

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS - CHILE  
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS



## MANUAL DE PROYECTOS AGUA POTABLE RURAL

### Criterios de Diseño de Agua Potable Rural

VERSIÓN MAYO 2023



**CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN .....	6
1. ALCANCE .....	7
2. REFERENCIAS .....	7
3. TERMINOLOGÍA .....	8
4. INTRODUCCIÓN .....	10
5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE COMUNIDADES .....	10
6. DISEÑO .....	11
<b>6.1. Actividades de terreno a realizar, Antecedentes Generales</b> .....	12
<b>6.1.1. Antecedentes generales de la localidad</b> .....	12
<b>6.1.1.1. Información del Lugar</b> .....	12
<b>6.1.1.2. Aspectos del Medio Físico</b> .....	13
<b>6.1.1.2.1. Clima y Meteorología</b> .....	13
<b>6.1.1.2.2. Antecedentes de geomorfología</b> .....	13
<b>6.1.1.3. Catastro general de infraestructura existente de agua potable rural</b> .....	13
<b>6.1.1.4. Catastro de viviendas</b> .....	14
<b>6.1.1.5. Proyectos en desarrollo por parte de otros servicios (Vialidad, municipios, Gore, Serviu, etc.)</b> .....	16
<b>6.1.2. Fuentes de Abastecimiento</b> .....	16
<b>6.1.2.1. Aguas superficiales</b> .....	16
<b>6.1.2.2. Aguas subterráneas</b> .....	17
<b>6.1.2.3. Otros Tipos de abastecimiento</b> .....	17
<b>6.1.3. Selección de bomba</b> .....	17
<b>6.1.4. Análisis de cantidad y calidad de agua</b> .....	18
<b>6.2. Levantamiento topográfico</b> .....	18
<b>6.3. Bases de cálculo</b> .....	18
<b>6.3.1. Proyección de Demanda y periodo de diseño</b> .....	18
<b>6.3.2. Densidad de Habitantes</b> .....	19
<b>6.3.3. Cálculo de Población</b> .....	20
<b>6.3.4. Población Actual</b> .....	20
<b>6.3.5. Tasa de crecimiento</b> .....	21
<b>6.3.6. Población proyectada</b> .....	22

6.3.7.	Dotación .....	23
6.3.8.	Cobertura .....	24
6.3.9.	Aguas no contabilizadas (A.N.C) .....	24
6.3.10.	Coeficientes y factores de máximo consumo .....	24
6.3.11.	Cálculo de Dotaciones .....	25
6.3.12.	Caudales .....	26
6.4.	Conducción .....	27
6.5.	Sistema de tratamiento .....	27
6.5.1.	Sistema de cloración .....	27
6.6.	Regulación y almacenamiento .....	28
6.6.1.	Volumen de regulación .....	28
6.6.2.	Volumen de incendio .....	28
6.6.3.	Volumen de Estanque .....	28
6.6.4.	Estanques .....	29
6.7.	Distribución .....	30
6.7.1.	Generalidades .....	30
6.7.2.	Presiones de servicio .....	30
6.7.3.	Instalación de válvulas y Grifos .....	31
6.7.4.	Diámetros mínimos .....	32
6.7.5.	Materiales .....	32
6.7.6.	Trazado .....	33
6.7.7.	Cámaras .....	33
6.7.8.	Conexiones domiciliarias .....	33
6.8.	Sistema eléctrico .....	34
6.9.	Aspectos económicos .....	35
6.9.1.	Costos de operación .....	35
6.9.2.	Costos de Administración .....	36
6.9.3.	Costos de Operación .....	36
6.9.4.	Costo de Mantenimiento .....	37
6.9.5.	Costos de Reposición .....	37
6.10.	Tarifa Estimada .....	37
7.	ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL DISEÑO .....	37
7.1.	Anteproyecto .....	37

7.1.1.	Memoria Técnica.....	38
7.1.2.	Anexos y estudios especiales.....	39
7.1.2.1.	Captación.....	40
7.1.2.2.	Mecánica de Suelos.....	41
7.1.2.3.	Pozos de reconocimiento .....	41
7.1.2.4.	Cálculos Hidráulicos.....	42
7.1.2.5.	Equipos .....	42
7.1.2.6.	Factibilidad del Suministro de Energía Eléctrica.....	42
7.1.2.7.	Antecedentes Evaluación Económica del Anteproyecto .....	44
7.1.2.8.	Antecedentes de Terrenos.....	44
7.1.2.9.	Planos.....	44
7.1.2.10.	Presupuesto .....	45
7.1.2.11.	Informe de Pozos de Reconocimiento con fotografías.....	45
7.2.	Proyecto.....	45
7.2.1.	Memoria .....	45
7.2.2.	Anexos.....	46
7.2.3.	Especificaciones Técnicas .....	47
7.2.3.1.	Especificaciones Técnicas Generales.....	47
7.2.3.2.	Especificaciones Técnicas Especiales .....	48
7.2.4.	Presupuesto.....	48
7.2.5.	Planos.....	48
7.2.5.1.	Entrega de planos.....	51
7.2.6.	Informe Técnico para Factibilidades .....	52
ANEXO N°1: TOPOGRAFÍA .....		54
1.	Profesionales y Técnicos .....	54
2.	Topografía.....	55
2.1.	Tolerancias de Red .....	55
2.2.	Formatos de Entrega y Respaldos Digitales.....	55
2.3.	Puntos de referencia.....	56
2.4.	Levantamientos Topográficos en terreno .....	56
3.	Entregas levantamiento topográfico.....	58

3.1.	Tolerancias.....	59
3.2.	Productos a Entregar.....	60

## CUADROS

Cuadro 5.1: Definición de Sistemas de Agua Potable Rural.....	11
Cuadro 6.1: Tasa de crecimiento.....	18
Cuadro 6.2: Dotaciones de Consumo.....	20
Cuadro 6.3: Estanques Tipo.....	27
Cuadro 6.4: Presión de trabajo.....	29

## INTRODUCCIÓN

La Ley N° 20.998 que regula los Servicios Sanitarios Rurales, dispone en su artículo N° 81 que le corresponderá a la Subdirección visar técnicamente los proyectos e impartir los criterios técnicos que se requerirán para la ejecución de los proyectos. Por otro lado el Reglamento de la Ley, en el artículo 117 establece que la Subdirección dictará los criterios de diseño y construcción de infraestructura de sistemas de agua potable.

Considerando que en julio de 2019 la Subdirección emitió el documento Manual de Proyectos de Agua Potable Rural a modo de guía para el diseño y contenidos de proyectos de sistemas de Agua Potable Rural, el presente documento actualizado da cumplimiento a lo establecido en el Reglamento formulando los criterios de diseño de la infraestructura de sistemas de Agua Potable Rural.

El presente documento, constituye una guía técnica referencial para el diseño de ingeniería en la elaboración de proyectos de agua potable rural.

## 1. ALCANCE

Este manual establece las disposiciones generales y específicas para la elaboración de proyectos de agua potable rural.

Este Manual no se aplica a los proyectos de instalaciones particulares de agua potable.

## 2. REFERENCIAS

- NCH691 Agua potable-Conducción, regulación y distribución.
- NCH1104 Ingeniería sanitaria- Presentación y contenido de proyectos de sistema de agua potable y alcantarillado.
- NCH2836 Agua Potable - Sistema de Arranque Especificaciones. Normas de Diseño APR SENDOS 1984.
- Estanques Tipo Resolución DOH EX. N° 4493 de 28 de junio 2011.  
Resolución DOH EX. N° 7020 de 11 de noviembre 2015.
- Informe Criterios De Diseño De Sistemas De Agua Potable Rural 2019.
- Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural, Organización Panamericana de la salud (OPS) y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 2004
- Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA) D.S. MOP N° 50 de 2003
- Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquido. DTO-160 07-Jul-2009 Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- Ley 20.998 que regula los Servicios Sanitarios Rurales
- Decreto N° 50 de la Ley 20.998 que regula los Servicios Sanitarios Rurales

### 3. TERMINOLOGÍA

Para los efectos de aplicación de esta norma se utiliza la siguiente terminología:

**Autoridad competente:** Autoridad Estatal que tiene competencia en el ámbito del diseño, la construcción, la regulación o la fiscalización de las instalaciones y obras pertinentes a los servicios, de acuerdo con su ámbito de acción, cuando corresponda. Se entenderá por aquella que está definido por la ley o reglamentación para definir o aprobar actividades, proyectos o dar las autorizaciones que se señalen en el presente documento. Para efectos de visación técnica de los proyectos de Agua Potable Rural, se entiende por organismo competente a la Dirección de Obras Hidráulicas Regional, Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales.

**Localidad Urbana:** Localidades que se encuentran dentro de áreas urbanas de acuerdo a los Planes Reguladores Comunales.

**Localidad Rural:** Localidades que se encuentran fuera de áreas urbanas de acuerdo a los Planes Reguladores Comunales.

**Sistema Concentrado:** Corresponden a sistemas de abastecimiento para atender localidades periurbanas o rurales que poseen una densidad mínima de 15 viviendas por kilómetro de red.

**Sistema Semi Concentrado:** Corresponden a sistemas de abastecimiento para atender localidades rurales que poseen densidad mínima de 8 viviendas por kilómetro de red.

**Sistema Disperso:** Corresponde a localidades rurales que poseen densidad inferior a 8 viviendas por kilómetro de red.

**Anteproyecto:** Descripción del problema, así como también de sus antecedentes. Además, incluye las bases de diseño, el análisis de las alternativas y la solución propuesta, la que debe quedar predimensionada en todos sus aspectos.

**Proyecto:** Etapa de una iniciativa de inversión que, debidamente fundamentada en datos de elaboración técnica y económica, son necesarios y suficientes para la ejecución de una determinada obra. Se corresponde con la etapa de diseño definida en el SNI para el ciclo de vida de un proyecto.

**Caudal:** Volumen de agua que pasa por una sección transversal en una unidad de tiempo.

**Conducción:** Transporte de agua por medio de tuberías o canalizaciones.

**Consumo anual:** Volumen de agua que se consume durante un año, medido a la salida del estanque de regulación.



Consumo diario: Volumen de agua que se consume durante 24 h, medido a la salida del estanque de regulación.

Consumo medio diario: Resultado de dividir el consumo anual por 365.

Consumo máximo diario: Volumen de agua que se consume en el día de máximo consumo del mes de máximo consumo, medido a la salida del estanque de regulación.

Consumo máximo horario: Volumen de agua que se consume en la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, medido a la salida del estanque de regulación.

Consumo mensual: Volumen de agua que se consume durante un mes, medido a la salida del estanque de regulación.

Consumo medio mensual: Resultado de dividir el consumo anual por 12.

Consumo máximo mensual: Volumen de agua que se consume en el mes de mayor consumo en un periodo de uno o dos años.

Cuartel: Sector de la red de distribución en que puede suspenderse temporalmente el suministro de agua potable, sin afectar el suministro general.

Desagüe: instalación que permite la evacuación controlada de agua.

Distribución: Transporte de agua potable por tuberías a las cuales pueden conectarse los servicios domiciliarios.

Edificio: Toda construcción destinada a la habitación o en la cual una o más personas pueden desarrollar cualquier labor, transitoria o permanente.

Estanque de regulación: Unidad de almacenamiento de agua potable en un sistema de agua potable, que puede ser elevado, semienterrado o enterrado dependiendo de los requerimientos del proyecto.

Proyectista: Ingeniero Civil calificado según las disposiciones legales y reglamentarias para confeccionar y firmar un anteproyecto o proyecto del cual es responsable.

Regulación: Volumen de compensación entre caudales producidos y consumidos.

Sistema Segmento Mayor: Sistema de Agua potable Rural perteneciente al Servicio Sanitario Rural clasificado en el Segmento Mayor, según Artículo 106 del Reglamento de la Ley 20.998

Sistema Segmento Medio: Sistema de Agua potable Rural perteneciente al Servicio Sanitario Rural clasificado en el Segmento Medio, según Artículo 106 del Reglamento de la Ley 20.998

Sistema Segmento Menor: Sistema de Agua potable Rural perteneciente al Servicio Sanitario Rural clasificado en el Segmento Menor, según Artículo 106 del Reglamento de la Ley 20.998

#### 4. INTRODUCCIÓN

El presente documento da a conocer las bases técnicas que deberán considerar los Diseños de Sistemas de Agua Potable Rural, de acuerdo a lo indicado por la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales del Ministerio de Obras Públicas, o la que la reemplace en el futuro, en adelante la Subdirección.

Al respecto el presente documento cumple con dar los lineamientos generales y específicos respecto a las bases de cálculo y criterios de diseño para la correcta ejecución del Programa Nacional de Agua Potable Rural.

El presente Manual actualiza los estándares de diseño incorporando la tecnología más actualizada acorde a la realidad del País.

La confección de un Diseño de Ingeniería de Agua Potable Rural comprende fundamentalmente las siguientes Etapas:

- Anteproyecto
- Proyecto

Al término de cada etapa se debe elaborar un informe el cual debe contener como mínimo los objetivos alcanzados, incluyendo los antecedentes recopilados tales como: Documentos, gráficos, planos y otros que solicite el mandante.

Se debe considerar la realización de Reuniones de participación ciudadana en total con la comunidad a fin de dar a conocer los alcances del estudio y su avance. El número de reuniones y su estructura serán definidos en cada estudio por la Subdirección.

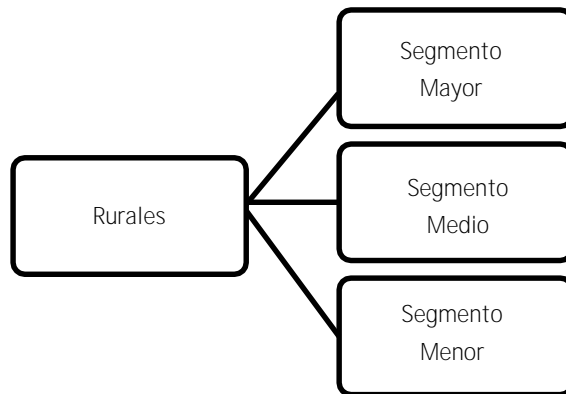
#### 5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE COMUNIDADES

Los proyectos de Agua Potable Rural comprenden a poblaciones cuya ubicación está fuera de las zonas urbanas.

Sin embargo, con la entrada en vigencia de la Ley 20.998, éstos podrán incluir proyectos en localidades urbanas. Las licenciatarias, definidas en la Ley 20.998, que están operando en áreas urbanas , de acuerdo a lo prescrito en esta Ley, podrán mantener su área de servicio y además cualquier licenciataria podrá solicitar ampliaciones de su área de servicio ubicadas total o parcialmente dentro de un área urbana o de extensión urbana , sin embargo los niveles de servicio podrán ser modificados por el Ministerio de Obras Públicas, a proposición de la SISS, y podrán diferenciarse entre los segmentos de operadores (mayores, medianos y menores).

Para efectos de la presente Norma, para los Sistemas de Agua potable Rural se usará la clasificación establecida en la Ley 20.998 y su reglamento, para los Servicios Sanitarios Rurales.

Cuadro 5.1: Clasificación de Sistemas de Agua Potable Rural



## 6. DISEÑO

A continuación, se presentan las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto; y las recomendaciones para cada una de ellas respecto a la información y criterios de diseño a utilizar.

Los aspectos a considerar en la etapa preliminar se indican en los siguientes acápite:

## **6.1.** Actividades de terreno a realizar, Antecedentes Generales

### **6.1.1.** Antecedentes generales de la localidad

Incluye todos los antecedentes generales de la localidad como nombre del lugar, situación político-administrativa, ubicación geográfica, vías de comunicación, actividades económicas, establecimientos educacionales, características turísticas estacionales, planes de desarrollo, aspectos hidrográficos, clima, Además de información particular de las viviendas con el fin de identificar la realidad local.

#### **6.1.1.1.** Información del Lugar

Incluye la información relevante de la Localidad tales como Ubicación Geográfica en coordenadas UTM datum WGS 84, indicando las rutas que conforman la localidad (Vialidad, Caminos vecinales).

Se debe indicar la situación Político-Administrativa indicando a que Región, Provincia y Comuna pertenece la Localidad, complementando con las principales características observadas en la Comuna.

Indicar Medios de transporte existentes en el lugar, señalando principalmente su destino y horarios.

Indicar vías de acceso de la localidad y las rutas a tomar desde la Capital Comunal a la localidad mencionada.

Se debe complementar la información indicando las Autoridades Comunales, del Comité, y Junta de Vecinos en caso de que exista. Para el caso de Comité se debe indicar antecedentes tales como Dirección, Fono Contacto, Correo Electrónico, Rut.

Asimismo, se debe verificar la existencia de comunidades indígenas o cualquier organización social en el área materia del proyecto.

Se debe identificar si existen entidades Públicas, Escuelas, Hospitales, CESFAM, postas, Industriales, comerciales e indicar en que forma afectan a la localidad.

Respecto a la energía eléctrica se debe identificar las líneas de distribución existentes de baja o media tensión, además de verificar la potencia instalada y disponible en la localidad.

Se debe levantar de información respecto de actividades productivas que se desarrollen en el área de influencia (turismo, hospedería, almacenes, talleres, maestranzas, etc.)

En el caso de que el proyecto se emplace en zona urbana, de acuerdo al Plan Regulador Comunal, considerar el tipo de uso de suelo donde se proyecten las obras, y preparar expediente para solicitar el permiso de construcción que se requiera tramitar.

#### **6.1.1.2.** Aspectos del Medio Físico

El presente acápite permite identificar las características del medio que deben ser consideradas como mínimo lo que se indica a continuación.

##### **6.1.1.2.1.** Clima y Meteorología

Se debe definir cuál es el clima correspondiente a la Región en la que se encuentra la localidad indicando temperaturas medias y extremas, humedad relativa promedio, meses más lluviosos.

##### **6.1.1.2.2.** Antecedentes de geomorfología

Se deben identificar características del relieve de la zona indicando los rasgos fisiográficos más característicos. Se debe considerar la red de drenaje existente y la vegetación preponderante en la Región.

Se debe indicar la hidrogeología en la cual se encuentra inserta la localidad, logrando identificar las cuencas y las series de suelos existentes. En caso de que exista un Estudio Hidrogeológico previo se debe adjuntar en un anexo al presente informe, y analizarlo dentro del informe preliminar.

Se debe indicar los antecedentes geológicos de la localidad, de acuerdo al Informe Hidrogeológico, si es que hubiere. Además, se debe caracterizar el suelo sísmico de acuerdo a la norma sísmica vigente.

Además, el Consultor debe verificar los terrenos que podrían estar expuestos a posibles inundaciones

##### **6.1.1.3.** Catastro general de infraestructura existente de agua potable rural

En caso de que la localidad posea un Sistema de agua potable existente se deben recopilar antecedentes actuales tales como:

- Análisis Técnico de sistema existente (Tipo de captación, Sistema de Tratamiento, Sistema de Regulación, Red de distribución).
- Análisis técnico de sistema eléctrico existente (Estado actual sistema eléctrico, Verificación estado de equipos, Factibilidad eléctrica existente, Estado de cuenta de últimos 12 meses).

- Resumen Estadístico de Producción y consumo de agua potable del sistema, identificando porcentaje de pérdidas del sistema de al menos los últimos 12 meses.
- Realizar un análisis estadístico de facturación, agrupadas de acuerdo a tipo de edificación, nivel socioeconómico, factores estacionales y tipo de consumidores, determinando los consumos totales anuales de cada nivel.
- Determinar Número de Arranques, viviendas asociadas, población abastecida y dotación de consumo.
- Identificar Estado de Medidores existente.
- Recopilar informes de Calidad de Agua de las fuentes existentes.
- Recopilar Antecedentes de Ingresos y Egresos de los últimos 12 meses.
- Datos de la tarifa vigente e histórica.
- Información relativa a situación de los terrenos donde se instalará la infraestructura de captación, tratamiento y/o regulación, y la disponibilidad de derechos de agua.

Si no existe sistema de Agua Potable Rural, en caso de existir un sistema de abasto que no cumpla con los estándares, se debe caracterizar, en términos de fuente(s) utilizada(s) y niveles de consumo e indicar sistemas de APR más cercanos

#### **6.1.1.4.** Catastro de viviendas

Para poder dar solución a los Comités de Agua Potable Rural es importante determinar las condiciones en la cual se encuentra la localidad, por lo que se debe realizar un acabado levantamiento de información en terreno, que permita identificar características de las edificaciones existentes, número de viviendas y habitantes.

Para obtener la información necesaria, se debe realizar una encuesta que debe tener como mínimo los siguientes parámetros:

- a) Antecedentes Vivienda:
  - N° de vivienda con el que se denominará para el presente estudio.
  - Ubicación (Dirección, Sector).
  - ROL
  - Descripción de Vivienda.

b) Datos Ocupantes:

Se debe indicar datos del titular de la vivienda o bien de persona que habita en la vivienda que tenga Registro Social de Hogares o el instrumento que lo reemplace a fin de poder identificar.

Se debe solicitar la siguiente información como mínimo:

- Nombre de Jefe de Hogar.
- Cedula de Identidad.
- Ocupación o Actividad.
- Información relativa a nivel socioeconómico.
- Datos de contacto (teléfono, correo electrónico).

c) Habitantes:

Identificar número de personas que habita en la vivienda.

d) Datos de la Vivienda:

Debe permitir recopilar antecedentes respecto a la tenencia, estado y uso de la propiedad, por lo cual se deben identificar los siguientes aspectos.

- Tenencia de la propiedad (Propietario/arrendatario/otro).
- Identificar si adquirió vivienda con subsidio (Solo si es propietario).
- Calidad de Vivienda (Buena/regular/mala).
- Material de vivienda (Madera, albañilería, mixto, otro).
- Abastecimiento de Agua (Vertiente, pozo, camión aljibe, APR, otro).
- Servicios sanitarios (Pozo Negro, Fosa séptica, otro).
- Energía eléctrica (posee, no posee).
- Identificar tipo de uso de agua proyectado.

#### **6.1.1.5.** Proyectos en desarrollo por parte de otros servicios (Vialidad, municipios, Gore, Serviu, etc.).

Se debe consultar de manera formal a cada servicio público los proyectos en desarrollo que se tienen en la localidad, para efectos de incluirlos en el proyecto, vale decir, proyectos habitacionales para la población a abastecer, proyectos de vialidad, para el trazado de las redes de distribución, etc.

### **6.1.2.** Fuentes de Abastecimiento

Las localidades deberán abastecerse de agua a partir de fuentes superficiales, subterráneas, conexiones a redes de servicios existentes y otras autorizadas por la autoridad competente, las cuales deben ser definidas en la etapa de anteproyecto, para considerar los alcances de las distintas fuentes.

#### **6.1.2.1.** Aguas superficiales

Una vez determinada la cantidad de agua requerida, se debe establecer el punto de captación más adecuado y verificar si existe la factibilidad de solicitar derechos de agua en la ubicación.

Se debe identificar si es necesaria la constitución de servidumbres de paso para la impulsión o aducción, línea eléctrica y acceso. En caso de ser así, se deben identificar los antecedentes de las propiedades para realizar los estudios de título correspondientes en la etapa de proyecto.

Lo establecido en el informe hidrogeológico solo es de carácter preliminar e informativo para el consultor, cabe en su responsabilidad identificar el lugar más adecuado para realizar las obras de captación.

Las Fuentes de abastecimiento pueden ser ríos lagos, canales, etc. Para la utilización de este tipo de fuente se deben proyectar las obras que se construirán en la etapa de Proyecto.

En la etapa de Proyecto, si la alternativa es seleccionada, se debe preparar la carpeta para realizar la tramitación de los derechos de agua.

En caso de que existan antecedentes previos, indicar la probabilidad de excedencia de la fuente.



### 6.1.2.2. Aguas subterráneas

Las Fuentes de abastecimiento pueden ser Sondajes, punteras, norias, etc. Para la utilización de este tipo de fuente se deben tener las obras construidas al momento de iniciar el proyecto.

Se debe identificar si es necesaria la constitución de servidumbres de paso para la impulsión o aducción, línea eléctrica y acceso. En caso de ser así, se deben identificar los antecedentes de las propiedades para realizar los estudios de título correspondientes en la etapa de proyecto.

Se debe verificar el estado de los derechos de agua. En caso de que no se encuentren solicitados o no se encuentren actualizados, es responsabilidad del consultor preparar la carpeta para realizar la tramitación de dichos derechos en la etapa de Proyecto.

### 6.1.2.3. Otros Tipos de abastecimiento

Con la debida justificación técnica, se aceptarán otras fuentes como: Camiones aljibes, Agua salina o de mar, captación de neblina, aguas lluvias, etc.

La conexión a red urbana debe evaluarse como alternativa siempre que sea posible.

### 6.1.3. Selección de bomba

Será determinado y especificado por el Projectista, conforme a las necesidades de diseño.

Para efectos de determinar el punto de operación de la bomba, se pueden mencionar marcas de bombas, siempre y cuando se señale el modelo junto a la frase "o equivalente".

El rendimiento de la bomba debe cumplir con las pruebas de la norma ISO 9906:2012 "Rotodynamic pumps -- Hydraulic performance acceptance tests".

Los motores deben tener eficiencia IE3 de acuerdo a norma IEC 60034-30 o la que la reemplace.

Los bancos de prueba de las bombas no deben tener variaciones de más del 3%. Los equipos deben contar con representación en Chile para post-venta y servicio técnico.

Dada la escasez hídrica que afecta a varias regiones del país que merma la disponibilidad de agua en las fuentes, muchas veces para cubrir la demanda no basta con 12 horas y se hace necesario también aumentar las horas de bombeo. Por lo anterior, las horas de bombeo a considerar serán de un máximo de 18 h para el año 10 de acuerdo a la tarifa eléctrica existente y las limitantes de los precios en horarios punta, considerando un análisis de costo eficiencia, siempre velando por que el sistema funcione en forma eficiente.

#### **6.1.4.** Análisis de cantidad y calidad de agua

Al momento de elaborar el anteproyecto, para fuentes superficiales se debe verificar la calidad del agua de la fuente, para lo cual se deben considerar como mínimo los análisis señalados en la Norma Chilena de agua Potable NCh 409/05, Parámetros Tipo I y Parámetros Tipo II, tablas 1, 2 y 7. Para el caso de fuentes subterráneas, se deben considerar los análisis entregados por la Autoridad Competente.

El diseño del tratamiento debe considerar los análisis de calidad de agua.

Posteriormente en la Etapa de Proyecto se deberá incluir los análisis de agua al cálculo tarifario del sistema.

#### **6.2.** Levantamiento topográfico

Las “Especificaciones Técnicas Topográficas” ETT-DOH, elaboradas por la Unidad de Geomensura de la DOH, serán aplicables a todos los trabajos topográficos y geodésicos realizados por las Empresas Constructoras y/o Consultoras. No obstante, cada estudio podrá complementarse con especificaciones técnicas especiales en sus Términos de Referencia. Se presentan en Anexo N° 1 estas especificaciones.

#### **6.3.** Bases de cálculo

El dimensionamiento total o parcial del sistema de agua potable se debe efectuar teniendo en consideración los conceptos, estadísticas y los coeficientes que se indican a continuación:

##### **6.3.1.** Proyección de Demanda y periodo de diseño

Para determinar la demanda y la proyección para el periodo de diseño, se deben definir los siguientes parámetros:

- Densidad de habitantes (Hab/vivienda)
- Población Base
- Tasa de crecimiento

### 6.3.2. Densidad de Habitantes

De acuerdo al levantamiento de información en terreno, se procederá a calcular la densidad real de la localidad, que será determinada de acuerdo a las viviendas encuestadas.

Los valores de terreno deben ser contrastados con algún medio oficial como análisis censal e información existente en el municipio respectivo, primando la información levantada en terreno.

$$\text{Densidad real} = \frac{\text{Número de habitantes (encuesta)}}{\text{Número de viviendas encuestadas}}$$

Donde:

Número de habitantes: Sumatoria de habitantes encuestados en cada vivienda.

Número de viviendas encuestadas: Sumatoria de viviendas encuestadas.

Una vez determinada la densidad real se debe aproximar la densidad al entero superior, la cual será la densidad adoptada.

Excepcionalmente, en caso de que por razones debidamente fundamentadas no se obtenga información respecto a la cantidad de habitantes o bien el levantamiento de información en terreno no sea representativo con la totalidad de la comunidad, se adoptará una densidad máxima de 4 hab/ viv.

Para el caso en que la localidad en estudio se trate de una localidad pequeña o aislada, en la cual se presume que la densidad es inferior a 4 (hab/viv.), se aplicará el promedio comunal para la población rural, obtenido de la información censal vigente o información proporcionada por el Comité o Cooperativa de Agua Potable Rural que abastezca a la localidad.

### 6.3.3. Cálculo de Población

Para determinar la población futura a servir, se podrá usar algún método de proyección como el aritmético, geométrico por porcentajes, geométrico, incrementos diferenciales, logarítmico, exponencial o mínimos cuadrados. En todo caso deberá considerar las posibles variaciones urbanísticas y de densidad demográfica dentro del área de cobertura y posibles áreas de expansión del lugar. El consultor deberá elegir el método que mejor se ajuste a la experiencia y realidad de la localidad. El método por utilizar deberá ser validado con la Subdirección.

Se procederá primero a calcular la población actual la que se determinará de la siguiente forma:

### 6.3.4. Población Actual

$$\text{Población Actual} = \text{N}^\circ \text{ de Viviendas} \times \text{Densidad Adoptada} + \text{Población Escolar} + \text{Población Flotante}$$

Donde:

N° de Viviendas: Sumatoria de viviendas a considerar en el proyecto. Estas deben ser como mínimo las viviendas construidas.

Densidad Adoptada: Densidad determinada en Capítulo 6.3.2.

Población Escolar: En las localidades en que se cuenta con establecimientos educacionales, se considera el 35% del alumnado total, como número de habitantes adicionales a la población actual. En caso de internado este porcentaje será 85%.

Población Flotante: En las localidades donde exista población flotante producto de actividades laborales de temporada, turísticas, etc., debe estimarse de manera fundamentada la población, de acuerdo a los antecedentes de consumo del sistema existente y/o de los municipios. En caso de no disponer de antecedentes, estimar con antecedentes de alguna localidad de la comuna o cercana de características similares.

### 6.3.5. Tasa de crecimiento

En caso de que considere el mejoramiento de un Sistema de Agua Potable Rural o bien que se encuentre información catastrada de periodos anteriores en la localidad, se debe realizar un análisis en base al crecimiento real de la población conectada al sistema existente, de la localidad en análisis u otra de similares características. En los casos que se utilice crecimiento geométrico, se determinará de acuerdo a la fórmula de tasa de crecimiento geométrico, donde:

$$Tasa\ de\ crecimiento = \left[ \left( \frac{P.\ actual}{P.\ previo} \right)^{\frac{1}{(Año\ actual - Año\ previo)}} - 1 \right] * 100\%$$

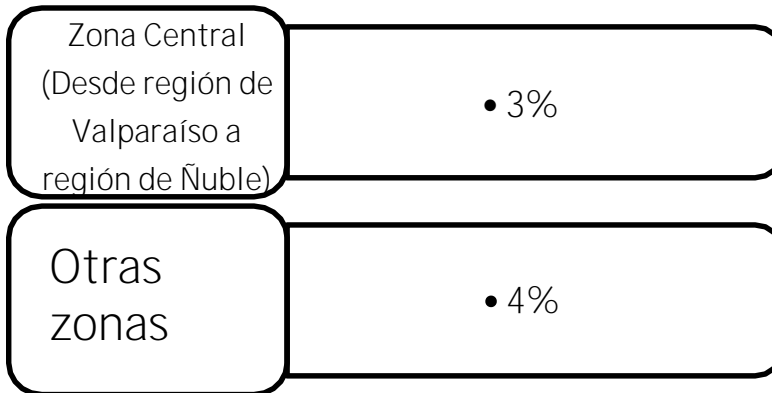
Donde:

- P. actual = Población actual en base a cálculo de capítulo 6.3.4
- Año actual = Año del estudio en ejecución
- P. previo = Población existente en estudio anterior
- Año previo = Año en que se realizó estudio anterior

La tasa de crecimiento calculada se debe respaldar con información documentada a fin de dar veracidad al cálculo realizado. Se hace presente que el proyectista podrá establecer una Tasa de Crecimiento distinta, en base a consideraciones de tipo económico y turístico debidamente fundamentadas.

En caso de que no se posea información previa catastrada, o no pueda fundamentarse una tasa de crecimiento para el proyecto, se deberá adoptar la tasa de crecimiento de acuerdo a la zona, la que se presenta a continuación.

Cuadro 6.1: Tasa de crecimiento



### 6.3.6. Población proyectada

Para determinar la Población a proyectar en el estudio, primero se debe calcular la Población Base de la localidad. La que se determina proyectando la población actual a 3 a 5 años (tiempo estimado que ocurre entre que se termina el diseño y se realiza la puesta en marcha del sistema una vez terminada su ejecución).

Las proyecciones de crecimiento se adoptarán de acuerdo al Modelo de crecimiento adoptado para la Población.

Para estimar la demanda de agua potable, se debe estimar previamente la población futura. Para ello se considerará en base a la Población Base con un horizonte de análisis que se extiende por 20 años.

Para la proyección geométrica la proyección será:

$$\text{Población Base} = \text{Población Actual} * (1 + r)^n$$

Donde:

Población Base	= Población Inicial a proyectar
Población actual	= Población actual en base a cálculo de capítulo 6.3.4
r	= Tasa de crecimiento Anual de acuerdo a capítulo 6.3.5
n	= 3 años, equivalente a los años estimados entre termino de diseño y ejecución de las obras.

Para las localidades de interés turístico, debe estimarse la población turística de manera fundamentada, con los antecedentes.

El periodo para la proyección debe considerar hasta la puesta en marcha del sistema.

### 6.3.7. Dotación

Para el caso que localidad cuente con sistema de agua potable rural se deben emplear las estadísticas de consumo de los últimos 12 meses para el cálculo de la dotación media.

Los nuevos sistemas pueden dimensionarse mediante la utilización de las estadísticas existentes de localidades con similares características geográficas, socioeconómicas y poblacionales, previa justificación por parte del consultor, usando la metodología señalada en el punto 6.3.4 del presente documento.

En caso de no disponer de información se adoptará la dotación de acuerdo a los parámetros indicados en el cuadro 6.2. No obstante el proyectista deberá justificar la dotación adoptada:

Cuadro 6.2: Dotaciones de Consumo

Dotación actividades de subsistencia*	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dotación Mínima: 20 l/hab/día</li><li>• Dotación Máxima: 30 l/hab/día</li></ul>
Dotación consumo familiar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dotación Mínima: 120l/hab/día</li><li>• Dotación Máxima: 150 l/hab/día</li></ul>

\* Es necesario tener en cuenta que, además de la dotación de consumo familiar, se considere una dotación adicional de agua potable para a pequeñas actividades comerciales o artesanales. (ej.: riego de pequeñas huertas, agua para animales), o en su defecto considerar lo indicado en el artículo 9 del reglamento de la ley 20.998. El Consultor podrá estimar esta dotación, considerando siempre la optimización del recurso (ej.: riego tecnificado)

El Consultor, además, debe considerar las exigencias y/o restricciones dadas por autoridades regionales.

### 6.3.8. Cobertura

Corresponde al valor en porcentaje de la población que es abastecida con respecto a la población total.

### 6.3.9. Aguas no contabilizadas (A.N.C)

Estas incluyen las pérdidas de agua en las instalaciones, las imprecisiones en la medición, los consumos operacionales, pérdidas comerciales (submedición e ilícitos).

El valor de las aguas no contabilizadas se obtiene por la diferencia entre el volumen de agua producido y el volumen de agua facturado por el sistema. Se expresa en porcentaje con respecto al volumen de agua producido.

En el caso de no contar con información estadística o bien para sistemas nuevos se considerará un porcentaje de 25%.

En casos de tratamientos que generen pérdidas de agua, podrá considerarse un aumento del porcentaje con la debida justificación.

### 6.3.10. Coeficientes y factores de máximo consumo

a) Coeficiente del mes de máximo consumo (C.M.M.C.):

Es el cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual

b) Coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (C.D.M.C.):

Es el cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo.

c) Factor del día de máximo consumo (F.D.M.C.):

Corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (C.M.M.C.) y el coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (C.D.M.C.).

d) Factor de la hora de máximo consumo (F.H.M.C.):

Es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario.



Para sistemas existentes a los cuales se está realizando estudio se deben emplear las estadísticas de consumo de los últimos 12 meses que maneja el sistema. En base a la información obtenida se debe calcular el F.D.M.C. y F.H.M.C. real que será el que se adoptará para el estudio.

En caso de no disponer de información se debe establecer valores referenciales, por lo que se adoptará 1,5 para el Factor del día de máximo consumo y factor 1,5 para el Factor de la hora de máximo consumo.

### 6.3.11. Cálculo de Dotaciones

- a) De consumo (D.C.): Cociente entre el volumen facturado anualmente y el promedio de la población abastecida en el año multiplicado por 365.

$$D.c = \frac{V.F.A.}{Pob.A * 365}$$

Donde:

D.c =	dotación de consumo, expresada en litros por habitante y por día (L/hab-día);
VFA =	volumen de agua facturado anualmente, expresado en litros (L);
Pob.A =	población promedio abastecida en el año, expresada en habitantes (hab).

- b) De producción (D.p.) = Cociente entre el volumen de agua producido anualmente, medido a la salida del sistema de producción y el promedio de la población abastecida en el año publicado por 365.

$$D.p = \frac{V.P.A.}{Pob.A * 365} = \frac{D.c.}{\left[1 - \frac{A.N.C.}{100}\right]}$$

Donde:

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

- día);
- VPA = volumen de agua producido anualmente, medido a la salida del sistema de producción, expresado en litros (L);
- Pob.A = población promedio abastecida en el año, expresada en habitantes (hab).
- ANC = aguas no contabilizadas, expresado en porcentaje (%)

### 6.3.12. Caudales

- a) Caudal medio diario de agua potable ( $Q_{md}$ ). Queda determinado por la relación:

$$Q_{md} = \frac{Pob * D.p * Cob.}{86.400 * 100} (l/s)$$

En que:

- Pob. = Población total (hab);
- D.p = Dotación de producción anual (L/hab/día);
- Cob. = cobertura anual (en porcentaje).

- b) Caudal máximo diario ( $Q_{máxd}$ ). Queda determinado por la relación:

$$Q_{máxd} = F.D.M.C.* Q_{md} (l/s)$$

En que:

- F.D.M.C. = Factor del día de máximo consumo;
- $Q_{md}$  = Caudal medio diario de agua potable (l/s).

- c) Caudal máximo horario ( $Q_{máxh}$ ). Queda determinado por la relación:

$$Q_{máxh} = F.H.M.C.* Q_{máxd} (l/s)$$

En que:

- F.H.M.C. = Factor de la hora de máximo consumo;

$Q_{máxd}$  = Caudal máximo diario de agua potable (l/s).

#### **6.4.** Conducción

La conducción, en general está constituida por dos partes:

- a) Conducción primaria, entre fuentes de abastecimiento y elementos de regulación inclusive;
- b) Conducción secundaria, entre elementos de regulación y red de distribución.

Donde la conducción primaria se debe calcular considerando el Volumen máximo diario de agua para el día de máximo consumo previsto.

La conducción secundaria debe calcularse para el consumo máximo horario previsto y verificarse el consumo del día de máximo consumo + incendio, cuando corresponda.

En el caso de impulsión deberá verificar el efecto de transientes por partida y parada de equipos. De ser necesario deberán diseñarse las protecciones correspondientes.

El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s.

#### **6.5.** Sistema de tratamiento

El Consultor deberá determinar, de acuerdo al análisis de calidad de agua, el tratamiento necesario para cumplir con la norma NCH 409 Parte 1 of 2005, o el documento que la remplace.

Los bancos de pruebas de los equipos no deben tener variaciones de más del 5%. Los equipos deben contar con representación en Chile para precomisionamiento, comisionamiento, puesta en marcha, post-venta y servicio técnico.

##### **6.5.1.** Sistema de cloración

Se consulta sistema de desinfección para todos los servicios. Se deberá contemplar sistemas de desinfección que cumplan con la normativa vigente, tales como en base a hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio, o bien sistemas mediante Gas Cloro si se justifica. En este último caso, el diseño deberá contemplar el cumplimiento de estándares de seguridad requeridos por la autoridad competente, tales como Kit de emergencia, máscaras de seguridad, sistemas de detección de fugas, etc.

En el caso de sistemas de bajo caudal, se podrá hacer mediante equipos dosificadores de cloro. Se debe verificar en la red de distribución la necesidad de definir puntos de re-cloración.

## 6.6. Regulación y almacenamiento

Los sistemas de agua potable deben incluir estanques de regulación para efectuar la compensación entre la producción máxima diaria y el consumo máximo diario y disponer de reserva.

### 6.6.1. Volumen de regulación

El volumen de regulación se determina en base de las curvas de conducción primaria y de consumo, correspondiente al día de máximo consumo. En caso de no contar con estadística, se debe considerar el 20% del volumen del día de máximo consumo.

### 6.6.2. Volumen de incendio

Para sistemas que se encuentren en zonas urbanas normadas con planes reguladores comunales, el volumen de incendio se determinará de acuerdo con lo que se indica en Tabla 1 de la norma NCh 691 "Agua potable – Producción, conducción, almacenamiento y distribución – Requisitos de diseño"

Para sistemas que se encuentren en zonas urbanas sin planes reguladores comunales o rurales se considerará un volumen de incendio de 115 m<sup>3</sup> para aquellos proyectos en que la cantidad de arranques proyectados más los existentes están entre 600 y 1.500. Sobre 1.500 arranques se considerará un volumen de incendio de 230 m<sup>3</sup>.

No se considerará volumen de incendio para proyectos con menos de 600 arranques proyectados.

### 6.6.3. Volumen de Estanque

El proyectista debe determinar el volumen de estanque tomando el Valor resultante del volumen de regulación o bien la inclusión de Volumen de incendio cuando corresponda:

- a) Sistemas Segmento Mayor:  $V_{\text{regulación}} + V_{\text{incendio}}$
- b) Sistemas Segmento Menor y Segmento Medio:  $V_{\text{regulación}}$

#### 6.6.4. Estanques

Los estanques podrán ser elevados o semienterrados, de acuerdo a consideraciones técnicas y la topografía del terreno. La opción de estanque semienterrado con sistema de presurización deberá considerarse como alternativa técnica que lo justifique.

Se podrán utilizar estanques tipo, de acuerdo a las resoluciones DOH EX. N°4493 de 28 de junio 2011 y Resolución DOH EX. N°7020 de 11 de noviembre 2015, en la tabla siguiente se indican los volúmenes de estanques desarrollados en dichas resoluciones:

Cuadro 6.3: Estanques Tipo

VOLUMEN M3	HORMIGÓN ARMADO SEMIENTERRADO	HORMIGÓN ARMADO ELEVADO H: 25 METROS	METÁLICO ELEVADO H: 15 METROS	METÁLICO ELEVADO H: 20 METROS	METÁLICO ELEVADO H: 25 METROS
10	R.DOH. N°7020				
15			R.DOH. N°7020	R.DOH. N°7020	R.DOH. N°7020
20	R.DOH. N°7020		R.DOH. N°7020	R.DOH. N°7020	R.DOH. N°7020
25			R.DOH. N°7020	R.DOH. N°4493	R.DOH. N°4493
30	R.DOH. N°7020				
40	R.DOH. N°7020				
50	R.DOH. N°4493		R.DOH. N°4493	R.DOH. N°4493	R.DOH. N°4493
75	R.DOH. N°7020		R.DOH. N°4493	R.DOH. N°4493	R.DOH. N°4493
100	R.DOH. N°4493		R.DOH. N°4493	R.DOH. N°4493	R.DOH. N°4493
200	R.DOH. N°4493	R.DOH. N°4493			
500	R.DOH. N°7020	R.DOH. N°7020			

En zonas costeras, se recomienda utilizar de preferencia estanques de Hormigón Armado.

En caso de que el tratamiento considere filtración, se debe verificar que el volumen del estanque permita realizar retrolavado, así como la altura del estanque para esta actividad del equipo y si es necesario un equipo de elevación para este fin.

Cuando existan volúmenes de regulación calculados que sean inferiores o que superen los volúmenes indicados en el Cuadro 6.3 el consultor deberá diseñar uno que deberá cumplir con las condiciones de seguridad y salud equivalentes a los estanques tipo.

Para volúmenes inferiores a 15 m<sup>3</sup>, se podrán usar estanques prefabricados de materiales plásticos u otros, debidamente autorizados por la Autoridad Sanitaria y la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Para estanques elevados se recomienda considerar radio de seguridad equivalente a la altura de la torre más la cota, en donde no podrán existir viviendas. De todas formas, deberá considerarse como mínimo un radio de seguridad equivalente a la mitad de la altura de la torre más la cota.

Se debe considerar la instalación de 1 macromedidor a la salida del estanque, e instrumentación y control mediante telemetría.

## **6.7. Distribución**

### **6.7.1. Generalidades**

Las redes deben diseñarse para la condición de máximo caudal entre el consumo máximo horario y el consumo máximo diario más demanda de incendio (cuando aplique), el que será considerado a los 20 años del estudio.

Para determinar la proyección de demanda de la Localidad, se debe realizar la modelación a través de un software computacional, en la cual se debe lograr apreciar cómo mínimo Presiones, Caudales, Velocidades de flujo, Demanda.

Donde se debe modelar para las siguientes situaciones del sistema:

- Situación Estática.
- Situación Dinámica año 20.
- Situación Dinámica año 20 + incendio cuando corresponda.

Considerar instrumentación y control mediante telemetría en las plantas elevadoras, si corresponde.

### **6.7.2. Presiones de servicio**

Las presiones de trabajo deberán ser tales que no excedan las máximas de trabajo del material de las cañerías utilizadas.

El rango de variaciones de la presión en la red será:

Cuadro 6.4: Presión de trabajo

Presión de Trabajo	•Máxima(estática)	70 m.c.a.
	•Mínima (Dinámica)	15 m.c.a.

En el caso de uso de grifos, la presión mínima en la red a nivel de terreno debe ser igual o mayor a 5 m.c.a., para el caso de verificación de la red con caudal máximo diario más demanda de incendio, si corresponde.

### 6.7.3. Instalación de válvulas y Grifos

El proyectista deberá considerar un acuartelamiento del área servida, utilizando válvulas de corte.

Se consideran válvulas de corte a ambos lados en atravesos de la red en rutas pertenecientes a la Dirección de Vialidad.

Se debe considerar válvulas de desagüe en los puntos más bajos de la red.

Los grifos deben cumplir con los requisitos establecidos en NCh1646 y se deben instalar en tuberías de diámetro interior mínimo de 90 mm.

Para sistemas que se encuentren en zonas que presenten una configuración de características urbanas en lo que a distribución de viviendas y equipamiento se refiere, la distancia entre los grifos y la línea oficial de la propiedad más alejada debe ser de 150 m como máximo. Para el diseño de la red se deberá considerar el uso de un grifo simultáneo si la cantidad de arranques proyectados más los existentes están entre 600 y 1.500. Sobre 1500 arranques se deben considerar 2 grifos de uso simultáneo.

No se considerará grifos de incendio para proyectos con menos de 600 arranques proyectados.

Para sistemas que no se encuentren en zonas de características urbanas, o cuenten con una cantidad menor a 600 arranques, se instalará un solo grifo a la salida del estanque, de preferencia en la parte exterior del recinto junto a su acceso. En caso de que el estanque esté en un recinto de difícil acceso, el Consultor deberá proponer a la Subdirección Regional de Servicios Sanitarios Rurales la ubicación del grifo, siempre en la faja fiscal vial, para su visación.

#### **6.7.4. Diámetros mínimos**

Para Sistemas del Segmento Mayor, se aplicará lo señalado en la NCh 691 of 98 o la norma que la reemplace en el futuro.

Para el resto de los sistemas, el diámetro nominal mínimo de las tuberías debe ser de 75 mm. No obstante, para pasajes y/o ramales puede aceptarse diámetro nominal de 63 mm.

Las tuberías que alimenten grifos deben tener un diámetro interior mínimo de 90 mm desde el punto de conexión con el estanque.

#### **6.7.5. Materiales**

Los materiales deberán cumplir las normas chilenas aplicables, o en ausencia de estas, con las especificaciones técnicas del proyecto. Deberán contar además con su respectiva Certificación de Calidad y estar autorizados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, o el organismo que la reemplace.

Para impulsiones y/o conducciones expuestas a la intemperie deberá utilizarse Acero galvanizado, Acero al carbono o HDPE.

El material de la tubería de la red de distribución deberá ser de PVC o HDPE, el cual debe cumplir con calidades mínima de Clase 10 o Presión Nominal 10, según corresponda.

Los materiales deben cumplir las normas chilenas aplicables, o en ausencia de éstas, con las especificaciones técnicas del proyecto.

Los grifos por proveer deberán ser tipo Columna 100 mm de diámetro nominal y deberán ser fabricados de acuerdo con la norma chilena Nch1646 Of.1998 o su versión más actualizada.

Las válvulas deberán presentar un cuerpo de hierro fundido recubierto con pintura elastoméricos compatible con el uso en sistemas de agua potable, con un sistema de cierre por compuerta con sello elastoméricos. El sistema de conexión deberá ser por bridas DIN PN16 con una presión nominal de 16 bar y deberán ser fabricadas de acuerdo a la norma chilena Nch 2436 Of.1998.

Los materiales deben contar con Certificación de Calidad de Producto y estar autorizados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, o el organismo que la reemplace.



### **6.7.6. Trazado**

La profundidad mínima de la red de agua potable debe ser 1,2 m, medida sobre la clave de la tubería, salvo justificación técnica de lo contrario.

Por razones de seguridad, las canalizaciones paralelas de otros servicios deben instalarse a un mínimo de 0,30 m con respecto al diámetro exterior de las tuberías de agua potable y en ningún caso sobre éstas.

En los trazados paralelos a redes de alcantarillado de aguas servidas se debe tratar de mantener entre las tuberías de ambos sistemas, una distancia libre mínima de 2 m con las excepciones autorizadas por la Autoridad Competente.

En los cruces de ambos sistemas las tuberías de agua potable se deben colocar sobre las de alcantarillado, con una distancia libre mínima de 0,30 m.

En los casos en que no se pueda cumplir con lo estipulado anteriormente, se deberán adoptar precauciones sanitarias en el caso que se requiera.

Se aceptan ramales ciegos solo en caso de pasajes con un solo acceso o al final de urbanizaciones.

### **6.7.7. Cámaras**

En rutas pertenecientes a la Dirección de Vialidad las cámaras deberán ser fabricadas de acuerdo a las exigencias de la Dirección de Vialidad.

En caminos vecinales las válvulas podrán ser instaladas con sistema guarda llave y loseta de un mínimo de 0,3 x 0,3 m o en cámaras prefabricadas, fabricadas con bloques de hormigón, ladrillo y/o Hormigón Armado.

En caso de instalación de grifos, cuando corresponda, se deberá instalar una cámara de válvula.

### **6.7.8. Conexiones domiciliarias**

Los arranques deben diseñarse de acuerdo a los planos tipo de la DOH. Se proyectarán en cañería de cobre, HDPE o PVC, que cumpla con las normas de fabricación para cañerías de agua potable. El diámetro mínimo de la tubería en la instalación domiciliaria será de 19 mm o hidráulicamente equivalente, salvo justificación técnica de lo contrario.

En edificios públicos como postas, colegios y otros deberá seleccionarse el diámetro conforme a lo que resulte del cálculo de la instalación domiciliaria interior.

En el proyecto se indicará la longitud media.

Asimismo, podrán utilizarse otros materiales en casos justificados.

Los medidores serán ubicados preferentemente en la línea de cierre o a una distancia máxima de 1 m dentro del sitio del beneficiario.

Para mantener uniformidad en las instalaciones, el diseño se hará de acuerdo con lo indicado en anexo N° 2.

En los casos que en un inmueble exista más de una vivienda, el consultor deberá dimensionar el arranque de modo que este sea capaz de abastecer todas las viviendas del inmueble, considerando la instalación de un medidor general y los correspondientes remarcadores para cada una de las viviendas.

Los medidores a instalar deberán cumplir con la NCh 3274 vigente, la clase de precisión será 2.

## **6.8.** Sistema eléctrico

El Proyecto eléctrico debe ser realizado por un especialista del área eléctrica que cumpla con las exigencias de registro, profesión y experiencia establecidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Se debe asegurar la factibilidad de la energía en la zona a abastecer. Si la rentabilidad lo permite se deben proyectar los elementos necesarios a fin de obtener una estabilidad en el voltaje.

Se deberá realizar un análisis de rentabilidad para usos de sistemas de energía eléctricos no convencionales (fotovoltaico, eólico, otros), y verificar su uso según sector a proponer su instalación.

Todos los equipos, aparatos y/o suministro de materiales indicados en el proyecto deberán ser certificados por SEC.

Se deben realizar los siguientes cálculos justificados:

- Estimación de potencia necesaria de la fuente de energía.
- Cálculo de capacidad de subestación.
- Cálculo de corrección de factor de potencia, de alimentadores, de cable de fuerza y control.
- Estudio de resistividad de suelo y cálculo de mallas de tierra.

- Se podrá analizar el uso de sistemas propios de abastecimiento eléctrico como paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, etc.

Se deberá analizar la tarifa eléctrica más conveniente conforme al decreto tarifario vigente de la empresa distribuidora eléctrica y las condiciones particulares de operación del sistema que se proyecta.

Todos los sistemas deben considerar respaldo energético, así como tablero de transferencia automática. El almacenamiento de combustible deberá proyectarse de acuerdo al Decreto 160 Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquidos.

Considerar partidador suave o variador de frecuencia para reducir el impacto eléctrico.

En consideración a lo incidente que son los costos de energía en la tarifa final, se deberá diseñar un sistema complementario sustentable basado en energías renovables no convencionales, tipo on u off grid (siendo los sistemas off grid instalaciones completamente independientes, mientras que los on grid se respaldan por la red eléctrica), según sea el caso. Lo anterior independiente de si se ejecuta como parte de la obra inicial.

## **6.9.** Aspectos económicos

En la realización del estudio se deberá incorporar el análisis de los diversos costos que involucrará el desarrollo y puesta en marcha del sistema. El análisis deberá hacerse de acuerdo al procedimiento establecido por el Ministerio de Desarrollo Social, o el instrumento que lo reemplace. No obstante, como mínimo deberá tener los siguientes contenidos:

### **6.9.1.** Costos de operación

A objeto de evaluar los costos de operación y mantenimiento del sistema de Agua Potable Rural, se determinarán los aspectos más relevantes relacionados con la administración y funcionamiento del sistema.

Los costos de operación de un Sistema de Agua Potable Rural, están representados como mínimo por los siguientes conceptos:

- Costos de Administración

- Costos de Operación
- Costos de Mantenimiento
- Costos de Reposición

Cuando se esté realizando el estudio de un mejoramiento de algún sistema existente, se deberán tomar los datos históricos de la administración del sistema para estimar los costos de funcionamiento.

Para los sistemas nuevos se estimarán los costos de funcionamiento en base a sistemas existentes de características similares en Ubicación, Población, Cultura, etc.

### **6.9.2.** Costos de Administración

El costo de administración representa principalmente los gastos que incurre el Comité en llevar los libros contables (honorarios contador), hacer la medición y los cobros por el agua vendida mensualmente, tramites, viáticos y adquirir útiles de oficina.

### **6.9.3.** Costos de Operación

El costo de operación representa aquellos que son originados producto de las siguientes partidas:

- Consumo energía eléctrica
- Consumo de productos químicos
- Combustible y costos de mantenimiento de camión aljibe (si la fuente de abastecimiento fuera el acarreo por camión aljibe)
- Remuneración de personal (incluidas leyes sociales y provisiones)
- Muestreo y análisis requeridos por la Autoridad Sanitaria

#### **6.9.4. Costo de Mantenimiento**

El costo de mantención representa aquellos gastos que son originados por las actividades de mantención preventiva y reparaciones menores que requiere en sistema a nivel de captación, equipo, sistemas de control y fuerza, estanques, fallas del sistema de distribución, reparación de bombas dosificadoras, materiales y mano de obra que se requiere para mantener de buena forma el funcionamiento del sistema.

#### **6.9.5. Costos de Reposición**

Es el costo requerido para efectuar la renovación de equipos, redes, medidores e infraestructura en general del sistema.

#### **6.10. Tarifa Estimada**

Se debe realizar una estimación del cálculo de la tarifa de venta de agua de acuerdo al procedimiento establecido en el Reglamento de la Ley 20.998, el cual debe indicar como mínimo la tarifa separada en costo fijo (\$/arranque), cargo variable (\$/m<sup>3</sup>) y cargo variable de sobreconsumo (\$/m<sup>3</sup>) para los 20 años de proyección. Lo anterior, servirá para presentar a la comunidad en las reuniones de Participación Ciudadana, un valor estimado de la tarifa que posteriormente será definida por la Superintendencia de Servicios Sanitarios o el organismo que la remplace.

### **7. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL DISEÑO**

#### **7.1. Anteproyecto**

En la etapa de Anteproyecto se identificarán todas las posibilidades factibles de implementar para la instalación del servicio de agua potable, haciendo énfasis en todo lo relativo a la determinación de la necesidad de tratamiento de las aguas y alternativas de ubicación del estanque de regulación, con el objeto de poder tener un Proyecto cuyo costo de obras sea técnica y económicamente factible.

Constará, a lo menos de:

### **7.1.1. Memoria Técnica**

A objeto de ordenar la presentación de antecedentes, el índice del contenido de la memoria deberá ser al menos el siguiente:

1. ANTECEDENTES GENERALES
  - 1.1. Objetivo del Estudio
  - 1.2. Alcance del Estudio
2. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD
  - 2.1. Ubicación y Dependencia Administrativa
  - 2.2. Vías de acceso y Medios de Transporte
  - 2.3. Clima e Hidrología
  - 2.4. Topografía y características del Terreno
  - 2.5. Viviendas y otras edificaciones
  - 2.6. Servicios Existentes - Empresa Eléctrica
  - 2.7. Organización de la localidad
  - 2.8. Ingreso Promedio, Fuentes de Trabajo
3. SITUACIÓN SANITARIA EXISTENTE
  - 3.1. Abastecimiento actual de agua
  - 3.2. Disposición de excretas
  - 3.3. Enfermedades entéricas
4. ESTUDIO DE POBLACIÓN
  - 4.1. Población actual
  - 4.2. Población base
  - 4.3. Población futura. Proyección
5. BASES DE CÁLCULO
  - 5.1. Periodo de previsión
  - 5.2. Cantidad de Arranques totales
  - 5.3. Cobertura
  - 5.4. Determinación de la dotación
  - 5.5. Coeficiente de consumo. Tiempo de bombeo
  - 5.6. Caudales de diseño
  - 5.7. Volumen de regulación

- 5.8. Volumen de incendio
- 5.9. Presiones en la red de distribución
- 6. SOLUCIÓN GENERAL
  - 6.1. Análisis técnico - Económico de alternativas, Recomendación
  - 6.2. Descripción Solución Anteproyectada
- 7. OBRAS ANTEPROYECTADAS
  - 7.1. Captación
  - 7.2. Conducciones Generales: Aducción, Impulsión y Elevación
  - 7.3. Análisis de agua. Sistema de tratamiento
  - 7.4. Estanque de regulación
  - 7.5. Equipo de Bombeo. Altura de elevación
  - 7.6. Matriz y red de Distribución
  - 7.7. Arranques domiciliarios
  - 7.8. Instalaciones eléctricas
  - 7.9. Urbanización de recintos
  - 7.10. Situación de terrenos. Adquisición y/o servidumbres
  - 7.11. Situación derechos de agua.
- 8. EVALUACIÓN DEL PROYECTO
  - 8.1. Definición del Modelo
  - 8.2. Datos de Entrada
  - 8.3. Resultado de la evaluación. Indicadores
  - 8.4. Determinación de Tarifa Mínima
- 9. COSTOS DE LAS OBRAS ANTEPROYECTADAS
  - 9.1. Precios, valores o índices de referencia
  - 9.2. Resumen costo general de las obras

### **7.1.2. Anexos y estudios especiales**

Como apoyo y respaldo de la información presentada en la Memoria Técnica, se deberá incluir en forma de Anexos o Estudios Especiales los siguientes Antecedentes:

### 7.1.2.1. Captación

En caso de captaciones superficiales se exigirá el Aforo del cauce a captar y los niveles máximos, mínimo y medio y el cálculo de la probabilidad de excedencia. El Consultor deberá definir de forma justificada el número de aforos necesarios para modelar de forma representativa el comportamiento del curso de agua de la captación.

En el diseño y ubicación de las obras se considerará las cotas de aguas mínima y máxima y en los casos que procedan se incluirá obras de protección contra inundaciones de tal manera de asegurar un fácil acceso a los recintos en cualquier periodo.

Para los casos de fuentes superficiales se requerirán los siguientes análisis de calidad de agua:

- Análisis físico-químico que incluirá la medición de todos los parámetros que señala la norma.
- Análisis bacteriológico que incluirá la determinación de Coliformes Totales, Coliformes Fecales.

En aquellas localidades que se abastecerán mediante conexión a redes de distribución de servicios existentes, se requerirá:

- Verificar factibilidad técnica de la conexión.
- Análisis y justificación de la presión en el punto de conexión.
- Verificar la calidad del agua.

Considerar un (1) macromedidor en la captación, instrumentación y control a través de telemetría.

Para el caso de fuentes subterráneas:

- Considerar una línea de desagüe para verificar calidad del agua cruda y eficiencia de la bomba.
- En los sondajes, considerar una guía para la entrada de la sonda del pozómetro.



**7.1.2.2. Mecánica de Suelos**

A objeto de definir las características de la fundación del estanque y obras civiles proyectadas, un Ingeniero especialista, elaborará un Informe de Mecánica de Suelos, que permita determinar la capacidad de soporte del terreno en que se fundará las obras.

**7.1.2.3. Pozos de reconocimiento**

Se debe ejecutar como mínimo un pozo de reconocimiento cada 400 m en el trazado de la cañería (impulsión, aducción, distribución) los que se ubicarán de preferencia sobre el trazado de las líneas indicadas.

Para el caso que se observen suelos duros y/o rocosos, se deberá realizar pozos de reconocimientos intermedios a fin de tener claro la tipología de suelo existente en la zona.

Para los pozos de reconocimientos en la línea de red se deben considerar las siguientes dimensiones, 1 m de ancho, 1 m de largo, 1,5 m de profundidad.

En recintos de estanques, se debe realizar un Estudio de Mecánica de Suelos con pozo de reconocimiento por cada recinto, el que debe tener como mínimo las siguientes dimensiones: 1 m de ancho deseable de acuerdo a condiciones del terreno, 1 m de largo y 4 m de profundidad o como mínimo la profundidad de sello de fundación más 0,5 m de obra civil proyectada. El estudio debe incluir un análisis detallado de la mecánica del suelo, informando la solución a adoptar para la fundación e indicando el mejoramiento de suelo a realizar en caso de ser necesario.

Todos los pozos de reconocimiento deben ir identificadas en planos de planta, debe incluir tabla con Identificación y ubicación georreferenciada. Además, se debe confeccionar una monografía con los pozos que deberá incluir esos datos y una fotografía de cada uno de ellos.

Los pozos se presentarán en forma esquemática en plano, señalando características del terreno (arcilla, ripio, roca, maicillo, arena, tamaño de bolones, etc.) y su grado de dureza.

Clasificación de suelos según su dureza		
Tipo	Designación	Descripción
I	Muy blando	Terreno de relleno, arena suelta, dunas
II	Blando	Terreno vegetal, ripio suelto

Clasificación de suelos según su dureza		
Tipo	Designación	Descripción
III	Semiduro	Ripio compacto, barro compacto, arcilla húmeda
IV	Duro	Tosco, ripio arcilloso de aluvión, arcilla seca
V	Muy duro	Roca blanda trabajable sin explosivos, maicillo endurecido
VI	Roca	Roca trabajable con explosivos
VII	Roca dura	Roca difícilmente trabajable con explosivos

#### 7.1.2.4. Cálculos Hidráulicos

Se realizarán los cálculos hidráulicos que permitan dimensionar cada una de las obras del diseño propuesto. Los cálculos a considerar serán los siguientes:

- Determinación de la curva de carga del sistema para definir la bomba a utilizar y su punto de operación.
- Análisis de golpe de ariete. Diseño de protecciones.
- Verificación de conducciones principales.
- Modelación Hidráulica de la red de distribución.
- Determinación del volumen y cota el estanque de regulación.

#### 7.1.2.5. Equipos

Los equipos a considerar en el proyecto deberán especificarse en forma rigurosa, indicando las características técnicas a satisfacer, anexando los respectivos Data Sheet, Catálogos y/o Manuales de Operación y las Cotizaciones de respaldo de preferencia en idioma español.

#### 7.1.2.6. Factibilidad del Suministro de Energía Eléctrica

El estudio de las obras eléctricas, tendrá como objetivo principal definir el sistema de alimentación eléctrica de los equipos y plantas elevadoras, y su operación desde el punto de vista de los dispositivos de control y comando.

Se incluirán en los Estudios correspondientes para determinar la alternativa más conveniente para el suministro de energía eléctrica y el sistema de control. Para ello, se tomarán en cuenta consideraciones técnicas y económicas, así como también de estandarización de las instalaciones y factibilidad de operación.

En esta etapa se incluirán los Estudios eléctricos a nivel de Anteproyecto, entregándose los siguientes esquemas:

- Planta de ubicación geográfica.
- Planta General de Ubicación, en el cual se planteará la solución para alimentación eléctrica de la planta elevadora, si procede.
- Planta del recinto de captación, indicando solamente la ubicación de las instalaciones.
- Formato del listado de componentes del tablero.
- Formato del cuadro de resumen de cargas.
- Formato para el cuadro de cargas de alumbrado y fuerza.
- Simbología.

Finalmente se entregarán los siguientes documentos:

- Memoria explicativa indicando las soluciones adoptadas y los criterios de diseño.
- Estudio Técnico económico para la alimentación eléctrica de las instalaciones y sus sistemas tarifarios.
- Factibilidad y costos de suministro. En su defecto la solicitud de factibilidad.
- Programa de construcción de las obras, con las instrucciones necesarias para la ejecución, cuando sea necesario.

En esta etapa del Estudio, se analizará la información general sobre líneas eléctricas existentes de A.T. y B.T., para la alimentación de las obras a proyectar. Se efectuarán los contactos preliminares con la Compañía Eléctrica correspondiente, a fin de determinar la factibilidad de alimentación de las nuevas instalaciones y su costo aproximado. Se deberá solicitar Carta de Aceptación de la Empresa de Electricidad Local.

Se considerarán como condición necesaria para la definición y selección de alternativas de equipamiento eléctrico de la planta, los siguientes aspectos:

- Facilidad de operación.
- Facilidad de mantención.
- Confiabilidad del sistema.
- Suministro de repuesto.
- Factibilidad de ampliación futura.

#### **7.1.2.7.** Antecedentes Evaluación Económica del Anteproyecto

Se debe realizar evaluación económica de las alternativas de acuerdo a lo exigido por el Ministerio de Desarrollo Social o quien lo reemplace.

#### **7.1.2.8.** Antecedentes de Terrenos

En esta Etapa se entregará los planos de Servidumbre. Cesión o Adquisición de terrenos (según lo requerido), conteniendo como información mínima lo siguiente:

- Nombre de propietario actual de cada terreno involucrado.
- Número de Rol de Avalúo de cada lote.
- Certificado de Dominio vigente.
- Superficie de cada Lote (m<sup>2</sup>).
- Precio referencial del m<sup>2</sup> de terreno a adquirir o expropiar.
- Planos de expropiación.
- Otros antecedentes necesarios para el trámite expedito de cesión del terreno y la servidumbre de paso.

Se deberá seguir el procedimiento de los Términos de Referencias de Expropiaciones de la Dirección de Obras Hidráulicas

#### **7.1.2.9.** Planos

Los planos que se desarrollarán en la presente etapa corresponden como mínimo a los siguientes:

Plano General o de Conjunto: Incluirá toda la población de la localidad señalando cada casa

por abastecer, Edificios Públicos, Escuelas, el sitio de captación, localización del estanque de almacenamiento, líneas de aducción o impulsión, redes de distribución, y, en general, todos los detalles obtenidos en el levantamiento topográfico. Incluirá plano de ubicación geográfica, coordenadas geográficas y Norte.

Se debe indicar listado de beneficiarios, que debe incluir el Registro Social de Hogares o el instrumento que lo reemplace, y tipo de arranque que corresponde.

#### **7.1.2.10.** Presupuesto

El diseño incluirá un listado de las partidas indicando las unidades, cantidades, precios unitarios, costo total de la partida, a la fecha de entrega de Anteproyecto.

#### **7.1.2.11.** Informe de Pozos de Reconocimiento con fotografías

Se incluirá en el Informe los perfiles de los pozos de reconocimiento acompañado de una fotografía que muestre claramente lo señalado en el perfil.

### **7.2.** Proyecto

La solución propuesta y aprobada a nivel de anteproyecto, deberá presentarse elaborada a nivel de detalles, incluyendo memoria con anexos correspondientes, especificaciones técnicas especiales y generales, cubicaciones, presupuesto, planos, aprobaciones sectoriales y eventualmente especificaciones de funcionamiento.

#### **7.2.1.** Memoria

La memoria es la presentación escrita de antecedentes, procesamientos y resultados que integran un proyecto. Debe ser en todas sus partes clara, concisa, congruente y completa.

Los antecedentes deben comprender, como generalidades, el motivo que da origen al proyecto, la ubicación de las obras y del área servida. Los cuales deben ser complementados a los anexos presentados a nivel de Anteproyecto.

Debe incluir las características, dimensiones y detalles de obras proyectadas y equipos por instalar debidamente justificados.

El procesamiento de los antecedentes y sus resultados debe constar en la descripción y justificación de la solución.

Se debe incluir cotizaciones y catálogos de equipos especiales y/o de requerimiento de sistemas o unidades específicas.

Desarrollar a nivel de proyecto la evaluación económica de acuerdo a las solicitudes del Ministerio de Desarrollo Social.

Se incluirá en esta etapa la aprobación de terceros respecto de las obras proyectadas según corresponda: Vialidad, Servicio de Salud, SEIA, Particulares y cualquier servicio extra que debe ser aprobado para la ejecución de las obras.

Se debe incluir información relacionada con los Derechos de Agua e indicar la situación en la que se encuentra.

En esta etapa se revisarán los Estudios específicos de Mecánica de suelos, transientes hidráulicos, obras eléctricas y cálculos estructurales, los que deberán ajustarse a las Normas de Diseño. Los que deberán tener el nivel de detalle necesario para la correcta definición y posterior construcción de las obras.

Se debe incluir el Cálculo o definición de la Dotación, según corresponda.

Se debe además incluir Certificado de Informaciones Previas (CIP) de la DOM en caso de zona urbana o Informe Favorable para Construcción (IFC) abreviado en caso de zonas rurales (Art. 55 LGUC), en las edificaciones e infraestructuras proyectadas.

### **7.2.2. Anexos**

Se incluirá a modo de respaldo al estudio toda la información complementaria a la memoria, sin perjuicio de incorporar toda información adicional relevante y necesaria para la completa comprensión del Diseño.

Se deberá incluir como Mínimo los siguientes Anexos:

1. Encuesta preliminar: Técnica-Socioeconómica. Condiciones sanitarias –Demografía.
2. Informes Técnicos.
3. Características de la fuente de abastecimiento y calidad del agua. Análisis, Definición de tratamiento. Minuta Hidrológica (si corresponde). Certificación de la Dirección General de Aguas.

4. Estudio de Mecánica de Suelos para las estructuras que correspondan Muestras - Ensayos.
5. Análisis hidráulico del sistema. Red de distribución. Aducciones e impulsiones. Análisis de golpe de ariete. Obras especiales. Anclajes.
6. Obras eléctricas. Factibilidad - Cartas - Certificados. Medición de resistividad. Malla puesta a tierra. Cálculos. Respuesta de la empresa Eléctrica. Análisis tarifario. Catálogos específicos.
7. Data Sheet y Catálogos técnicos: Grupo motobomba. Sistemas, equipos de tratamiento, medidores, equipos mecánicos y/o electromecánicos.
8. Estudio de Precios Unitarios y elección de materiales.
9. Registro Social de Hogares.
10. Evaluación Económica de acuerdo a metodología del Ministerio de Desarrollo Social o la que la reemplace.
11. Programación de Obras.
12. Informes de participación ciudadana.
13. Aprobaciones Requisitos Sectoriales y/o terceros.

Se podrán incluir anexos extras cuando se tengan más antecedentes relevantes del estudio.

### **7.2.3.** Especificaciones Técnicas

#### **7.2.3.1.** Especificaciones Técnicas Generales

Las especificaciones técnicas generales deben incluir las normas y disposiciones vigentes, con las indicaciones generales que corresponden a este proyecto.

Cualquier anotación o indicación hecha en las especificaciones generales o especiales y que no estén detalladas en los planos, o detalladas en estos y no anotadas en las especificaciones, se tomará como anotada y especificada en ambos. En caso de diferencia entre los planos y especificaciones, predominarán los planos. En los planos, las cotas prevalecen sobre la escala y los planos de detalle sobre los generales.

Se deben incluir, en forma precisa, las pautas de medición de ítems o partidas.

### 7.2.3.2. Especificaciones Técnicas Especiales

Las especificaciones técnicas especiales deben referirse a las distintas partes que componen la obra y complementarán el contenido de los planos. La ordenación se hará en la siguiente forma yendo de lo general a lo particular: Capítulo, acápite e ítem o partida.

En general los capítulos se ordenarán de acuerdo con la secuencia operacional de la ejecución de la obra con numeración decimal.

En las especificaciones técnicas especiales deben referirse con precisión y concisión cada elemento de la obra. Las citas a disposiciones oficiales de ejecución de obras se harán en forma definida sin dar lugar a interpretaciones equivocadas.

Cada capítulo deberá empezar con una breve explicación de su contenido, indicando al menos lo siguiente:

- Alcance y posibles excepciones, con indicación de otras subdivisiones con las que pudiera tener relación.
- Exigencias de carácter general aplicables a las partidas de la subdivisión (Normas, Reglamentos, Recomendaciones de fabricantes, etc.).

En las partidas o ítems que procedan, se hará mención explícita a los planos tipo que correspondan, a las recomendaciones de estudios o informes especiales como Mecánica de Suelos, etc.

### 7.2.4. Presupuesto

Se incluirá un presupuesto detallado de las obras, individualizando brevemente las partidas a que corresponden los valores consignados.

La estructuración general será la misma adoptada para las Especificaciones Técnicas Especiales.

### 7.2.5. Planos

Se incluirá en esta etapa el desarrollo, complemento y terminación a nivel de detalle constructivo de los planos incorporados en la etapa de Anteproyecto.

Se debe incluir como mínimo los siguientes Planos:



- Planta General: Con ubicación geográfica y descripción de las obras incluidas; ubicaciones y cotas de puntos de referencia, pozos de reconocimiento y perfiles estratigráficos, incluyendo curvas de nivel.
- Planchetas de red de distribución: a una escala que permita discriminar detalles como alcantarillas, deslindes, interferencias, etc. Incluir traviosos del proyecto. En cada plancheta deben ir los diagramas de nudos y piezas especiales asociados a dicha plancheta, así como los perfiles transversales típicos de camino, con ubicación de eje, bordes, cercos, canales, etc. Incluyendo la ubicación de tuberías de agua potable y alcantarillado, existentes y proyectadas y advertencias sobre otras instalaciones existentes de otros servicios públicos o privados. Sobre el plano topográfico de la localidad se indicará el trazado de la red señalando diámetros, longitudes, posición de válvula de corte y ubicación de desagües de la red.

Se indicarán las singularidades del trazado como cruces, líneas férreas, caminos, etc.

- Cuadro de nudos y piezas especiales.
- Plano de Captación: Este plano incluirá todas las características, disposición y dimensionamiento general de la captación propuesta, así como las posibilidades de acceso. Se indicarán las cotas mínimas, medias y máximas de las aguas.
- En caso de fuentes subterráneas, se deberá mostrar la disposición de las conexiones hidráulicas para su habilitación, a partir de los planos de construcción existentes.
- Plantas Elevadoras e Instalaciones Eléctricas: De ser necesario un sistema de elevación mecánica, se deberán establecer las características técnicas del equipo de bombeo e indicar en los planos las disposiciones generales de ubicación y de interconexiones hidráulicas, así como las obras civiles asociadas al sistema de elevación. Asimismo, se deberá contemplar el detalle de las instalaciones requeridas para estos efectos.
- Aducción o impulsión y Matriz: Se definirá su trazado en planta y perfil indicando las características hidráulicas, material y accesorios necesarios de la conducción proyectada, para su correcta instalación, funcionamiento y operación (Desagües, ventosas, refuerzos, etc.). Se deberán indicar singularidades del trazado, señalando atravesos de cauces o quebradas, líneas férreas, anclajes especiales, puentes, caminos, terrenos agrícolas, bosques, interferencias con obras o servicios existentes, etc. Para la determinación del trazado, material y diámetros se realizará un estudio

técnico - económico, que se incluirá en Anexos.

- Estanque de Regulación: Los planos, deberán mostrar claramente el volumen, cota, tipo (elevado o enterrado), material e interconexiones hidráulicas, así como su ubicación y las particularidades de su emplazamiento según informe de Mecánica de Suelos.
- Sistema de tratamiento del Agua: De acuerdo a la calidad de las aguas, podrá ser necesario contemplar un sistema de tratamiento para corregir los parámetros cuyos valores excedan los aceptados por la Norma. En tal caso, deberá incluirse el Anteproyecto del Sistema de tratamiento. Señalando las características técnicas y equipos asociados.
- Estructuras proyectadas: Debe incluir los planos de ingeniería de detalle de todas las estructuras proyectadas, cuadro de cámaras, de tuberías, de piezas especiales, etc.
- Urbanización: Debe incluir detalles de urbanización de los recintos del sistema (cierres, accesos, etc.).
- De expropiación y servidumbres acotadas con precisión, indicando ubicación, número de rol, nombre del dueño, sus deslindes y áreas.
- Proyecto eléctrico, instrumentación y control: deberá presentarse de acuerdo a las normas, reglamentos y circulares vigentes.
- De infraestructura de FFCC, Vialidad y otros.

En general los planos deberán contener todos los detalles necesarios y suficientes de tal modo que sirvan para dirigir la construcción de todas las obras del proyecto, complementándose para este propósito con las especificaciones técnicas.

### 7.2.5.1. Entrega de planos

Todo plano se entregará en formato A0, a menos que la Autoridad Competente deje establecido el requerimiento de un formato distinto al mencionado <sup>(1)</sup>. Los planos se entregarán doblados dentro de fundas transparente (una funda por plano) mediante carpetas.

#### a) Escalas:

- Planos o Croquis de Ubicación, Esc. 1:10000; 1:5000 o sin escala.
- Plantas Generales.  
Esc. 1:1000  
Esc. 1:500 o según la magnitud del proyecto.
- Perfiles Longitudinales.  
Esc. H. 1:1000 / V. 1:100 ó V. 1:200  
Esc. H. 1:500 / V. 1:50 ó V. 1:100
- Perfiles Transversales.  
Esc. 1:200 ó 1:100
- Planos de Detalles.  
Esc. 1:200; 1:100; 1:75 ó 1:50 (Plantas de Recintos)  
Esc. 1:25; 1:20; 1:10; 1:5 (Obras Especiales)

#### b) Textos:

- Para los títulos se aplicará el estilo "romans" de altura 5mm y factor de ancho 0.9.
- Para los Subtítulos se aplicará el estilo "romans" de altura 4mm y factor de ancho 0.8.
- Para los Textos en General se aplicará el estilo "romans" de altura 2.5mm y factor de ancho 0.8. Para mayor claridad ver imagen siguiente.

#### c) Layers o estilos de trazados:

Se deberán usar los trazados de líneas que se describen a continuación:

---

<sup>(1)</sup>Dentro de los objetivos de la DOH para fines del año 2019, es lograr como producto los Términos de Referencia de la Metodología BIM para su futura implementación en los proyectos de consultorías.

AGUA POTABLE			
LAYERS	ESTILO TRAZADO	COLOR CAD	COLOR PLOTEO
AP PROYECTADA		10	10
AP EXISTENTE		60	60
AP ELIMINADO O FUERA DE USO		30	30
AP FUTURO		10	10
AP IMPULSIÓN PROYECTADA		10	10
AP IMPULSIÓN EXISTENTE		60	60
AP IMPULSIÓN ELIMINADA O FUERA DE USO		30	30
AP IMPULSIÓN FUTURA		10	10

AGUAS SERVIDAS			
LAYERS	ESTILO TRAZADO	COLOR CAD	COLOR PLOTEO
AS PROYECTADA		10	10
AS EXISTENTE		95	95
AS ELIMINADO O FUERA DE USO		30	30
AS FUTURA		10	10
AS IMPULSIÓN PROYECTADA		10	10
AS IMPULSIÓN EXISTENTE		60	60
AS IMPULSIÓN ELIMINADA		30	30
AS IMPULSIÓN FUTURA		10	10

- d) Se deberá indicar la simbología empleada.
- e) De preferencia los planos se dibujarán orientados mostrando el norte hacia arriba.
- f) La topografía que se utilizará como base del proyecto, tendrá que ser representada en color 8, para que los trazados proyectados o existentes tengan una mejor visualización en AutoCAD, como también en su impresión (ploteo).
- g) La viñeta se ubicará en la esquina superior izquierda. En ella se indicará: nombre de la empresa consultora, el mandante (Dirección de Obras Hidráulicas), Unidad Técnica, contenido, firmas responsables, fecha de la entrega (indicar mes y año), número del plano y revisiones.
- h) Téngase presente que todos los colores representados en este ítem PLANOS, están referidos al programa AutoCAD.

### 7.2.6. Informe Técnico para Factibilidades

El Consultor deberá entregar un Informe Técnico para futuras factibilidades que contenga como mínimo lo siguiente:

El informe técnico de agua potable deberá contener a lo menos:

- a) Esquema operacional del sistema de agua potable con indicación de cotas de sus principales componentes, del área de servicio y la red de distribución.
- b) Un balance de disponibilidad y demanda de fuente de agua potable, respaldada con los derechos de aprovechamiento y capacidad de producción considerando la situación actual sin nuevas conexiones y la situación futura con las conexiones incorporadas al año 0. Análisis que deberá efectuarse considerando un horizonte a 10 y 20 años.
- c) Un balance de disponibilidad y demanda de regulación considerando la situación actual sin nuevas conexiones y la situación futura con las conexiones incorporadas al año 0. Análisis que deberá efectuarse considerando un horizonte 10 y 20 años.
- d) Un análisis de posibles impactos en las presiones de la red de distribución que provocarían las nuevas conexiones con las mismas consideraciones en el tiempo mencionadas precedentemente.

## ANEXO N°1: TOPOGRAFÍA

Las presentes especificaciones serán aplicables a todos los trabajos topográficos y geodésicos realizados por los Constructores y/o Consultores. No obstante, cada estudio podrá complementarse con especificaciones técnicas especiales en sus Términos de Referencia.

En específico serán aplicable las **"ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TOPOGRÁFICAS"**, ETT-DOH 2021, de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP. En rigor para lo indicado en las especificaciones a labores a desarrollar por la Dirección, estas serán abordadas por personal de la Subdirección de Servicios Sanitarios. Otras consideraciones a tener presente, se detallan a continuación.

### 1. Profesionales y Técnicos

El Consultor deberá contar entre su personal para el proyecto, con un Ingeniero Geomensor o Ingeniero de ejecución en Geomensura de reconocida capacidad, quien analizará y revisará los métodos de trabajo, equipos a emplear, trabajos de terreno e informes técnicos parciales y finales.

Este profesional será responsable profesionalmente de la información entregada a la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales y estará disponible todo el tiempo que dure el estudio. El resto del personal que realice trabajos topográficos deberá poseer estudios superiores certificados. No serán admitidos alumnos en práctica en topografía.

Las características del personal que ejecutará los trabajos tanto en terreno como en gabinete, es el siguiente:

Profesión : Ingeniero Geomensor, Ingeniero de Ejecución en Geomensura, Técnico Topógrafo titulado, en Universidades o Instituto Profesional acreditado por el Estado.

Experiencia : A lo menos tres años en ejecución trabajos topográficos y experiencia acreditada en estudios o proyectos de Agua Potable Rural. En casos especiales, cuando el estudio o proyecto así lo amerite, se podrá exigir mayor cantidad de años de experiencia lo cual se solicitará expresamente en los TR's de cada estudio.

El Consultor deberá presentar para aprobación de la Inspección Fiscal la nómina completa del personal profesional que destinará para la ejecución del trabajo topográfico y que cumple con los requisitos anteriores. Deberá agregar además el correspondiente Curriculum Vitae y título o certificado de título de cada profesional.

## 2. Topografía

### 2.1. Tolerancias de Red

El informe de ajuste de red debe indicar que los vectores de líneas base deben tener residuales menores a 1ppm y tener la condición de fijos, los cierres de figura deben tener residuales menores a 2 ppm y el RMS de las coordenadas ajustadas no debe ser superior a 2cm.

El ajuste de la red debe superar todas las pruebas estadísticas asociadas al proceso de mínimos cuadrados.

### 2.2. Formatos de Entrega y Respaldos Digitales

El procedimiento de ejecución de los sistemas de transporte de coordenadas se debe plasmar en el informe topográfico del proyecto, el cual se distribuirá de la siguiente forma:

El informe de la red primaria debe incluir como mínimo los siguientes contenidos:

1. Diseño de la red.
2. Vértices de control (certificado).
3. Procedimiento de medición.
4. Cuadro de ocupaciones.
5. Resumen procesamiento de líneas base
6. Resumen ajuste de red.
7. Cuadro con coordenadas resultantes: geodésicas (latitud, longitud y altura elipsoidal) y UTM (norte, este, elevación ortométrica (EGM08), huso).
8. Certificados de instrumentos.

Como **“archivos digitales”** se incluirán los siguientes datos.

1. Monografías de puntos de referencia.
2. Cuadro de coordenadas resultantes según los formatos antes señalados.
3. Certificados de vértices de referencia.
4. Certificado de calibración instrumentos.

5. El informe topográfico en formato PDF y Word.
6. Plano de distribución del sistema de transporte de coordenadas.
7. Archivos de las observaciones GNSS en formato RINEX y con la denominación del punto de referencia medido.
8. Informe de procesamiento de líneas base nativo del software en formato PDF.
9. Informe de ajuste de red nativo del software en formato PDF.
10. KMZ del STC.

### 2.3. Puntos de referencia

El número mínimo de puntos de referencia será:

- Trazado de cañería: 1 PR cada 500 m. Considerar la ubicación de los PR intermedios necesarios para obtener un correcto levantamiento.
- Recintos de estanque, obras de captación, obras civiles en general: 2 PR´s por cada uno de los recintos.

Se debe confeccionar una monografía de los PR's.

### 2.4. Levantamientos Topográficos en terreno

Dependiendo de la cantidad de superficie y requerimientos específicos, se puede obtener la cartografía necesaria realizando un vuelo fotogramétrico, un vuelo Lidar (en avión o en Dron) o un levantamiento topográfico.

La utilización de otra técnica de medición se definirá en los Términos de Referencia de cada contrato y la normativa se encuentra en las ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TOPOGRÁFICAS, ETT-DOH 2021, según detalle:

- Capítulo N°5                      Fotogrametría
- Capítulo N°6                      LIDAR
- Capítulo N°8                      Levantamientos Topográficos

El levantamiento debe permitir identificar en los planos como mínimo:

- La ubicación de las viviendas.
- Atravesos.



- Línea eléctrica de alta y baja tensión, transformadores eléctricos.
- Cámaras eléctricas, o de otro tipo.
- Red subterránea eléctrica o corrientes débiles.
- Postas, escuelas, edificios públicos.
- Accesos vehiculares a recintos privados.
- Líneas ferroviarias.
- Canales existentes, obras de arte, causes, sifones.
- Redes existentes de agua potable, con sus respectivas cámaras.
- Redes de alcantarillado, con sus respectivas cámaras.
- Redes existentes de gas.
- Plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Plantas elevadoras Agua Potable o de Aguas Servidas.
- Fosas comunitarias.
- Cementerios
- Pavimentaciones.
- Árboles y/o arbustos con diámetro superior a 0,5 m, árboles protegidos que no pueden ser desplazados sin plan de mitigación
- Parques y plazas y otras interferencias al proyecto.
- Cualquier otro elemento o edificación presente.

Para el caso de las rutas o caminos se debe identificar con claridad bordes de camino, eje de camino, fosos, cruces, puentes y cercos existentes.

Las rutas o caminos se levantarán con perfiles transversales que permiten visualizar interferencias y paralelismos de servicios, según los requerimientos propios de cada proyecto, será la cantidad de perfiles transversales. En algunos casos podría ser necesario tener perfiles cada 20m longitudinales y en otros casos bastaría con un perfil por cada 50 m.

La información que se debe mostrar en los perfiles es la siguiente:

- En el dibujo: Perfil transversal que abarque la faja pública (de línea oficial a línea oficial). Se deben ver tuberías de las tuberías proyectadas, tuberías de otros servicios, refuerzos

de tuberías, anchos de calzada, aceras, veredas, espesores de pavimentos, eje del perfil, distancias de tuberías respecto a alguna referencia de interés, cotas de radier de tuberías.

- En la parte superior: Título del perfil, escalas utilizadas.
- En la parte inferior: Distancias parciales y acumuladas respecto al eje del perfil, cotas de rasante de los pavimentos.

El levantamiento reflejará en plano a las viviendas, las cuales se dibujarán con número correlativo. Las que se deben identificar en terreno con una tablilla (de preferencia con fondo amarillo, letras negras) indicando el número que le corresponde en plano.

Para rutas bajo la administración de la Dirección de Vialidad, se debe indicar el nombre y rol de la ruta, donde además se debe indicar la ubicación de balizado existente con su kilometraje.

El levantamiento reflejará inequívocamente la existencia de accidentes en el terreno que pudieran interferir con la correcta ejecución de las obras.

Se debe realizar levantamiento topográfico a recintos existentes del sistema de agua potable o bien donde se proyectarán las obras civiles, el cual debe permitir identificar bordes de cerco, casetas existentes, sondajes existentes, árboles o puntos críticos del recinto.

En las localidades que consideran captaciones superficiales el levantamiento incluirá 20 m aguas arriba y 50 m aguas abajo de la captación, con perfiles transversales cada 10 m (de un ancho mínimo igual al ancho del cauce más 30 m de ribera).

Los levantamientos deben estar ligados a un marco de referencia preestablecido que se ha materializado con anticipación y de acuerdo a lo normado en estas especificaciones técnicas. Todo levantamiento topográfico deberá ser realizado en Coordenadas Planas Topográficas.

En la ejecución de los levantamientos topográficos se normará la utilización de los siguientes instrumentos topográficos:

- Estaciones totales.
- Receptores GNSS+RTK con su respectiva calibración topográfica.

### 3. Entregas levantamiento topográfico

La información levantada se debe representar de acuerdo con ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TOPOGRÁFICAS, ETT-DOH 2021, en una proyección local determinada por las coordenadas planas topográficas. Para esta Subdirección los levantamientos topográficos se normarán de acuerdo a la siguiente escala:

- Levantamiento topográfico ESC. 1:1000

Los levantamientos topográficos se desarrollarán por medio de la obtención de puntos en terreno, estos puntos deben cumplir con una densidad sobre el relieve que nos permitan determinar de forma precisa su modelamiento, este a su vez es representado en planimetría por medio de curvas de nivel. La relación entre las escalas de levantamiento, la densidad de puntos y los intervalos de las curvas de nivel es la siguiente:

Escala de Levantamiento	Curvas de Nivel m.	Densidad Puntos/ha	Equidistancia entre Puntos
1:1.000	1.00	25	20

### 3.1. Tolerancias

La Tolerancia de un levantamiento topográfico está relacionada al nivel de detalle del mismo, es decir, depende de la escala del levantamiento. Se debe utilizar lo indicado en las ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TOPOGRÁFICAS, ETT-DOH 2021.

La tolerancia no se refiere a cada punto en singular, sino que a la representación en conjunto del sector levantado.

Al momento de realizar una Inspección, esta UG revisará la densidad de puntos, la equidistancia entre curvas de nivel, el levantamiento de los elementos obligatorios, la correcta definición de líneas de quiebre, la calidad y representatividad del modelo digital de elevación y la confección de planos entre otras.

La calidad cartográfica de los levantamientos topográficos va a quedar determinada por la exactitud posicional de los vectores que conforman la planimetría y de las características altimétricas de estos mismos. La tolerancia de los trabajos topográficos según su escala son las siguientes:

Escala de Levantamiento	Tolerancias m.	
	Planimétrica	Altimétrica
1:1.000	0.20	0.25

### 3.2. Productos a Entregar

Como parte de la ejecución de un levantamiento topográfico, el consultor deberá procurar la entrega de los siguientes productos:

- Informe levantamiento Topográfico.
- Base de datos con su codificación respectiva en formato TXT, XLS, CSV, ASCII.
- Archivo digital en formato DWG con sus respectivos TILE según la escala solicita y configurado con las láminas según la normativa de Dibujo vigente.
- Planos en papel escalados según lo definido en los términos de referencia y de acuerdo a la normativa de dibujo vigente.