposición de sistema de medición, monitoreo y toma de muestra, en primer término se revisó la estadística de generación de residuos líquidos industriales para una gran cantidad de establecimientos industriales, realizando un análisis estadístico que permita establecer el sistema más adecuado para la medición de caudales, asimismo, para los caudales de aguas servidas domésticas se analizó igualmente los caudales de plantas de tratamiento de aguas servidas a lo largo de todo el país.

Estos análisis estadísticos permitieron establecer rangos de caudales para los cuales se establezca un tipo y tamaño de la infraestructura requerida para la estandarización y parametrización requerida para el presente estudio.

4.1. Resumen Rangos Normativos

En primer término se revisó la categorización de Volúmenes de Descarga establecidos en la Normativa Chilena, específicamente en los Decretos 90 y 609

Decreto 609

Volumen de descarga VDD (m ³ /d)	Metodología de medición de caudal	Tipo de Muestras
<30	Estimación por el consumo de agua potable y de las fuentes propias	Compuesta proporcional al tiempo de duración de la descarga
30 - 300	Medición de caudal con equipo portátil con registro	Compuesta proporcional al caudal
300 - 1.000	Cámara de medición y con caudalímetros con registro diario	Compuesta proporción al tiempo de duración de la descarga

Decreto 90

Volumen de descarga VDD (m ³ /d)	Metodología de medición de caudal	Tipo de Muestras
<30	Estimación por el consumo de agua potable y de las fuentes propias	Compuesta proporcional al caudal de descarga
30 - 300	Medición de caudal con equipo portátil con registro	Compuesta proporcional al caudal de descarga
300 - 1.000	Cámara de medición y con caudalímetros con registro diario	Compuesta proporcional al caudal de descarga

4.2. Análisis de Residuos Industriales Líquidos (RILES)

En las siguientes tablas se muestra el resultado de análisis estadístico que permitió establecer rangos de caudales y agrupar los establecimientos industriales en dichos rangos, siempre considerando la segmentación establecida en los DS 90 y DS 609 presentados precedentemente.

Tabla 1. Análisis de Volúmenes de Descarga por Rango

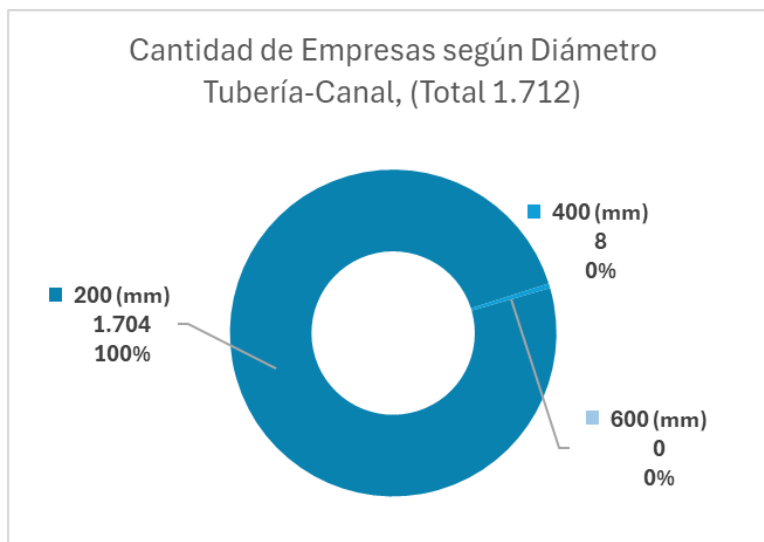
Rango Caudal (m3/día)	Cantidad Indust	Porcentaje	Máximo (m3/día)	Promedio (m3/día)	Promedio (m3/año)	Caudal Max (l/s)
<30	1.063	62,1%	176,9	9,9	2.374,2	2,0
30-300	542	31,7%	884,0	92,0	22.078,7	10,2
300-1000	81	4,7%	3.698,0	544,3	130.632,8	42,8
1000-2000	18	1,1%	3.006,7	1.258,7	302.091,5	34,8
2000-5000	7	0,4%	13.578,0	3.137,8	753.076,4	157,2
5000-10000	1	0,1%	5.273,1	5.273,1	1.265.542,2	61,0
>10000	0	0,0%	0,0	0,0	0,0	0,0

Dado que la mayor cantidad de establecimientos se encuentra en los primeros rangos y la variación no es significativa, se ha realizado una agrupación en rangos mayores, resultando lo siguiente:

Tabla 2. Análisis de Volúmenes de Descarga. Industrias agrupadas por mayor Rango

Rango Caudal (m3/día)	Cantidad Indust	Porcentaje	Máximo (m3/día)	Promedio (m3/día)	Promedio (m3/año)	Caudal Max (l/s)
<30	1.704	99,5%	3.698,0	74,6	17.904,5	42,8
30-300						
300-1000						
1000-2000						
2000-5000	8	0,5%	13.578,0	3.404,7	817.134,6	157,2
5000-10000	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
>10000						

Figura 1. Distribución de Empresas por Volumen de Descarga



En el Anexo A se presenta el detalle de los volúmenes de descarga de cada industria y el análisis realizado.

4.3. Análisis de Aguas Servidas Domésticas

Igualmente se realizó el análisis para los volúmenes de descarga de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas cuyo análisis se resumen a continuación:

Tabla 3. Análisis de Volúmenes de Descarga por Rango

Caudal			Diámetro	Cantidad PTAS (Q max)		Cantidad PTAS (Q prom)	
Rango				(mm)			
(m ³ /d)	(m ³ /d)	(l/s)					
10	2.000	23,1	200	102	34%	149	50%
2.001	10.000	115,7	400	127	43%	97	33%
10.001	>10.000		600	69	23%	52	17%
				298		298	

Figura 2. Distribución de Empresas por Volumen de Descarga

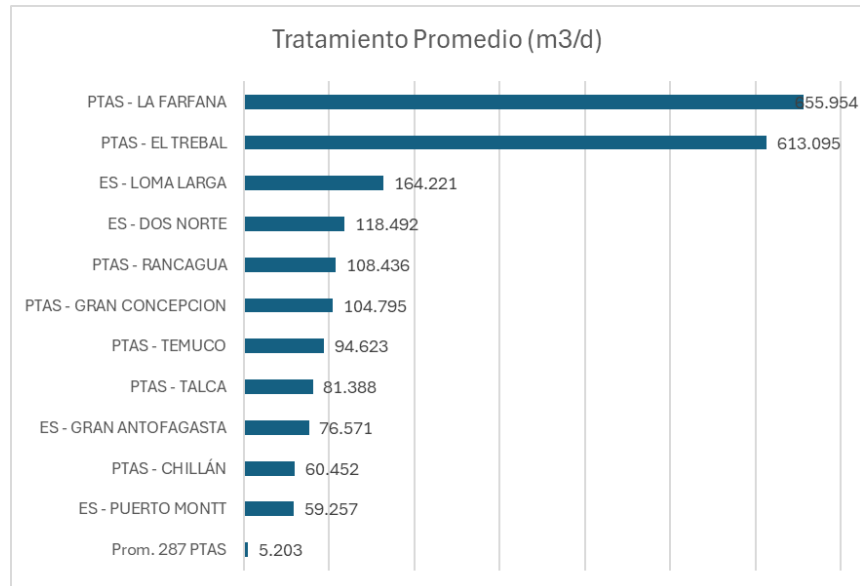
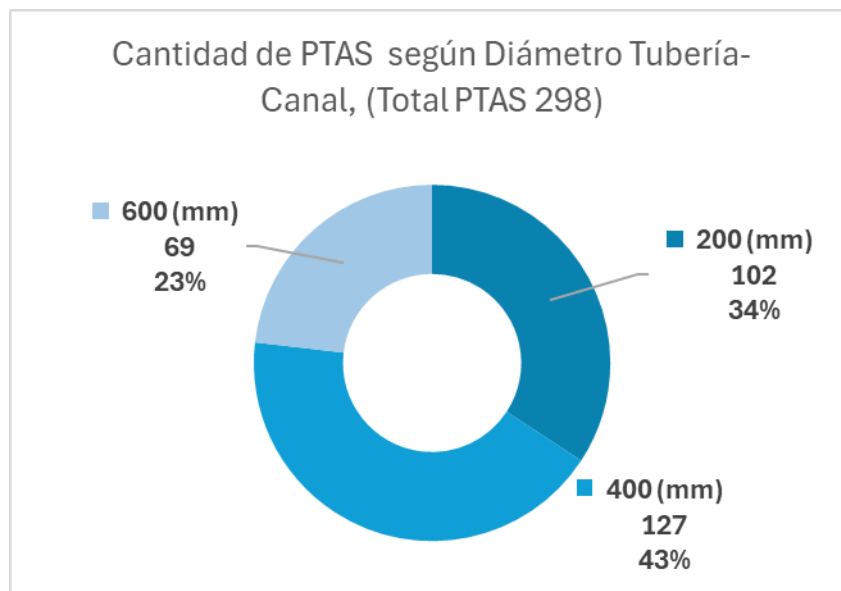


Figura 3. Distribución de Empresas por Volumen de Descarga



En el Anexo A se presenta el detalle de los volúmenes de descarga de cada industria y el análisis realizado.

5. Bases de Diseño

Para la definición de los tipos de cámaras se han establecido las bases de diseño que permiten asegurar las condiciones de escurrimiento adecuadas para efectuar las mediciones requeridas.

Así, para la instalación de las cámaras en los colectores de descarga se ha verificado la capacidad de porteo para diferentes diámetros y caudales, considerando condiciones de pendiente mínima y estableciendo distancias mínimas en que no existan singularidades que puedan modificar el régimen de escurrimiento requerido para una correcta medición.

Las condiciones mínimas que se establecen son las siguientes:

- Medición en Cámara de Inspección Tipo (1,3m o 1,8m) o en Cámara Especial
- Pendiente de 1% y 2% (2 casos)
- Condiciones Aguas Arriba: 10D sin singularidades
- Condiciones Aguas Abajo: 5D sin singularidades

Para determinar la capacidad de porteo de los colectores a proyectar, se utilizará la fórmula de Manning para escurrimiento en acueducto, cuya expresión es la siguiente:

$$Q_{\text{máx diseño}} = \frac{A \times R^{2/3} \times \sqrt{i}}{n}$$

En que:

$Q_{\text{máx diseño}}$:	Caudal máximo de diseño [m^3/s]
n	:	Coeficiente de rugosidad
i	:	Pendiente del colector
A	:	Área del escurrimiento [m^2]
R	:	Radio hidráulico [m]

Para el cálculo de la capacidad de porteo, se adoptó un nivel de utilización de la cañería, equivalente a una altura máxima de escurrimiento igual al 50% del diámetro

Con lo anterior, se verifica que la transición entre la tubería de colector y la banqueta al interior de la cámara no genere ningún tipo de interferencia en el régimen del escurrimiento, por cuanto, en la parte inferior se mantiene la uniformidad de la sección.

En la siguiente tabla se presenta el resultado del análisis realizado, el cual permite además definir el diámetro de los colectores sobre los cuales se instalará la cámara de medición.

Tabla 4. Verificación de Capacidad de Porteo

Tramos Vol Descarga ($\text{m}^3/\text{día}$)	Caudal		Características Tubería-Canal				Condiciones del Escurrimiento				
			Diámetro	Coef. Manning	Longitud Tramo sin Singularidades	Pendiente	Caudal	H/D	Caudal	Velocidad	Altura
	($\text{m}^3/\text{día}$)	(l/s)	(mm)		(m)	(%)	(l/s)		(l/s)	(m/s)	(mm)
<30	30	0,35	200	0,013	4,3	2,00%	0,35	0,06	0,35	0,44	12
30 - 300	300	3,47	200	0,013	4,3	2,00%	3,47	0,19	3,47	0,87	37
300 - 1.000	1.000	11,57	200	0,013	4,3	2,00%	11,57	0,34	11,57	1,23	68
1.000-2.000	2.000	23,15	200	0,013	4,3	2,00%	23,15	0,50	23,15	1,48	100
5.000 - 10.000	10.000	115,74	400	0,013	7,3	2,00%	115,74	0,44	115,74	2,20	174
> 10.000	50.000	578,70	600	0,013	10,3	2,00%	578,70	0,60	578,70	3,29	358

En el Anexo B se presenta el detalle de las modelaciones hidráulicas realizadas.

6. Definición de Rangos para Sistemas de Medición

Con los análisis de volumen de descarga realizados, se ha estimado que la proposición de sistema de medición a considerar considera los siguientes casos:

- Canaleta tipo Palmer Bowlus prefabricada, con medidor de caudal con sensor de tipo ultrasónico, instalada en cámara de inspección tipo.
- Canaleta tipo Parshall prefabricada, con medidor de caudal con sensor de tipo ultrasónico, instalada en canaleta de hormigón.

A continuación se presentan las características de las cámaras y canaletas para los rangos de caudal definidos precedentemente.

Tabla 5. Características de Cámaras y Tipo de Canaletas - RILES

Rango Caudal (m ³ /día)	Tipo de Cámara	Diámetro Cámara	Tipo Canaleta	Tipo Canaleta (Alternat)	Dimensión Canaleta (pulg)	Caudal Medio Medido (l/s)	Caudal Max Medido (l/s)	Rango Caudal Canaleta (l/s)
<30	C. de Inspección	1,3	Palmer Bowlus		4	0,11	2	0,12 a 3,4
30-300		1,3			6	1,06	10	0,17 a 14,5
300-1000		1,8			12	6,30	43	0,46 a 47,5
1000-2000		1,8			12	14,57	35	0,46 a 47,5
2000-5000	C. de Inspección	1,8	Palmer Bowlus		18	36,32	157	1,4 a 130,7
5000-10000				Parshall	18	61,03	61	1,4 a 130,7
>10000	Cámara Esp.	Por definir	Parshall	Palmer Bowlus	Por definir	Por definir	Por definir	Por definir

Tabla 6. Características de Cámaras y Tipo de Canaletas – Aguas Servidas

Rango Caudal (m3/día)	Tipo Canaleta	Rango Caudales		Características Parshall						Rango de Medición	
		(l/s)	(l/s)	W (")	W (cm)	D (cm)	C	L (m)	7 x W (pulg)	(l/s)	(l/s)
< 2.000	Palmer Bowlus	-	23	---	---	---	---	---	---	---	---
2.000-10.000	Parshall	23	116	6 a 9	23	58	38	163	160	3	250
10.000-100.000	Parshall	116	1.157	36	91	157	122	316	640	18	1.426
100.000-500.000	Parshall	1.157	5.787	120	305	475	366	702	2.134	200	5.660

7. Diseño de los Sistemas y Aspectos Constructivos

7.1. Estandarización de Sistemas de Medición

Con base en los análisis expuestos precedentemente, en las figuras siguiente se muestran los sistemas propuestos, cuyos detalles se entregan en los planos incluidos en el Anexo D.

Figura 4. Detalle Cámara Tipo 'a'

CAMARA TIPO "a"
ESCALA 1:25

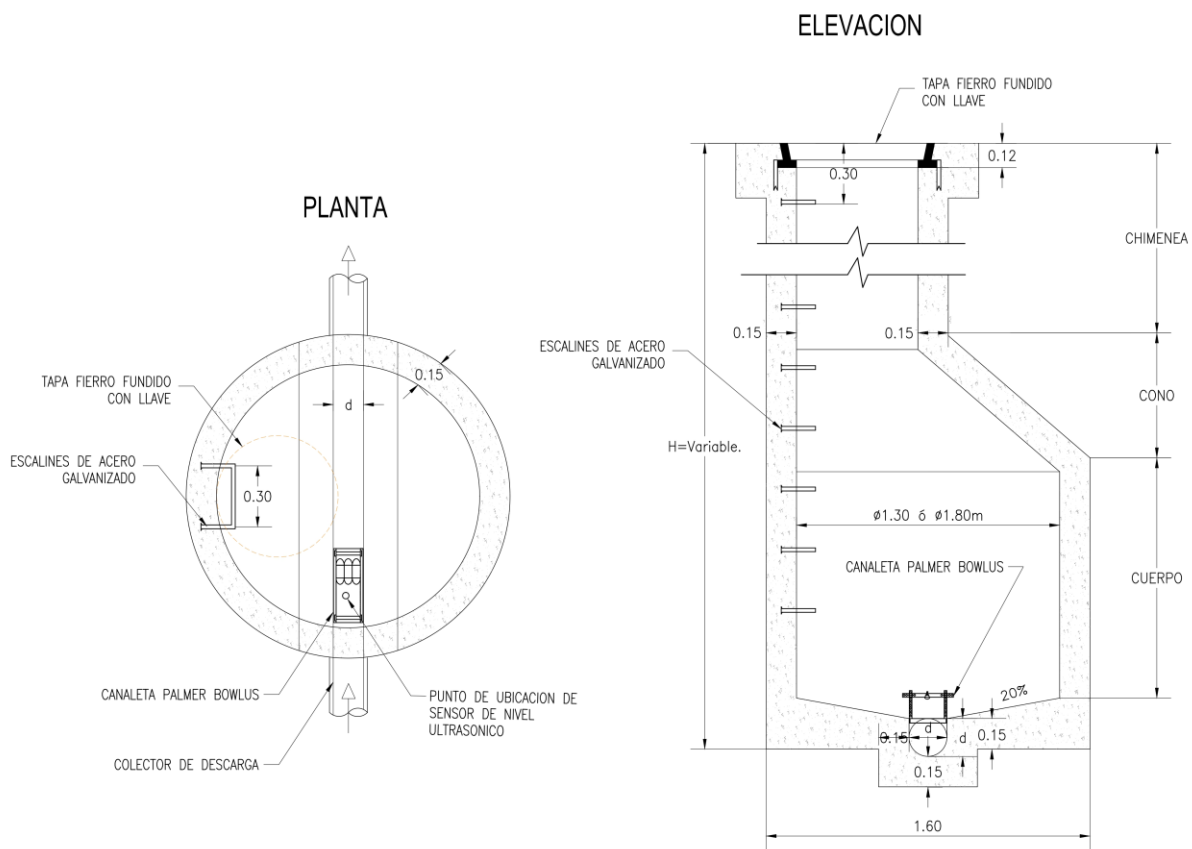


Tabla 7. Características de Cámaras de Inspección tipo 'a'

Diámetro Tubería (mm)	Características C.I.					
	Tipo C.I.	Diámetro C.I. (m)	Profundidad (m)	Cuerpo (m)	Cono (m)	Chimenea (m)
200	a	1,3	> 1,76	0,6 a 1,1	0,6	0,25 a 2,00
300	a	1,8	> 1,90	0,6 a 1,1	0,6	0,25 a 2,00
450	a	1,8	> 2,01	0,6 a 1,1	0,6	0,25 a 2,00

Figura 5. Detalle Cámara Tipo 'b'

CAMARA TIPO "b"

ESCALA 1:25

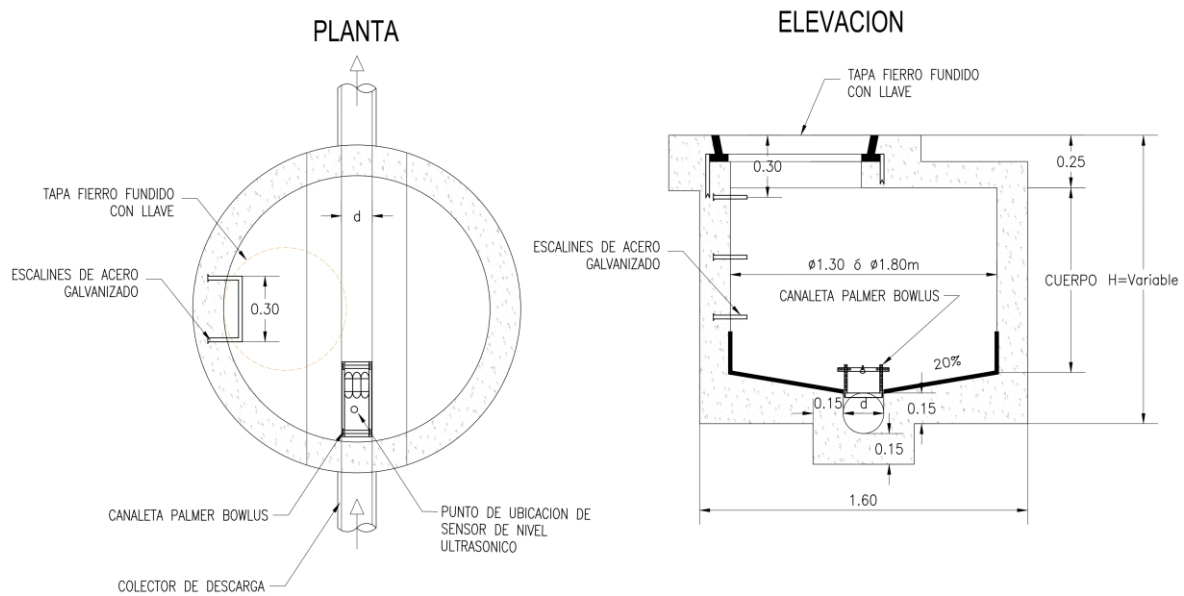


Tabla 8. Características de Cámaras de Inspección tipo 'b'

Diámetro Tubería (mm)	Características C.I.					
	Tipo C.I.	Diámetro C.I. (m)	Profundidad (m)	Cuerpo (m)	Cono (m)	Chimenea (m)
200	b	1,3	1,16 a 1,76	0,60 a 1,2	---	0,25
300	b	1,8	1,30 a 1,90	0,60 a 1,2	---	0,25
450	b	1,8	1,44 a 2,01	0,60 a 1,2	---	0,25

Figura 6. Detalle Canaleta Parshall

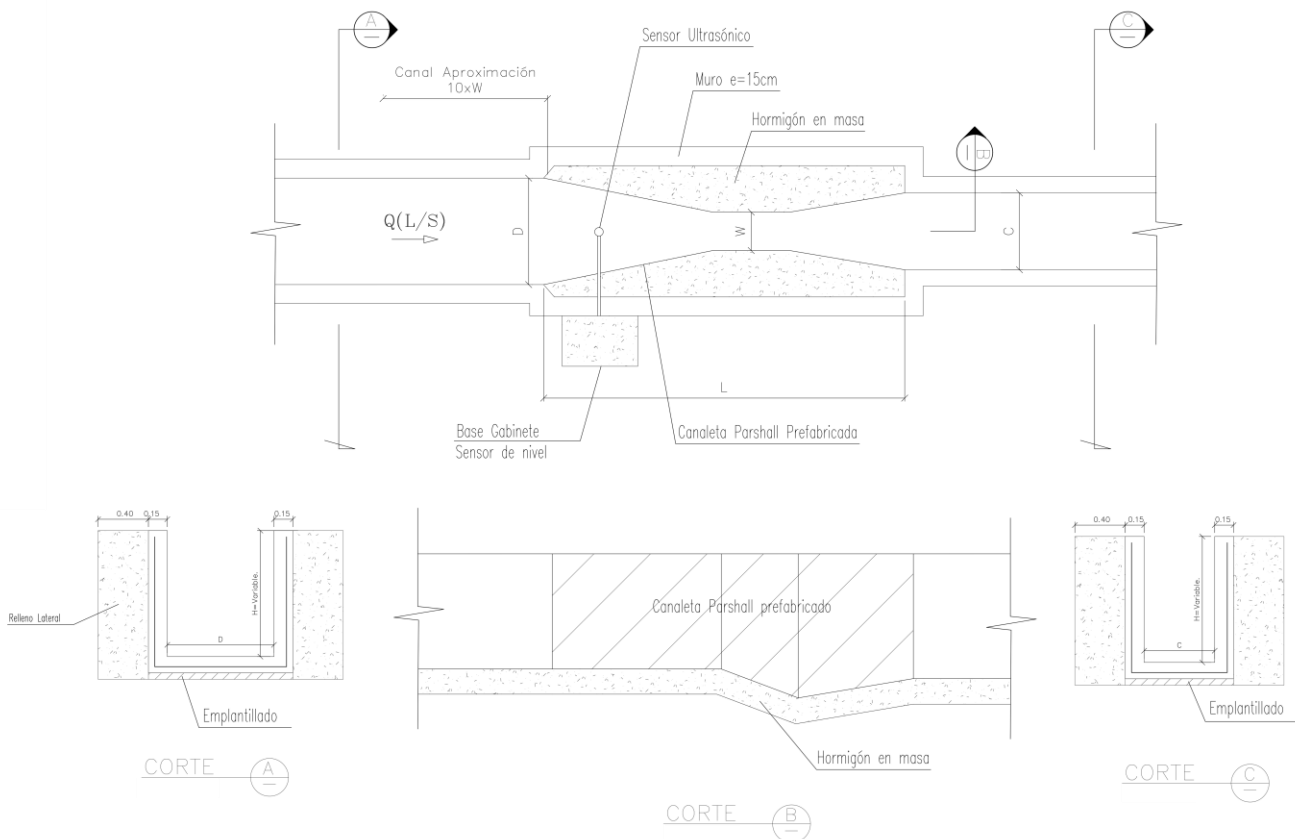


Tabla 9. Características de Canaletas Parshall

Rango Caudal (m ³ /día)	Tipo Canaleta	Rango Caudales PTAS		Características Parshall						Rango de Medición		
		(l/s)	(l/s)	W (")	W (cm)	D (cm)	C	L (m)	7 x W (pulg)	(l/s)	(l/s)	
< 2.000	Palmer Bowlus	-	23	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2.000-10.000	Parshall	23	116	6 a 9	23	58	38	163	160	3	250	
10.000-100.000	Parshall	116	1.157	36	91	157	122	316	640	18	1.426	
100.000-500.000	Parshall	1.157	5.787	120	305	475	366	702	2.134	200	5.660	

7.2. Cronograma de Ejecución

Por otro lado, en función de las obras que involucra el diseño, se ha estimado que la construcción de las mismas debiera realizarse en un periodo de alrededor de 10 semanas, considerando los periodos adicionales que toma una obra como ésta y que dicen relación con los plazos que se requiere entre la formalización de la Orden de Compra hasta la entrega de los equipos, así como también los plazos que tomaría la gestión de permisos para la construcción.

En base a lo expuesto se presenta a continuación un Cronograma de Ejecución de Obras.

Figura 7. Cronograma de Ejecución

Ítem	Mes 1				Mes 2				Mes 3	
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10
Suministro de Equipos	■	■	■	■						
Gestión de Permisos	■	■	■	■						
Instalación de Faena					■					
Recepción de Terreno					■					
Preparac. Proced. De Trabajos					■					
Obras de Movimiento de Tierras						■				
Obras de Hormigón							■	■		
Instalación de Equipos y Tuberías								■	■	
Prueba de Conjunto									■	■
Recepción de Obras										■

8. Costos Estimados de Inversión

8.1. Itemizado de Partidas

Para la estimación de los costos se ha desarrollado un presupuesto de obra con todas las partidas involucradas en la construcción del sistema, el itemizado considerado se detalla a continuación:

ITEM	DESIGNACION
	A.- MOVIMIENTO DE TIERRAS
	Excavación en suelo tipo III
1	Excavaciones de 0 a 2 m para tuberías
2	Excavaciones de 2 a 4 m para tuberías
3	Excavaciones para estructuras
	Rellenos
4	Material seleccionado de la excavación
	Apoyos para la tubería y estructuras
5	Cama de apoyo de arena
6	Relleno bases para estructuras (Cámaras y/o Canaletas)
	Retiro de excedentes
7	Retiro y transporte de excedentes
	B.- SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE EQUIPOS Y TUBERÍAS
	Suministro, Transporte, Colocación y Prueba de Canaleta Palmer Bowlus
8	Canaleta Palmer Bowlus D=4"
9	Canaleta Palmer Bowlus D=6"
10	Canaleta Palmer Bowlus D=12"
11	Canaleta Palmer Bowlus D=18"
	Suministro, Transporte, Colocación y Prueba de Flujómetro
12	Equipo de Medición de Caudal
	Suministro, Transporte, Colocación y Prueba de Cañerías de HDPE
13	D = 200 mm
14	D = 300 mm
15	D = 450 mm
	C.- OBRAS DE HORMIGON
	Cámaras de Inspección
15	Tipo "a" D = 1,3 m
16	Tipo "b" D = 1,3 m

17	Tipo "a" D = 1,8 m
18	Tipo "b" D = 1,8 m
	Suministro, Transporte y Colocación
	de tapas Circulares de Hormigón tipo Calzada
19	Suministro, transporte y colocación de tapas
	Suministro, Transporte y Colocación
	de escalines
20	Suministro, transporte y colocación de escalines
	Obras Canaleta de Instalación Parshall
21	Canaleta de Instalación Parshall

8.2. Presupuesto de Obras

Para la determinación de los precios de las partidas se ha adoptado los siguientes valores índice:

- Valor de la UF al 31 de Diciembre de 2024: \$ 38.416,69
- Valor del Dólar Observado al 31 de Diciembre de 2024: \$ 992,12
- Porcentaje de Gastos Generales y Utilidades sobre el Costo Neto: 45%

Los precios unitarios de los equipos y canaletas se han obtenido en base a cotizaciones realizadas a empresas especializadas en este tipo de obras:

- FIBRA NOV
- SIMTECH
- AGUAMARKET

A continuación se presenta un resumen de los costos de cada uno de los casos modelados.

Tabla 9. Resumen Costos de Inversión para Solución con Canaleta Palmer Bowlus

Caso	Tipo Canaleta	Tipo de Cámara	Diámetro Cámara de Inspección (m)	Dimensión Canaleta (pulg)	Diámetro Tubería (mm)	Profundidad Cámara (m)	Costo (UF)
1	Palmer Bowlus	C. de Insp.	1,3	4	200	2	212,8
2	Palmer Bowlus	C. de Insp.	1,3	6	200	2	217,3
3	Palmer Bowlus	C. de Insp.	1,8	12	300	2,2	296,6
4	Palmer Bowlus	C. de Insp.	1,8	12	300	2,2	296,6
5	Palmer Bowlus	C. de Insp.	1,8	18	450	2,5	393,8
6	Palmer Bowlus	C. de Insp.	1,8	18	450	2,5	393,8

Tabla 10. Resumen Costos de Inversión para Solución con Canaleta Parshall

Caso	Tipo Canaleta	Características Parshall		Costo (UF)
		W (")	L (m)	
1	Parshall	9	163	391,4
2	Parshall	36	316	476,4
3	Parshall	120	702	538,1

El detalle de los presupuestos se entrega en el Anexo C