



# PERIÓDICO OFICIAL



ORGANO DE DIFUSION OFICIAL DEL ESTADO  
LIBRE Y SOBERANO DE CHIAPAS

## SECRETARIA GENERAL DE GOBIERNO

Franqueo pagado, publicación periódica. Permiso núm. 005 1021  
características: 114182816. Autorizado por SEPOMEX

Tomo III Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. miércoles, 24 de abril de 2024 343

### INDICE

Publicaciones Estatales		Página
Decreto No. 305	Por medio del cual el Pleno de la Sexagésima Octava Legislatura del Honorable Congreso del Estado, acepta y califica como válida la solicitud de licencia temporal presentada por el Ciudadano Manuel Justo Gómez Beltrán, para separarse del cargo de Presidente Municipal Constitucional, del Ayuntamiento de Marqués de Comillas, Chiapas, a partir del 01 de Abril del 2024 al 30 de Junio del 2024.	1
Decreto No. 306	Por medio del cual el Pleno del Honorable Congreso del Estado, nombra a Regidoras Propietarias en los Ayuntamientos Municipales de Mitontic y Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.	5
Pub. No. 5135-A-2024	Manual de Organización del Instituto de Bomberos del estado de Chiapas.	9
Pub. No. 5136-A-2024	Manual de Organización de Talleres Gráficos de Chiapas.	42
Pub. No. 5137-A-2024	Edicto de notificación, formulado por la Fiscalía General del Estado, Fiscalía de Combate al Robo de Vehículos, AL INTERESADO, PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL, respecto al aseguramiento del vehículo de las siguientes características: MARCA JEEP, CLASE AUTOMÓVIL VAGONETA, MODELO 2003, COLOR BLANCO, CON NÚMERO DE SERIE 1J4GL48K53W304844, CON NUMERO DE MOTOR HECHO EN ESTADOS UNIDOS, CON PLACAS DE CIRCULACIÓN MWT5023 PARTICULARES DEL ESTADO DE MÉXICO, relativo al R.A. 0274-101-2401-2021.	76



<b>Publicaciones Estatales:</b>		<b>Página</b>
Pub. No. 5138-A-2024	Edicto de notificación, formulado por la Fiscalía General del Estado, Fiscalía de Combate al Robo de Vehículos, AL INTERESADO, PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL, respecto al aseguramiento del vehículo de las siguientes características: MARCA CHRYSLER, TIPO ATOS BY DODGE, COLOR ROJO CON NEGRO, MODELO 2010, CON NÚMERO DE SERIE MALAB51H67AM500462, CON NÚMERO DE SERIE MALAB51H9BM598842, CON PLACAS DE CIRCULACIÓN DSJ3167 PARTICULARES DEL ESTADO DE CAMPECHE, relativo al R.A. 0543-101-2401-2021.	77
Pub. No. 5139-A-2024	Edicto de notificación, formulado por la Fiscalía General del Estado, Fiscalía de Combate al Robo de Vehículos, AL INTERESADO, PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL, respecto a la recuperación del vehículo de las siguientes características: MARCA FORD, TIPO MUSTANG GT CONVERTIBLE, COLOR NEGRO, AÑO 2007, NUMERO DE SERIE 1ZVFT85H875217028, CON PLACAS DE CIRCULACION NUMERO D53BBC PARTICULARES DE LA CIUDAD DE MEXICO, relativo a la C.I. 0102-101-2404-2023.	78
Pub. No. 5140-A-2024	Edicto de notificación, formulado por la Fiscalía General del Estado, Fiscalía de Combate al Robo de Vehículos, AL INTERESADO, PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL, respecto al aseguramiento del vehículo de las siguientes características: MARCA NISSAN, TIPO XTRAIL, MODELO 2017, COLOR NEGRO, CON NÚMERO DE SERIE JN8BT17V3HW002528, CON PLACAS DE CIRCULACIÓN DMK306E PARTICULARES DEL ESTADO DE CHIAPAS, relativo al R.A. 0009-101-2401-2023.	79
Pub. No. 5141-A-2024	Edicto de notificación, formulado por la Fiscalía General del Estado, Fiscalía de Combate al Robo de Vehículos, AL INTERESADO, PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL, respecto al aseguramiento provisional y precautorio del vehículo de las siguientes características: MARCA KTM, TIPO MOTOCICLETA, COLOR NARANJA, CON NUMERO DE SERIE VBKVA440X3M3900078, relativo a la C.D.0003-101-2404-2024.	80
Pub. No. 5142-A-2024	Edicto de notificación, formulado por la Fiscalía General del Estado, Fiscalía de Distrito Metropolitano, A QUIEN CORRESPONDA, respecto al aseguramiento del vehículo de las siguientes características: MARCA ITALIKA, TIPO MOTOCICLETA, COLOR NEGRO, NUMERO DE SERIE 3SCK5ALBZN1001624, CON PLACAS DE CIRCULACION 46BKZ5, PARTICULARES DEL ESTADO DE CHIAPAS, relativo al R.A.0648-101-0205-2024.	81
Pub. No. 5143-A-2024	Edicto de notificación, formulado por la Fiscalía General del Estado, Fiscalía de Asuntos Especiales, A QUIEN CORRESPONDA, respecto al aseguramiento provisional y precautorio del siguiente Vehículo: MOTOCICLETA DE COLOR ROJO CON NEGRO, DE LA MARCA HERO ECO150TR, MODELO 2022, CON NÚMERO DE SERIE MBLKCH034NGV01481, CON PLACAS DE CIRCULACIÓN 31DPG9, DEL ESTADO DE CHIAPAS, relativo a la C.I. 0003-101-3404-2024.	82
Pub. No. 5144-A-2024	Edicto de notificación, formulado por la Fiscalía General del Estado, Órgano Interno de Control, AL C. SERGIO LUIS ESCOBAR ROQUE, relativo al Procedimiento Administrativo de Separación del Cargo Número FGE/OIC/PASC/004/2024.	83
<b>Publicaciones Municipales:</b>		<b>Página</b>
Pub. No. 2134-C-2024	Manual de Organización y Procedimientos de la Administración Pública Municipal, de FRONTERA HIDALGO, CHIAPAS.	85



<b>Publicaciones Municipales:</b>		<b>Página</b>
Pub. No. 2135-C-2024	Código de Honor y Justicia Municipal del H. Ayuntamiento de FRONTERA HIDALGO, CHIAPAS.	232
Pub. No. 2136-C-2024	Reglamento para la Prestación de los Servicios del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado en el municipio de TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.	262
Pub. No. 2137-C-2024	Lineamientos para la Revisión y Validación de Proyectos Ejecutivos de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento de Fraccionamientos, Conjuntos Habitacionales, Comerciales, Industriales y Oficinas Gubernamentales, por parte del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) en el municipio de TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.	296
<b>Avisos Judiciales y Generales:</b>		<b>439</b>



**Publicación No. 2137-C-2024**

**LINEAMIENTOS PARA LA REVISIÓN Y VALIDACIÓN DE PROYECTOS EJECUTIVOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y SANEAMIENTO DE FRACCIONAMIENTOS, CONJUNTOS HABITACIONALES, COMERCIALES, INDUSTRIALES Y OFICINAS GUBERNAMENTALES, POR PARTE DEL SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (SMAPA) EN EL MUNICIPIO DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.**

**CONSIDERANDO**

Dentro de las atribuciones del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez (SMAPA), están las de regular, revisar y controlar todas las obras hidráulicas y Sanitarias, como: construcción, rehabilitación, reubicación, modificación o ampliación de infraestructura de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento que realicen las personas físicas, morales.

En la actualidad este Organismo Operador ha generado normas claras, para simplificar los trámites y servicios que presta; así como establecer bases de coordinación y colaboración necesarias en materia de mejora regulatoria.

El objetivo principal de estos Lineamientos es proporcionar en forma clara y concreta al responsable, promotor o desarrollador de obra de agua potable, alcantarillado y saneamiento, las especificaciones técnicas y administrativas para asegurar que, en cualquier proyecto, sea validado por este Organismo Operador, dentro de la normatividad establecida.

Dando cumplimiento con los presentes lineamientos, el SMAPA prevé que las obras resultantes sean acordes y compatibles en la continuidad de la infraestructura hidráulica y sanitaria existente, de la misma forma la operación y mantenimiento sean realizados dentro de los procedimientos establecidos.

Que estos Lineamientos establecen los requisitos a los que deben sujetarse los diseños para la elaboración de proyectos ejecutivos de agua potable, drenaje sanitario y saneamiento para Fraccionamientos, Conjuntos Habitacionales, Comercios, Industriales, y oficinas Gubernamentales, en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas dentro del ámbito de competencia del Organismo Operador.

Por lo antes expuesto, este Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) tiene a bien emitir los siguientes:



**LINEAMIENTOS PARA LA REVISIÓN Y VALIDACIÓN DE PROYECTOS EJECUTIVOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y SANEAMIENTO DE FRACCIONAMIENTOS, CONJUNTOS HABITACIONALES, COMERCIALES, INDUSTRIALES Y OFICINAS GUBERNAMENTALES, POR PARTE DEL SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (SMAPA) EN EL MUNICIPIO DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.**

**Capítulo I.  
Disposiciones generales**

**Artículo 1.-** En el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, la Revisión y Validación de un Proyecto Ejecutivo de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento, se encuentra a cargo del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA).

**Artículo 2.-** La Dirección General a través de la Dirección Técnica y Dirección de Saneamiento validará los Proyectos Ejecutivos de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento, al desarrollador, siempre y cuando cumpla con los requisitos y que el proyecto a validar se encuentre dentro de la jurisdicción del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.

**Artículo 3.-** Para los efectos de los presentes lineamientos, se entenderá por:

- I. **Actualización del Dictamen de Factibilidad de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento:** Es la ratificación o modificación del Dictamen emitido con anterioridad de acuerdo con las condiciones operativas actuales.
- II. **Agua Potable:** Es aquella que reúna los requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021 y las demás disposiciones y normas en la materia, para uso humano.
- III. **Alcantarillado Sanitario:** Infraestructura que se utiliza para la recolección y conducción de las aguas residuales.
- IV. **Albañal:** Es la tubería de la descarga domiciliar que conecta la salida sanitaria de una edificación al sistema de alcantarillado sanitario llamado atarjeas.
- V. **Aportación de Agua Residual:** Es la cantidad de agua de desecho humano, animal, industrial o comercial, que se considera en función de un porcentaje de la dotación de agua potable, su unidad es lts / hab / día.
- VI. **Atraque:** Elemento usado para soportar las fuerzas que se originan sobre tuberías o válvulas por cambios de dirección o velocidad del agua.
- VII. **Atarjea:** Es la tubería que recibe las descargas sanitaria domiciliarias y los conduce hasta los colectores o emisores.



- VIII. Caja de Válvulas:** Es la estructura hidráulica complementaria donde se alojan cualquier tipo de válvulas, necesarias para la operación de una red de agua potable.
- IX. Cisterna:** Almacenamiento subterráneo para rebompear algún líquido de un nivel determinado a un nivel superior, se emplea para el agua potable, alcantarillado sanitario, etc.
- X. Coeficiente de Fricción:** o rugosidad en tuberías y canales: es una constante adimensional que depende del material con que esté construido o recubierto y que ocasiona pérdidas por rozamiento o fricción a la circulación de un líquido.
- XI. Colchón mínimo:** Es la distancia vertical mínima recomendable entre el lomo de una tubería instalada y el terreno natural.
- XII. Colector:** Es la tubería que recibe las aguas de las atarjeas para conducir las hacia un interceptor, un emisor o la planta de tratamiento.
- XIII. Cota:** elevación sobre un plano horizontal de comparación.
- XIV. Curva de nivel:** Línea que une los puntos que tienen la misma cota o altura.
- XV. Densidad de población:** (Hab/viv) Se refiere al número de personas promedio habitando una vivienda en determinado tipo de población.
- XVI. Desarrollador:** Es aquella persona física o moral, que realizará las gestiones y trabajos para la obtención de los servicios.
- XVII. Derecho de Vía:** Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la dependencia u organismo operador correspondiente, que se requiere para el uso adecuado de una vía de comunicación, canal, tuberías y sus accesorios auxiliares.
- XVIII. Descarga domiciliaria:** conjunto de elementos que sirven para conectar el sistema interno de desagüe de una vivienda con el sistema de atarjeas.
- XIX. Dictamen de Factibilidad de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento:** Documento que establece las consideraciones técnicas y administrativas para la obtención de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento emitido por el SMAPA.
- XX. Dotación de Agua Potable:** Cantidad de agua asignada a cada habitante para satisfacer sus necesidades personales en un día medio anual. (Es el cociente de la demanda entre la población de proyecto). Consumo diario promedio per cápita, unidad: lts / hab / día.
- XXI. Emisor:** Conducto cerrado que recibe y conduce a gravedad o a presión las aguas negras de los colectores o interceptores, el cual termina en las Plantas de Tratamiento.



- XXII. Estación de bombeo:** sitio en donde se instalan equipos mecánicos para elevar el agua de un lugar bajo a otro elevado.
- XXIII. Gasto:** Volumen de agua que pasa en la unidad de tiempo por la sección transversal de un conducto.
- XXIV. Gasto de diseño:** Caudal con el que se realiza el diseño de una obra.
- XXV. Gasto mínimo:** Es el menor caudal de escurrimiento que se presenta en una red de alcantarillado sanitario.
- XXVI. Gasto máximo instantáneo:** Es el gasto de valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado.
- XXVII. Gasto Máximo extraordinario:** Es el caudal de agua residuales que considera aportaciones d agua que no forma parte de las descargas normales, como por ejemplo: escurrimientos de agua pluviales de bajadas de azoteas, patios o las provocadas por un escurrimiento demográfico explosivo no considerado. Este gasto e s el utilizado para el cálculo de las redes de alcantarillado y la revisión de la velocidad de escurrimiento.
- XXVIII. Golpe de Ariete:** Incremento instantáneo de la presión del agua en un conducto cerrado por la variación brusca del flujo.
- XXIX. Levantamiento topográfico:** Conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar posición en un plano.
- XXX. Línea de conducción:** elemento que sirve para transportar el agua de un lugar a otro de manera continua (generalmente tubos) y puede trabajar a presión en el caso de tuberías
- XXXI. Memoria Técnica-Descriptiva:** Documento que detalla las especificaciones técnicas de construcción y materiales necesarios para la ejecución del proyecto, especificando en detalle todos los elementos requeridos y cómo se debe realizar.
- XXXII. m.c.a.:** Abreviación de metro de columna agua.
- XXXIII. Pérdida física:** volumen de agua que entra al sistema de distribución de agua, que no es consumido.
- XXXIV. Plano:** Representación gráfica de las diversas partes que constituyen un estudio o un proyecto.
- XXXV. Pozo de Visita:** Estructura de acceso a un conducto cerrado que tiene por objeto permitir las operaciones de inspección y limpieza de la red, así como el cambio de diámetro, de dirección



y de pendiente.

- XXXVI. Población de proyecto:** número de habitantes de una localidad al final del período de diseño.
- XXXVII. Proyecto Ejecutivo:** Es el conjunto de documentos técnicos hidráulicos, sanitarios y de saneamiento (planos, memoria de cálculo, memoria descriptiva, especificaciones técnicas, etc.), verificado y aprobado por el SMAPA.
- XXXVIII. Memoria de Cálculo:** Procedimientos descritos de forma detallada de cómo se realizaron los cálculos de acuerdo con las necesidades requeridas para el uso del inmueble, mismas que intervienen en el desarrollo del proyecto.
- XXXIX. Qm:** Gasto medio diario, cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.
- XL. QMd:** Gasto Máximo Diario. Es el caudal que debe de proporcionar la fuente de abastecimiento y, se utiliza para diseñar, la obra de captación, los equipos de bombeo, la línea de conducción antes del tanque de regulación, el tanque de regulación y almacenamiento.
- XLI. QMh:** Gasto Máximo Horario. Es el gasto requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día y a la hora de máximo consumo. se utiliza para diseñar la línea de alimentación a la red (después del tanque de regulación) y las redes de distribución.
- XLII. Registro:** Abertura con tapa para examinar, conservar o reparar una instalación oculta o subterránea.
- XLIII. SMAPA:** Organismo Descentralizado denominado "Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado", el cual se encarga de administrar los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento, en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- XLIV. Saneamiento:** Es el servicio que brinda el SMAPA, para el tratamiento de aguas residuales, generadas por las descargas sanitarias de uso Doméstico, Comercial, Industrial y Oficial, y ya tratadas son vertidas aun arroyo o río.
- XLV. Servicio de Agua Potable:** Es el servicio de suministro de agua potable que proporciona el SMAPA, para uso Doméstico, Comercial, Industrial y Oficial, para satisfacer las necesidades de la Comunidad.
- XLVI. Servicio de Alcantarillado Sanitario:** Es el servicio que proporciona el SMAPA, para las descargas sanitarias de uso Doméstico, Comercial, Industrial y Oficial, las cuales son captadas por la red sanitaria y conducidas por un colector hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- XLVII. Silleta:** Elemento estructural sobre el cual se soportan tuberías y accesorios. Soporte



separador para mantener el acero de refuerzo en posición.

- XLVIII. Subcolector:** Conjunto que recibe las aportaciones de aguas negras de las atarjeas y termina en un colector.
- XLIX. Supervisor de Obra:** Es el servidor público designado por el Titular del SMAPA encargado de supervisar, vigilar, controlar y revisar la ejecución de los trabajos.
- L. Tanque de regulación:** Depósito que tiene por objeto transformar un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante en un régimen de consumos o demandas (de la distribución) y que generalmente es variable.
- LI. Toma domiciliaria:** Es la instalación que se deriva de la red de distribución de agua para conectarse a la red interna del usuario, en ella se ubica el medidor.
- LII. Vástago:** Dispositivo compuesto de elementos fijos y móviles que controla, obstruye o admite el paso de un fluido en una tubería.
- LIII. V.A.E.A.;** Abreviación de Válvula de Admisión y Expulsión de Aire.
- LIV. Validación de Proyecto:** Es la autorización de los proyectos ejecutivos de la infraestructura hidráulica, sanitaria y de saneamiento para Fraccionamientos, Conjuntos Habitacionales, Comercios, Industriales, y oficinas Gubernamentales en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- LV. Válvula:** Dispositivo compuesto de elementos fijos y móviles que controla, obstruye el paso de un fluido en una tubería.

## Capítulo II.

### Elaboración de Proyecto Ejecutivo de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento

**Artículo 4.-** La Elaboración de Proyecto Ejecutivo para Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y/o Saneamiento es conjunto datos técnicos y planos realizados por toda persona física o moral, en el cual se proyecta lo emitido en el Dictamen de Factibilidad con la finalidad de que el SMAPA proporcione los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y saneamiento, para un predio determinado, considerando la cobertura actual y/o proyectada, dentro del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.

**Artículo 5.-** Para poder elaborar un Proyecto Ejecutivo para Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y/o Saneamiento, el desarrollador deberá de contemplar los siguientes puntos.

- I. Memoria Técnica-Descriptiva.
- II. Memoria de Cálculo.
- III. Tablas de Cálculo.



**IV. Planos y archivos digitales.****V. Consideraciones Técnicas.****VI. Proyecto ejecutivo de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. (En caso de ser necesario)**

**Artículo 6.-** Para elaborar una Memoria Técnica-Descriptiva para Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y/o Saneamiento, se deberá de presentar la Memoria Técnica-Descriptiva donde se describirán todos los aspectos generales, particulares y técnicos del proyecto, que deberá contener:

**I. Antecedentes.**

Deberá describir lo siguiente:

- La zona donde se ubicará el desarrollo habitacional, las zonas del entorno y el tipo de desarrollos perimetrales, en cuanto a su tipo (residencial alto, residencial medio, vivienda popular, industrial, etc.), así como sus características generales.
- Los servicios existentes perimetrales o que cruzan el desarrollo, indicando sus principales características como ubicación, dimensiones, las posibles interconexiones que habrá con el nuevo desarrollo.

**II. Puntos de conexión del agua potable y alcantarillado sanitario.**

Los puntos de conexión del agua potable y alcantarillado sanitario son definidos en el Dictamen de Factibilidad de Servicios emitido por el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado indicando lo siguiente.

- Agua Potable: La ubicación del punto de conexión referenciando calles y/o avenidas, colonia o fraccionamiento colindante, tipo de línea (Conducción, alimentación o distribución), tipo de conducción (Gravedad, bombeo o combinada), diámetro y piezas especiales existentes (en su caso), o bien si el punto de conexión es un tanque deberá indicarse las características de este (superficial o elevado, volumen).
- Alcantarillado Sanitario: La ubicación del punto de conexión referenciando calles y/o avenidas, colonia o fraccionamiento colindante, describiendo el punto de descarga (Red de Atarjeas, Colector, Planta de Tratamiento de Agua Negras), diámetro, material de la tubería existente o pozo de visita, etc. y si es existente o si requiere planta de tratamiento de aguas negras, definir sus características y gastos de diseño.
- Saneamiento: En los casos, en donde no se cuente con la infraestructura sanitaria para desalojar las aguas residuales, y así se disponga en la factibilidad de servicios, la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Negras, se indicará de acuerdo a lo establecido en el presente Lineamiento.



### **III. Datos del Fraccionamiento o Condominio, Conjunto Habitacional o Centros Comerciales etc.**

Se indicará los principales datos.

- Tipo de régimen (Fraccionamiento, propiedad en condominio o mixto)
- Colindancias (Avenidas y calles colindantes)
- Tipo de desarrollo (Residencial, vivienda popular, industrial, mixto, campestre, comercial)
- No. de tomas totales (Habitacionales, comerciales, industriales, de servicio público)

### **IV. Descripción general del proyecto.**

Se deberá describir el proyecto en una forma general, explicando su operación hidráulica a partir de los puntos de alimentación y de los puntos de descarga, definiendo las redes principales y las redes secundarias que lo integran.

Describir las principales características de las redes de cada proyecto como por ejemplo:

- El tipo de toma domiciliaria o descarga sanitaria a emplear.
- El criterio y tipo de válvulas para agua potable.
- El material por emplear en cada instalación.

### **V. Levantamiento de la infraestructura existente y sondeos.**

Con objeto de poder localizar las instalaciones existentes y determinar en forma correcta sus características, será necesario realizar levantamientos o sondeos para conocer:

- Ubicación
- Dimensiones
- Materiales
- Cajas de válvulas
- Cruceros
- Pozos de visita
- Canales
- Interferencias
- Instalaciones Eléctricas, Telefonía, Cable, etc.

**Artículo 7.-** Para elaborar una Memoria Cálculo para Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y/o Saneamiento, toda persona física y moral, deberá de contemplar los siguientes puntos.

La memoria de cálculo contiene los estudios y los cálculos que intervienen en el desarrollo de un proyecto de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento; de acuerdo con el tipo, se desglosará de la siguiente manera:



**I. Agua Potable:**

1. Datos de Proyecto.
2. Población Actual.
3. Población del Proyecto.
4. Dotación.
5. Cálculo de Gastos.
6. Funcionamiento hidráulico de la línea de conducción y/o red de distribución.
7. Capacidad del tanque regulador, en su caso.
8. Capacidad del equipo de bombeo, en su caso.
9. Análisis de la carga disponible de acuerdo al punto de conexión (ubicación, medición y fotos referenciadas) (este dato deberá ser proporcionado por el SMAPA).

**Los planos hidráulicos, deberán contener:**

- Planta de red de distribución y/o línea de conducción, con las elevaciones al nivel del mar.
- Presiones en cada cruce de la red.
- Diseño de cruces; número de cruces, cota piezométrica y carga disponible.
- Lista de piezas especiales con simbología.
- Cantidad de tubería.
- Datos de proyecto.
- Detalle de cruce de puente, alcantarilla y/o barranca.
- Croquis de localización.
- Detalle de atraques de concreto.
- Especificaciones constructivas.
- Simbología de los elementos estructurales existentes y de proyecto.

**Diseño tipo como:**

- Macro medidor ultrasónico.
- Tomas domiciliarias.
- Zanja tipo de acuerdo con el diámetro de tubería proyectada.
- Detalle constructivo del nicho de la toma domiciliaria en pie de fachada.
- Detalle de colocación del marco y contramarco.

**En caso de líneas de conducción por bombeo; deberán enviar proyecto de:**

- Cálculo de velocidades; sujeto al desnivel topográfico.
- Cálculo de atraques en cambios de dirección (codos, tees, crucetas y reducciones de diámetro).
- Cárcamo de bombeo.
- Memoria de cálculo estructural del cárcamo.
- Equipamiento electromecánico y fontanería, incluyendo 2 equipos; uno en operación y el otro en reserva.
- Incluir 3 propuestas de bomba auto contenido, (curvas de eficiencia de cada una).
- Incluir 3 propuestas de marcas de motor.



- Memoria de cálculo del equipo motor-bomba.
- Línea de conducción por bombeo, planta y perfil (con diámetro mínimo de 3").
- Tanque de distribución.
- Memoria de cálculo estructural del tanque.
- Estudio de mecánica de suelos en los sitios donde se desplantará los tanques.
- Diseño en planta de la ubicación de la estación de bombeo, en el interior del predio.
- Polipasto de maniobras electromecánicas.
- Enmallado del terreno donde se construirá los tanques.

**Caseta de Control, en el sitio donde se ubicará la estación de bombeo, el cual deberá contener:**

- Baños y bodegas, así como estancia para el operador de los equipos.
- Arbotantes en el terreno para maniobras nocturnas.
- Portón de acceso de 4 metros de ancho, para acceso de vehículos.

**II. Alcantarillado Sanitario:**

1. Datos de Proyecto.
2. Población Actual.
3. Población del Proyecto.
4. Dotación.
5. Aportación.
6. Coeficiente de Harmon.
7. Gastos.
8. Funcionamiento Hidráulico de atarjeas.
9. Funcionamiento del emisor.
10. Plano de la red de atarjeas, colector y emisor, con elevaciones referenciadas al nivel del mar.
11. Plano de perfil, representando los pozos de visita con sus respectivas cotas de terreno y de plantilla, así como la longitud entre cada tramo.

**Planos Sanitarios, deberán contener:**

- Cantidad de tubería.
- Datos de proyecto.
- Croquis de localización.
- Notas de construcción.
- Simbología de los elementos estructurales existentes y de proyecto.

**Detalles del Diseño de:**

- Descarga domiciliaria.
- Ancho de zanja conforme al diámetro de tubería.
- Pozo de visita común y con caída adosada.







IV. Tabla de cálculo línea de conducción, por bombeo.

**CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE**

PRESION DE TRABAJO KG/CM2	DIAM. INT. (D) cm	ESPESOR PARED DE TUBO (e) cm	VEL. m/seg.	145V	E <sub>r,d</sub>	E <sub>r,e</sub>	$\frac{E_r,d}{E_r,e}$	$1 + \frac{E_r,d}{E_r,e}$	$\sqrt{1 + \frac{E_r,d}{E_r,e}}$	$H = \frac{145V}{\sqrt{1 + \frac{E_r,d}{E_r,e}}}$	SOBREPRESION ABSORBIDA POR VALVULA 80% h	SOBREPRESION ABSORBIDA POR TUBERIA 20% h	CARGA NORMAL DE OPERACION (EN m)	PRESION TOTAL 20% h+CARGA NORMAL DE OPERACION

**CÁLCULO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN, POR BOMBEO.**

DIAMETRO INTERIOR M	DIAMETRO NOMINAL Pulg.	AREA EN m <sup>2</sup> (A)	GASTO EN m <sup>3</sup> /seg. (Q)	VELOCIDAD EN m/seg. (V)	LONGITUD LINEAL en m. (L)	Q <sup>2</sup>	COEF. FRICC. MANNING (N)	CTE. DE MANNING (K)	PERD. FRICC. EN m	% HF (5%) OTRAS PERDIDAS	HFT=HF+%HF	Q HFT (Q EN lps)	75 N N=75%	HP=Q <sup>2</sup> HFT/78*N HP

**Artículo 9.-** Para la presentación de Planos de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y/o Saneamiento, el desarrollador, deberá de considerar los siguientes puntos.

**Esquema general para la presentación de planos.**

Los planos del proyecto deben mostrar una correcta organización de la información, todos los datos deben organizarse fomentando la lectura común de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo mostrando un orden y deben contener, la siguiente información:

- **Unidades empleadas.** Deben ser acordes con la norma NOM-008-SCFI-2002. En caso de utilizar otras unidades colocarlas entre paréntesis.
- **Croquis de localización.** Tiene el objetivo de facilitar la georreferenciación en un sitio determinado. En ocasiones se incluye un croquis de macro-localización y otro de micro-localización y solo debe llevar aspectos relevantes a la ubicación del proyecto, nunca debe llevar información diferente a este.



- **Datos del proyecto.** Contendrá los datos básicos del proyecto. Como ejemplo se muestra la Tabla “Datos de proyecto”, en donde se expresan los datos correspondientes a un proyecto de agua potable. Deberán realizarse cuadros similares para proyectos de potabilización, alcantarillado sanitario, sistemas de tratamiento de aguas residuales.

**Tabla. Datos de proyecto (EJEMPLO).**

Datos de Proyecto	
No. de Viviendas y/o Deptos, Lotes, etc.	177
Densidad de Población por vivienda (2022), hab (INEGI)	3.6
Población actual (2022), hab	637
Dotación, lts/(hab/día)	191.00
Gasto medio diario, lts/seg	1.41
Gasto máximo diario, lts/seg	1.97
Gasto máximo horario, lts/seg	3.05
Coeficiente de variación diaria	1.40
Coeficiente de variación horaria	1.55
Coeficiente de regulación	---
Fuente(s) de abastecimiento	Pozo profundo
Tipo de captación	Subterránea
Gasto de la(s) fuente(s), lts/seg	3.44
Conducción	Bombeo
Capacidad de regulación, m <sup>3</sup>	50.0
Distribución	Gravedad

- **Símbolos.** Debe contener absolutamente todos y cada uno de los símbolos usados en el plano, perfectamente ordenados y escalados, nunca deformados. En las ilustraciones se muestran los símbolos más comunes utilizados en proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- **Notas.** Es el recuadro destinado para dejar registro de indicaciones, aclaraciones o comentarios de los dibujos o proyecto en general. Debe contener sólo notas relevantes y personalizadas a cada proyecto, por lo que no es válido colocar texto solo para rellenar, si no se consideran notas importantes no es necesaria su colocación.
- **Escala.** Se representará sobre el plano como una línea dividida en distancias o unidades en correspondencia con la escala escogida y adecuadas a lo que se desee presentar
- **Cuadros de identificación.** El cuadro de identificación del plano y el cuadro de la empresa que elaboró el proyecto, respectivamente. Deberán de contener las firmas y fechas de los responsables de diseño, revisión y autorización, además de:

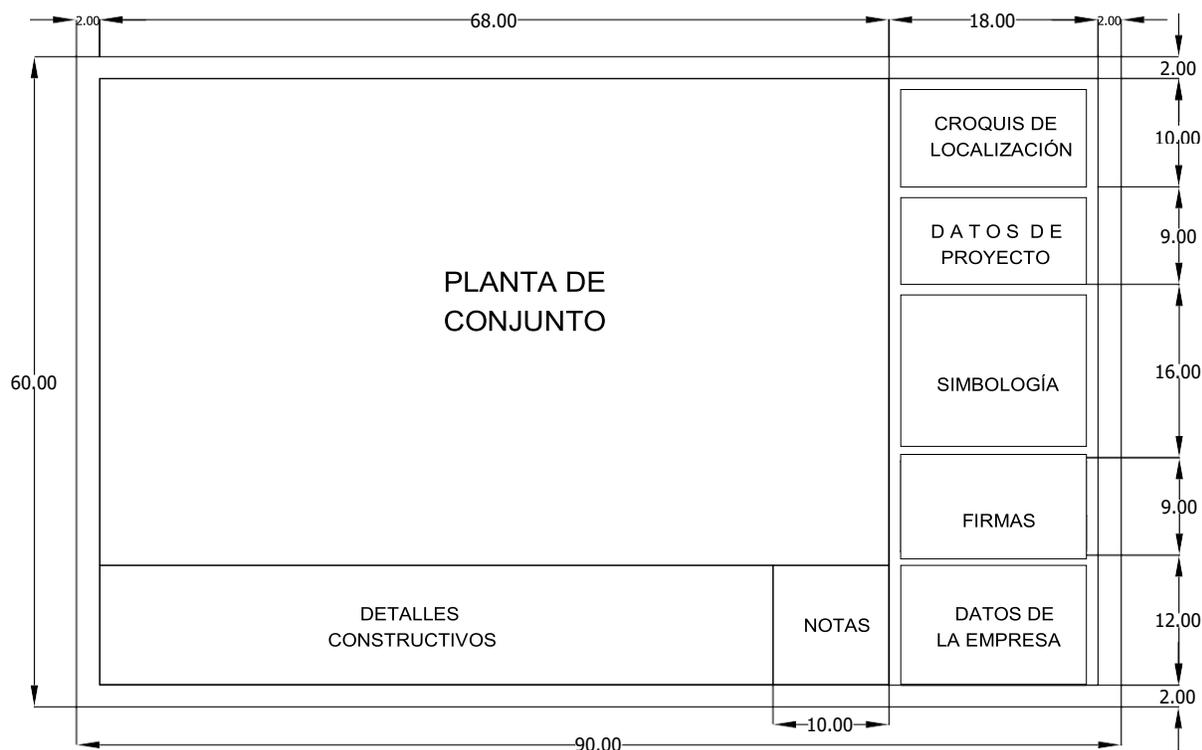


1. Nombre del proyecto y tipo de plano.
2. Lugar y fecha de ejecución del plano.
3. Número de plano.
4. Clave del plano.
5. Escala.
6. Logotipo y nombre de la empresa que elaboró el proyecto. Se deben indicar los nombres de los profesionistas responsables de la elaboración del proyecto, indicando número de cédula profesional.

• **Detalles constructivos.** Se deberán de incluir los detalles constructivos, que se consideré por su complejidad o importancia representar a mayor detalle.

• **Símbolo de orientación del norte.** Es un importante elemento del plano, por lo que se recomienda se coloque en un lugar visible con un tamaño de no menos de 10 cm de largo, indicando si se trata del norte geográfico o del norte magnético.

Para la presentación de planos en lo que respecta a su contenido y forma, deberá de realizarse en base al siguiente esquema:



**Nota:** El área disponible para detalles constructivos y notas variará horizontal o verticalmente según la forma de la planta de conjunto.



I. Tabla característica para la presentación de planos

**Tabla.** Dimensiones para la presentación de planos (unidad en cm)

No	Concepto	Características
1	Medidas del plano	90x60 cm y 120X90 cm según sea el caso.
2	Marco perimetral	2 cm (mínimo)
3	Pie de plano	12x18 cm (aproximado)
4	Cuadro de firmas de los directivos del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.	9x18 cm
5	Croquis de localización	10x18 cm
6	Datos del proyecto	9x18 cm (ó según necesidades)
7	Simbología	16x18 cm (ó según necesidades)
8	Notas y condicionantes de proyecto	Ajustar según necesidades
9	Escala del proyecto	Ajustar según necesidades

II. Pie de plano. A continuación, se define el pie de plano para presentar todos los proyectos al SMAPA.

**Esquema. Pie de plano**

	Nombre del Desarrollo, Fraccionamiento ó Condominio		
	Ubicación		
	Propietario		
	Dirección		
	Firma del Representante Legal		
	Nombre de la Empresa		
	Dirección		
	Firma del Representante Legal		
Sistema: Agua Potable o Alcantarillado Sanitario		Número del Plano	
Nombre del Plano		Acotaciones	Exp. ACAD
		Escala	Proyectó
		Fecha	Dibujó.

III. Símbolos.

Es importante tener en cuenta que el desarrollo de los símbolos dentro de un plano requiere de una secuencia lógica, ya que a pesar de que siempre se acompaña en la solapa un cuadro descriptivo de cada uno, el entendimiento lógico ahorra tiempo a la hora de dar lectura a la información. Por esta razón es importante que siempre mantengan una escala proporcionada en los ejes X, Y, y una calidad adecuada (no presentar símbolos ilegibles y/o distorsionados).





**Esquema.** Símbolos convencionales para piezas especiales.

Silleta de servicio unión Socket		Codo de 90° unión Tope	
Silleta de ramaleo unión Tope		Codo de 45° unión Tope reducción	
Tapón unión Socket		Unión Socket Reducción unión	
Tapón unión Tope		Tope	
Te unión Socket		Brida unión tope	
Te unión Tope		Brida unión Socket	
Cople unión Socket		Contra brida metálica	
Codo de 90° unión Socket			

**Esquema.** Símbolos convencionales para piezas especiales de PVC

Cruz		Reducción espiga	
Te		Codo de 90°	
Extremidad campana		Codo de 45°	
Extremidad espiga		Codo de 22° 30'	
Reducción campana			



**Esquema. Símbolos convencionales para piezas especiales de PEAD**

Válvula reductora de presión		Codo de 90° de fo.fo. con brida	
Válvula de altitud		Codo de 45° de fo.fo. con brida	
Válvula aliviadora de presión		Codo de 22° 30' de fo.fo. con brida	
Válvula para expulsión de aire		Reducción de fo.fo. con brida	
Válvula de flotador		Carrete de fo.fo. con brida (corto y largo)	
Válvula de retención (Check) de fo.fo. con brida		Extremidad de fo.fo.	
Válvula de seccionamiento de fo.fo. con brida		Tapa con cuerda	
Cruz de fo.fo. con brida		Tapa ciega de fo.fo.	
Te de fo.fo. con brida		Junta Gibault	

**Esquema. Símbolos convencionales para proyectos de drenaje y alcantarillado**

Emisor		
Colector		
Subcolector		
Atarjea		
Cabeza de atarjea		
Pozo de visita común		
Pozo de visita especial		
Pozo caja		
Pozo caja unión		
Pozo caja deflexion		
Pozo con caída		
Caída escalonada		
Caja de caída adosada a pozo de visita		
Estación de bombeo		
Línea a presión		
Elevación de terreno		
Elevación de plantilla		
Profundidad de pozo		
Longitud - pendiente - diámetro (m - milés - cm)		
Relleno		
	<b>Construcción futura</b>	<b>Construido</b>
Emisor		
Colector		
Subcolector		
Atarjea		
Estación de bombeo		



Para representar los arreglos de fontanería en tanques, plantas de bombeo, pozos, instalación de placas, válvulas reguladoras de presión, etcétera, los dibujos se realizan a detalle, representando las dimensiones, distancias, y separación entre piezas consideradas. Por esta razón es un error representar cualquier tipo de pieza especial existente.

Los símbolos para el alcantarillado son los tradicionalmente usados y se presentan en la siguiente ilustración.

**Artículo 10.-** Para la presentación Archivos Digitales de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y/o Saneamiento, toda persona física y moral, deberá de contemplar los siguientes puntos.

- I. Todos los planos se deberán de entregar en original para su revisión.
- II. Los archivos digitales de los planos deberán presentarse en CD's o USB dibujados en Auto CAD 2010 referenciados a las coordenadas UTM.
- III. Los CD's o USB deberán ser revisados por el desarrollador antes de entregarlos al Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para que estén limpios de cualquier virus informático.

**Artículo 11.-** El SMAPA contemplara las siguientes consideraciones técnicas para la validación de los proyectos de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y/o Saneamiento.

#### **I. Datos Básicos por considerar para realizar un Proyecto.**

Los lineamientos se desarrollan considerando los conceptos teóricos y las guías de diseño. Explicando los principales conceptos teóricos actuales sobre los datos necesarios para elaborar los proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y sean presentados ante el SMAPA.

##### **a) Agua Potable.**

El objetivo de un sistema de agua potable es proporcionar un servicio eficiente, considerando que el agua tenga calidad, cantidad y continuidad.

El diseño hidráulico del sistema se ejecutará tomando en cuenta los datos básicos de proyecto.

#### **1. Dotación de agua**

La dotación representa el volumen de agua expresado en litros por habitante por día (l/hab/día) que considera los consumos de todos los servicios que se hacen por habitante por día, incluyendo las pérdidas físicas.



## 2. Consumo

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m<sup>3</sup>/día o l/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día.

El consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuario y clima que impera en la región, se divide según su uso en: doméstico y no doméstico; el consumo doméstico se subdivide según la clase socioeconómica de la población en residencial, media y popular. El consumo no-doméstico incluye el comercial, el industrial y el de servicios públicos.

- **Consumo Doméstico.**

**Tabla.** Promedio del Consumo de agua potable estimado por clima predominante.

CLIMA	CONSUMO (l/hab/día)			SUBTOTAL POR CLIMA
	Bajo	Medio	Alto	
CALIDO HUMEDO	198	206	243	201
CALIDO SUBHÚMEDO	175	203	217	191
SECO O MUY SECO	184	191	202	190
TEMPLADO O FRÍO	140	142	145	142

**Nota:**

1. Los niveles socioeconómicos están determinados con base en una clasificación de las viviendas por Área geostatística Básica (AGEB).
2. Para el clima de cada localidad se utilizó el Sistema de Clasificación Climática de Köppen.

Fuente: Encuestas sobre el consumo de agua potable en los hogares (CIDE).

El SMAPA tomará como consumo de **191 l/hab/día**, considerando que Tuxtla Gutiérrez tiene un Clima Cálido Sub-Húmedo, de acuerdo con sistema de clasificación climática de Köppen y en los niveles socioeconómicos para la Ciudad se cuenta con los tres niveles, se toma el promedio o subtotal.

- **Consumo No Doméstico.**

**Tabla.** Consumo en comercios

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA
Oficinas (cualquier tipo)	Públicos 50-100 l/empleador/día (2)(3)
Locales comerciales	6 l/m <sup>2</sup> /día (1) (2) (3)
Mercados y tianguis	100 l/local/día (1)(2)
Baños públicos	300 l/local/día (1)(2)



Lavanderías de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca	(1)(2)
Servicios automotrices	100 l/trabajador/día	(2)
Dotación para animales	25 l/animal/día	(2)

(1) MAPAS CONAGUA

(2) NTC para Diseño y Ejecución de Obras e Inst. Hidráulicas en el D.F.

(3) I.M.S.S.

**Tabla.** Consumo en servicios turísticos

CLASIFICACIÓN	Consumo en Hoteles (l/cuarto/día) (1)	
	Zona Turística	Zona Urbana
Gran turismo	2000	1000
4 y 5 estrellas	1500	750
1 a 3 estrellas	1000	400

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA	
Hoteles, moteles, albergues	300 l/huésped/día	(2) (3)
Campamentos para remolques	200 l/persona/día	(2)

(1) MAPAS CONAGUA

(2) NTC para Diseño y Ejecución de Obras e Inst. Hidráulicas en el D.F.

(3) I.M.S.S.

**Tabla.** Consumo de servicio para personal en industrias

TIPO DE INSTALACION	CONSUMO DE AGUA (l/trabajador/jornada)
Industria donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo	100
Otras Industrias	30

**Nota:** El Consumo para el proceso se obtiene para cada caso particular.

**Tabla.** Consumos para producción de algunos tipos de industria

INDUSTRIA	RANGO DE CONSUMO (m <sup>3</sup> /día)
Azucarera	4.5 - 6.5
Química	5.0 - 25.0
Papel y celulosa	40.0 - 70.0
Bebidas	6.0 - 17.0
Textil	62.0 - 97.0
Siderúrgica	5.0 - 9.0
Alimentos	4.0 - 5.0



En el caso de la industria deben considerarse los consumos por trabajador y según el tipo de productos que se generen, así mismo, las necesidades de riego deberán considerarse por separado a razón de 5 l/m<sup>2</sup>/día.

**Tabla.** Consumo para uso de servicios públicos

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA	
<b>SERVICIOS DE SALUD:</b>		
Atención médica a usuarios externos.	12 l/sitio/paciente	
Hospitales, clínicas y centros de salud.	800 l/cama/día	(a, b) (1,2)
Orfanatos y asilos	300 l/huésped/día	(a) (1,2)
<b>EDUCACION, CIENCIA Y CULTURA:</b>		
Educación preescolar	20 l/alumno/turno	(a, b) (1,2)
Educación básica, media y superior	25 l/alumno/turno	(a, b) (1,2)
Institutos de investigación	50 l/persona/día	(a, b) (2)
Museos y centros de información.	10 l/asistente/día	(a, b) (2)
<b>CENTRO DE REUNIÓN:</b>		
Servicios de alimentos y bebidas	12 l/comida	(a, b) (1,2)
Entretenimiento (teatros públicos)	10 l/asistente/día	(a, b) (2)
Recreación social (deportivos, municipales)	25 l/asistente/día	(a) (1, 2)
Deportivos al aire libre, con baños y vestidores.	150 l/asistente/día	(a) (1, 2)
Estadios, espectáculos deportivos.	10 l/asiento/día	(a) (1, 2)
Lugares de culto: templos, iglesias, sinagogas.	10 l/asistente/día	(a) (2)
<b>SEGURIDAD:</b>		
Cuarteles, defensa, policía y bomberos	200 l/persona/día	(a) (2)
Centros de readaptación social.	200 l/interno/día	(a) (2)
<b>SERVICIOS FUNERARIOS:</b>		
Funerarias y visitantes a cementerios.	10 l/sitio/visitante	(2)
Cementerios, crematorios y mausoleos.	100 l/trabajador/día	(a) (2)
<b>COMUNICACIONES Y TRANSPORTE:</b>		
Estaciones de transporte	10 l/pasajero/día	(1, 2)
Estacionamientos.	200 l/trabajador/día	(2)
<b>ESPACIOS ABIERTOS:</b>		
Jardines y parques	5 l/m <sup>2</sup> /día	

**Nota:**

- a) Las necesidades del riego se consideran por separado a razón de 5 l/m<sup>2</sup>/día.
  - b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se consideran por separado a razón de 100 lts/trabajador/día.
- (1) MAPAS CONAGUA.
  - (2) NTC para Diseño y ejecución de Obras e Inst. Hidráulicas en el D.F.



### 3. Demanda

La demanda actual es la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas.

Para efectos de diseño es importante determinar la demanda futura, esta demanda se calcula con base en los consumos de las diferentes clases socioeconómicas, la actividad comercial, industrial, la demanda actual, el pronóstico de crecimiento de la población y su actividad económica.

Para predecir su comportamiento, se debe considerar lo siguiente:

- La proyección del volumen doméstico total se realiza multiplicando los valores de las proyecciones de población de cada clase socioeconómica, por sus correspondientes consumos per cápita para cada año, dentro del horizonte de proyecto.
- Cuando las demandas comercial, industrial y turística sean poco significativas con relación a la demanda doméstica, y no existan proyectos de desarrollo para estos sectores, las primeras quedan incluidas en la demanda doméstica.
- Cuando las demandas de los sectores comercial, industrial y turístico sean importantes, deberán considerarse las tendencias de crecimiento histórico con los censos económicos o con proyectos de desarrollo del sector público o de la iniciativa privada, y se aplicarán los consumos de cada sector a las proyecciones correspondientes.

Por lo que se refiere a las pérdidas físicas de agua, su valor se estima a partir de su comportamiento histórico tomando en cuenta los proyectos de mantenimiento y rehabilitación probables, así como el establecimiento de un programa de control de fugas.

### 4. Coeficientes de variación

Los coeficientes de variación se derivan de la fluctuación de la demanda debido a los días laborables y otras actividades; Los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria.

Para el SMAPA se consideran los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria que se presentan a continuación:

**Tabla.** Coeficientes de variación diaria y horaria

CONCEPTO	VALOR
Coefficiente de variación diaria (CVd)	1.40
Coefficiente de variación horaria (CVh)	1.55



### 5. Gastos de diseño

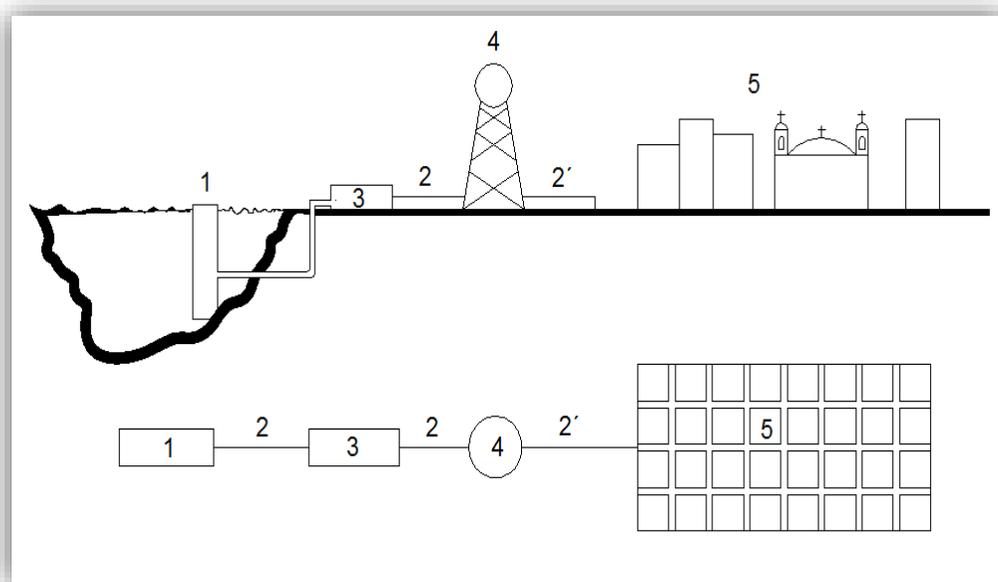
El gasto de diseño es el que prevé la circulación del agua en condiciones críticas en un sistema, conducto o estructura y es la base para el dimensionamiento de estos.

Para los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable se tomarán los gastos de diseño que se muestran a continuación.

**Tabla.** Gasto de diseño para estructuras de agua potable

No.	TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON GASTO MAXIMO DIARIO	DISEÑO CON GASTO MAXIMO HORARIO
1	Fuentes de abastecimiento	X	
1	Obra de captación	X	
2	Línea de conducción antes del tanque de regulación.	X	
4	Tanque de regulación	X	
2'	Línea de alimentación de la red.		X
5	Red de distribución		X
3	Planta Potabilizadora (en procesos y en su funcionamiento hidráulico)	X	

**Esquema.** Componentes del Sistema de Abastecimiento y sus gastos de diseño.



Los diferentes gastos que se utilizan en el diseño de redes de abastecimiento de agua potable, gasto medio diario, gasto máximo diario y gasto máximo horario, deberán calcularse de la siguiente manera:

- **Gasto medio diario:** Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

$$Q_{med} = \frac{D \times P}{86,400}$$

Dónde:  $Q_{med}$ = Gasto medio diario, en l/s.  
 $D$  = Dotación, en l/hab/día.  
 $P$  = Número de habitantes.  
 Tiempo= 86,400 segundos/día.

- **Gasto máximo diario:** Se calculará afectando al gasto medio diario anual por un coeficiente de variación diaria de acuerdo con la siguiente expresión

$$Q_{Md} = CV_d \times Q_{med}$$

- **Gasto máximo horario:** Se calculará afectando al gasto máximo diario por un coeficiente de variación horaria de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_{Mh} = CV_h \times Q_{Md}$$

Dónde:  $Q_{Md}$ = Gasto máximo diario, en l/s.  
 $Q_{Mh}$ = Gasto máximo horario, en l/s.  
 $CV_d$ = Coeficiente de variación diaria.  
 $CV_h$ = Coeficiente de variación horaria.

## 6. Densidad de Población o índice de hacinamiento.

Es el número de habitantes que integra un domicilio, de acuerdo con cada localidad, para el caso de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para determinar la población, se hará según lo dispuesto por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de acuerdo con su Censo de Población y Vivienda vigente (Actualmente es de **3.62 habitantes por vivienda**).

## 7. Presiones admisibles.

La red de distribución tiene la finalidad de proporcionar el servicio de agua potable al usuario en cantidad y calidad adecuada, con presiones que varíen de **1.0 a 5.0 kg/cm<sup>2</sup>** de acuerdo al MAPAS de la CONAGUA. Las presiones o cargas disponibles de operación, que se han de tener en el diseño de la red para la red primaria, deberán ser suficientes para suministrar una cantidad de agua razonable en los pisos más altos de las casas, fábricas y edificios comerciales.



La presión mínima (carga estática) admisible para líneas de agua potable deberá ser de **10 mca** que es igual a **1.0 kg/cm<sup>2</sup>**.

Para los casos en que las presiones estáticas excedan los 5.0 kg/cm<sup>2</sup> (50 m.c.a.) en las redes de distribución, se contemplaran la instalación de válvulas reductoras de presión, de acuerdo a las especificaciones indicadas en el apartado **II. Especificaciones Técnicas Inciso c) Agua Potable Punto No. 7. Válvulas.**

### 8. Velocidades admisibles.

Las velocidades permisibles están gobernadas por las características del agua conducida y la magnitud de los fenómenos hidráulicos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores de velocidad o bien, se puede obtener la velocidad media del flujo, utilizando la ecuación de continuidad:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Dónde: V= Velocidad admisible.  
Q= Gasto, en l/s.  
A= Área de la Tubería.

**Tabla.** Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías.

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/s)	
	MÁXIMA	MÍNIMA
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado a partir de 60 cm de diámetro	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado		
Asbesto cemento		
Hierro dúctil		
PEAD (Polietileno de Alta Densidad)		
PVC (Policloruro de Vinilo)		
PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio)		

En resumen, el límite inferior de escurrimiento en las conducciones será de **0.30 m/s** para evitar el asentamiento de las partículas que pudieran ir suspendidas en el agua, principalmente en el caso de conducir agua recién captada. Mientras que para la velocidad máxima se adopta **5.0 m/s** para evitar la erosión de las tuberías.



## 9. Diámetros Mínimos en Distribución.

Para viviendas unifamiliares, se considerará como diámetro mínimo en la red de distribución será de **3" de diámetro**.

Para viviendas multifamiliares ya sean en tipo de construcción vertical y horizontal, el diámetro mínimo para la red de distribución será de **4" de diámetro**.

El material de las tuberías será:

**TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC):** Esta debe cumplir con los Normas Mexicanas NMX-E-143/1-1998-SCFI y NMX-E-145/1-SCFI-2002, en su versión vigente en tubería serie Métrica e Inglesa, respectivamente.

**TUBERIA DE ACERO:** Los tubos de acero pueden ser galvanizados, sin costura, con costura longitudinal o costura helicoidal. La norma NOM-B-177-1990, en su versión vigente maneja tubos de acero con o sin costura, negros o galvanizados. En el caso de instalación bajo la superficie, deberá protegerse catódicamente.

Esta tubería deberá cumplir, además, con los estándares de ASTM A53 en su versión vigente, con un espesor mínimo de 6 mm (1/4"), para las cuales se deberá considerar su protección anticorrosiva interior y exterior (con excepción de las galvanizadas).

## 10. Línea de conducción

Se llama línea de conducción, al conjunto de tuberías, dispositivos de control y de seguridad que permiten el transporte del agua desde una fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será regulada y posteriormente distribuida. Si existen dos o más fuentes de abastecimiento se denominan redes de conducción.

**Conducción por bombeo:** La conducción por bombeo se requiere cuando la fuente de abastecimiento tiene una altura piezométrica menor a la requerida en el punto de entrega, es decir se encuentra en un nivel inferior al del tanque de regulación o la red de distribución.



El cálculo hidráulico en líneas de conducción a bombeo, se basará en las fórmulas de "HAZEN - WILLIAMS" o "MANNING":

<p><b>HAZEN - WILLIAMS</b></p> $V = 0.355ChD^{0.63}S^{0.54}$ $Q = \frac{0.2788Ch Hf^{0.54} D^{2.63}}{L^{0.54}}$ $Hf = \left(\frac{V}{0.355Ch D^{0.63}}\right)^{\frac{1}{0.54}}$ $Hf = \frac{10.679Le Q^{1.852}}{Ch^{1.852} D^{4.87}}$ $Le = K_p Ch^{1.852}$	<p><b>MANNING</b></p> $Q = V A$ $Hf = K L Q^2$ $K = \frac{10.293n^2}{D^{\frac{16}{3}}}$	<p>Q = Gasto o flujo (m³/s)                  Ch= Coeficiente de rugosidad de la tubería según Hazen-Willians.                  D = Diámetro interior del tubo en metros.                  Hf= Pérdidas de carga por fricción en metros.                  L= Longitud del conducto en metros.                  V= Velocidad media en m/s.                  Kp= Constante de cada pieza especial.                  S= Pendiente Hidráulica.                  K = Constante, adimensional.                  A= Área hidráulica transversal del flujo en metros cuadrados.                  n = Rugosidad del conducto, coeficiente de Manning, adimensional.                  Rh= Radio hidráulico, en metros.                  Le= Longitud equivalente del conducto en metros.</p>
---	---	---

Los Valores del coeficiente de rugosidad "Ch" y "n", para distintos tipos de materiales en tuberías se enlistan en la tabla siguiente; dependen del tipo y estado de tubería.

**Tabla.** Coeficiente de rugosidad valores de Ch y n.

MATERIAL	HAZEN - WILLIAMS (Ch)	MANNING (n)
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125	0.014
Acero Soldado (nuevo) con revestimiento.	130	0.012
Acero soldado (usado)	90	0.014
Fierro fundido limpio (nuevo)	130	0.012
P.V.C. (poli cloruro de vinilo)	150	0.009
Cobre y latón	130	0.012
Conductos con acabado interior de cemento pulido	130	0.012
Concreto, acabado liso	130	0.012
Concreto, acabado común	120	0.013
Polietileno de alta densidad (PEAD)	140	0.010
Hierro dúctil con revestimiento	135	0.011
PRFV (Poliéster reforzado con fibra de vidrio)	155	0.009



**Conducción por gravedad:** La conducción por gravedad se requiere cuando la fuente de abastecimiento tiene una altura piezométrica mayor a la requerida en el punto de entrega, es decir se encuentra en un nivel superior al del tanque de regulación o la red de distribución.

El cálculo hidráulico en línea de conducción por gravedad se hará empleando la fórmula de "MANNING":

$$Q = \frac{1}{n} Rh^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- Q= Gasto en m<sup>3</sup>/s
- Rh = Radio Hidráulico en metros.
- S = Pendiente geométrica del conducto (adimensional).
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional).

El coeficiente "n" representa las características internas de la superficie de la tubería. su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de la tubería. Ver **Tabla**. Coeficiente de rugosidad valores de Ch y n.

El radio hidráulico se calculó con la expresión:

$$Rh = \frac{A}{Pm}$$

Donde:

- Rh = Radio Hidráulico en metros.
- A = Área hidráulica transversal del flujo en m<sup>3</sup>.
- Pm = Perímetro mojado en metros.

Y para determinar las pérdidas por fricción se utilizará la expresión:

$$H_f = KLQ^2 \quad \text{siendo:} \quad K = \frac{10.293n^2}{D^{16/3}}$$

Donde:

- Hf = Pérdidas por fricción.
- K = Constante para pérdidas por fricción en la tubería.
- L = Longitud del conducto en metros.
- Q = Gasto en metros cúbicos.
- D = Diámetro interior de la tubería en metros.

El cálculo consistirá en utilizar la carga disponible para vencer las pérdidas pro fricción, las pérdidas locales en fontanería de alimentación a tanques.



**Conducción mixta:** Es una combinación de conducción por bombeo en una primera parte y una conducción por gravedad en una segunda parte. Conceptos por considerar para el diseño. Únicamente el caso de la línea de conducción a presión, entre la fuente de abastecimiento y el tanque de regulación del propio fraccionamiento.

Las tuberías de conducción deberán de cumplir con los aspectos mencionados a continuación:

- Contar con planta y perfil del trazo de la línea de conducción.
- No cruzar terrenos particulares ni áreas de donación, deseablemente sobre vía pública.
- Dejar pasillos de servicio entre terrenos para ubicar la línea de conducción, estos pasillos de servicio o servidumbre de paso, deberán cumplir lo indicado en el apartado **II. Especificaciones Técnicas, Inciso a) Servidumbre de paso para tuberías de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario**, con acceso libre de construcciones y obstáculos, no se permitirá ningún tipo de construcción.
- Buscar el recorrido más corto entre el punto indicado de conexión y el tanque de regulación o desarrollo habitacional según sea el caso.
- Siendo una instalación urbana se instalará en zanjas, de acuerdo con las secciones de excavación definidas en el apartado **II. Especificaciones Técnicas Inciso c) Agua Potable Punto No. 1. Ancho de Zanjas (B<sub>d</sub>)**.
- Deberá ubicarse la línea de conducción en zanjas separadas de las redes de distribución y de la red de alcantarillado sanitario.
- En la conducción nunca deberán de conectarse tomas domiciliarias.
- Deberá de contar con válvulas de admisión, expulsión (o combinadas) y eliminación de aire y estas estarán ubicadas de acuerdo a lo indicado en el apartado **II. Especificaciones Técnicas Inciso c) Agua Potable Punto No. 7. Válvulas**.
- En los puntos bajos del perfil deberán de proyectarse válvulas de desagüe o desfogue de vaciado para mantenimiento de las tuberías, debiendo presentar diseño de los mismos.
- Contar con un tren de descarga que une la fuente de abastecimiento con la línea de conducción (sea él caso).
- Dispositivos de seguridad contra fenómenos transitorios (torres de oscilación, tanques direccionales, válvulas aliviadoras de presión, etc.) (de acuerdo con el caso).
- En conducciones a presión, las estructuras de protección más importantes son las cajas rompedoras de presión. En conducciones muy largas es recomendable y en ocasiones obligado, utilizar estas estructuras con la finalidad de mejorar el funcionamiento hidráulico de la conducción. En el caso de líneas sometidas a alta presión el criterio a seguir deberá considerar válvulas reductoras de presión.
- Los dispositivos de control y seguridad deberán ser calculados y diseñados para que trabajen adecuadamente.
- En caso de tener tramos obligados de tubería de acero expuesta a la intemperie, deberán preverse juntas de expansión.
- En tubería con cople, deberán diseñarse atraques en los cambios de dirección vertical y horizontal, para presiones de trabajo mayores de 7 kg/cm<sup>2</sup> ( 70 m,c,a,) deberá presentar el diseño de los mismos; en presiones menores podrán utilizarse las dimensiones de los atraques para



redes de distribución, de acuerdo a lo indicado en el apartado **II. Especificaciones Técnicas Inciso c) Agua Potable Punto No. 9. Atraques de concreto m<sup>3</sup>.**

- Para instalación de tubería localizada en cauces de arroyos, deberá proponerse protecciones, para prevenir flotación y falla por socavación.
- En líneas de conducción largas, la colocación de válvulas de seccionamiento para el caso de requerirse una reparación o inspección, a las distancias aproximadas siguientes:

**Tabla.** Distancia de separación entre válvulas en líneas de conducción

Diámetro de tubería	Distancia de separación
Hasta 45 cm (18") de diámetro	500 metros
De 45 cm de diámetro a 107 cm, (42") de diámetro.	500 a 1000 metros
De 107 cm de diámetro en adelante	1000 metros

**Nota:** La localización precisa se determinará en su momento para cada proyecto de acuerdo a varias condicionantes.

**Pérdidas secundarias o menores:** Se entiende por pérdidas secundarias las producidas por ensanchamientos, contracciones, cambios de dirección, entradas, salidas, válvulas y demás accesorios de las tuberías.

Estas pérdidas, en algunos casos no son significativas y normalmente se ignoran, salvo que el proyectista considere necesario calcularlas, se emplean la siguiente fórmula:

$$h = \frac{k \times V^2}{2g}$$

Dónde: h = Pérdida secundaria en metros de columna de agua

k = Coeficiente de pérdida en accesorios; que depende del accesorio que lo genera

V = Velocidad del flujo en m/s

g = Aceleración de gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

**Tabla.** Valores de k coeficiente de pérdida en accesorios

No.	ACCESORIO	VALOR DE k
1	Pérdida a la entrada de un depósito.	0.50
	Conexión de tubería a ras de la pared Tubería entrante.	1.00
	Conexión de tubería abocinada	0.05
2	Pérdida a la salida de un depósito	1.00
3	Contracción brusca de la tubería para distintos valores de relación de diámetros: D1	0.08
	/ D2	0.17
	1.20	0.26
	1.40	



	1.60	0.34
	1.80	0.37
	2.00	0.41
	2.50	0.43
	3.00	0.45
	4.00	0.46
	5.00	
4	Ensanchamiento brusco	$(V1 - V2)^2 / 2g$
5	Codos de 45° radio largo.	0.35 a 0.45
6	Codos de 90° radio corto.	0.50 a 0.75
7	Tes	1.50 a 2.00
8	Válvulas de compuerta (abierta) 100% 75% 50% 25%	0.25

**Cálculo del diámetro de la tubería:** Las diferentes fórmulas para calcular el diámetro dan un valor teórico, que deberá de revisarse con los diámetros comerciales más cercanos a este valor.

El diámetro se encontrará entre los valores obtenidos por la siguiente fórmula, análisis del diámetro más económico, de la Fórmula de Bresse:

$$D_0 = 1.2 * Q^{1/2}$$

Dónde:

D<sub>0</sub>: Diámetro interior del tubo, en metros

Q: Gasto requerido en m<sup>3</sup> / s

Para las líneas de conducción por bombeo deberá calcularse el diámetro económico por el procedimiento analítico.

## 11. Golpe de Ariete.

Con el objeto de revisar el posible efecto, y prever en su caso la protección contra la fuerza dinámica adicional a la carga dinámica normal por la interrupción del bombeo, o el cierre repentino de una válvula, se calculará la sobrepresión máxima producto del golpe de ariete para la condición de máximo gasto, aplicando el principio de conservación de la energía.

Energía Cinética del Agua = Energía para comprimir el agua + Energía para expandir el tubo.

Sustituyendo valores se obtienen los resultados, aplicando la siguiente fórmula:

$$H = \frac{145.26V}{\sqrt{1 + \frac{Es d}{Et e}}}$$



Donde:

H = Incremento de presión ocasionado por el golpe de ariete en m.c.a.

V = Velocidad del agua en la conducción en m/s.

Es = Módulo de elasticidad del agua = 20,670 kg/cm<sup>2</sup>

d = Diámetro interior del tubo en cms.

e = Espesor de la pared del tubo en cm.

Et = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (variable en función del tipo de tubería) en kg/cm<sup>2</sup>.

De acuerdo al valor arrojado por la fórmula, el proyectista deberá en función al gasto de bombeo, diseñar y proponer los mecanismo de protección tanto para la tubería como para las piezas instaladas en el sistema de bombeo.

## 12. Tanque de regulación

La regularización tiene por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante, en un régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable. El tanque de regularización debe de proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión y mantenimiento sea mínimo.

Adicionalmente a la capacidad de regulación se puede contar con un volumen para alimentar la red de distribución en condiciones de emergencia (incendios, desperfectos en la captación o en la conducción).

Este volumen adicional debe de justificarse en aspectos técnicos y financieros, y se define como el volumen de almacenamiento. La capacidad del tanque está en función del gasto máximo diario QMd y la ley de demandas de la localidad. Para el caso del presente documento se adoptarán los valores de variación de gasto horario en (%) determinados por el IMTA, para diferentes ciudades de la república, ver **Esquema. Variación del gasto horario para diferentes ciudades del país (IMTA) (Régimen de demandas)**

El cálculo de la capacidad de los tanques debe de considerar tanto el número de horas de alimentación o bombeo, como su horario.

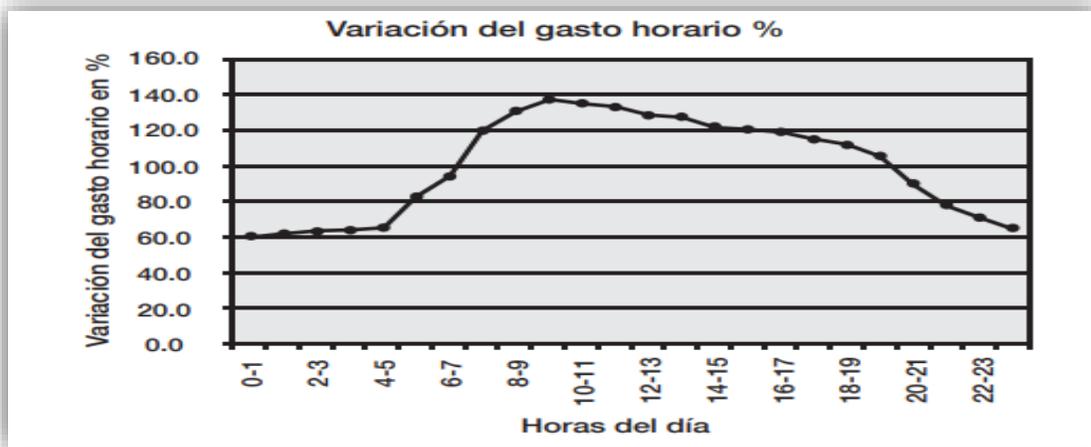
Cuando se modifique el horario de bombeo a un periodo menor de 24 horas / día, se debe de cambiar el gasto de diseño de la fuente de abastecimiento y conducción, incrementándolo proporcionalmente a la reducción del tiempo de bombeo, según la siguiente expresión:

$$Q_e = \frac{Q_d}{t_D} = 24 \text{ hr} * Q_{Md} / t_D$$



Dónde:  $Q_e$ : Gasto de entrada al tanque en l / s  
 $Q_d$ : Gasto demandado en l / s  
 $Q_{Md}$ : Gasto máximo diario en l / s  
 $t_b$ : Tiempo de bombeo en h / día

**Esquema.** Variación del gasto horario para diferentes ciudades del país (IMTA)  
 (Régimen de demandas)



**Tabla.** Régimen de demandas

HORA	VARIACIÓN DEL GASTO HORARIO %	HORA	VARIACIÓN DEL GASTO HORARIO %
0-1	60.6	12-13	128.8
1-2	61.6	13-14	126.6
2-3	63.3	14-15	121.6
3-4	63.7	15-16	120.1
4-5	65.1	16-17	119.6
5-6	82.8	17-18	115.1
6-7	93.8	18-19	112.1
7-8	119.9	19-20	105.6
8-9	130.7	20-21	90.1
9-10	137.2	21-22	78.4
10-11	134.3	22-23	71.0
11-12	132.9	23-24	65.1



**Volumen del tanque:** Con el régimen de demandas anterior podemos establecer el volumen útil del tanque, haciendo varios ejercicios de entradas al tanque, con diferentes horarios de bombeo y aplicando la siguiente fórmula:

$$V_{\text{tanque}} = Q_{\text{Md}} * 3600 * F$$

Donde:

$V_{\text{tanque}}$ : Volumen útil del tanque en  $\text{m}^3$   
 $Q_{\text{Md}}$ : Gasto máximo diario en  $\text{m}^3 / \text{s}$   
 3600: Valor para convertir de  $\text{m}^3 / \text{s}$  a  $\text{m}^3$   
 F: Valor obtenido de calcular [Máximo déficit] + Máximo superávit dividido entre 100 para convertirlo a porcentaje a unidad

Se presentan algunos valores de "F" para distintos horarios de bombeo y los más comunes para este Organismo Operador de acuerdo a su operación en la distribución del servicio.

**Tabla.** Valor de "F" para distintos horarios de bombeo

CANTIDAD DE HORAS DE BOMBEO AL DIA	HORARIO DE BOMBEO	VALOR DE F
24	0 a 24	3.0
20	4 a 24	2.5
16	16 a 20	5.5
12	6 a 18	9.0
8	9 a 17	14.0
6	10 a 16	16.0

Determinando el periodo de bombeo que abastecerá al tanque de regulación, se podrá conocer el valor del Máximo déficit y del Máximo superávit y hacer ejercicios para determinar el volumen más conveniente del tanque, siendo el óptimo, la suma en valor absoluto de los dos valores anteriores y el mínimo el valor del Máximo déficit.

### 12.1. Tanques de Concreto Reforzado.

Los tanques de concreto reforzado podrán construirse de acuerdo a lo que determine este Organismo Operador en los requerimientos, que se enuncian en el apartado II. **Especificaciones Técnicas Inciso c) Agua Potable Punto No. 11. Tanques de Regulación-Almacenaje.** Y cumpliendo con el **Manual de Diseño, Construcción y Operación de Tanques de Regulación para Abastecimiento de Agua Potable** de la CONAGUA 2007.



**Tabla.** Área mínima requerida para tanques tipo de concreto reforzados.

CAPACIDAD DEL TANQUE (m <sup>3</sup> )	TIRANTE DE AGUA (m)	DIMENSION DEL TANQUE (m)	DIMENSION DE TERRENO (m)	ÁREA MINÍMA DEL TERRENO (m <sup>2</sup> )
100	2.50	6.325 x 6.325	20 x 20	400
150	2.50	7.75 x 7.75	20 x 20	400
200	2.50	8.95 x 8.95	20 x 20	400
250	2.50	10 x 10	20 x 22	440
500	3.20	10 x 15	20 x 25	500
1,000	4.20	15 x 15	28 x 28	780
1,500	4.20	15 x 25	28 x 28	1064
2,000	4.20	20 x 25	35 x 40	1400
2,500	4.20	25 x 25	40 x 45	1800
3,000	4.20	25 x 30	40 x 45	1800
3,500	4.20	30 x 30	45 x 45	2000
4,000	4.20	30 x 30	45 x 50	2250
4,500	4.20	35 x 35	50 x 50	2500
5,000	4.20	35 x 40	50 x 55	2750
8,000	4.20	45 x 45	70 x 80	5600
10,000	4.20	50 x 50	85 x 90	7650

## 12.2. Tanques de Acero.

Además de las recomendaciones de SMAPA y de la CONAGUA, deberán observarse los estándares de la AWWA, del Instituto del Tanque Metálico (Steel Tank Institute) y del Instituto Americano de Construcción en Acero (American estándares a cumplir son los siguientes:

AWWA D100. Standard for Welder Steel Tanks for Water Storage. (Estándar para tanques de acero soldado para almacenamiento de agua).

ANSI/AWWA D101-53 (R86). Inspecting and Repairing Steel Water Tanks for Storage. (Inspección y reparación de tanques de agua de acero para almacenamiento).

AWWA D102. Coating Steel Water-Storage Tanks. (Tanques de almacenamiento de agua de acero revestido).

AWWA D103 Factory-Coated Bolted Carbon Steel Tanks for Water Storage (Tanques de acero al carbono atornillados revestidos de fábrica para almacenamiento de agua).

AWWA D104. Standard for Automatically Controlled Impressed. (Estándar para impresos controlados automáticamente). Current Cathodic Protection for Interior of Steel Water Tanks. (Protección Catódica actual para interior de acero tanques de agua).

AWWA C652. Desinfection of Water Storage Facilities. (Desinfección de Instalaciones de Almacenamiento de Agua).



**El Fabricante o Proveedor debe presentar la siguiente documentación:**

- Descripción general del tanque incluyendo materiales y acabados.
- Mecánica de suelos del predio donde se proyecta la construcción del tanque.
- Reporte de mecánica de suelos de la plataforma (al momento de su construcción).
- Resumen de diseño de tanque (incluyendo los planos 60 x 90 cms, del fabricante).
- Reporte fotográfico.
- Manual de mantenimiento.
- Fichas técnicas: sellador, techo geodésico, terminado vidriado, etc.
- Copia de cédula profesional de perito estructural y corresponsable estructural.
- Proyecto ejecutivo con planos de detalles y especificaciones técnicas firmados por responsables estructurales.

**Los planos deberán contener la siguiente información como mínimo:**

- Pie de plano, formato para sello y firmas para su aprobación.
- Especificaciones, notas generales y condicionantes generales del desarrollo, gastos de diseño.
- Nombres y firmas de responsables estructurales de la empresa fabricante como de la empresa desarrolladora.
- Dimensiones, descripción de los materias e información pertinente.
- Detalle de la fijación de las uniones y de la cimentación.
- Ensamblaje del tanque (planos generales) con posiciones abiertas .
- Detalle de aberturas y Tabla con ubicaciones y dimensiones de salidas.
- Detalle de Techo geodésico.
- Detalles estructurales de escalera de acceso, placas y conexiones bridadas.
- Detalle de piso y de cimentación.
- Sistema de Protección Catódica.

**El tanque deberá contener como mínimo:**

- 1 registro hombre para acceso de acero galvanizado con bisagra para el nivel inferior del tanque.
- 1 Escalera exterior vertical con plataforma de trabajo de 1x1m y jaula de seguridad.
- 1 caja vertedora de excedencias con conexión bridada
- 1 escala de nivel
- 4 conexiones bridadas al tanque: tren de llegada y salida (diámetros conforme a gastos de diseño del desarrollo a abastecer), salida de demasías (diámetro conforme al volumen del tanque) y salida para conexión futura (la salida de lavado puede formar parte del tren de salida).
- Techo geodésico de aluminio con puerta superior de 600mm x 600mm para inspección y respiraderos de 500mm con malla contra insectos.
- Base superior para colocación de pararrayos.
- Protección catódica.
- Tipo de selladores que llevará el tanque.



- No. de anillos de refuerzo del tanque
- 1 caja para alojamiento de piloto-flotador.
- Preparaciones para canalizaciones para la colocación de tierras físicas, ductos, etc. Sobre todo el cuerpo del tanque.

El fabricante o proveedor debe presentar, para aprobación del SMAPA, 3 juegos de especificaciones completas y planos de construcción de todos los trabajos que no se detallan en los planos. Se deberá suministrar un juego completo de los cálculos estructurales de la estructura, el techo, la cimentación y la losa del tanque. Todos estos documentos entregados deberán estar firmados por un ingeniero profesional registrado tanto para la estructura del tanque, como el techo, cimentación y protección catódica del tanque.

La aprobación de los planos del tanque por parte del SMAPA, será una aprobación solamente relacionada con el cumplimiento general de los planos y especificaciones del fabricante o proveedor y no garantizará las dimensiones detalladas ni las cantidades, las cuales siguen siendo responsabilidad del fabricante o proveedor.

Las garantías estándar ofrecidas por el fabricante del tanque se incluirán con la información presentada. El fabricante del tanque incluirá un Manual de Operación y Mantenimiento Estándar cuando sea recibido en el acto de entrega-recepción ante el SMAPA.

El fabricante o proveedor deberá incluir las especificaciones técnicas.

## **b) Alcantarillado Sanitario.**

Con la finalidad de retirar el agua que ya fue utilizada en una localidad, llamada agua residual o servida se requiere la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario con el propósito de alejar las aguas negras y con ello evitar enfermedades de tipo hídrico.

El sistema de alcantarillado está compuesto por todos o algunos de los siguientes elementos: red de atarjeas, colectores, interceptores, emisores, planta de tratamiento de aguas residuales, estaciones de bombeo, sitio de vertido o descarga y obras conexas o accesorias. El destino final del agua residual puede ser un cuerpo receptor o el reúso de ella, todo depende de las condiciones de la zona y de la economía, el tamaño de las obras de alcantarillado estará sujeto a las condiciones del proyecto considerando siempre que se debe construir por etapas.

Los sistemas de alcantarillado deben diseñarse y construirse por separado para retirar tanto las aguas negras como las pluviales.

El encauzamiento de las aguas residuales requiere de la aplicación de lineamientos técnicos los cuales permitirán la elaboración de proyectos económicos, eficientes y seguros. El periodo de diseño se define de acuerdo con sus componentes.



## 1. Aportación de Aguas Residuales.

La aportación es el volumen diario de agua residual entregado a la red de alcantarillado. La mayoría de los autores e investigadores están de acuerdo en que la aportación es un porcentaje del valor de la dotación, ya que existe un volumen de agua que se pierde antes de llegar a la red de alcantarillado (25% aproximadamente), como el utilizado para el consumo humano, riego de áreas verdes y pérdidas por fugas en tubería.

Se tomará como aceptable para cuestiones de diseño que la **aportación de aguas residuales** sea el **75% de la dotación** de agua potable como lo recomienda la Comisión Nacional del Agua.

Para los fraccionamientos industriales y comerciales especiales, el proyectista deberá analizar para cada caso en particular el porcentaje de la dotación que se verterá al drenaje sanitario, considerando que parte del agua de consumo debe emplearse en el proceso industrial y áreas verdes.

## 2. Coeficientes de Diseño.

Estos coeficientes son:

- Uno que considera la variación máxima instantánea de las aportaciones (Coeficiente de Harmon (M), en este se aplica al gasto medio diario.
- De seguridad donde se utiliza el gasto máximo instantáneo.

### 2.1. Coeficiente de variación máxima instantánea (Harmon "M").

Para cuantificar la variación máxima instantánea de las aportaciones, se utiliza la fórmula de Harmon, cuya expresión es:

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

Donde:  $M =$  Coeficiente de variación máxima instantánea de agua negras.  
 $P =$  Población servida acumulada hasta el tramo de tubería considerada, en miles de habitantes.

El coeficiente de variación máxima instantánea, o coeficiente de Harmon, se aplica tomando las siguientes consideraciones:

En tramos con una población acumulada menor a los 1,000 habitantes, el coeficiente "M" es constante e igual a **3.8**.

Para una población acumulada mayor que 63,454, el coeficiente "M" se considera constante e igual a **2.17**, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.



Lo anterior resulta de considerar al alcantarillado como un reflejo de la red de distribución de agua potable, ya que el coeficiente "M" se equipara con el coeficiente de variación del gasto máximo horario necesario en un sistema de agua potable, cuyo límite inferior es de  $1.40 \times 1.55 = 2.17$ .

Así, dependiendo de la población servida, el coeficiente "M" tendrá los siguientes valores, siendo el mismo para la zona urbana que para las zonas suburbana y rural:

**Tabla.** Coeficiente de Harmon "M"

<b>POBLACIÓN (Hab.)</b>	<b>COEFICIENTE "M"</b>
Menor de 1,000	3.8
1,000 a 63,454	Aplicar Formula
Mayor de 63,454	2.17

## 2.2 Coeficiente de seguridad (C.S)

Generalmente en los proyectos de redes nuevas de alcantarillado sanitario y en el caso de rehabilitaciones a una red existente se considera un margen de seguridad aplicando un coeficiente previendo los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red, generalmente por concepto de agua pluviales y/o los provocados por un crecimiento demográfico explosivo no considerado. **Para el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas se considera un coeficiente de 1.5.**

## 3. Gastos de diseño

Los gastos que se consideran en los proyectos de alcantarillado sanitario son: medio diario, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

### 3.1. Gasto medio

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. El SMAPA considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente, por lo que no se adicionará al caudal de aguas negras el volumen por infiltraciones.

La cuantificación del gasto medio de aguas negras en un tramo de la red se hace en función de la población y de la aportación de las aguas negras, esta aportación se considera como un porcentaje de la dotación de agua potable, que a su vez está en función de los diferentes usos del suelo (comercial, industrial y habitacional)

La expresión para calcular el valor del gasto medio en zonas habitacionales y condiciones normales es:



$$Q_{med} = \frac{P \times A_p}{86400}$$

Donde:	$Q_{med}$ :	Gasto medio diario (l/s)
	$A_p$ :	Aportación de aguas residuales (l/hab/día)
	$P$ :	Población de proyecto (habitantes)
	Tiempo:	86,400 segundos/día.

Para zonas industriales o comerciales que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes elevados de aguas residuales, se deberá considerar el gasto de vertido que el SMAPA autorice en la viabilidad correspondiente.

Cuando el gasto medio calculado sea menor de 3.0 l/s, se tomará éste último valor para efecto de cálculo de velocidades y tirantes.

### 3.2. Gasto mínimo

El gasto mínimo es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto. Se acepta que este valor es igual a la mitad del gasto medio.

La expresión que generalmente se utiliza para calcular el valor del gasto mínimo es:

$$Q_{min} = 0.5 \times Q_{med}$$

Donde:	$Q_{min}$ :	Gasto mínimo (l/s)
	$Q_{med}$ :	Gasto medio diario (l/s)

Cuando el gasto mínimo calculado sea menor de 1.5 l/s, se tomará este último valor para efecto de cálculo de velocidades y tirantes.

### 3.3. Gasto máximo instantáneo

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado y se determina a partir del coeficiente de variación máxima instantánea de Harmon (M).

$$Q_{maxinst} = M \times Q_{med}$$

Donde:	$Q_{maxinst}$ :	Gasto máximo instantáneo (l/s)
	$Q_{med}$ :	Gasto medio diario (l/s)
	$M$ :	Coficiente de variación máxima instantánea de Harmon (Adim).



### 3.4. Gasto máximo extraordinario

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales y será en función de éste que se determinen los diámetros de las tuberías, ya que brinda un margen de seguridad para prever excesos de las aportaciones que puede recibir la red de drenaje sanitario.

La ecuación utilizada tiene la forma siguiente:

$$Q_{maxext} = C.S. \times Q_{maxinst}$$

Donde:  $Q_{maxext}$  : Gasto máximo extraordinario, (l/s)  
 C.S. : Coeficiente de seguridad, es igual a 1.5  
 $Q_{maxinst}$  : Gasto máximo instantáneo, (l/s)

### 3.5. Gastos de Diseño.

Se presentan los Gastos de Diseño para las diferentes estructuras, ver tabla.

**Tabla.** Gastos de diseño para estructuras.

ESTRUCTURA	GASTO MÁXIMO PREVISTO	GASTO MEDIO
Atarjeas	X	
Subcolectores	X	
Colectores	X	
Interceptores	X	
Emisores a Gravedad	X	
Emisores a Presión	X	
Planta de Tratamiento		X
Estación de Bombeo.	X	

## 4. Cálculo hidráulico.

En la red de atarjeas, en las tuberías, solo debe presentarse la condición de flujo a superficie libre. para simplificar el diseño, se consideran condiciones de flujo establecido.

### 4.1. Velocidad.

Se emplea la fórmula de Manning para calcular la velocidad del gasto "Q", en las tuberías cuando trabajen a gravedad.



La fórmula de continuidad para un escurrimiento continuo permanente es:

$$Q = V * A$$

Donde:

- Q: Gasto en  $m^3/s$ .  
 V: Velocidad del flujo, en m/s  
 A: Área transversal del flujo en  $m^2$ .

Para el cálculo hidráulico del alcantarillado se utiliza la expresión algebraica de la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * r_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- V: Velocidad del flujo, en m/s  
 n: Coeficiente de rugosidad o fricción de Manning.  
 $r_h$ : Radio hidráulico, en m.  
 S: Pendiente del gradiente hidráulico de la tubería adimensional.

El radio hidráulico se calculó con la siguiente fórmula:

$$r_h = \frac{A}{P_m}$$

Donde:

- A: Área transversal del flujo, en  $m$ .  
 $P_m$ : Perímetro mojado, en  $m$ .

En la figura, se presentan las relaciones hidráulicas y geométricas para el cálculo de la red de alcantarillado usando secciones circulares.

#### 4.2. Fórmulas para el Cálculo de los Elementos Geométricos de Sección circular.

$$\frac{y}{D} = \frac{1}{2} * \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)$$

Despejando el ángulo, obtenemos:

$$\theta = 2 * \cos^{-1} \left(1 - \frac{y}{D}\right)$$



Fórmulas de las Relaciones:

$$\frac{R_{pII}}{R_{II}} = \frac{\theta - \text{Sen}\theta}{\theta}$$

$$\frac{A_{pII}}{A_{II}} = \frac{\theta - \text{Sen}\theta}{2 * \pi}$$

$$\frac{V_{pII}}{V_{II}} = \left( \frac{\theta - \text{Sen}\theta}{\theta} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{Q_{pII}}{Q_{II}} = \frac{1}{2 * \pi} * (\theta - \text{Sen}\theta) * \left( \frac{\theta - \text{Sen}\theta}{\theta} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

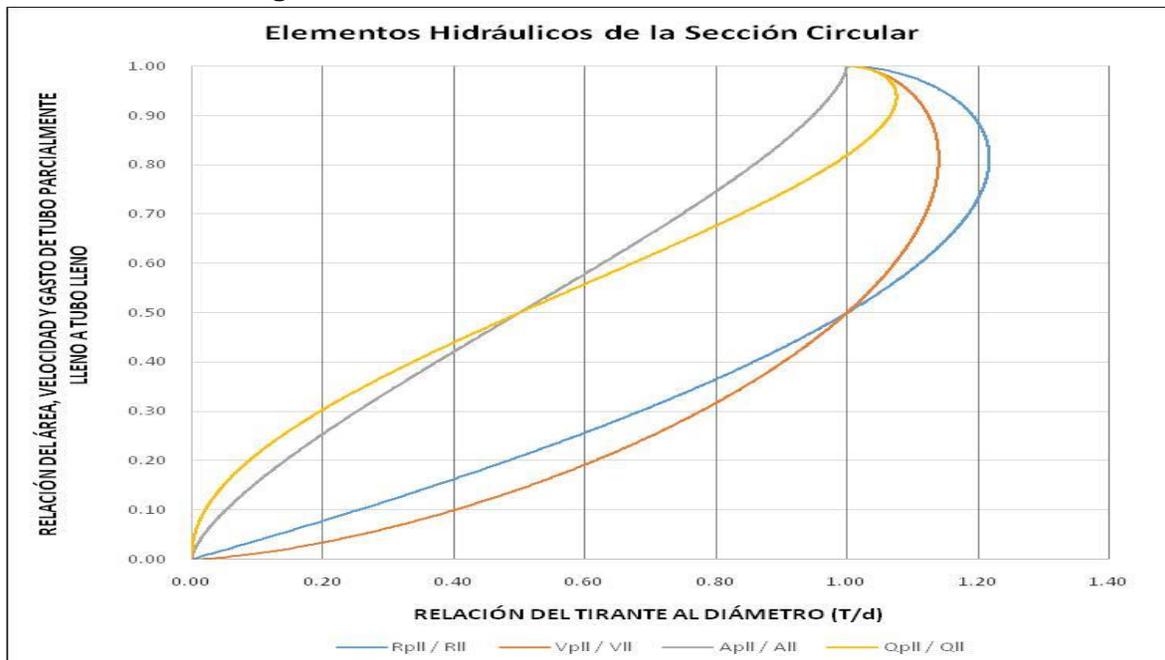
- y = Tirante hidráulico.
- D = Diámetro interior del tubo.
- $\theta$  = Angulo Interno.
- Q = Caudal.
- V = Velocidad.
- A = Área Hidráulica de la sección transversal del flujo.
- R = Radio hidráulico.
- pII = Sufijo que indica sección parciamente llena.
- II = Sufijo que indica sección completamente llena.

**Tabla.** Tabla Generadora de la Grafica.

y/D	$\theta$	R <sub>pII</sub> / R <sub>II</sub>	A <sub>pII</sub> / A <sub>II</sub>	V <sub>pII</sub> / V <sub>II</sub>	Q <sub>pII</sub> / Q <sub>II</sub>
1.0	6.283185307	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9	4.99618309	1.1921	0.9480	1.1243	1.0658
0.8	4.428594871	1.2168	0.8576	1.1397	0.9775
0.7	3.964626346	1.1849	0.7477	1.1198	0.8372
0.6	3.544308495	1.1106	0.6265	1.0724	0.6718
0.5	3.141592654	1.0000	0.5000	1.0000	0.5000
0.4	2.738876812	0.8569	0.3735	0.9022	0.3370
0.3	2.318558961	0.6838	0.2523	0.7761	0.1958
0.2	1.854590436	0.4824	0.1424	0.6151	0.0876
0.1	1.287002218	0.2541	0.0520	0.4012	0.0209



**Figura.-** Elementos Hidráulicos de la sección circular.



### 4.3. Valor del coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad varía según la clase de material de las tuberías. Para el coeficiente "n" de Manning en tuberías se pueden tomar los valores indicados a continuación.

**Tabla.** Coeficiente de rugosidad

MATERIAL	COEFICIENTE (n)
Asbesto – Cemento nuevo	0.010
Asbesto-cemento usado	0.011 a 0.015
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Concreto con revestimiento de PVC/PEAD	0.009
Concreto presforzado	0.012
Acero galvanizado	0.014
Fierro fundido	0.013
Acero soldado sin revestimiento	0.014
Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxy	0.011
PVC pared solidad (policloruro de vinilo)	0.009
PVC pared corrugada/estructurado (policloruro de vinilo)	0.009
Polietileno pared solidad de alta densidad	0.009
Polietileno pared corrugada/estructurado	0.012
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.009



## 5. Parámetros Hidráulicos Permisibles

### 5.1. Velocidades

**La velocidad mínima:** se considera aquella con la cual no se permite depósito de sólidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.30 m/s, considerando el gasto mínimo calculado según el punto 3.2; adicionalmente, debe asegurarse que el tirante calculado bajo estas condiciones tenga un valor mínimo de 1.0 cm, en casos de pendientes fuertes, mayores de 6 al millar, y de 1.5 cm en casos normales.

**La velocidad máxima:** es el límite superior de diseño, con la cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras, así como la generación de malos olores por el ácido sulfúrico que provoca la turbulencia. Este límite varía en función del material de las conducciones y sus valores. Para su estimación se utiliza el gasto máximo extraordinario.

Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios.

**Tabla.** Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías.

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/s)	
	MINIMA	MÁXIMA
Concreto simple	0.30	3.00
Concreto reforzado	0.30	3.50
Acero	0.30	5.00
Asbesto cemento		
Fierro fundido		
Hierro dúctil		
PEAD (Polietileno de Alta Densidad)		
PVC (Poli cloruro de vinilo)		
PP (Polipropileno)		
PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio)		

**Nota:** Las velocidades altas incrementan la magnitud de los fenómenos transitorios. Las velocidades máximas de la tabla son considerando que se han resuelto los problemas asociados a fenómenos transitorios. En el libro "Fenómenos transitorios en líneas de conducción" del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la CONAGUA se explican los estudios correspondientes.



## 5.2. Pendientes

El objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la construcción de estructuras de caídas libres o adosadas que además de encarecer notablemente las obras, propician la producción de sulfuro de hidrógeno, gas muy tóxico, que disminuye notablemente la vida útil de los pozos de visita, y aumenta los malos olores de las aguas negras, propiciando la contaminación ambiental.

Las pendientes de las tuberías, preferentemente, deberán seguir el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, tomando en cuenta topografía, ubicación de los lotes por servir y las restricciones de velocidad y tirantes.

Para el caso de pendientes fuertes, donde no se pueda seguir la pendiente del terreno por las restricciones antes mencionadas, podrán utilizarse escalonamientos con caídas adecuadas.

Así mismo, el proyectista deberá evitar, en la medida de lo posible, la utilización de pendientes mínimas debido a que se asocian a formación de azolvamiento y taponamientos. Por lo anterior la pendiente mínima a utilizar será de **4.00 milésimas (m/km)**.

En la Tabla siguiente se proponen valores de pendientes mínimas que pueden utilizarse como referencia para algunas tuberías en sus diferentes diámetros, no obstante, estos valores podrán modificarse en casos especiales previo análisis particular justificación en cada caso.

**Tabla. Pendientes mínimas para tuberías.**

<b>PENDIENTES MINIMAS DE TUBERÍAS</b> <b>(Suponiendo coeficiente Manning = 0.009)</b>		
<b>Diámetro (pulg)</b>	<b>Diámetro (cms)</b>	<b>PENDIENTE MÍNIMA (Milésimas) (m/km)</b>
8	20	2.0
10	25	1.5
12	30	1.0
14	35	0.7
16	40	0.7
18	45	0.6
20	50	0.5
24	61	0.4
30	75	0.3
36	90	0.3
42	107	0.3
48	122	0.2
60	150	0.2



En casos especiales de fuertes pendientes es conveniente que en el diseño se consideren tuberías que permitan velocidades altas, y dependiendo del caso hacer estudio técnico-económico para determinar el empleo de pendientes mayores, de tal forma que se pueda tener solo en casos extraordinarios y tramos cortos velocidades de hasta **5 m/s**.

### 5.3. Diámetros de la Red

**Diámetro mínimo.** La experiencia en la conservación y operación de los sistemas de alcantarillado a través de los años ha demostrado que para evitar obstrucciones, el diámetro mínimo en la tubería debe ser de 20 cm (8") de diámetro y de 15 cms (6") para descargas domiciliarias individuales.

Para viviendas multifamiliares (Edificios departamentales), locales, establecimientos y desarrollos comerciales, industriales, de gobierno, turísticos, restaurantes, y otras no domésticos, el diámetro mínimo de la descarga a instalar será de 20 cms (8") de diámetro.

**Diámetro máximo.** Este estará en función de varios factores:

- El gasto máximo extraordinario de diseño.
- Características topográficas y de mecánica de suelos.
- El tipo de material de la tubería.
- Diámetros comerciales disponibles en el mercado.

La selección del diámetro dependerá de las velocidades permisibles, aprovechando al máximo la capacidad del tubo trabajando a superficie libre.

### Materiales en Tuberías.

Para redes de atarjeas, subcolectores, colectores e interceptores.

Las tuberías de PVC, para alcantarillado sanitario, deberán cumplir las especificaciones indicadas en las Normativas **NMX-E-211/1-SCFI-2003**, Industria del plástico-Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, utilizados para sistemas de alcantarillado-Serie inglesa-Especificaciones, **NMX-E-215/1-SCFI-2003**, Industria del plástico-Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, utilizados para sistemas de alcantarillado-Serie métrica-Especificaciones.

Para todos los casos se deberá contar con el certificado de cumplimiento vigente de la **NOM-001-CONAGUA-2011**, en su versión vigente.

Para el caso de instalar otro tipo de material de las tuberías, deberá solicitar previamente al organismo operador la autorización, presentando las especificaciones técnicas y certificados de calidad de las mismas para su valoración y autorización.



#### 5.4 Conducción Por Gravedad.

La tubería de las redes de atarjeas sólo presenta la condición de flujo a superficie libre, para simplificar el diseño, se consideran condiciones de flujo establecidos.

- a) El empleo de tubería en conducciones permite hacer el análisis hidráulico de los conductos, dependiendo de las características topográficas que se tengan. en cualquier caso, la velocidad mínima de escurrimiento será de 0.30 m/s, para evitar la sedimentación de partículas y la velocidad máxima permisible para evitar la erosión será de 5.00 m/s.
- b) El cálculo hidráulico en líneas de conducción a gravedad, se hará empleando la fórmula de "MANNING":

$$Q = \frac{A}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

Donde: Q = Gasto en m<sup>3</sup>/s.  
 Rh = Radio hidráulico en metros.  
 S = Pendiente del conducto (adimensional).  
 n = Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional).  
 A = Área en m<sup>2</sup>.

El coeficiente "n" representa las características internas de la superficie de la tubería, su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de la tubería, ver **Tabla**. Coeficiente de rugosidad.

El radio hidráulico se calcula con la expresión:

$$Rh = \frac{A}{Pm}$$

Donde: Rh = Radio hidráulico en metros.  
 A = Área hidráulica en metros.  
 Pm = Perímetro mojado en metros.

Para revisar el cálculo hidráulico se utilizara la Tabla de cálculo para las redes de alcantarillado sanitario.

#### 5.5. Conducción Por Bombeo.

Toda propuesta de proyecto por conducción de aguas negras por bombeo, deberá contar previamente con la autorización del Organismo Operador quien será el encargado de emitir su resolutive para este tipo de propuestas.

### II. Especificaciones técnicas.

- a) **Servidumbre de paso para tuberías de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario.**



Con el objeto de garantizar una adecuada operación y su respectivo mantenimiento de estas, se deberá considerar y garantizar por el desarrollador, una servidumbre de paso libre de construcciones (edificaciones) considerando entre otros factores, los siguientes:

1. En caso de cruzar terrenos particulares, de donación, equipamiento urbano, zona federal, etc., el desarrollador deberá presentar por escrito y formalizada la aceptación del propietario o entidad gubernamental del terreno a utilizar como servidumbre de paso.
2. Dejar pasillos de servicio entre terrenos para ubicar cualquier tipo de infraestructura hidráulica y sanitaria, estos pasillos de servicio deberán ser de 6.00 metros de ancho como mínimo (dependiendo del diámetro de la tubería), con acceso libre de construcciones y obstáculos; no se permitirá ningún tipo de construcción (edificación).

A continuación, se describen los anchos a considerar a ambos lados para la servidumbre de paso, debiéndose considerar éstos a partir del eje de la tubería, en caso de canales se tomarán como eje los hombros de los taludes.

**Tabla. Anchos Mínimos de Servidumbres de Paso.**

<b>Diámetro (pulgadas)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>A.P. (m) a cada lado</b>	<b>A.S. (m) a cada lado</b>	<b>A.P. + A.S. (m) a cada lado</b>
3	76.2	3.00	3.00	3.00
4	101.6	3.00	3.00	3.00
6	152.4	3.00	3.00	3.00
8	203.2	3.00	3.00	3.00
10	254.0	3.50	3.50	3.50
12	304.8	3.50	3.50	3.50
14	355.6	4.00	4.00	4.00
16	406.4	4.00	4.00	4.00
18	457.2	4.50	4.50	4.50
20	508.0	4.50	4.50	4.50
20 en adelante o variable según las condiciones		5.00	5.00	5.00

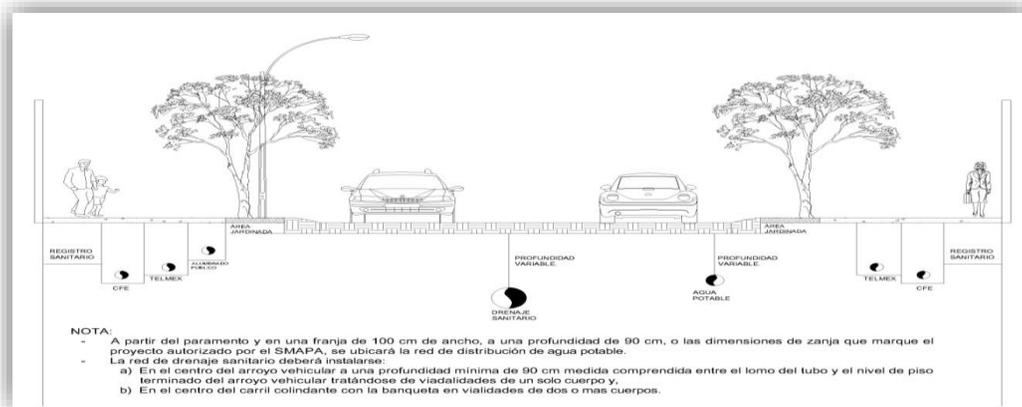
A.P. Agua Potable, A.S. Alcantarillado Sanitario. - La posición y distancia (vertical y horizontal) entre tubería se apegarán a lo establecido en el apartado correspondiente de este manual. en casos particulares y en función de las condiciones propias del sitio, estas dimensiones podrán ajustarse previa autorización del SMAPA. en los casos en que se ubiquen dos tuberías (Ejemplo A.P. + A.S.) sobre una misma servidumbre de paso, se tomarán como ejes los extremos de las tuberías, debiendo considerar la separación propia entre instalaciones para determinar la servidumbre para operación y mantenimiento de dichas instalaciones.



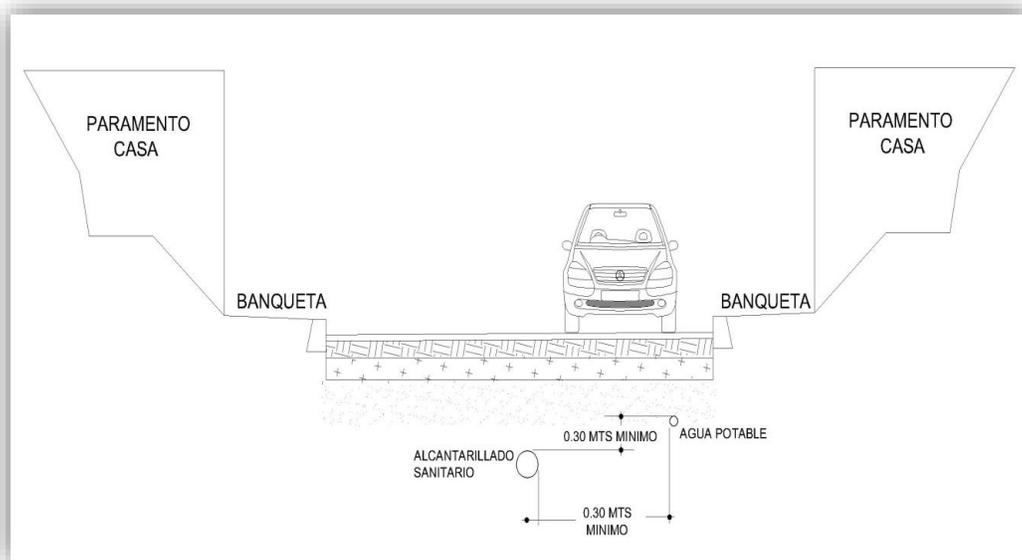
**b) Separación mínima entre diferentes tuberías.**

Las tuberías de agua potable se ubican separadas de otros conductos subterráneos (alcantarillado, gas, electricidad y telecomunicaciones), a una distancia libre mínima de **30 cm vertical y horizontal**, aunque para esta última es recomendable una separación de **50 cm**. La tubería de agua potable siempre debe localizarse por encima del alcantarillado.

**Esquema.** Separación entre tuberías de agua potable y alcantarillado sanitario.



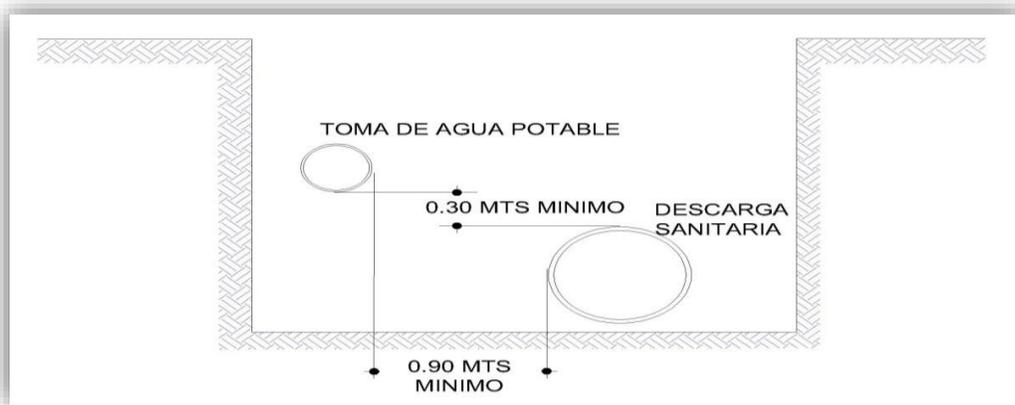
**Esquema.** Ubicación de diferentes tipos de tubería.



Para el caso de las tuberías de una toma domiciliar y la descarga sanitaria, la separación libre mínima entre ambas tuberías, se ejemplifica en la Ilustración siguiente:



**Esquema. Separación entre Albañal y Toma Domiciliaria.**



**c) Agua Potable.**

**1. Ancho de Zanjas (B<sub>d</sub>).**

Es indispensable que, a la altura del lomo del tubo, la zanja tenga realmente el ancho que se indica a continuación; a partir de este punto puede dársele a sus paredes el talud necesario para evitar el empleo de ademe. Si resulta conveniente el empleo de un ademe, el ancho de zanja debe ser igual al indicado más el ancho que ocupe el ademe.

**Tabla. Ancho de Zanja.**

DIÁMETRO NOMINAL		ANCHO	ESPESOR DE PLANTILLA
(cm)	(pulgadas)	(cm)	(cm)
7.5	3.0	60	10
10.0	4.0	60	10
15.0	6.0	70	10
20.0	8.0	75	10
25.0	10.0	80	10
30.0	12.0	85	10
35.0	14.0	90	10
38.0	15.0	95	10
40.0	16.0	95	10
45.0	18.0	90	10
50.0	20.0	115	10
61.0	24.0	130	12
76.0	30.0	150	12
91.0	36.0	170	15
107.0	42.0	190	17
122.0	48.0	210	20
152.0	60.0	250	24
183.0	72.0	280	28
213.0	84.0	320	30
244.0	96.0	355	35



**Nota:**

- Las tuberías que se instalarán serán con extremidades de espiga y campana; debiendo excavarse conchas para facilitar el acoplamiento de los tubos e inspección de las juntas.

**2. Profundidad de Zanja (H).**

La profundidad mínima de las zanjas está en función del diámetro de la tubería por instalar, como se indica en la tabla siguiente:

**Tabla.** Profundidad Mínima de Zanjas.

DIAMETRO DEL TUBO	PROFUNDIDAD MÍNIMA DE ZANJA
Hasta 5 cms	0.70 m
Mayores de 15 cm y hasta 90 cm	0.90m más el diámetro exterior del tubo
Mayores de 90 cm y hasta 12 cm	1.00 m más el diámetro exterior del tubo
Mayores de 122 cm	1.30 m más el diámetro exterior del tubo

**Nota:** Deberá considerarse más el diámetro exterior de la tubería y el espesor de plantilla.

Las profundidades de zanja indicadas anteriormente podrán modificarse en casos especiales previo análisis particular y justificación de cada caso. Los principales factores que intervienen para modificar la profundidad son el tipo de tubería a utilizar (polietileno de alta densidad, acero, etc.) el tipo de terreno en la zona (roca, etc.) y las cargas vivas que se puedan presentar.

La profundidad máxima, de la tubería a nivel de lomo de tubo será de **3.50 metros**, y en casos extraordinarios deberá realizarse un estudio técnico-económico para cada caso en particular, y quedara a juicio del Organismo Operador su aprobación.

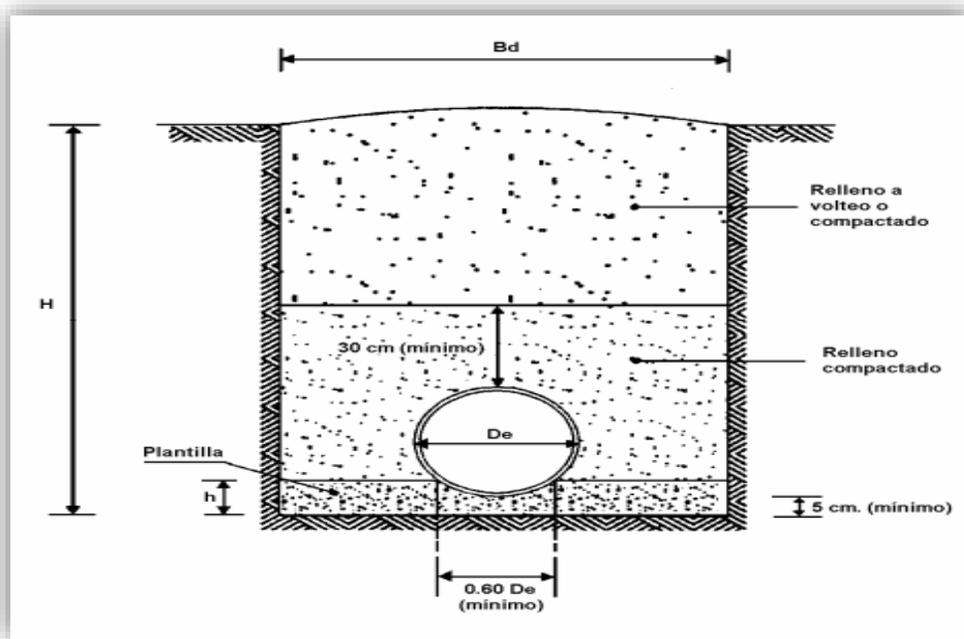
**3. Plantilla o Cama (h)**

La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería, en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior (De). El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30 cm arriba de su lomo con material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería. Ese relleno se debe hacer en capas que no excedan de 15 cm de espesor.

Deberán excavarse cuidadosamente las cavidades o conchas para alojar la campana o cople de las juntas de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja o la plantilla apisonada. El espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería será de 5 cm. El material del relleno se hará con material de banco.

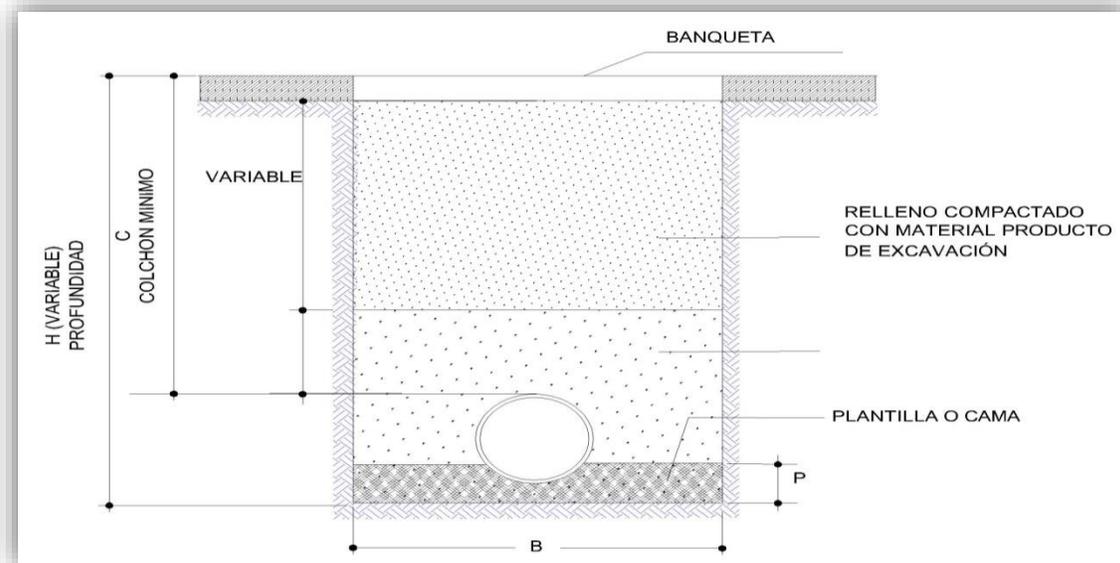


**Esquema. Relleno de Zanja.**

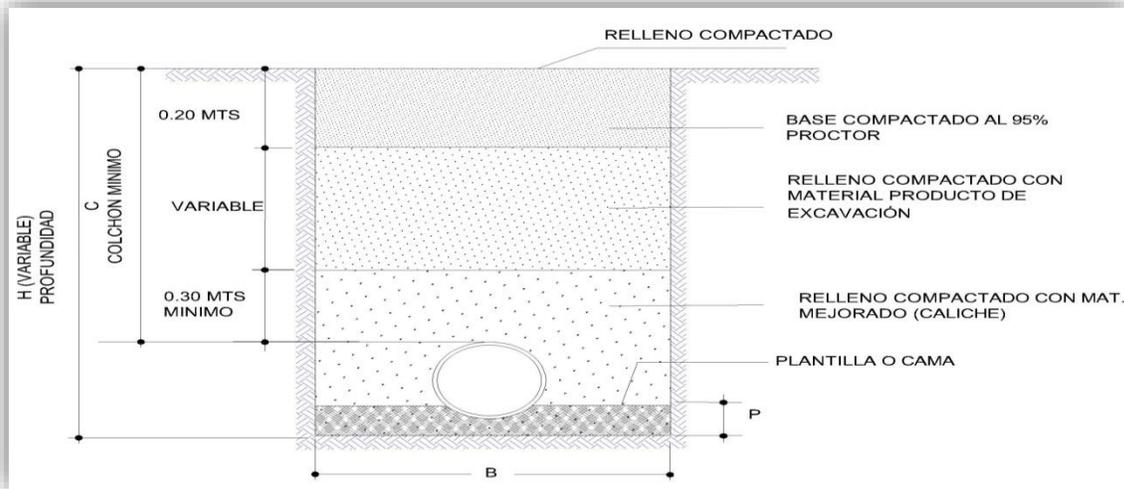


Dónde:  
 $B_d$  = Ancho de Zanja.  
 $H$  = Profundidad de Zanja.  
 $h$  = Plantilla o cama.  
 $D_e$  = Diámetro exterior de la Tubería.

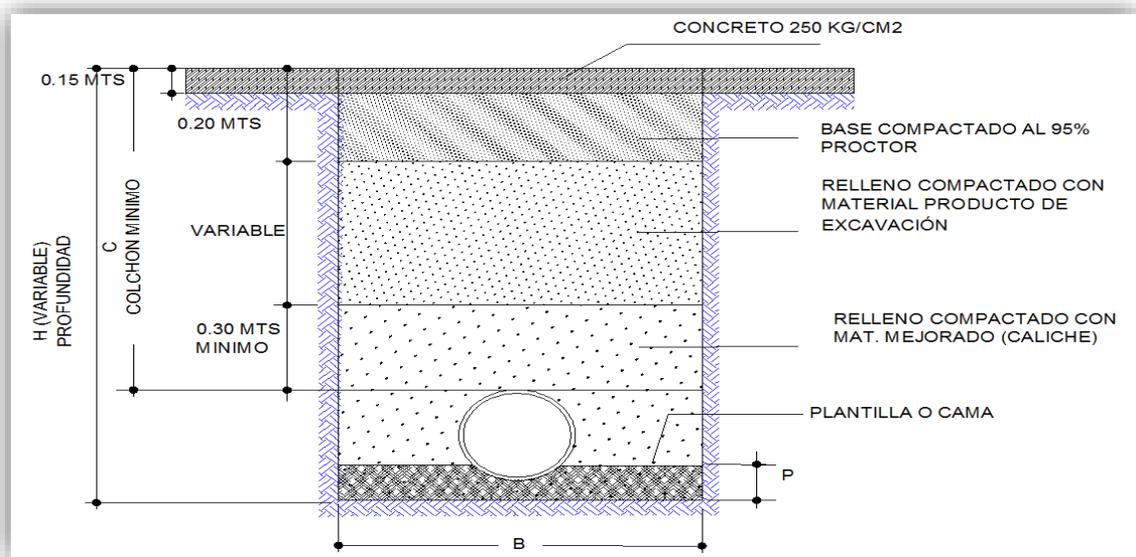
**Esquema. Relleno de Zanja en Vialidad Terracería.**



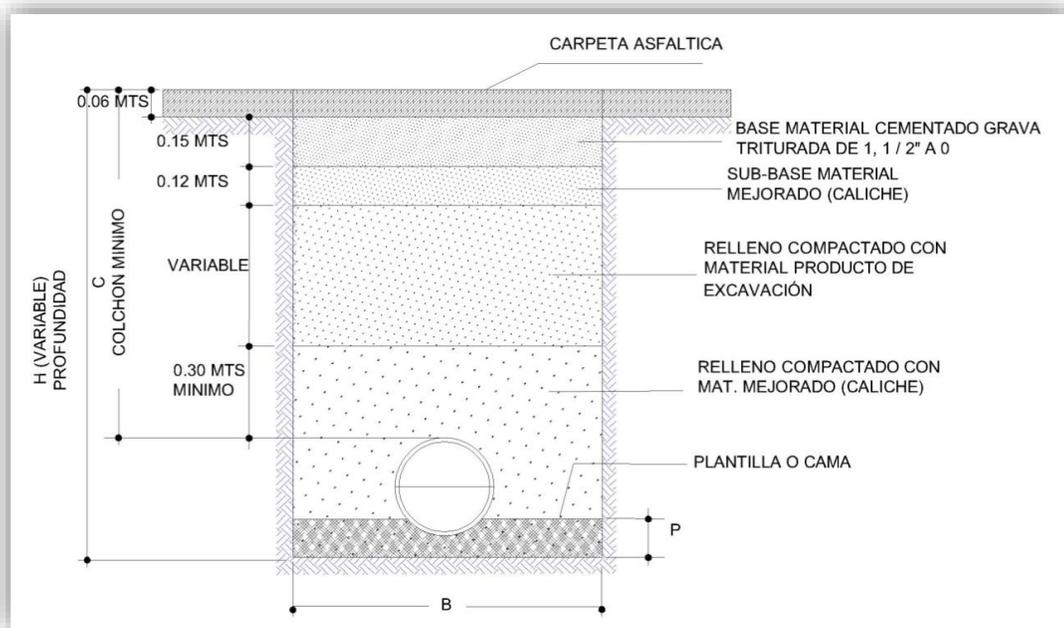
Esquema. Relleno de Zanja en Calzada o Banquetas



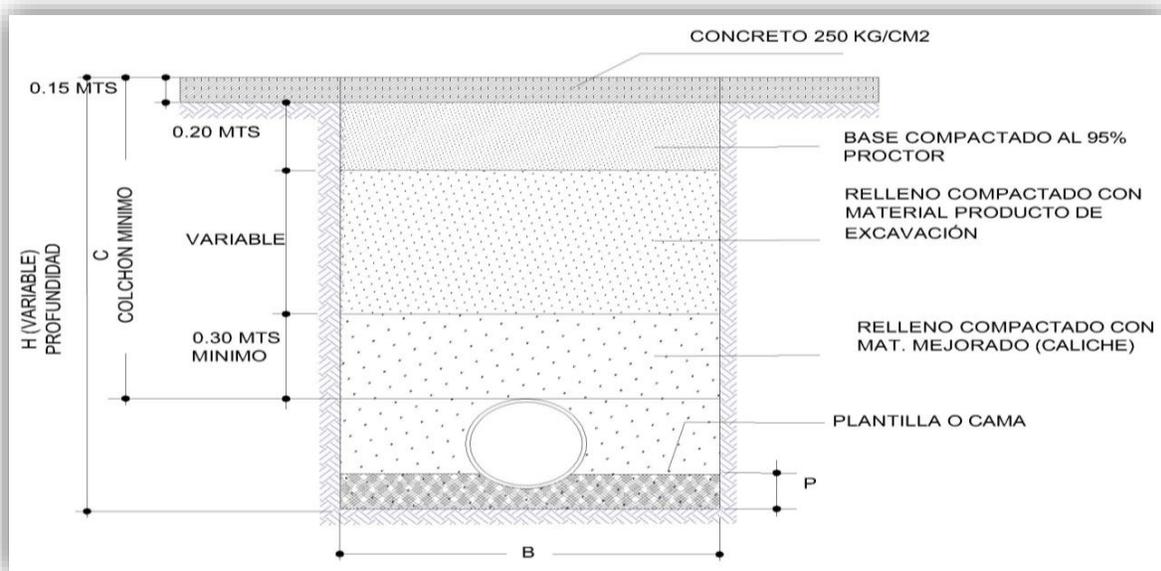
Esquema. Relleno de Zanja en Camellones o Pasillos de Servicio Sin Paso Vehicular.



Esquema. Relleno de Zanja en Vialidad de Concreto.



Esquema. Relleno de Zanja en Vialidad de Asfalto.



### Esquema. Relleno de Zanja en Vialidad Pavimento Mixto.



## 4. Cruces de Tubería en Diferentes Condiciones.

### 4.1. Elevados.

En sitios en donde la topografía es muy accidentada o con depresiones angostas, es común encontrarse con problemas relacionados con el trazo del proyecto hidráulico, el cual podrá continuar por medio de un "cruce elevado". Este generalmente se logra por medio de una estructura que soporta la tubería a instalar. La estructura por construir puede ser puente ligero de acero o de concreto, según el caso.

La tubería para el paso por el puente vial, o peatonal, debe ser de acero y estar suspendida del piso del puente por medio de soportes que eviten la transmisión de las vibraciones a la tubería, la que debe colocarse en un sitio que permita su protección y su fácil inspección o reparación.

El cruce podrá ser de un claro o varios, de acuerdo con las condiciones topográficas que se presenten. Para cada caso deberán realizarse las alternativas convenientes escogiendo las dimensiones correctas, el número de tramos y la posición de los apoyos. Para el soporte de la conducción debe conocerse el diámetro de la tubería, las condiciones de operación, los efectos de temperatura del ambiente, así como también los tipos de fuerzas que deben resistir como son las fuerzas sísmicas, por viento, peso propio y combinación de éstas.



#### **4.2. Subterráneos con caminos y Carreteras.**

En este tipo de cruce se procurará que la línea pase debajo de la vía de comunicación. El objetivo principal en el diseño del cruce, consiste en proteger la tubería de las cargas de los vehículos y al mismo tiempo garantizar la estabilidad y la seguridad de la vía. Para lograrlo se debe diseñar una estructura de protección, que puede ser una camisa a base de tubo de acero o marcos cerrados de concreto, los cuales tendrán por lo menos la longitud del derecho de vía. La instalación de la camisa se realizará por el procedimiento de hincado o zanja a cielo abierto. El tipo de cruce elegido debe cumplir con las especificaciones y contar con la aprobación de la entidad correspondiente (SCT, CONAGUA, etc y concesionarios en su caso).

#### **4.3. Subterráneos con Ríos, Drenes, Arroyos o Canales.**

En este tipo de cruzamientos, se debe tener especial cuidado en desplantar el cruzamiento a una profundidad tal que la erosión de la corriente no afecte a la estabilidad de éste. el cruzamiento subterráneo deberá hacerlo con tubería de acero, revestida de concreto simple o reforzado según lo marque el diseño correspondiente. Se considera una buena práctica colocar sobre el revestimiento en forma integral un lavadero de concreto que siga las curvas de nivel del cauce, para no alterar el régimen de la corriente. En algunas ocasiones cuando no existe el peligro muy marcado de lo que pueda representar la erosión de la corriente, el lavadero de concreto puede sustituirse por otro, construido con material de la región como mampostería de piedra o zampeado de piedra. La tubería debe ser debidamente anclada por medio de atraques de concreto, para impedir el deslizamiento por socavación del fondo del río o arroyo. Estos cruces cuando se instalen en zonas con demarcación Federal, deberán ser autorizados por la CONAGUA.

#### **4.4. Instalación superficial.**

Cuando por necesidad del trazo la elección del cruce sea superficial, se deberán diseñar los soportes y atraques que servirán para sostener el peso de la tubería. Dependiendo del peso de la tubería, de la pendiente de la barranca y el tipo de suelo, se seleccionará la separación y dimensiones de los atraques, así como considerar juntas de expansión para el diseño de estos últimos. Cuando la fuerza que haya que detener sea muy alta o se trate de un suelo blando, se podrá combinar el atraque de concreto embebido en el suelo con pilotes cortos inclinados (anclas) de acero o de concreto, para incrementar su capacidad de carga de deslizamiento. Este sistema se utiliza generalmente cuando existen pendientes muy grandes y en terrenos rocosos, usando tubería de acero ó Hierro Dúctil con candados.

### **5. Cisterna y tinaco**

Como complemento, y considerando que el suministro del servicio de agua potable en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas es tandeado, de forma particular para cada vivienda, el uso de una cisterna y tinaco.



La capacidad de la cisterna y del tinaco será analizado conjuntamente con Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas para cada fraccionamiento en particular y, dependerá de:

- Las condiciones de la fuente de abastecimiento.
- La presión en el punto de conexión definido por Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Los días y horas que se tenga de disponibilidad del servicio en la zona.

La capacidad mínima recomendable del **tinaco es de 1,100 litros para una vivienda, lote o departamento**. Y la capacidad mínima recomendable de **la cisterna debe ser de 3,000 litros por vivienda, lote o departamento**.

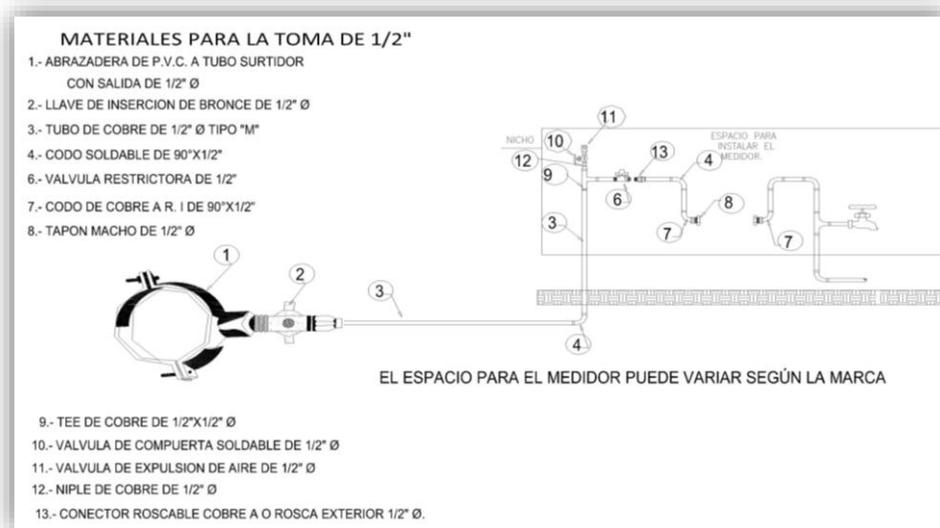
### 6. Tomas Domiciliarias.

La toma domiciliaria tiene como función el proporcionar agua de la red de distribución para conducirla a la instalación hidráulica intradomiciliaria. Se divide en dos partes: ramal y cuadro. Se le llama ramal a la conexión que abarca desde el acoplamiento a la red de distribución hasta el codo inferior del cuadro, cabe señalar que **esta longitud no debe ser mayor a los 15 metros**.

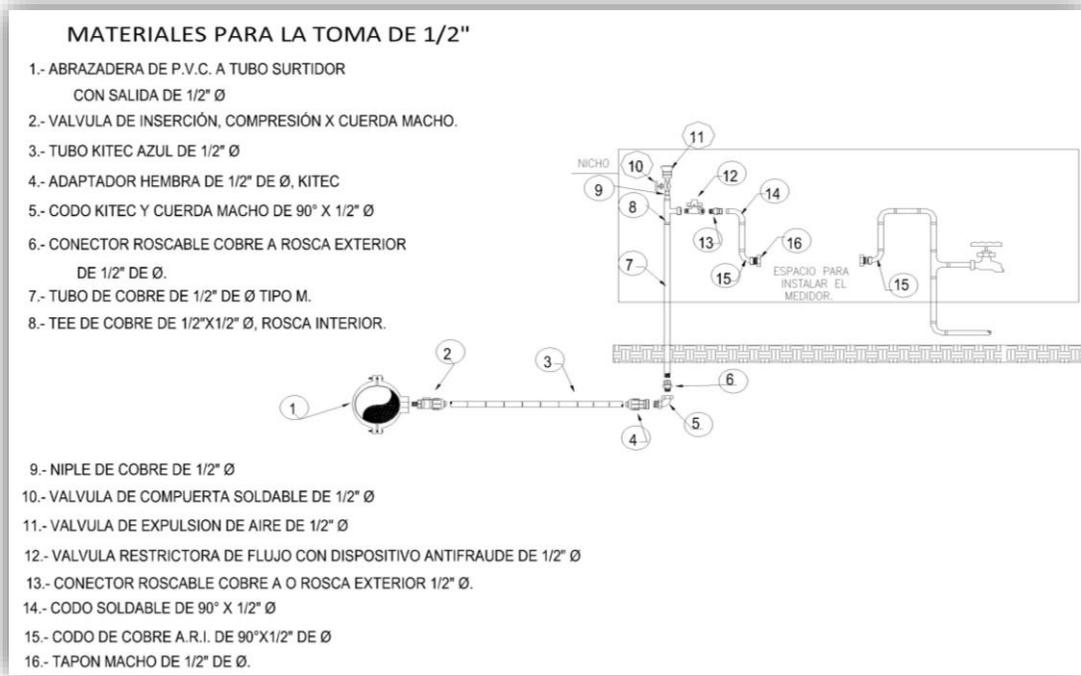
En caso de no cumplir con lo indicado a la longitud máxima, deberá proyectarse una segunda red de distribución colocando en ambas aceras redes de distribución. El cuadro es propiamente el conjunto de tubos y codos que forman una figura rectangular con el objeto de alojar un medidor y que sea cómoda su lectura. El cuadro se encuentra generalmente frente al domicilio del usuario.

Deberán cumplir con las siguientes características, conforme a la Norma NOM-002-CNA-1995:

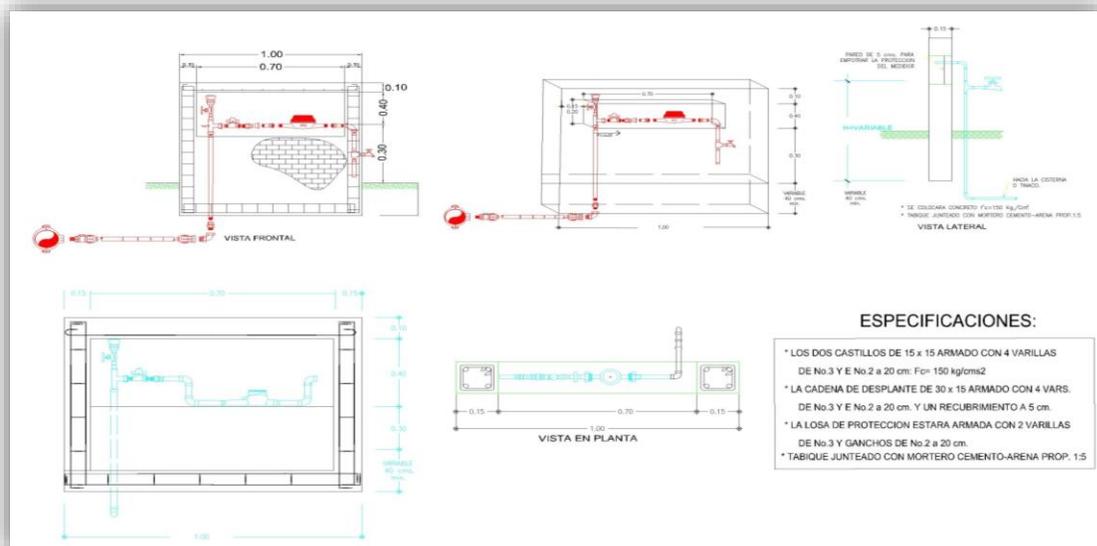
#### Esquema. Detalle de Toma Domiciliaria de 1/2" de Diámetro (En Tubo de cobre flexible y Cuadro con Cobre Rígido Tipo M)



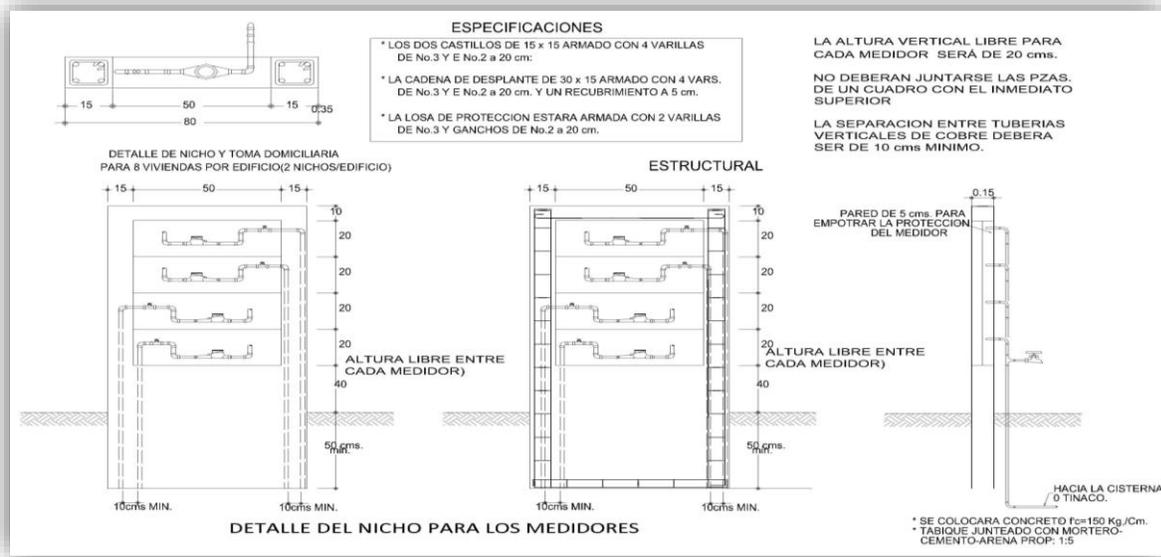
**Esquema.** Detalle de Toma Domiciliaria de 1/2" de Diámetro. (En Tubo Kitec Azul Cuadro con Cobre Rígido Tipo M)



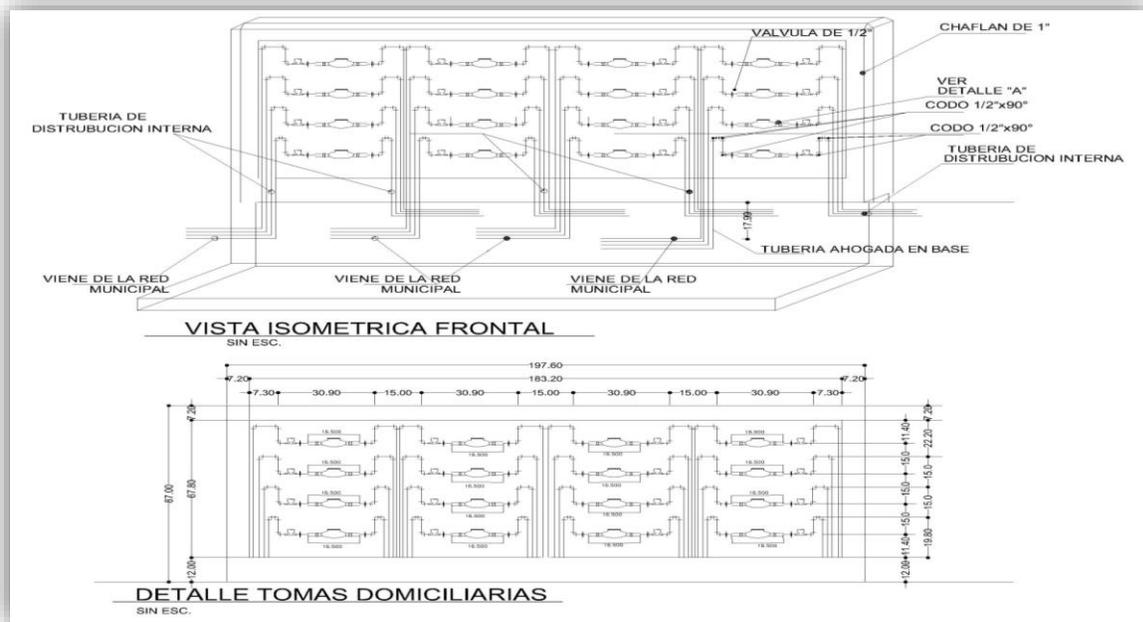
**Esquema.** Cuadro o Nicho de la Toma Domiciliaria de 1/2" de Diámetro (Cuadro con Cobre Rígido Tipo M)



**Esquema.** Cuadro o Nicho de la Toma Domiciliaria de 1/2" de Diámetro Para Edificios, Viviendas unifamiliares, comercios, industrias, oficinas, etc.



**Esquema.** Cuadro o Nicho de la Toma Domiciliaria de 1/2" de Diámetro Para Edificios, Viviendas Unifamiliares, Comercios, Industrias, Oficinas, etc.



Se considerará una sola toma para cada vivienda y/o departamento, ya sea unifamiliar o multifamiliar. Cualquier condición diferente a la definida la deberá autorizar el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Las tomas domiciliarias deberán garantizar un adecuado suministro a la vivienda u otro uso, por lo que será necesario contar con los siguientes diámetros mínimos:

- Para vivienda de interés social, medio y residencial el **diámetro máximo interior será de 1/2"**.
- Para tomas tipo comercial (centros comerciales, locales comerciales, gasolineras, restaurantes, etc.), se determinará el diámetro de la toma para cada caso específico dependiendo del gasto requerido para cada inmueble.

## 7. Medición

La medición es considerada una de las actividades de mayor relevancia en los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. El conocer la cantidad de agua producida y entregada al Sistema, reporta grandes beneficios, como lo es conocer la eficiencia del Organismo Operador. Lo anterior nos permite comparar la producción contra la conducción, distribución y facturación, así como también permite la cuantificación de las pérdidas en el Organismo Operador. La medición se realiza con aparatos denominados: Micro-medidores y Macro-medidores.

SMAPA denominara a los medidores según sus diámetros como se presenta a continuación:

- **Micro-medidores** se usan en medidas de **1/2" y 3/4"** de diámetro.
- **Macro-medidor** es el elemento de medición del flujo de agua a partir de un diámetro igual o mayores a **1"**.

### 7.1. Micro-medidores.

Los micro-medidores se colocan en la toma domiciliaria de cada vivienda y son de uso individual, **no se permitirá el empleo de un micro-medidor para dos o más viviendas**, ya sean en fraccionamiento o condominio. En los casos de los proyectos donde se ubiquen edificios, la instalación del micro-medidor deberá ser antes de cualquier sistema hidroneumático o cisterna, colocados en un cuadro y visibles para la facilitación de la toma de lectura.

Los micro-medidores son colocados por el SMAPA, en el momento en que el usuario realiza su contrato de servicio, tanto para los fraccionamientos como para los condominios.

Para el caso de los condominios el proyecto podrá considerar un circuito o una toma domiciliaria por separado de la red de distribución general, para el servicio de las áreas comunes y la caseta de control, este circuito o toma domiciliaria tendrá su propio micro-medidor, el cual será contratado inicialmente por el desarrollador y posteriormente por el propio condominio.



Los micro-medidores deben cumplir con las siguientes características: **Medidor de agua potable fría, clase metrológica "C", con registro encapsulado IP-68, pre-equipado con tecnología para ser escalado a lectura remota por radiofrecuencia y cumpla con la Norma NOM-012-SCFI-1194.**

## 7.2. Macro-medidores

Los Macro-medidores se emplean en: fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, sistemas de almacenamiento, estaciones de bombeo y redes de distribución.

Así también, para el SMAPA, se recomienda el uso los Macro-medidores Ultrasónicos bridados a partir de 1", para instalarse en las alimentaciones de: Fraccionamientos, Condominios, Centros Comerciales y Edificios de Servicios, etc.

Para el caso de los fraccionamientos o condominios el Macro-medidor se deberá de ubicar en una caja de válvulas al inicio de la línea de distribución como puede ser la entrada del desarrollo habitacional, o en la conexión de la red de distribución del fraccionamiento con la red existente del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Los Macro-medidores que en la actualidad ha definido SMAPA, deben cumplir con lo especificado por la norma NOM-012-SCFI-2002, además que dependiendo de su ubicación deberá contar con características determinadas a continuación:

**"Medidor para agua potable fría, extremos bridados, clase metrológica "C" o mayor, medición ultrasónica, IP-68, cuerpo sintético de alta resistencia, batería con duración de 15 años, incluye kit de conexiones; equipado con tecnología de radiofrecuencia".**

Los Macro-medidores serán suministrados, colocados y probados por el Desarrollador o por el SMAPA según sea el caso, debiendo presentar ficha técnica en español, manual de operación, certificación actualizada por parte de la ANCE, constancia de pruebas por laboratorio autorizado y la documentación necesaria para hacer valida su garantía.

Para que la lectura de los Macro-medidores sea correcta deben de cumplirse las siguientes características:

- El diámetro del macro-medidor debe ser igual al de las tuberías de llegada y de salida, todo en función al gasto y presión de trabajo.
- La tubería de llegada debe de tener un tramo recto de 10 diámetros como mínimo sin ningún tipo de elemento intermedio.
- La tubería de salida debe de tener un tramo recto de 7 diámetros como mínimo sin ningún tipo de elemento intermedio.

## 8. Válvulas

Las válvulas son dispositivos mecánicos empleados para detener, iniciar o controlar las características del flujo en conductos a presión. Pueden ser accionadas manualmente o por medios automáticos o semiautomáticos.



En redes de distribución son más frecuentes las válvulas que se operan manualmente, debido a que los cierres y aperturas son ocasionales.

Las válvulas permiten el aislamiento de ciertos tramos de tubería para realizar reparaciones o mantenimientos o simplemente evitar el flujo o cambiarlo de dirección. También permiten drenar o vaciar una línea, controlar el gasto, regular los niveles en los tanques de almacenamiento, evitar o disminuir los efectos del golpe de ariete (cambios de presión que pueden colapsar una tubería), la salida o entrada del aire, así como evitar contra flujos, es decir no permitir el flujo en dirección contraria a la de diseño.

Las válvulas se dividen en dos clases según su función:

7.1. Seccionamiento

7.1.1 Compuerta

7.1.2. Mariposa

7.2. Control

7.2.1. Admisión y expulsión de aire

7.2.2. Control de nivel de tanque.

7.2.3. Reductora de presión

7.2.4. Contra golpe de ariete ó anticipadora de onda

7.2.5. Sostenedora de presión.

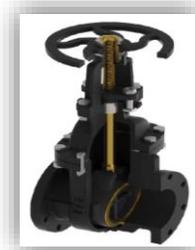
7.2.6. De retención (check)

7.2.7. Reguladora de gasto, entre otras.

7.1. **Válvulas de Seccionamiento.** - En redes de distribución las válvulas de compuerta son las más empleadas para seccionar tramos de tubería, ya sea para su revisión o reparación.

7.1.1. **Válvulas de compuerta.** -Este tipo de válvula funciona con una placa que se mueve verticalmente a través del cuerpo de la válvula perpendicular al flujo. El tipo más empleado es el de vástago fijo para aplicaciones enterradas y el de vástago saliente para aplicaciones sobre superficie.

Los diámetros recomendados son de 2" a 12". Para diámetros mayores se deberá utilizar válvulas de mariposa, y dependerá de la presión en la línea de agua potable; previa revisión y autorización por el SMAPA.



Las especificaciones y/o características que el SMAPA requiere:

"CUERPO ASTM A126 CLASE B, COMPUERTA ASTM B62 GRADO C83600, VASTAGO LATON ASTM B16, ASIENTO DE ANILLO Y CUÑA ASTM B62 GRADO C83600, CUÑA ASTM A 126 CLASE B , TAPA O BONETE ASTM A126 CLASE B, TUERCA DE DISCO LATON FUNDIDO (Mn-LATÓN), JUNTA DE CUERPO DE BONETE GRAFITO, BUJE PRENSA EMPAQUE ASTM A 126 GRADO B, BIRLOS CUERPO TAPA DE BONETE ASTM A307 CLASE B, TUERCAS CUERPO TAPA DE BONETE ASTM A563 CLASE B, DREN ACERO AL CARBON, BIRLOS TAPA FUNDA ASTM A307 CLASE B TUERCA TAPA FUNDA ASTM A563 CLASE B, EMPAQUE GRAFITO, BIRLOS TORNILLO DE YUGO ASTM A 307 CLASE B, TUERCAS A 563 CLASE B, JUNTA GRAFITO, CAJA DE EMPAQUES ASTM A 126 CLASE B, BRIDA PRENSA DE EMPAQUES ASTM A 536 65-45-12, PROTECTOR DE VASTAGO ACERO AL CARBON, VARILLA INDICADORA ASTM B16, GRASERA ACERO AL CARBON, ALIMENTADOR DE EMPAQUE ACERO AL CARBON, PURGADOR ACERO AL CARBON, TUERCA VASTAGO Y/O VOLANTE ASTM A 563 CLASE B, VOLANTE ACERO AL CARBON, OPERADOR HIERRO/ACERO AL CARBON Y PLACA DE IDENTIFICACION DE ALUMINIO".

- 7.1.2. **Válvulas de mariposa.**-Estas válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco y lo hace girar centrado en el cuerpo de la válvula. Las válvulas de mariposa pueden sustituir a las de compuerta cuando se tienen diámetros grandes y presiones bajas en la línea.



Para diámetros mayores a 16", se recomienda el uso de una válvula de paso (bypass), para igualar las presiones a ambos lados de la válvula, haciéndola más fácil de abrir y cerrar.

- 7.2. **Válvulas de Control.**- Estas pueden ser; de altitud, de admisión y expulsión de aire, controladoras de presión, o de variación (de desagüe) y su utilización debe ser plenamente justificada en la memoria descriptiva y/o de cálculo según lo requiera el SMAPA.

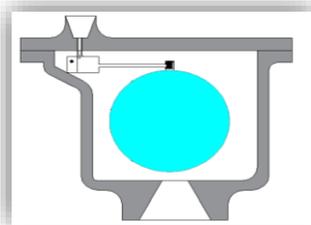


- 7.2.1. **Válvulas de admisión y expulsión de aire.**-Este tipo de válvulas se instalan para permitir la entrada o salida de aire a la línea. Lo anterior puede presentarse durante las operaciones de llenado y vaciado de la línea.

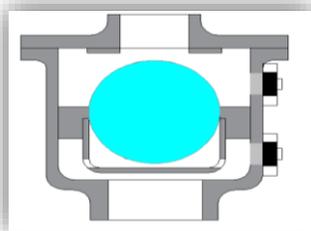
Accesorios para prevenir y controlar el aire y el vacío en las tuberías:

Existen varias clasificaciones de las válvulas para controlar el aire, algunas se basan en el tamaño del orificio por lo que las clasifican como: válvulas de orificio pequeño y válvulas de orificio grande. La siguiente clasificación se basa principalmente en el funcionamiento de las válvulas:

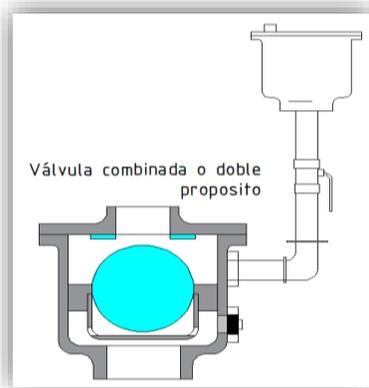
- **Válvulas eliminadoras de aire o automáticas:** Las cuales funcionan en los sistemas presurizados expulsando el aire que se libera del agua al haber cambios de presión en la tubería por cambios topográficos.



- **Válvula de admisión y expulsión de aire:** Las cuales funcionan para evacuar el aire durante el llenado de las tuberías y para admitir aire en el vaciado, sea accidental o intencionado.

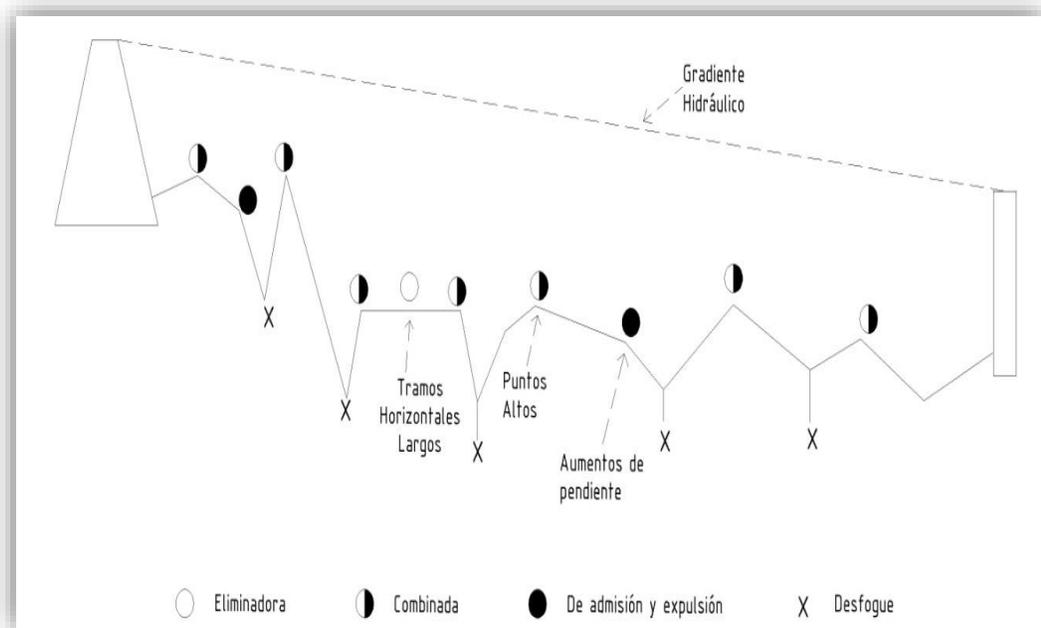


- **Válvulas combinadas o de doble propósito:** Las cuales combinan el funcionamiento de los dos tipos anteriores, por un lado, admiten y expulsan aire, en el llenado y vaciado de la tubería y por otro evacúan el aire que se libera del agua.



La ubicación de estas válvulas estará en función del análisis de transitorios de la línea, en donde evitaremos primero el acumulamiento del aire, que bloquea o reduce la capacidad de conducción, y segundo la formación de vacíos parciales durante su vaciado, que pudieran causar el colapso o aplastamiento de la tubería; de lo anterior; se localizaran:

**Esquema.** Localización de las válvulas de control de aire.



Además, se recomienda instalar las válvulas en:

- Puntos donde la tubería salga del suelo, por ejemplo, en la instalación de válvulas de control. Si después de la válvula la tubería asciende, instalar una eliminadora de aire, si desciende y hay peligro de vaciado rápido, una válvula combinada.
- En tuberías con pendiente uniforme a una separación no mayor de 300 m. entre cada válvula.
- En los equipos de bombeo, antes de la válvula de retención (check) se recomienda instalar una válvula de admisión y expulsión de aire.
- Se debe instalar una válvula combinada antes de los medidores (10 diámetros) para evitar error en las mediciones y daños al equipo.
- En el cruce de carreteras, después del cruce una válvula combinada.



Cálculo del diámetro mínimo de las válvulas:

La selección del diámetro de las válvulas para el control del aire se hace mediante los gráficos de funcionamiento de las válvulas publicadas regularmente por los fabricantes, en las cuales se entra con una presión diferencial (**máximo 5 PSI, 0.35 kg/cm<sup>2</sup>**) y el caudal de aire. También existen reglas de cálculo, entrando con el gasto de la tubería (o con la pendiente y el diámetro del conducto) se obtiene el diámetro necesario de la válvula.

Selección de válvulas de Admisión y Expulsión de Aire:

Se recomienda para seleccionar el diámetro de las válvulas de admisión y expulsión de aire lo siguiente:

1. Para determinar el diámetro mínimo permisible de la válvula capaz de **expulsar** aire en pies cúbicos por segundo:

$$PCAS = Q / 28.32$$

Donde:

PCAS= Pies Cúbicos de Aire por Segundo.  
Q = Gasto en Litro por Segundo.

Con el Resultado, en la gráfica, se deberá elegir el diámetro de la válvula sin exceder de una presión diferencial de 2 lb/pulg<sup>2</sup>.

2. El diámetro mínimo permisible de la válvula capaz de admitir aire esta dado por el diámetro de la tubería y la pendiente de altura entre los metros de longitud. Se pueden tener dos pendientes diferentes, por lo que deberá considerarse al pendiente más severa:

$$PCAS = 0.08665\sqrt{P * D^5}$$

Donde:

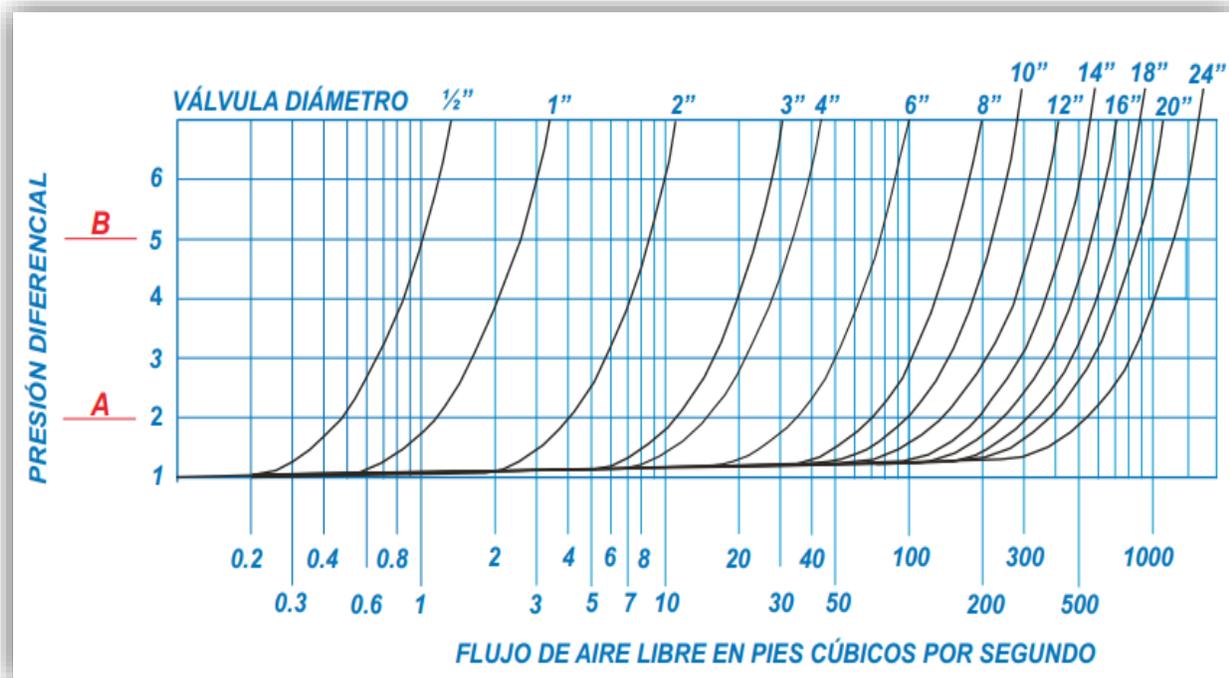
PCAS = Pies Cúbicos de Aire por Segundo.  
P = Pendiente (metros de altura entre metros de Longitud).



D= Diámetro de la tubería en pulgadas.

Con el resultado, en la grafica, se deberá elegir el diámetro de la válvula sin exceder de una presión diferencial de 5 lb/pulg<sup>2</sup>.

**Esquema.** Gráfica, elección de Diámetro de las Válvulas.



Selección de Diámetros:

Tabla para seleccionar las válvulas de admisión y expulsión de aire en la descarga a bombas de pozo profundo										
Gasto en lps de la bomba sin carga	13	20	30	75	125	310	500	1260	2250	3150
Diámetro de la válvula	1/2	3/4	1	2	3	4	6	8	10	12
Tabla para seleccionar las válvulas de admisión y expulsión en la línea de conducción										
Gasto en lps de la línea	25	45	80	245	450	690	1450	3150	4500	7000
Diámetro de la válvula	1/2	3/4	1	2	3	4	6	8	10	12

Selección de Válvulas Eliminadoras de Aire:



No existen métodos para la selección del diámetro de este tipo de válvulas, todas las recomendaciones están basadas en la experiencia, sin embargo como la cantidad de aire disuelto en el agua que se libera dependen directamente de la presión y temperatura del conducto, se da a continuación una guía aproximada para seleccionar la válvula según el tamaño del orificio necesario para eliminar el aire.

**Tabla.** Guía para seleccionar la válvula eliminadora de aire necesaria

Diámetro Máximo de la Tubería		Gasto Máximo	Presión en PSI (kg/cm <sup>2</sup> )					
			1 a 50 * (0.07 a 3.5)		1 a 150 * (0.07 a 10.5)		1 a 300* (0.07 a 21.1)	
			Diámetro del orificio de salida	Capacidad	Diámetro del orificio de salida	Capacidad	Diámetro del orificio de salida	Capacidad
pulg	Mm	lps	pulg	PCM	pulg	PCM	pulg	PCM
6	160	50	1/32"	5	1/16"	6	0	0
10	250	140	1/8"	9	3/32"	14	1/16"	12
16	400	330	1/8"	9	1/8"	24	5/64"	18
48	1,200	3,150	5/16"	58	3/16"	54	3/32"	26
96	2,400	9,500	1/2"	149	3/8"	220	7/32"	143

7.2.2. **Válvulas de control de nivel.-** Se emplean para controlar el nivel del agua en un tanque en sistemas de distribución con excedencias a tanques. Existen de dos tipos: de una sola acción (en un solo sentido del flujo) y de doble acción (en dos sentidos del flujo). La válvula de una sola acción permite el llenado del tanque hasta un nivel determinado. El tanque abastece a la red por medio de una tubería de paso con una válvula de retención, la cual se abre cuando la presión de la red es menor a la prevista por el tanque. La válvula de doble acción realiza el proceso anterior sin tener una válvula de paso (bypass). También se les llama válvulas de altitud a aquellas que están previstas con un piloto, el cual actúa para el cierre o apertura de la cámara de la válvula, dependiendo de la carga hidráulica a la cual se haya calibrado previamente para llenar los tanques hasta un nivel determinado, modulando la apertura para mantener el nivel del agua constante, ajustando el gasto del suministro.



- 7.2.3. **Válvula reductora de presión.-** Mantiene un control de la presión aguas abajo a un valor establecido, independientemente de los cambios de presión, gastos o ambos, aguas arriba. Se emplea generalmente para el abastecimiento de zonas bajas de servicio.

Para especificar correctamente la válvula reductora de presión deberá obtener los siguientes datos:

- Gasto mínimo en litros por segundo (l/s).
- Gasto máximo horario en l/s.
- Presión mínima en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), que permita cubrir el punto más elevado del desarrollo o del circuito.
- Presión máxima en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

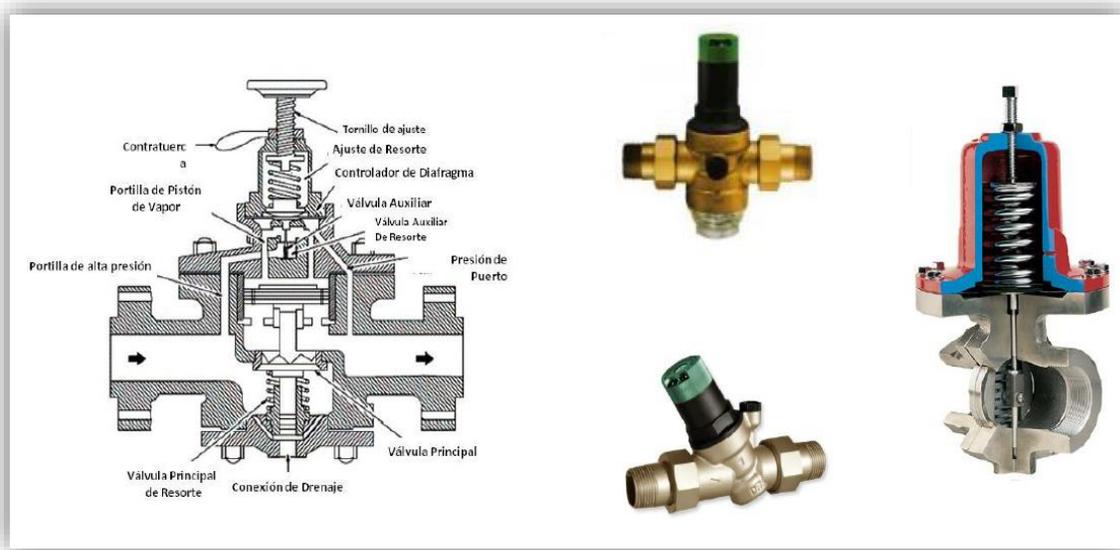
Cuando la presión en las líneas de alimentación supere los  $8 \text{ kg}/\text{cm}^2$  deberá instalarse un tren de dos válvulas reductoras de presión con rango de 3 a 1 o más.

Cuando se trate de un desarrollo nuevo deberá tomarse el gasto teórico (QMh) del proyecto como gasto máximo.

#### a) Válvulas reductoras de presión de $\frac{1}{2}$ " a 2" de diámetro.

La función de la válvula es la de reducir una alta presión existente a una determinada presión de salida, más baja sin golpes y sacudidas. La válvula reductora de presión podrá ser del tipo de asiento único, contrabalanceada con el cuerpo de globo de paso recto y conexiones roscadas.

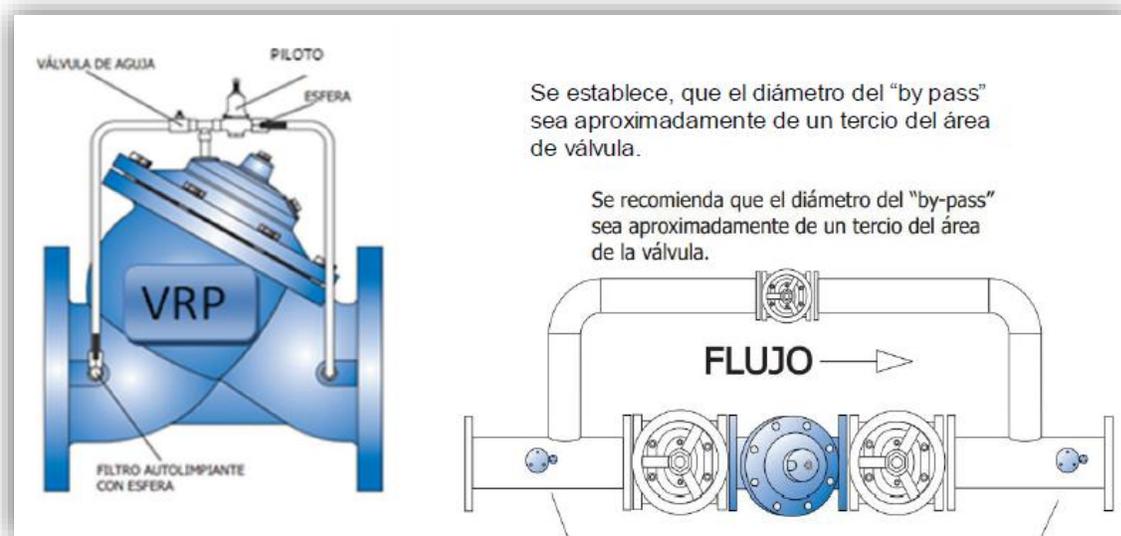
#### Esquema. Válvulas reductoras de presión de $\frac{1}{2}$ " a 2" de diámetro.



**b) Válvulas reductoras de presión mayores a 2” de diámetro.**

Funciona de acuerdo para mantener una presión uniforme aguas debajo de la válvula, ajustada bien por el volante o por el tornillo de regulación de una válvula piloto de control. La válvula piloto de control, será capaz de regular y ajustar la presión casi desde o hasta el 10% por encima de la presión ajustada en el punto de alimentación.

**Esquema.** Válvulas reductoras de presión mayores a 2” de diámetro.



**Tabla.** Para seleccionar Diámetros por Gasto en Válvulas Reductoras/sostenedoras.

<b>Flujo Máximo * Continuo en Ips.</b>	9	14	20	36	82	145	225	325	400	520	690	825	1200	1900
<b>Diámetro de la Válvula</b>	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	30"
<p>*Basado en velocidad del flujo al paso por la válvula de 4.5 m/s como gasto máximo según AWWA C530-7 (Con el flujo máximo continuo la pérdida de carga es muy alta, consultar la tabla de pérdidas de carga para dimensionar correctamente),</p>														

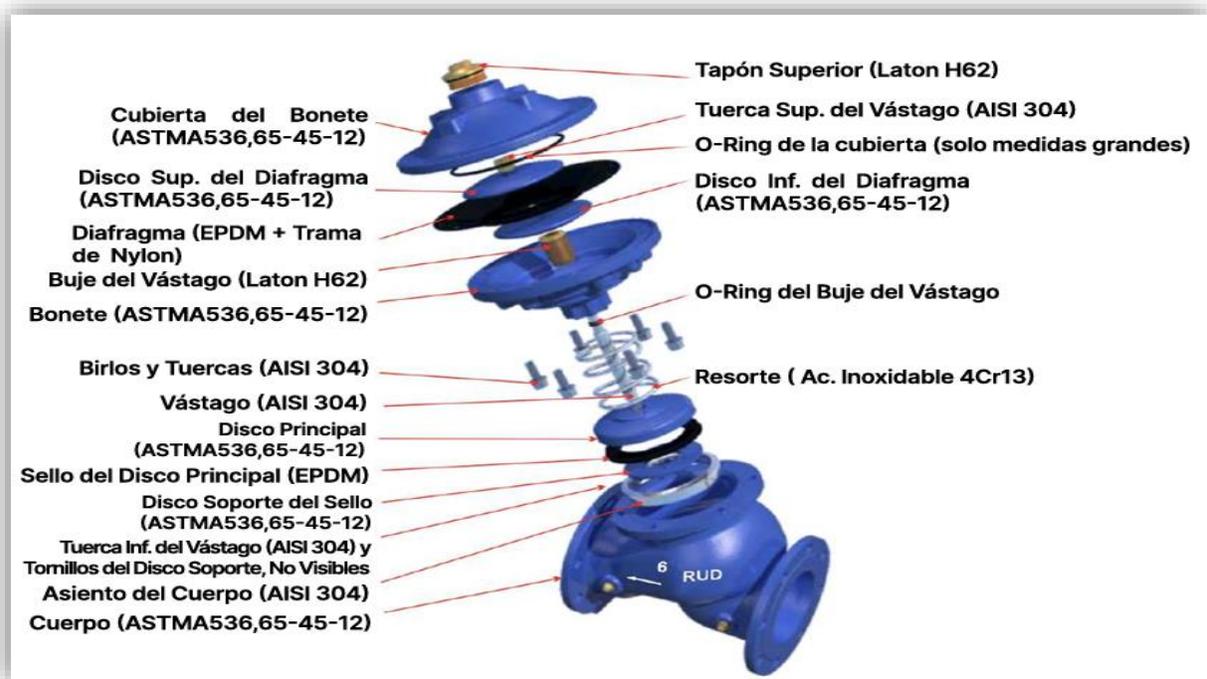
**Características de la VPR:**

**Especificaciones:** Válvula básica o principal con diseño en “Y”, de flujo directo. Clase: 150 Dúctil, presión de trabajo hasta 300 psi CWP Extremos bridados ASME/ANSI B16.1 Para los roscados de 1 1/2", ANSI B1.20.1 Temperatura de operación 0 a 80 oC Estándar de



fabricación ANSI/AWWA C-530 y para cumplir requerimientos UL/FM Estándar de Pintura AWWA C-550 NSF61.

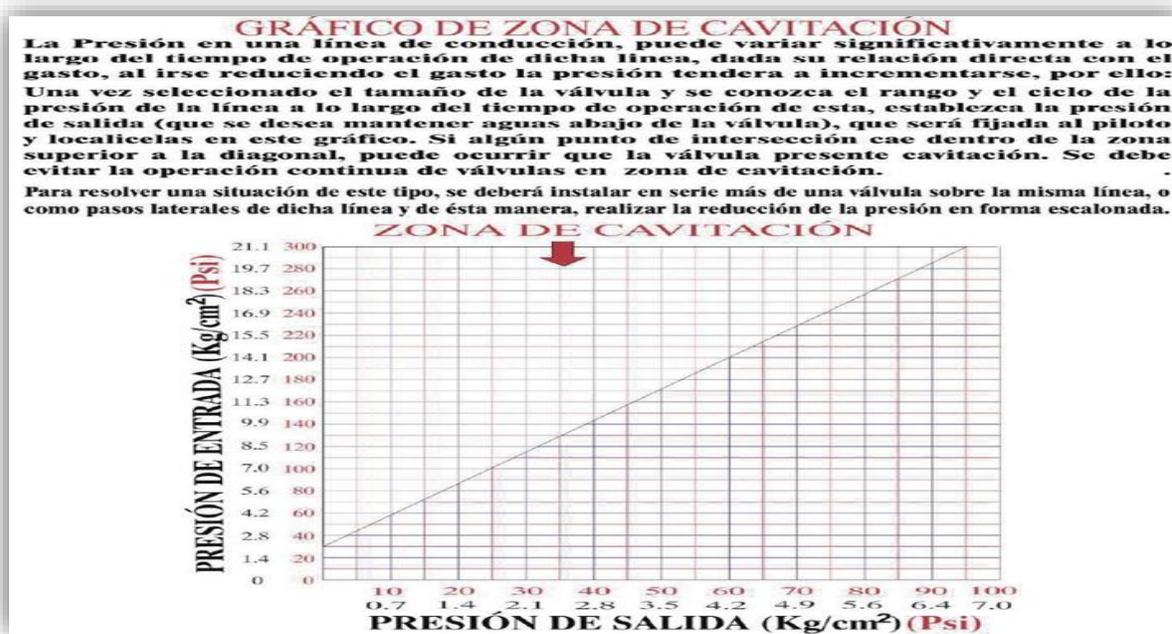
- Tapón Superior (Laton H62)
- Tuerca Sup. del Vástago (AISI 304)
- O-Ring de la cubierta (solo medidas grandes)
- Disco Inf. del Diafragma (ASTMA536,65-45-12)
- Cubierta del Bonete (ASTMA536,65-45-12)
- Disco Sup. del Diafragma (ASTMA536,65-45-12)
- O-Ring del Buje del Vástago
- Diafragma (EPDM + Trama de Nylon)
- Buje del Vástago (Latón H62)
- Bonete (ASTMA536,65-45-12)
- Birlos y Tuercas (AISI 304)
- Vástago (AISI 304)
- Disco Principal (ASTMA536,65-45-12)
- Sello del Disco Principal (EPDM)
- Disco Soporte del Sello (ASTMA536,65-45-12)
- Tuerca Inf. del Vástago (AISI 304) y Tornillos del Disco Soporte, No Visibles
- Cuerpo (ASTMA536,65-45-12)
- Asiento del Cuerpo (AISI 304)
- Resorte ( Ac. Inoxidable 4Cr13)



Factor importante al considerar, la reducción de presión de trabajo de la línea de agua potable, es que



la VPR, no trabaje en zona de cavitación lo cual provocaría un mal funcionamiento y por lo siguiente un deterioro importante de la VPR, de acuerdo a lo anterior, deberá tomarse encuentra la siguiente gráfica.



La fontanería deberá ser provista de Vaea´s, manómetros, válvula aliviadora de presión, de válvulas de seccionamiento para facilitar el mantenimiento. Considerando un by-pass (paso lateral) y una válvula de seccionamiento. para protección a la instalación se deberá construir un registro a base de concreto reforzado en la cimentación y losa, con muros de tabique rojo, ubicado en un sitio de fácil acceso dentro del límite de propiedad colindante con la banqueta.

- 7.2.4. **Contra golpe de ariete ó anticipadora de onda.-** Protegen los equipos de bombeo de la onda de presión causada por el paro súbito de las bombas, generalmente provocada por una falla en energía eléctrica. Se abren inmediatamente al inicio de la onda de presión negativa y evacuan a la atmósfera el exceso de presión que provoca la onda de presión positiva. Existe además una válvula de seguridad de diferencial, la cual mantiene una presión diferencial entre dos puntos, usada por ejemplo para mantener el caudal constante en una bomba.



- **Válvula de control de bomba.** se instalan en la impulsión de las bombas a fin de evitar las ondas de presión en el arranque y parada de las bombas. La bomba y la válvula se sincronizan para poner en marcha o parar el motor mientras la válvula está cerrada. En caso de avería o falla de energía actúa como válvula de retención.

7.2.5. **Válvula sostenedora de presión.** Mantiene una presión fija aguas arriba y se cierra gradualmente si la presión aguas abajo desciende del valor establecido. Ambas válvulas pueden combinarse en una sola añadiendo además las características de ser de retención (unidireccional).



7.2.6. **Válvulas De retención (check):** son mecánicas y se emplean para evitar contra flujos (son unidireccionales), es decir flujos en dirección contraria a la de diseño. Se instalan en tuberías donde el agua contenida en la tubería puede revertir su dirección de flujo durante el paro de una bomba o el fallo de la energía eléctrica y dañar las instalaciones hidráulicas tales como bombas y sus motores, además impiden el vaciado de la línea. Aunque existen otros tipos de válvulas de control de bombas, las de retención son las más sencillas, pero pueden generar golpe de ariete en las tuberías (ondas de presión) que pueden dañar válvulas y tuberías. Por lo que se emplean las válvulas de retención con dispositivos adicionales para provocar cierre lento. Existen varios tipos de válvulas de retención, una de ellas es:



7.2.7. **Válvulas Reguladora de gasto.** Es una válvula que mantiene un flujo constante al detectar el diferencial de presión a través de la placa de orificio limitando el flujo al máximo preestablecido.

**8. Cajas Tipo para Operación de Válvulas**

Caja para operación de válvulas "Tipo".

Las dimensiones y características de las cajas de operación de válvulas se indican a continuación. Considerando marco metálico y tapa de Fo.Fo. Cuadradas de 50 x 50 cm, tipo pesadas de 130 kg.

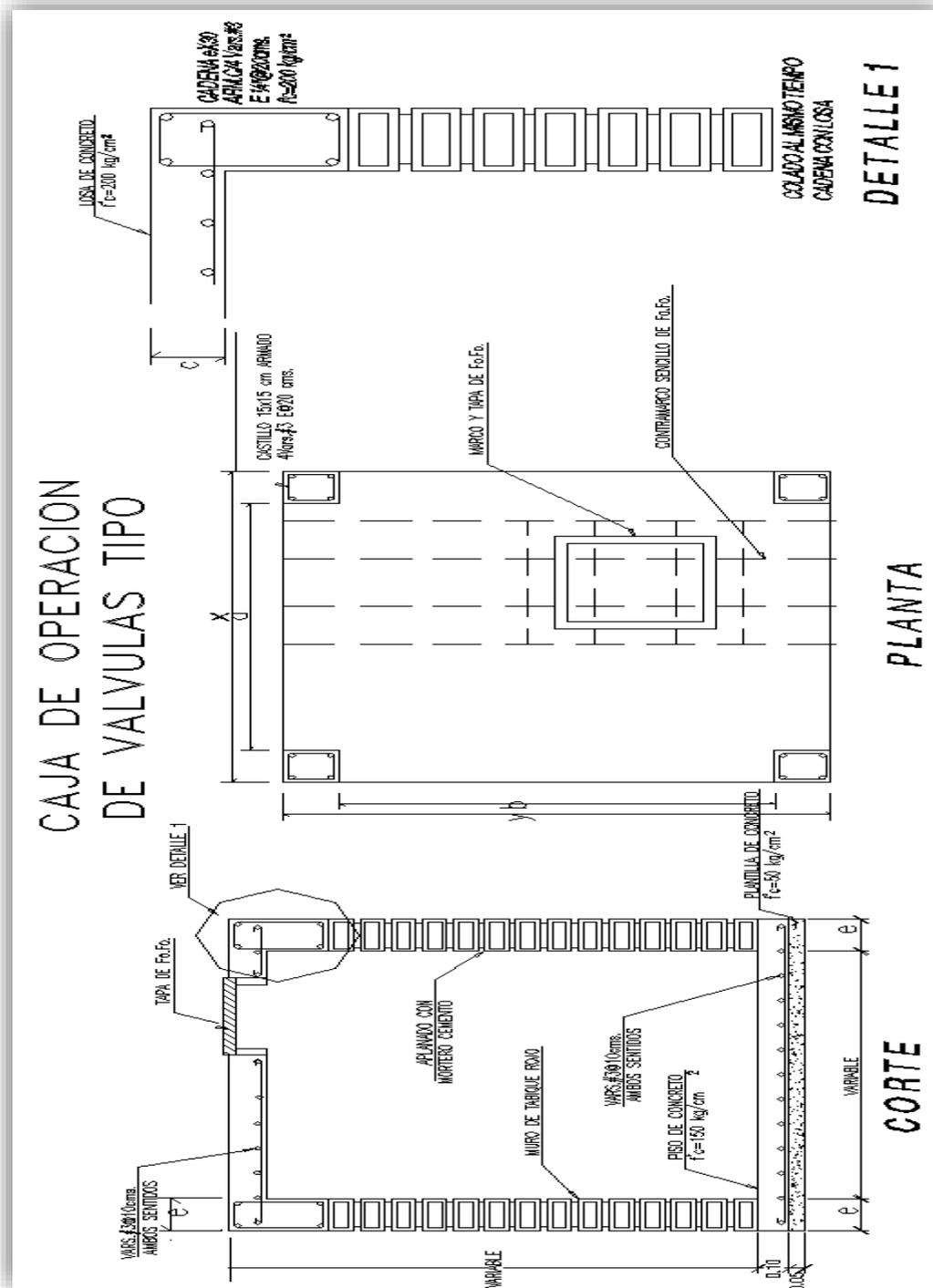
**Tabla. Dimensiones de Cajas de Operación de Válvulas.**

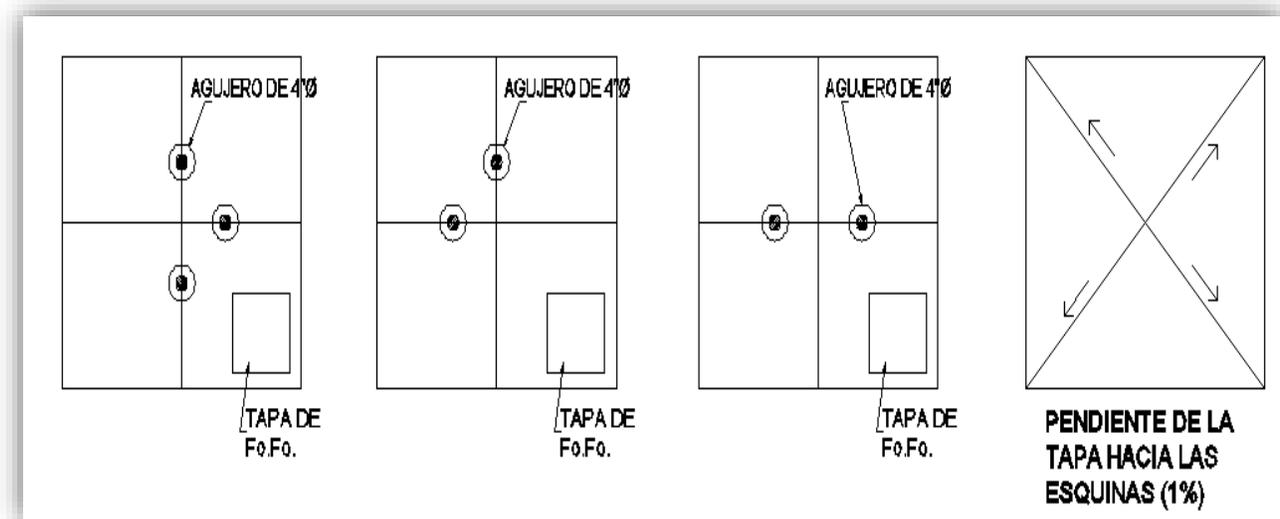
CAJA TIPO NUM.	DIAMETRO DE VALVULA	CANT. DE VALV.	H EN M	C EN CM	a EN M	b EN M	e ESP. EN MUROS	X EN M	Y EN M	CONTRAMARCOS			
										SENCILLO	DOBLE	CANT.	PERAL. PERFIL CM.
1	50 Y 60	1	0.87	11.30	0.70	0.70	14	0.98	0.98	0.90		1	10.0
2	75 A 150	1	1.27	11.30	1.00	0.90	14	1.28	1.18	1.10		1	10.0
3	200 A 350	1	1.52	16.30	1.40	1.20	28	1.96	1.76	1.40		1	15.0
4	450 Y 500	1	1.97	16.30	1.70	1.60	28	2.26	2.16	1.80		1	15.0
5	50 A 150	2	1.17	16.30	1.30	0.90	14	1.58	1.18	1.10		2	10.0
6	150 Y 200	2	1.67	11.30	1.40	1.20	28	1.96	1.76		1.80	1	15.0
7	250 A 350	2	1.72	16.30	1.90	1.60	28	2.46	2.16	1.80		2	15.0
8	350 A 400	2	1.67	16.30	2.20	1.60	28	2.76	2.16	1.80		2	15.0
9	50 A 150	2	1.32	11.30	1.20	1.20	14	1.48	1.48	1.4		2	10.0
10	150 A 250	2	1.27	11.30	1.30	1.20	14	1.58	1.48	1.40		2	10.0
11	250 A 350	2	1.52	16.30	1.70	1.60	28	2.26	2.16	1.80		2	15.0
12	50 A 150	3	1.27	11.30	1.40	1.10	28	1.96	1.66	1.80	1.80	2	10.0
13	200 A 450	3	1.67	16.30	2.30	1.60	28	2.86	2.16	1.80		3	15.0

TABLA PARA SELECCIONAR EL TIPO DE CAJA PARA OPERACION DE VALVULAS.		NÚMERO Y POSICIÓN DE LAS VALVULAS.		
mm.	pulg.			
50	2	1	5	9
60	2 1/2			
75	3			
100.	4	2	6	10
150	6			
200	8	3	7	11
250	10			
300	12			
350	14			
400	15	4	8	especial
450	18			
500	20			



Esquema. Características de la Caja de Operación de Válvula



**Esquema. Características de la Caja de Operación de Válvula (parte 2)**

Se dejarán agujeros en la losa de tapa de concreto de 4" de diámetro, encima del vástago de cada compuerta y una tapa de fo.fo en la esquina, de cada caja para operación de válvulas.

Los marcos y tapas para cajas de válvulas a suministrar y los elementos que los componen deberán cumplir cabalmente con las características indicadas.

Todas las instalaciones de válvulas de control de los circuitos deberán estar protegidas en cajas de operación de válvulas, y en tal forma que permita el fácil acceso a su interior para poder llevar a cabo los trabajos de operación y de mantenimiento.

### 9. Atraques de concreto m<sup>3</sup>

Atraque de concreto simple hecho en obra con resistencia  $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , según dimensiones del requerimiento.

El atraque de concreto es el elemento colado in situ para garantizar que las tuberías de agua potable o de agua tratada no vayan a tener desplazamientos durante su operación. Se ubican en los cambios de dirección o uniones de una tubería con otra (cruceos), también se emplean como apoyo de las piezas especiales y válvulas dentro de las cajas de válvulas.

Se realizan una vez colocada la tubería y antes de realizar el relleno acostillado y la prueba hidrostática de la tubería. Las fronteras del atraque deberán ser con cimbra que garantice las dimensiones y correcta ejecución del trabajo. El concreto que se empleará será hecho en obra con un  $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ . Y las dimensiones de los atraques deberán cumplir a lo establecido en la siguiente **Tabla**. Dimensiones de los Atraques de Concreto.

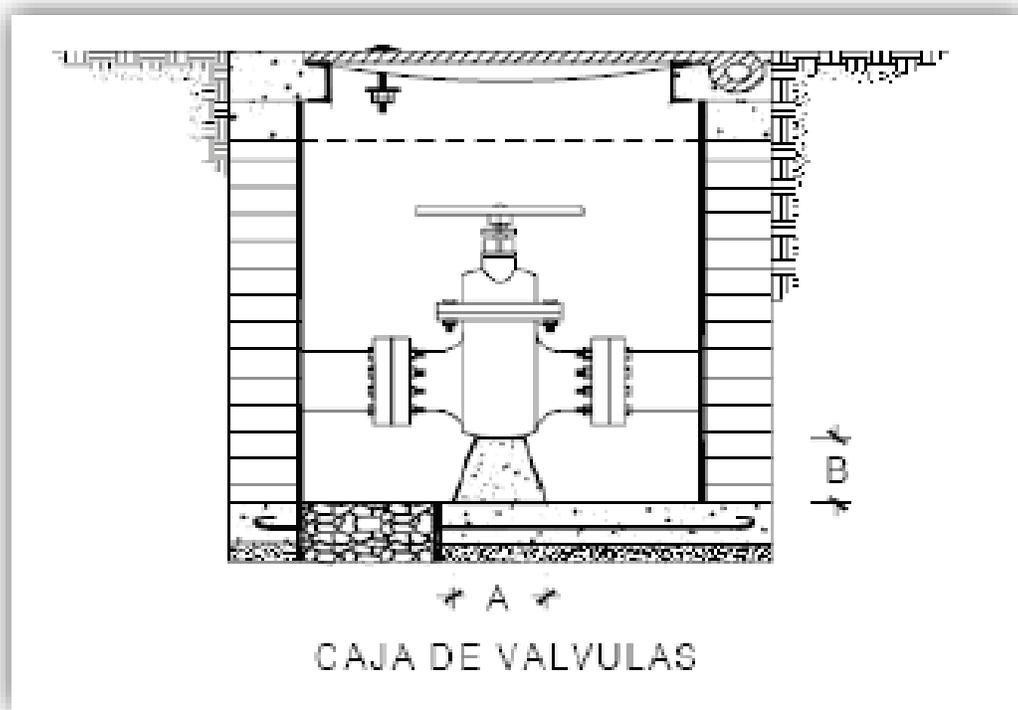
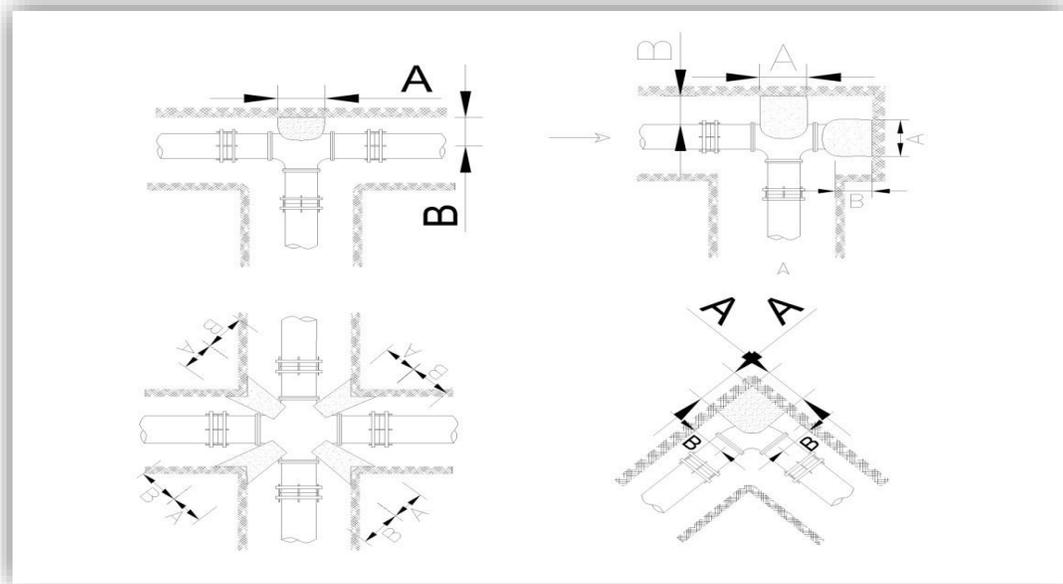


**Tabla.** Dimensiones de los Atraques de Concreto.

<b>DIMENSIONES DE LOS ATRAQUES DE CONCRETO</b>					
<b>Diámetro (pieza especial)</b>		<b>Altura h</b>	<b>"A"</b>	<b>"B"</b>	<b>Volumen</b>
mm	Pulg.	cm	cm	Cm	M3
50.8	2	25	25	25	0.016
76.2	3	30	30	30	0.027
101.6	4	35	30	30	0.032
152.4	6	40	30	30	0.036
203.2	8	45	35	35	0.055
254.0	10	50	40	35	0.070
304.8	12	55	45	35	0.087
355.6	14	60	50	35	0.105
406.4	16	65	55	40	0.0143
457.2	18	70	60	40	0.168
508.0	20	75	65	45	0.219
610.0	24	85	75	50	0.319
762.0	30	100	90	55	0.495
914.0	36	115	105	60	0.725
1067.0	42	130	120	65	1.014
1219.0	48	145	130	70	1.320



Esquema. Atraques de Concreto.



Para conseguir mayor resistencia del atraque al volteo y disminuir el tamaño del bloque, pueden instalarse anclas al terreno, siempre y cuando las condiciones de este lo permitan.

Los anclajes se deberán diseñar para soportar todas las fuerzas, tanto verticales como horizontales, que se presenten. Deberá considerarse un factor de seguridad al volteo y deslizamiento no menor de 2.

Se hará un análisis considerando las condiciones y combinaciones de carga que sean más desfavorables, incluyendo en este la acción de accesorios tales como válvulas de desfogue, juntas de expansión, entre otras.

### 9.1.- Fuerza por cambio de dirección:

$$F_r = P_i * A$$

Dónde:

$F_r$  = Fuerza debida a la tapa o una "T" (N)

$P_i$  = Presión interna máxima (Pa)

$A$  = Área de la sección transversal de la tubería, en caso de ser una "T", el área corresponde a la sección transversal del ramal (m<sup>2</sup>)

Cuando el atraque se coloque en un cambio de dirección, la fuerza resultante se obtiene:

$$F_r = (2 AP_i) \text{ sen } \left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Donde:  $\Delta$  = Angulo de deflexión del codo (rad)

Una solución para el diseño del atraque en el cambio de dirección en tubería aérea horizontal es considerar la tubería ahogada en el atraque de concreto, otra solución podría ser anclar la tubería al bloque de concreto a través de anillos rigidizantes. La elección del tipo de atraque dependerá de cada caso en particular.

### 9.2.- Fuerza en pendiente:

En este caso se considera la fuerza hidráulica originada por el cambio de dirección, más la debida al empuje por la pendiente.

- El empuje ejercido en el atraque aguas arriba se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_1 = q_1 L_1 \text{ sen } \alpha_1$$

- Y el empuje aguas abajo se calcula con la siguiente ecuación:



$$E_2 = q_2 L_2 \text{ sen } \alpha_2$$

- Dónde:  $E_1 =$  Componente del peso en la dirección paralela a la línea aguas arriba(N)  
 $E_2 =$  Componente del peso en la dirección paralela a la línea aguas abajo(N)  
 $q_1$  y  $q_2 =$  Masa de la tubería por metro de longitud, aguas arriba y aguas abajo, respectivamente (N)  
 $L_1$  y  $L_2 =$  Longitud entre el atraque y la junta de expansión (m)  
 $\alpha_1$  y  $\alpha_2 =$  Angulo de inclinación de la línea, aguas arriba y aguas abajo (rad)

Para el diseño del atraque, se considera la suma de las fuerzas activas en el tramo.

Para el diseño de atraques en tuberías inclinadas, existen varias soluciones, entre las cuales se puede considerar la tubería anclada al bloque de concreto a través de anillos rigidizantes, y de ser necesario se instalarán, anclas al terreno con el propósito de disminuir el volumen de concreto.

### 9.3.- Cambio de sección:

En tuberías donde se necesite un cambio de sección, se genera una fuerza por presión hidrostática radial, la cual se determina de la siguiente forma:

$$F_r = P_i (A_1^2 - A_2^2)$$

## 10. Piezas Especiales.

Las piezas especiales son accesorios de la tubería que permiten formar cambios de dirección, ramificaciones e intersecciones, así como interconexiones, incluso entre tuberías de diferentes materiales y diámetros. También permiten la inserción de válvulas y la conexión con estaciones de bombeo y otras instalaciones hidráulicas.

**Tabla.** Tipo de unión de acuerdo con el material.

Material de la pieza especial	Tipo de unión
P.V.C. (Policloruro de vinilo)	Espiga-campana Bridada
PEAD (Polietileno de alta densidad)	Termo fusión Electro fusión Bridada
Acero	Soldada Bridada Junta mecánica
Hierro dúctil	Espiga - campana Bridada Junta mecánica
Hierro fundido	Bridada Junta mecánica
P.R.F.V. (Polyester Reforzado con fibra de vidrio)	Espiga-campana bridada de PRFV Uniones flexibles de acero juntas mecánicas

Las principales piezas especiales son: *Cruz*, *Te*, *codo* (22.5°, 45°, 90°), *reducción* y *extremidad*.



Las piezas especiales se complementan con los elementos de conexión como son: Juntas mecánicas (junta universal de amplio rango), empaques y tornillos, coples de rango amplio de sellado y adaptadores bridados de hierro dúctil con recubrimiento epóxico, fusionado, empaques de plomo y neopreno, adecuados a presiones de hasta 16 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el diseño de cruceros en donde se contemple válvulas, deberá considerarse piezas especiales de Fo.Fo.

## 11. Tanques de Regulación-Almacenaje.

Los tanque de regulación tienen por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante, en un régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable.

El tanque de regulación debe de proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión y mantenimiento sea mínimo. Adicionalmente a la capacidad de regulación se puede con un volumen para alimentar la red de distribución, a este volumen adicional se define como almacenamiento.

Con objeto de poder establecer un criterio uniforme en relación a los tanques de regulación y regulación-almacenamiento, se presentan las siguientes características a cumplir en el proyecto y construcción, las cuales también se deben de aplicar a los tanques de las estaciones de bombeo.

Los tanques de regulación-almacenamiento podemos dividirlos en:

Tanques de Regulación y Regulación-Almacenamiento:	Superficiales	Se sugieren de concreto armado (para tanques con capacidad de hasta 400 m <sup>3</sup> y de acero de acuerdo a la norma AWWA D103-09 y/o D103-97, para tanques con capacidad de 500 m <sup>3</sup> y mayores.
	Semienterrados	De concreto armado
	Elevados	De concreto armado o acero

El tipo y el material del tanque a utilizar se definirá en función a las necesidades de cada proyecto; atendiendo los esquemas de planeación y operación que establezca el SMAPA y aplicando la Normatividad establecidas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el "**Manual de diseño, Construcción y Operación de Tanques de Relación para Abastecimiento de Agua Potable**", 2007.

Las principales características a cumplir para el proyecto y construcción de un **tanque de regulación, regulación-almacenamiento, elevado o estación de bombeo del tipo superficial o semienterrado**, son:



1. El SMAPA de acuerdo a la distribución de la zona y los requerimientos de los desarrollos, determinará, el requerimiento de un tanque, y este definirá el tipo, capacidad y material del mismo.
2. El tanque deberá estar ubicado en un terreno de cota elevada, de preferencia el más alto de fraccionamiento, debiendo de permitir entregar a los usuarios una carga disponible mínima de 10.00 m.c.a.
3. Tanto el tanque como el terreno de donde se ubica, deberán de pasar al patrimonio del SMAPA.
4. El desarrollador deberá realizar el proyecto ejecutivo del tanque, así como todos los estudios complementarios al mismo.
5. Hacer el levantamiento topográfico del terreno donde se ubicará el tanque.
6. Realizar el estudio geotécnico que defina las características físicas y mecánicas del suelo, que ayuden a determinar; el tipo de cimentación, el nivel de desplante, la capacidad de carga del terreno, el tipo de suelo, zona sísmica, espectro de diseño sísmico, módulo de reacción del suelo, el nivel freático, el sistema de sub-drenaje, los asentamientos diferenciales, el empuje de tierras y la estabilidad de las excavaciones.
7. Efectuar el análisis y diseño estructural del tanque considerando los métodos reconocidos por la ingeniería estructural, para determinar los elementos mecánicos y cinemáticas a partir de las acciones permanentes (cargas muertas, del agua, del terreno y pres-fuerzo), acciones variables (cargas vivas, efectos de temperatura, vibraciones e impacto) y acciones accidentales (viento, sismo y otro fenómenos que se puedan presentar de forma extraordinaria) o la combinación de estas, tomando en cuenta que la estructura pertenece al grupo A; en lo que se refiere a esfuerzos y deformaciones (totales y diferenciales) elásticas y diferidas, así como el empuje de tierras y la estabilidad de las excavaciones.
8. El desarrollador será el responsable de la seguridad del tanque en todos sus aspectos, por lo que deberá realizar un análisis de riesgo cuando la capacidad esté próxima a los 1,000 m<sup>3</sup> o mayores, con consultor calificado en este tipo de estudios.
9. No se permitirá que el tanque se desplante en un terreno de transición entre una zona de corte y una zona de relleno, debiendo ser preferentemente en una zona de corte.
10. Considerar un muro perimetral para proteger el tanque contra los escurrimientos pluviales, cuando se encuentre construido en una ladera.
11. Cuando lo indique el estudio de geotecnia, se deberá contar con un drenaje subterráneo, que evite la sub-presión que afecte la estabilidad del tanque.
12. El tanque deberá estar construido por varias celdas independientes, con objeto de que si llegase a fallar solo se aislé la celda fallada.
13. Se deberá prever el acceso al tanque para su verificación interior, a través de un registro de 60x60 cms como mínimo por cada celda del tanque, la tapa del registro deberá de contar con un pretil que impida el acceso al agua de lluvia, así como también tendrá el acceso controlado para impedir el vandalismo y acceso al tanque a personal no autorizado.
14. El tanque deberá de contar con un desagüe para su limpieza y mantenimiento, el cual se conectará al drenaje pluvial existente más cercano.
15. Contará con un tren de salida y de entrada.
16. La losa de piso deberá tener una pendiente de 1% hacia el cárcamo de limpieza.
17. El cárcamo de limpieza será de 60 x 60 cms como mínimo, debiendo ser ubicado en la parte más baja de la pendiente de la losa de piso.



18. Las tuberías de llegada y de salida al tanque deberán ser de acero bridadas o soldadas, apoyadas sobre silletas que no se fijen en las uniones de la tubería.
19. Deberá construirse una caseta de tabique rojo recocido con losa de concreto armado, para alojar el equipo correspondiente.
20. En los arreglos de conjunto deberá considerarse iluminación en el predio para mantenimiento y seguridad nocturna.
21. Todo tanque de concreto deberá impermeabilizarse interiormente en muros, losa de piso y columnas.
22. La fontanería de alimentación a tanques deberá incluir válvula de control de nivel de acción moduladora tipo globo, con anillo de asiento en el vástago, válvulas de seccionamiento de acuerdo a los estándares antes citados, tipo compuerta, filtro, juntas de acoplamiento.

Para el caso, de **tanques de acero**; Las cargas de diseño como lo son la gravedad específica, velocidad del viento, carga sobre techo, etc., serán establecidas de acuerdo a la zona donde se ubique el tanque y cumpliendo con los Manuales de la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), vigentes en la materia de que se trate.

En cuanto a la resistencia del terreno, el desarrollador deberá realizar la mecánica de suelos para el diseño de la cimentación del tanque, además deberá considerar en su diseño la zona sísmica y lineamientos correspondientes de acuerdo a los Manuales de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), vigentes en materia de Diseño Sísmico. No deberá desplantarse la cimentación sobre arcillas expansivas no rellenos y en su caso deberá especificarse la pre-consolidación requerida para garantizar la estabilidad del tanque

Para el diseño de la cimentación deberá contar además con la firma de un perito local responsable como director de obra. Estos tanques deberán contar con todos los accesorios requeridos para su buen funcionamiento, como son entrada-hombre, respiraderos o ventilas, bridas, escaleras, barandales, regla de medición, vertederos de excedencias, registro de limpieza, drenes, etc, y logo con siglas del organismo operador al que corresponda la estructura, adecuando las dimensiones en función del volumen requerido. La elevación máxima de la pared del tanque sin contar el domo del mismo, no deberá ser mayor de 7.00 metros sobre el nivel del suelo, salvo casos especiales, sujetos a juicio y aprobación del Organismo Operador, dejando espacios libres para maniobras alrededor de la circunferencia de 4.00 metros libres como mínimo.

Estos tanques deberán soportar temperaturas de hasta 55° C, ambiente costero, una concentración de cloro en el agua de 2 ppm de manera permanente y con condiciones de choque de 20 ppm, para un periodo de tiempo de 12 horas. El proyecto ejecutivo del tanque se presentará para su revisión y/o autorización, previo a la construcción del mismo con los requisitos indicados.

1. Las cargas de diseño como las gravitacionales (cargas vivas y muertas), así como las accidentales (viento, sismo, etc), serán establecidas de acuerdo a la zona donde se ubique el tanque y cumpliendo con los Manuales de la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y la CFE (Comisión Federal de Electricidad) vigentes en la materia de que se trate. En cuanto a la resistencia del terreno, el desarrollador deberá realizar la mecánica de suelos para el diseño de



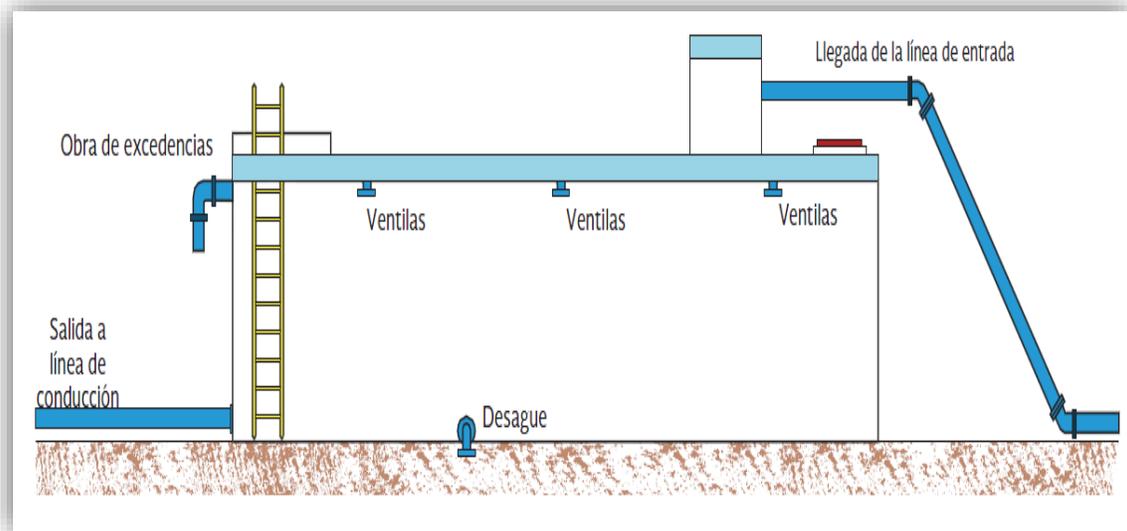
la cimentación del tanque, además deberá considerar en su diseño la zona sísmica y lineamientos correspondientes de acuerdo al Manual de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), vigente en materia de Diseño Sísmico. No deberá desplantarse la cimentación sobre arcillas expansivas ni rellenos y en su caso deberá especificarse al pre-consolidación requerida para garantizar la estabilidad del tanque.

2. La losa de cimentación del tanque deberá sobresalir un mínimo de 6 pulgadas (152 mm) arriba del terreno y será del tipo fondo de concreto con anillo fijador base de acero empotrado.
3. El diseño del piso será de concreto armado con una lámina de comienzo de acero empotrada según la norma ANSI/AWWA D103-09 sección 13.4.

### 11.1. Accesorios de los Tanques.

Para el diseño hidráulico de los accesorios de los tanques, como la entrada, la salida a la red, desagüe y vertedor de demasías, se recomienda lo siguiente:

#### Esquema: tanque Superficial, arreglo general de fontanería.



#### 11.1.1. Tanques Superficiales.

**Entrada.** El diámetro de la tubería de entrada corresponde en general al de la conducción. La descarga podrá ser por encima del espejo de agua (para tirantes pequeños), por un lado del tanque o por el fondo (para tirantes grandes). En cualquier caso, el proyectista debe tener especial cuidado en revisar y tomar las providencias necesarias para proteger la losa de fondo del efecto de impacto por la caída de agua y velocidades altas de flujo de entrada cuando haya niveles mínimos en el tanque.

Es conveniente analizar la colocación de una válvula de control de niveles máximos en la tubería de entrada al tanque; puede ser de tipo flotador o de altitud.



Dependiendo del arreglo funcional del tanque existen varias opciones para la llegada al tanque superficial:

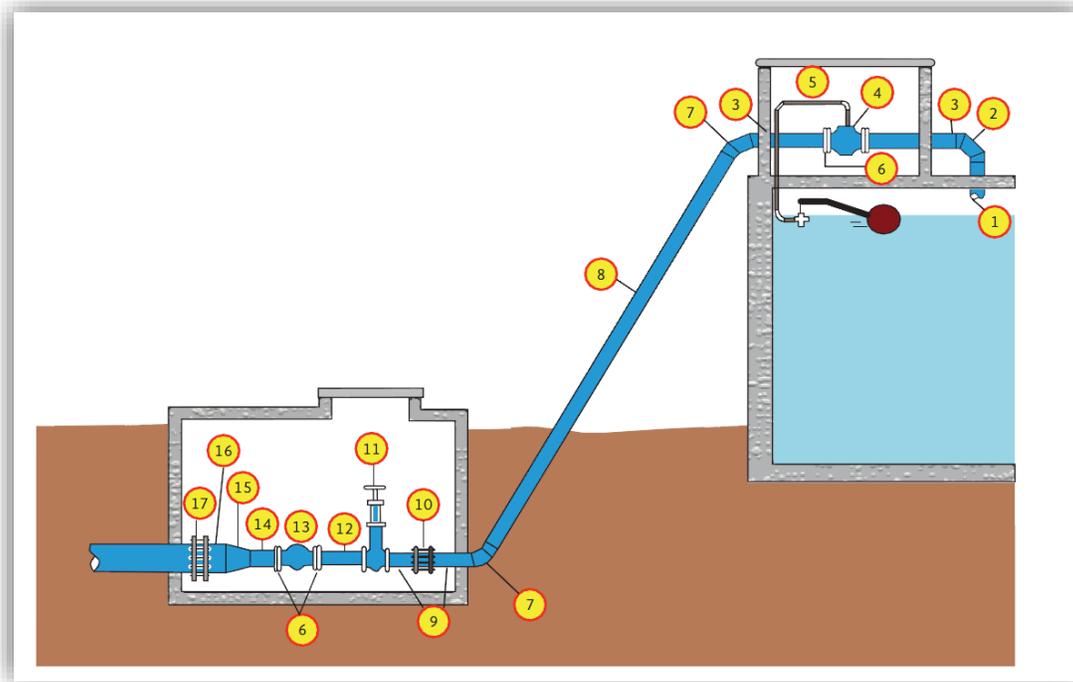
- a. Por la parte superior. Este arreglo se presenta en el **Esquema; Tanque superficial, Fontanería de llegada**, que indica su llegada con valvula de flotador, pero en algunos casos se utiliza unicamente la tubería (cuello de ganso).
- b. Por la parte inferior. Este diseño se utiliza cuando es la misma línea, tanto de llegada como de distribución, pero también se puede utilizar como llegada únicamente.

**Tabla.** Fontanería para la llegada.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Tubo de Acero con anillo de empotramiento con extremo biselado para soldar y el otro liso	Pza.	1
2	Codo de acero en gajos de 90°	Pza.	1
3	Tubo de Acero con extremo biselado para soldar y el otro bridado	Pza.	1
4	Válvula de flotador automática bridada con válvula piloto	Pza.	1
5	Codos de hierro galvanizado	Pza.	1
6	Brida de acero	Pza.	1
7	Codo de acero en gajos de 60°	Pza.	1
8	Tubo de Acero con extremo biselado para soldar y el otro bridado	Pza.	1
9	Junta flexible tipo Gibault para la tubería de llegada	Pza.	1
10	Junta Dresser	Pza.	1
11	Válvula de compuerta	Pza.	1
12	Tubo de Acero con extremos biselados para soldar	Pza.	1
13	Macromedidor (medidor de gasto)	Pza.	1
14	Tubo de Acero con extremos biselados para soldar	Pza.	1
15	Reducción de acero con extremos Biselados	Pza.	1
16	Tubo de Acero con extremo biselado para soldar y el otro liso	Pza.	1
17	Junta flexible tipo Gibault para la tubería de llegada	Pza.	1



**Esquema:** Tanque superficial, Fontanería de llegada.



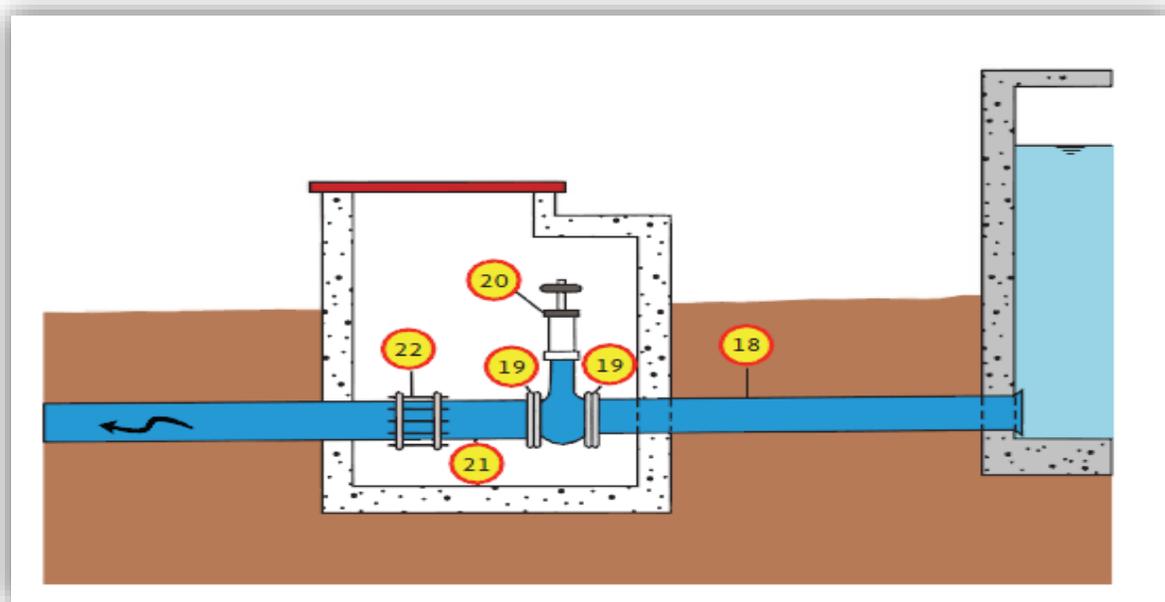
**Salida.** La tubería de salida se puede alojar en una de las paredes del tanque o en la losa de fondo. En tanques que tienen una superficie suficientemente grande o tubería de salida de gran diámetro, resulta mas conveniente que este ubicada en el fondo del tanque, ya que en niveles bajos el gasto de extraccion puede manejarse mas eficientemente que en una salida lateral (ver **Esquema: Fontanería de salida de la pared del tanque**).

**Tabla.** Fontanería para la salida.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad
18	Tubo de acero de con extremos biselados para soldar	Pza.	1
19	Brida de acero	Pza.	2
20	Válvula de seccionamiento tipo compuerta	Pza.	1
21	Tubo de acero con un extremo biselado para soldar el otro liso	Pza.	1
22	Junta flexible tipo Gibault para unir tubería de salida con la línea de conducción	Pza.	1



**Esquema:** Fontanería de salida de la pared del tanque.



Los medidores de gasto se instalarán preferentemente en las líneas de salida o en la línea de entrada. Deberá ponerse especial cuidado en las recomendaciones de los fabricantes respecto a las distancias aguas arriba y aguas abajo de los medidores, igualmente en que no haya interferencia o cambios de dirección de flujo. El gasto de diseño de la tubería de salida, será el gasto máximo horario o el que se indique en la planeación general de las obras.

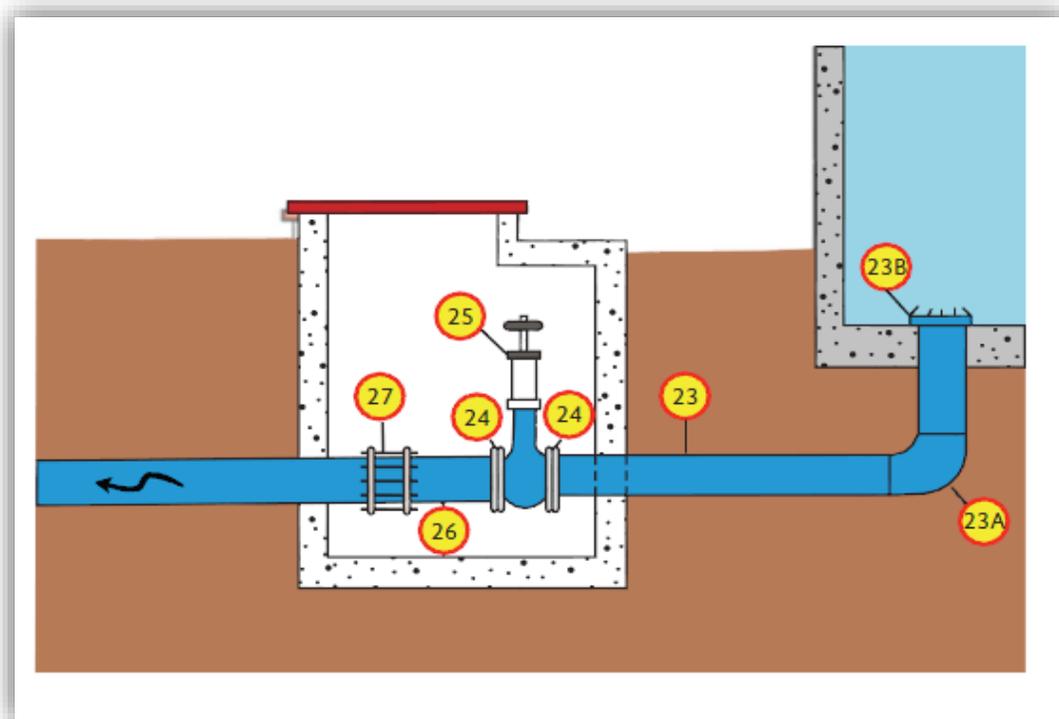
**Desagüe de fondo.** En caso de una fuga o reparación, los tanques se vaciarán a través de las líneas de salida que son las tuberías de mayor diámetro. El volumen último remanente se extraerá en función del tiempo requerido para la reparación del tanque. Generalmente se puede adoptar un tiempo de 2 a 4 horas para el vaciado de este remanente, aunque puede variar este lapso en función de las condiciones particulares de cada caso.

**Tabla.** Fontanería de salida con desagüe de fondo.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad
23	Tubo de acero de con extremos biselados para soldar	Pza.	1
23A	Codo de acero en gajos de 90 grados	Pza.	1
23B	Tubo de acero con anillo de empotramiento con un extremo biselado para soldar y el otro liso	Pza.	1
24	Brida de acero	Pza.	2
25	Válvula de seccionamiento tipo compuerta	Pza.	1
26	Tubo de acero con un extremo biselado y el otro liso	Pza.	1
27	Junta flexible tipo Gibault para unir tubería de desagüe.	Pza.	1



**Esquema:** Fontanería de salida con desagüe de fondo.



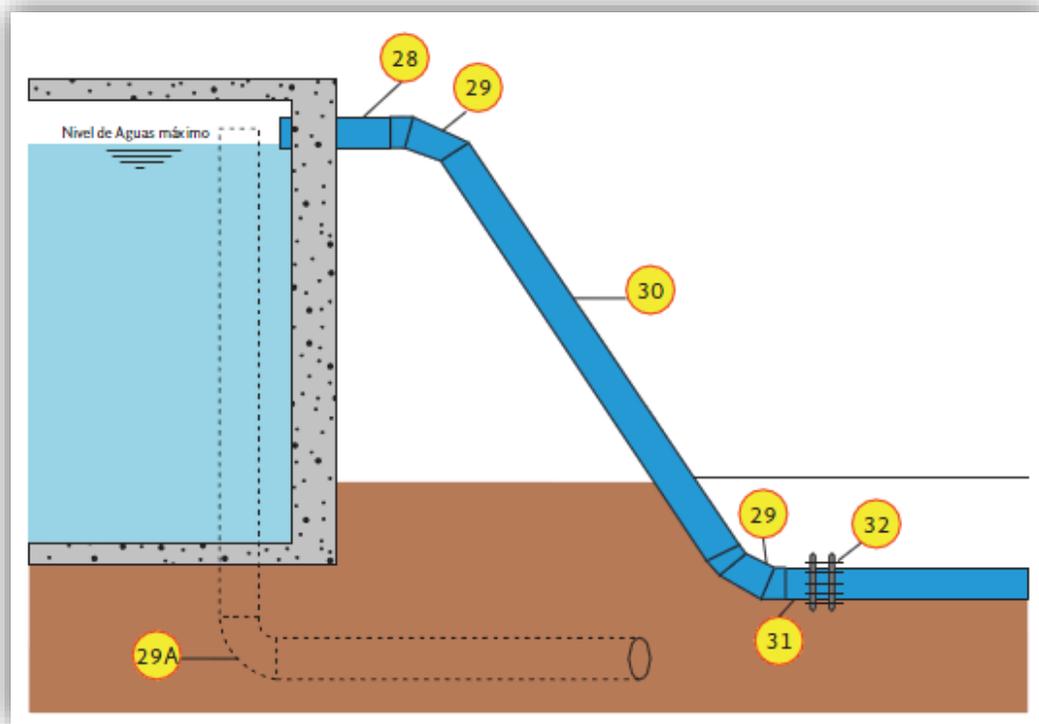
**Tubería de demasías:** La tubería de demasías se instala principalmente en forma vertical en el interior del depósito y adosada a las paredes del mismo. Con el propósito de impedir la entrada de roedores y animales en general. El tubo vertedor estará dotado en su parte inferior de una trampa hidráulica, que además proporciona un colchón amortiguador para efectos del impacto de caída del flujo de excedencias. En algunos casos se proyecta la instalación con salida horizontal y bajada a 60 grados

**Tabla.** Fontanería de salida demasías.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad
28	Tubo de acero con anillo de empotramiento con un extremo biselado para soldar y el otro liso	Pza.	1
29	Codo de acero en gajos de 90 grados	Pza.	2
29A	Codo de acero en gajos de 60 grados	Pza.	1
30	Tubo de acero con extremos biselados para soldar	Pza.	1
31	Tubo de acero con un extremo biselado para soldar y el otro liso	Pza.	1
32	Junta flexible tipo Gibault para unir tubería de excedencias	Pza.	1



### Esquema. Fontanería de salida demasías.



#### Utilización del tanque como cárcamo de rebombeo

Cuando se utiliza el mismo tanque como cárcamo de rebombeo para distribuir, ya sea a otros tanques o redes, es conveniente que la tubería de llegada al tanque este lo mas retirada posible de la ubicación de los equipos de bombeo. Para evitar los vórtices (que pueden hacer cavitarse a los equipos de bombeo), para eliminar las corrientes turbulentas y así mantener el fluido estable, se recomienda el uso de paredes (mamparas) y un acomodo adecuado de los equipos de bombeo.

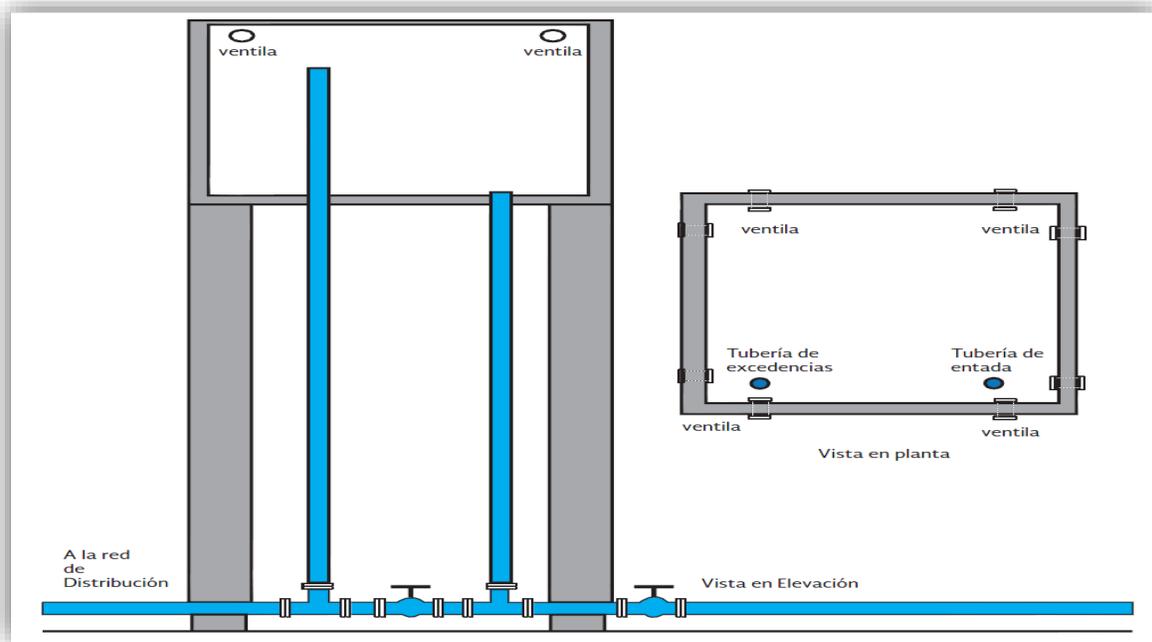
#### 11.1.2. Tanques Elevados.

Para el diseño de la entrada, salida, desagüe y demasías, se tomaran en cuenta las siguientes recomendaciones:

**Entrada y salida.** Para las funciones de llenado y vaciado de tanques elevados (de concreto y metálicos) generalmente se utiliza la misma tubería. Su diámetro, de preferencia, debe ser el de la alimentación a la red. Dicho conducto se aprovecha también para efectuar la limpieza del depósito, utilizando piezas especiales y válvulas de seccionamiento (**Esquema: Tanque Elevado, arreglo general de fontanería**).



**Esquema: Tanque Elevado, arreglo general de fontanería**



Para facilidad de operación y mantenimiento se recomienda que las fontanerías de entrada y salida queden alojadas en 'trincheras'. La entrada en este tipo de tanque puede tener varios arreglos, entre los cuales destacan:

- a) Llegada y salida por la misma tubería. Este tipo de arreglos representa un ahorro en tubería. La llegada es por la parte inferior del tanque y sirve como amortiguador cuando se presenta una sobre presión (golpe de ariete). En caso de control se utilizarían electro niveles (**Esquemas: Tanque elevado, arreglo de fontanería entrada-salida (Planta).** y **Tanque Elevado, arreglo de fontanería entrada-salida (elevación).**)

**Tabla. Fontanería de salida demasías.**

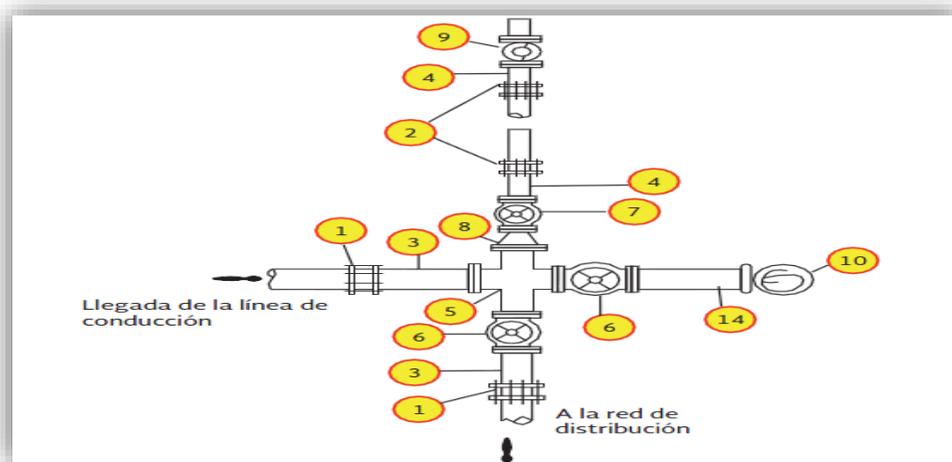
No.	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Junta flexible tipo Gibault, para unir tubería de llegada	Pza.	3
2	Junta flexible tipo Gibault para unir tubería de excedencias	Pza.	3
3	Extremidad de fo.fo.	Pza.	3
4	Extremidad de fo.fo.	Pza.	3
5	Cruz de fo.fo.	Pza.	1
6	Válvula de compuerta vástago ascendente, bridada, con interiores de bronce para agua	Pza.	2
7	Válvula de compuerta vástago ascendente, bridada, con interiores de bronce para agua	Pza.	1
8	Reducción de fo.fo.	Pza.	1
9	Tee de fo.fo.	Pza.	1
10	Codo de fo.fo. de 90 grados	Pza.	1



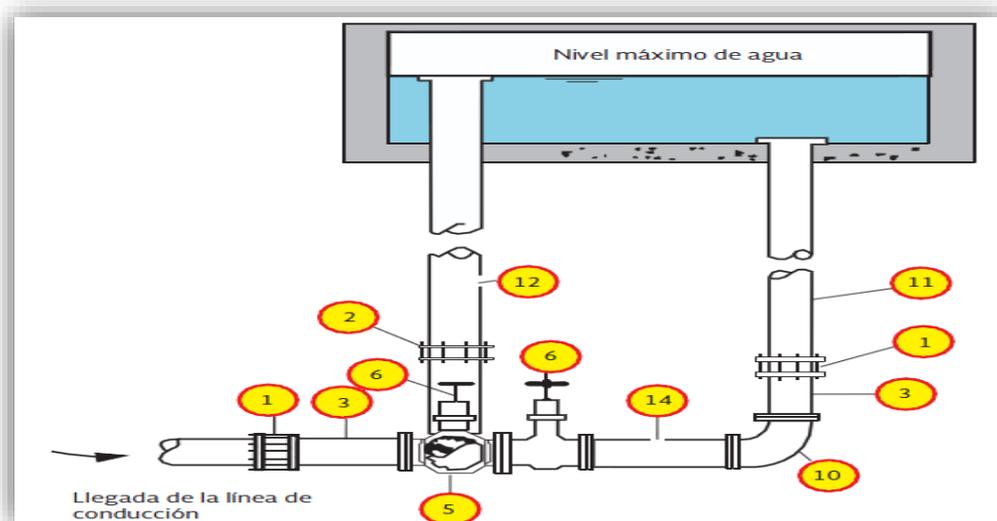
11	Tubo de fo.go. liso en un extremo y con anillo de empotramiento soldado en el otro	m	15
12	Tubo de fo.fo. liso en los dos extremos y con anillo de empotramiento soldado.	M	20, 80
	Empaques de plomo	Pza.	7
	Empaques de plomo	Pza.	5
13	Tubo de fo.fo.	Pza.	4
14	Tubo de fo.fo.	Pza.	1

**Nota:** El diámetro, largo y número de piezas dependerán de los diámetros Ø1 y Ø2 seleccionados

**Esquema:** Tanque elevado, arreglo de fontanería entrada-salida (Planta).



**Esquema:** Tanque Elevado. Arreglo de fontanería entrada-salida (elevación).



- b) Llegada y salida por tubería independiente. En este arreglo se utiliza más tubería por tener líneas independientes. Se utiliza para tener carga constante en la distribución. Su control se puede hacer tanto con electro niveles como por válvulas de flotador.



**Tubería de demasías.** Deberá asegurarse que no se tengan demasías, dado que representaría un desperdicio de agua cuyo bombeo representa un costo de operación. Esto se logra evitar usando válvulas de flotador, electro niveles o de preferencia con válvulas de altitud. Como un requisito de seguridad es conveniente instalar un vertedor de demasías, constituido por una tubería situada en el interior del depósito, la que puede colocarse unida a una de las columnas de la torre del tanque. La ventilación a los tanques se proporciona por medio de tubos verticales u horizontales que atraviesan el techo o la pared. También puede hacerse por medio de aberturas con rejillas de acero instaladas en la periferia del tanque.

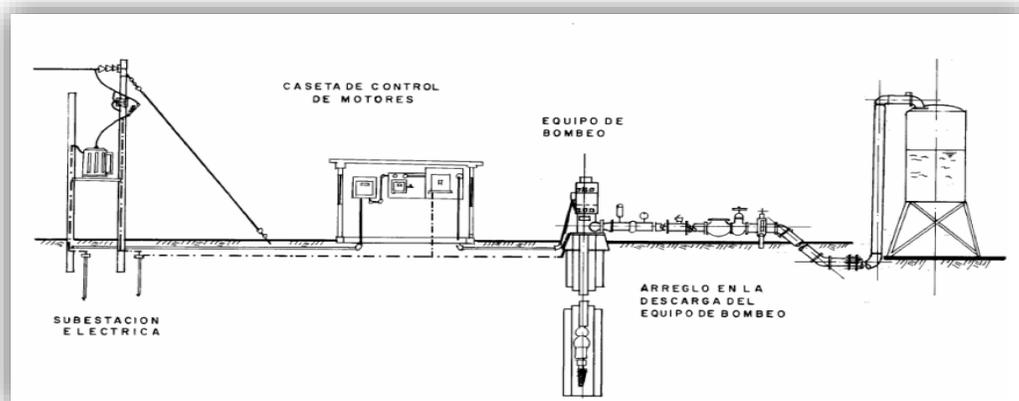
Para la limpieza del tanque se recomienda colocar un tubo de desagüe en el fondo. Esta tubería no debe conectarse al alcantarillado, sino que debe descargar libremente en un recipiente abierto desde una altura no menor de dos diámetros del tubo sobre la corona del recipiente y de ahí por gravedad descargar a un depósito.

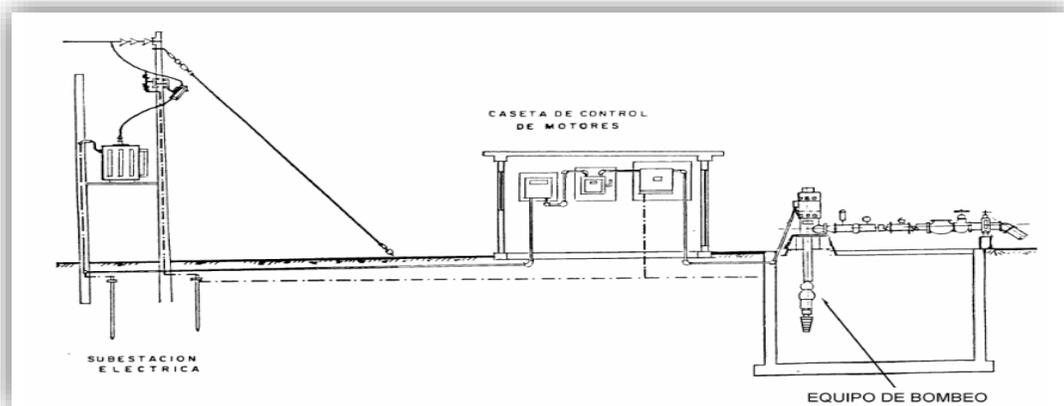
## 12. Plantas y/o tanques de Bombeo.

Las plantas de bombeo, son instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica destinadas a transferir volúmenes de fluidos de un determinado punto a otro para satisfacer ciertas necesidades, venciendo desniveles topográficos principalmente, de acuerdo con los requerimientos específicos de que se trate, las plantas pueden ser para bombeo de agua de pozo profundo y de cárcamos; las instalaciones electromecánicas básicas de una planta de bombeo típica están compuestas por:

- Subestación eléctrica.
- Equipo de bombeo.
- Motor Eléctrico.
- Controles Eléctricos.
- Arreglo de descarga.

**Figura.** Arreglo típico de una planta de bombeo en pozo profundo.



**Figura.** Arreglo típico de una planta de bombeo en cárcamo.

### 12.1. Equipos de Bombeo

En los equipos de bombeo se utilizan preferentemente sistema en paralelo solo en el caso en donde las condiciones de diseño gasto y carga no permita utilizar sistemas en paralelo se podrán utilizar sistemas de bombeo conectados en serie. Dentro de la memoria técnica se deberá incluir la curva del sistema bomba-línea de impulsión para dos o más bombas en operación, describiendo además el funcionamiento del mismo en sus distintas etapas, presentar análisis de golpe de ariete. Y siempre se considerará el esquema; un equipo en reserva y uno o más equipos operando, es decir: 1:1, 1:2, 1:3, etc.

El sistema debe contar con dispositivos de control de paro y arranque de los equipos de bombeo, además de válvulas aliviadoras de presión o anticipadoras de golpe de ariete, u otros dispositivos para la protección de los mimos y de la tubería de conducción contra la sobrepresión.

Las líneas de impulsión estarán provistas de válvulas de admisión y expulsión de aire (VAyEA), así como válvulas liberadoras de aire y desfogues, de acuerdo a las recomendaciones dadas para conducciones en gravedad. Con el objeto de asegurar un servicio continuo el sistema deberá incluir un equipo de emergencia de generación de energía eléctrica, en caso de suspensión en el suministro de energía eléctrica, para los sistemas en los que se requiera asegurar el servicio de agua potable.

Los equipos de Bombeo, deberán seleccionarse para que opere lo más cercano al punto de mayor eficiencia, quedando a juicio del organismo el aceptar la curva propuesta. Los sistemas deberán diseñarse para operar, preferentemente con carga de succión positiva.

La potencia al freno de la bomba (BHP), se determina con la fórmula siguiente:

$$\text{BHP} = \frac{Q \cdot H}{76}$$

$$\text{HP} = \frac{\text{CDT} \cdot Q}{76 \cdot \text{Eficiencia}}$$

Donde: Q= Gasto en l/s.



H = Carga en m.

CDT= Carga dinámica total en m.

Los equipos de Bombeo se seleccionarán en base a un análisis comparativo de los diferentes tipos de equipos disponibles en el mercado, se consideran cuatro opciones principales: bombas verticales multietapas, bombas centrifugas horizontales, bombas de caja partida y bombas tipo turbina que operen con lubricación por agua. En el caso de equipos de bombeo para pozos profundos las bombas pueden ser del tipo sumergible.

- La velocidad máxima deberá ser en cualquier punto de la tubería de succión es 1.2 a 1.5 m/s (4 a 5 pies/s).
- La velocidad máxima deberá ser para la entrada a la Campana de Succión es de 1.20 m/s (4 pies/s).
- Las velocidades en la tubería de descarga de la bomba no deben de ser mayores a 3 m/s (10 pies/s).

**12.2. Sumergencia.**

En los equipos de bombeo el cálculo de la sumergencia, deberá considerar lo siguiente:

- 1) El nivel mínimo de operación del cárcamo de bombeo será el resultante del cálculo de sumergencia para evitar el vórtice, con el gasto máximo (un equipo funcionando):

$$\frac{S}{D} = 1 + 2.3 F_D \qquad F_D = \text{Número de Froude} = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

<p>Sistema Ingles:</p> $S = D + 0.52 \left( \frac{Q}{D^{1.5}} \right)$ <p>S = Sumergencia (pies)                  D = Diámetro (pies)                  V= Q/A                  Q = Gasto (pies<sup>3</sup>/s)</p>	<p>Sistema Métrico:</p> $S = D + 0.936 \left( \frac{Q}{D^{1.5}} \right)$ <p>S = Sumergencia (pies)                  D = Diámetro (pies)                  V= Q/A                  Q = Gasto (pies<sup>3</sup>/s)</p>
---	---

- 2) La revisión de la Carga Neta Positiva de Succión Disponible (NPSH<sub>D</sub>) se hará con las diferentes gastos y se tomará el más crítico, esta deberá cumplir un factor de seguridad de 1.2 a 0.60 m como mínimo; con respecto a la Carga Neta Positiva de Succión requerida (NPSH<sub>R</sub>) por el fabricante de los equipos seleccionados.  
 Esto es: NPSHD / NPSHR ≥ 1.2, o bien NPSHD - NPSHR ≥ 0.60 m, como mínimo.



La carga Neta Positiva de Succión Disponible (NPSHD), es igual a la carga de presión absoluta en la succión de la bomba,, más la altura de la velocidad en ese punto, menos la carga de presión absoluta de vapor a la temperatura de trabajo.

$$NPSHD = \frac{P_a}{\gamma} \pm \frac{P}{\gamma} - \left( \frac{V^2}{2g} \frac{P_v}{\gamma} + H_{ft} \right)$$

Donde:

P = Presión o altura en la succión de la bomba.

V = Velocidad en la succión de la bomba.

P<sub>a</sub>= Presión atmosférica del lugar.

P<sub>v</sub> = Presión absoluta de vapor a la temperatura de trabajo.

g = Gravedad.

H<sub>ft</sub> = Pérdidas totales en la succión.

El fabricante de bombas proporcionara el funcionamiento de la bomba, para que no se presente el problema de cavitación, mediante el concepto de Carga Neta Positiva de Succión requerida (NPSH<sub>R</sub>), en función del gasto (Q = l/s) y carga dinámica total (H = mca).

### 12.3. Características de los motores

El motor de la bomba se seleccionará para los requerimientos de potencia al freno de una bomba en operación (BHP), para sistemas de bombas en el que operan dos o más bombas simultáneamente. los motores operando dentro del factor de servicio no serán aceptados.

Los motores utilizados tendrán de preferencia las siguientes características:

- Trifásico, de inducción, con rotor tipo jaula de ardilla.
- Carcasa sellada enfriada por ventilador tipo TEFC.
- Aislamiento Clase F.
- Factor de servicio será Fs=1.15.
- Diseño NEMA B, con factor de deslizamiento menor a 3%.
- Código NEMA F.
- De eficiencia Premium.

El voltaje de operación será: 3 fases, 60Hz. El Voltaje entre fase, no debe presentar desbalanceo mayores al 5%.

- Hasta 10 HP será a un voltaje 230 voltios.
- De 15 HP a 250 HP a 460 voltios.
- Mayor de 250 HP será en 460 y 4160 voltios.



## 12.4. Instalaciones Eléctricas

### a. Normatividad.

Las instalaciones eléctricas, se sujetaran a las normas oficiales mexicanas vigentes. El proyecto deberá cumplir con todos los requerimientos solicitados por CFE (Comisión Federal de Electricidad) y validado por la Unidad de Verificaciones de Instalaciones Eléctricas (UVIE) según sea el caso.

### b. Tableros eléctricos.

Los gabinetes de los tableros eléctricos serán fabricados de lámina de acero de calibre No. 12 o mayor y ensamblados, cableados y verificados en fábrica. Los gabinetes deberán cumplir con NEMA-1 para servicio interior, NEMA-12 cuando sea necesario evitar el polvo, NEMA 3R para servicio a prueba de lluvia y NEMA 4X (fibra de vidrio) cuando se instale en ambientes corrosivos. La pintura exterior de los gabinetes será de color gris ANSI 49.

Los tableros de control deberán incluir banco de capacitores fijos o automáticos para corregir el factor de potencia requerido por CFE para evitar cualquier penalización por la empresa suministradora de energía (deberá verificar el factor de potencia mínimo requerido por CFE.)

### c. Tensión eléctrica.

La tensión de diseño de los gabinetes será de 600 voltios hasta un voltaje de operación de 460V y de 5000 voltios para 4160 v; todas las partes energizadas presentaran un frente muerto para el operador.

Dependiendo de las características de los equipos instalados, las tensiones de operación serán de 110, 240, 480 o 4160 voltios.

### d. Controladores.

Los arrancadores de los motores podrán tener las siguientes características:

- En motores hasta de 15 HP Arrancador a tensión plena.
- En motores de 20 HP en adelante. Arrancador tensión reducida (estado sólido con Contador by pass).

### e. Subestaciones eléctricas.

En sistema de bombeo con potencia igual o mayor a 20 HP, será necesario instalar subestación eléctrica, acorde a cubrir la capacidad y necesidades del sistema de bombeo. La subestación eléctrica deberá ser complementada con el mecanismo de desconexión.



**f. Red de tierras.**

La red de tierras preliminar debe diseñarse; conforme a la Normatividad de CFE, considerando lo siguiente:

- a) El cable que forme el perímetro exterior de la malla debe ser continuo de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación, con ello se evitan altas concentraciones de corriente y gradientes de potencial en el área y las terminales cercanas.
- b) La malla debe estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciamiento adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando retículas cuadradas.
- c) Los cables que forman la malla deben colocarse preferentemente a lo largo de las hileras de estructuras o equipos, para facilitar la conexión de los mismos.
- d) En cada cruce de conductores de la malla, éstos deben conectarse rígidamente entre sí y en los puntos adecuados conectarse a electrodos de tierra de 2.40 m de longitud mínima, clavados verticalmente. donde sea posible, construir registros en los mismos puntos y como mínimo en los vértices de la malla.
- e) En subestaciones tipo pedestal, el sistema de tierra debe quedar confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo.
- f) La red o malla de tierra debe estar enterrada a una profundidad comprendida entre 0.30 a 1.0 metros.

**g. Factor de potencia.**

El factor de potencia es la relación entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVA). Las empresas suministradoras de energía, miden la energía reactiva (KVA<sub>r</sub>) y cobran una penalización debida a un factor de potencia menor al requerido por la empresa suministradora de energía (en el caso de la CFE), así como brindan una bonificación a usuarios que corrijan u factor de potencia mayor al requerido. El factor de potencia para motores de inducción puede variar de acuerdo a su tamaño (HP) y su velocidad (rpm). El factor de potencia debe ser corregido al (verificar condiciones actuales de factor de potencia requerido por la empresa suministrador de energía) a plena carga de la instalación a través de la instalación de bancos de capacitores para corrección de factor de potencia. Los capacitores pueden ser ubicados dentro o fuera del centro de control de motores (CCM). Los capacitores deben contar con un medio de desconexión dentro o fuera del circuito del motor.

Se debe considerar tanto en los estudios preliminares como en la etapa de proyecto ejecutivo de la planta de bombeo: el cálculo y la correcta selección de los bancos de capacitores requeridos para corrección del factor de potencia mínima requerida por la empresa suministradora de energía de acuerdo a la carga total de la planta de bombeo.

**h. Planta eléctrica de emergencia.**

Para calcular la capacidad necesaria de una planta eléctrica de emergencia, se deben considerar los siguientes puntos:

- 1) La carga eléctrica de cada motor que entrará en operación KVA<sub>m</sub>.
- 2) La carga eléctrica monofásica que se agregará al sistema en KVA<sub>c</sub>.
- 3) Determinar los KVA de arranque (KVA<sub>s</sub>) de cada uno de los motores, en función de (KVA/HP) de la letra del código para rotor bloqueado de cada motor.
- 4) Se determina el factor de arranque (Fn) que depende del número de motores que entraran en operación. F1 = 1,00, F2 = 1.10, F3 1.20, F4 = 1.30.
- 5) Se determinan los KVA efectivos (KVA<sub>e</sub>) aplicando la formula siguiente:

$$KVA_e = KVA_s \times (F_n) + KVA_c$$

La potencia eléctrica (en KW) de la planta generadora de energía eléctrica seleccionada, será  $P=KVA_e$  (Por factor de potencia).

#### i. Subestaciones eléctricas.

En sistemas de bombeo con potencia igual o mayor a 10 hp, será necesario instalar una subestación eléctrica, con capacidad suficiente para cubrir la potencia total demandada.

Tabla.- Capacidades preferentes para transformadores.

Monofásicos (Kva)	Trifásicos (KVA)	Monofásicos (Kva)	Trifásicos (KVA)
5	15	500	1500
10	30	833	2000
15	45	1250	2500
24	75	1667	3750
37.5	112.5	2500	5000
50	150	3333	7500
75	223	5000	10000
100	300	6667	12000
167	500	8333	15000
250	750	10000	20000
333	1000		

#### 12.4. Dimensionamiento de Cárcamo de Succión

Los tanques se dimensionaran en función de los siguientes parámetros: gasto de diseño, Características del sistema, Nivel mínimo de sumergencia, Volumen de control, Nivel máximo del agua.

##### a. Gasto De Diseño

- Para sistemas de bombeo de tanque a tanque será con el Gasto Máximo Diario.



**b. Características del sistema.**

Es necesario determinar cuánto equipos son requeridos en el sistema de bombeo y la forma de operar.

En todos los casos deberá considerarse un equipo de reserva.

**c. Volumen.**

El volumen de Control del primer equipo, deberá determinarse utilizando la fórmula siguiente:

$$V_c = \frac{QT_c}{4}$$

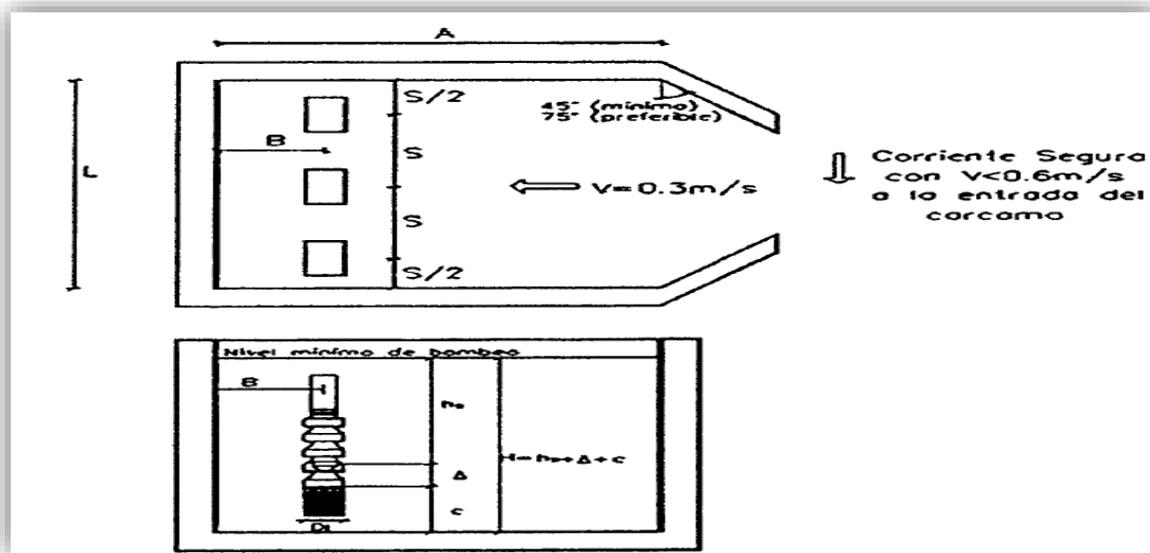
Donde:  $V_c$  = Volumen crítico requerido por el equipo, en  $m^3$ .

$Q$  = Gasto del equipo, en  $m^3/seg$ .

$T_c$  = Tiempo que debe transcurrir entre arranques sucesivos del equipo. en seg.

- **El volumen de control no deberá ser menor a  $50 m^3$ .**

Figura. Dimensionamiento Preliminar de la Estructura del Cárcamo para no producir vórtices en la succión.



$C = 0.37 Q^{\frac{1}{2}}$ $C = \frac{D_T}{3}$ $B = 0.8325 Q^{0.5155}$ $B = \frac{3}{4} a \frac{9}{16} D_T$ $S = 1.9 Q^{0.47}$ $S = 1.5 A 2D_T$ $A_{\text{mínima}} = 2.7 S$ $hs + \Delta = \text{o MAYOR A } 1.5$	<p>Donde:</p> <p>A = Ancho del cárcamo, en el sentido paralelo de la llegada del flujo de la zona de baja velocidad menor a 0.3 m/s.</p> <p>B= Separación entre el muro del cárcamo y el eje de la tubería de descarga.</p> <p>C= Separación entre el borde inferior de la campana de succión y el piso del cárcamo.</p> <p>S= Separación entre bomba y bomba.</p> <p>L= Numero de bombas x separación entre bombas = longitud del cárcamo paralelo al sentido de instalación de las bombas.</p> <p>nb = Velocidad específica de la bomba seleccionada.</p> <p>hs + <math>\Delta</math> = Sumergencia.</p> <p>hs = Distancia entre nivel mínimo de agua y el eje del impulsor inferior.</p> <p><math>\Delta</math> = Distancia al borde inferior de la campana de succión y el eje del impulsor.</p>
---	--

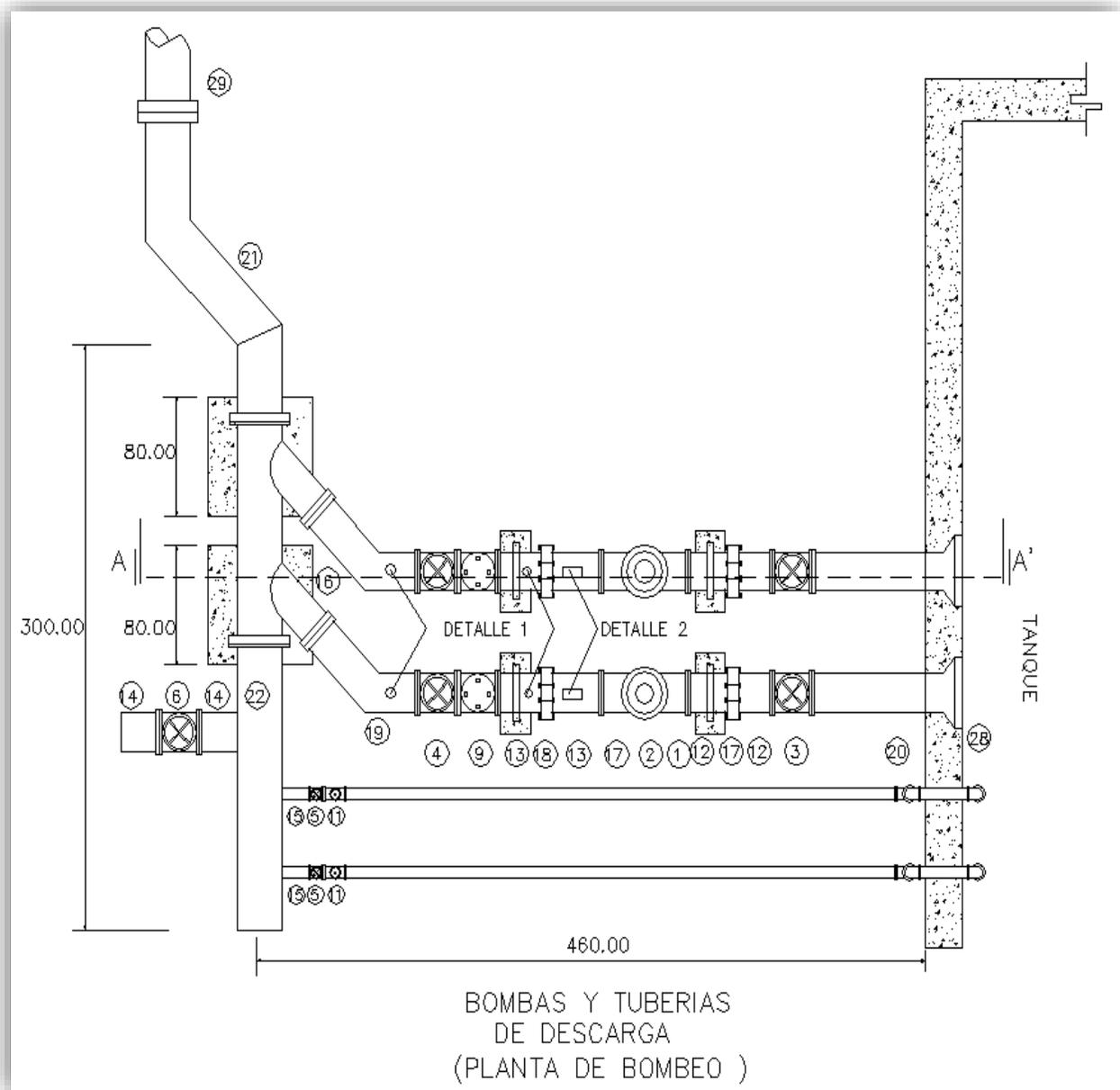
#### d. Zona de succión.

La zona de succión de los equipos de bombeo, cuando el nivel del agua está por debajo de la cota del impulsor, se diseñará en base a los siguientes parámetros:

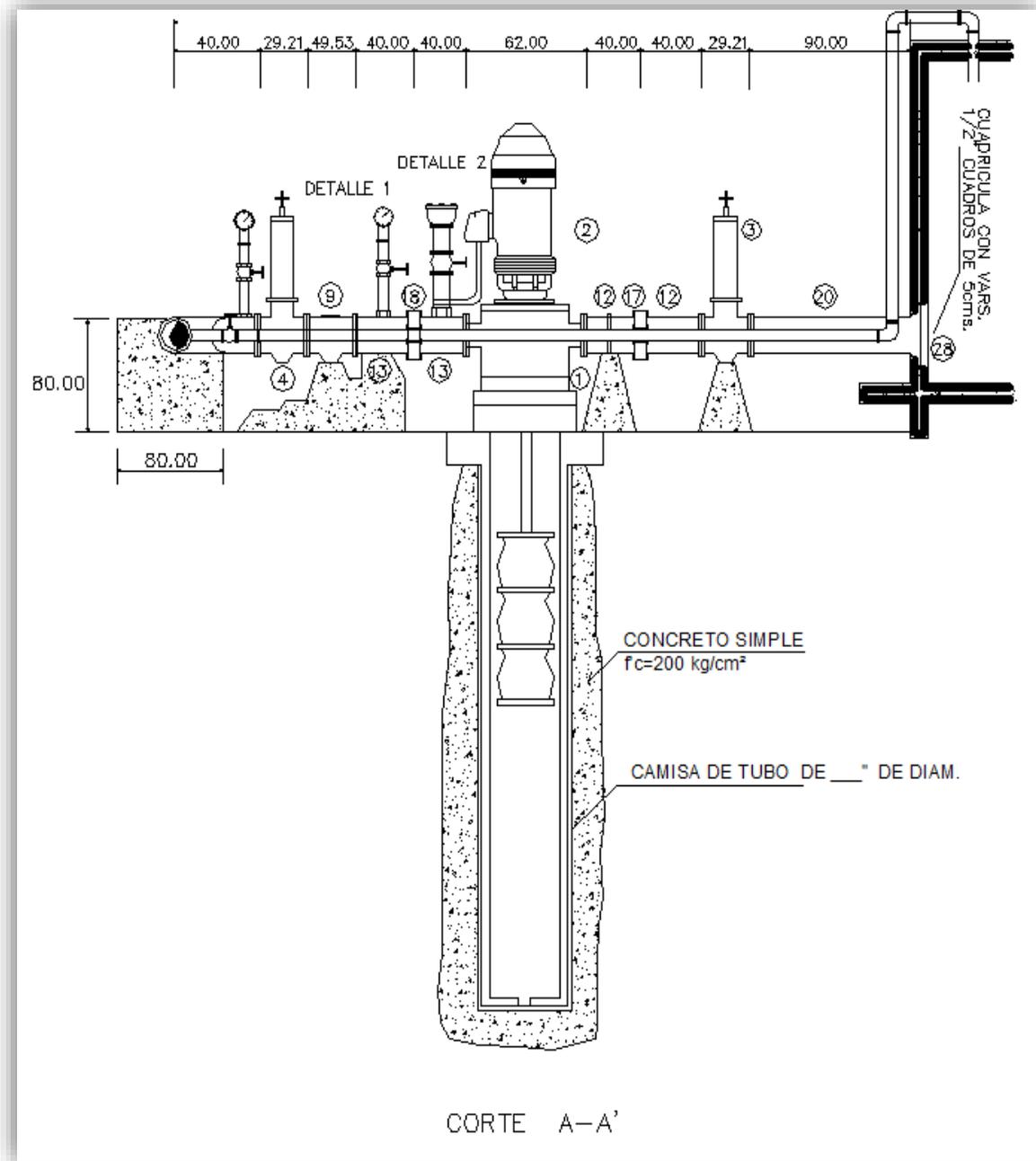
- Nivel mínimo del agua en el tanque (Nmín). el nivel mínimo del agua lo determina la diferencia entre el máximo volumen de agua en el Tanque y el volumen de control requerido por los equipos operando.
- Nivel de la parte baja de la campana de succión. el nivel de la parte baja de la campana lo determina la diferencia entre él y el Nivel Mínimo de Sumergencia requerido.
- Diámetro de la campana (D). Las características de la Campana de succión serán las establecidas por la Norma ANS/AWWA C110/A21.10 en su versión vigente. El diámetro de la succión es "d". el diámetro de la Campana debe calcularse para velocidades menores a 1.2 m/s (4p pies/seg).
- La distancia mínima de la parte exterior de la Campana de succión a los muros del cárcamo (CW), se determinará con la fórmula:  $Cw \geq 0.25 D$ . o por lo menos de 0.10 m. La distancia del centro de la columna de succión (si no existe campana) a los muros del cárcamo (Cp), se determinará con la fórmula:  $0.30 D \leq C \leq 0.50 D$ .



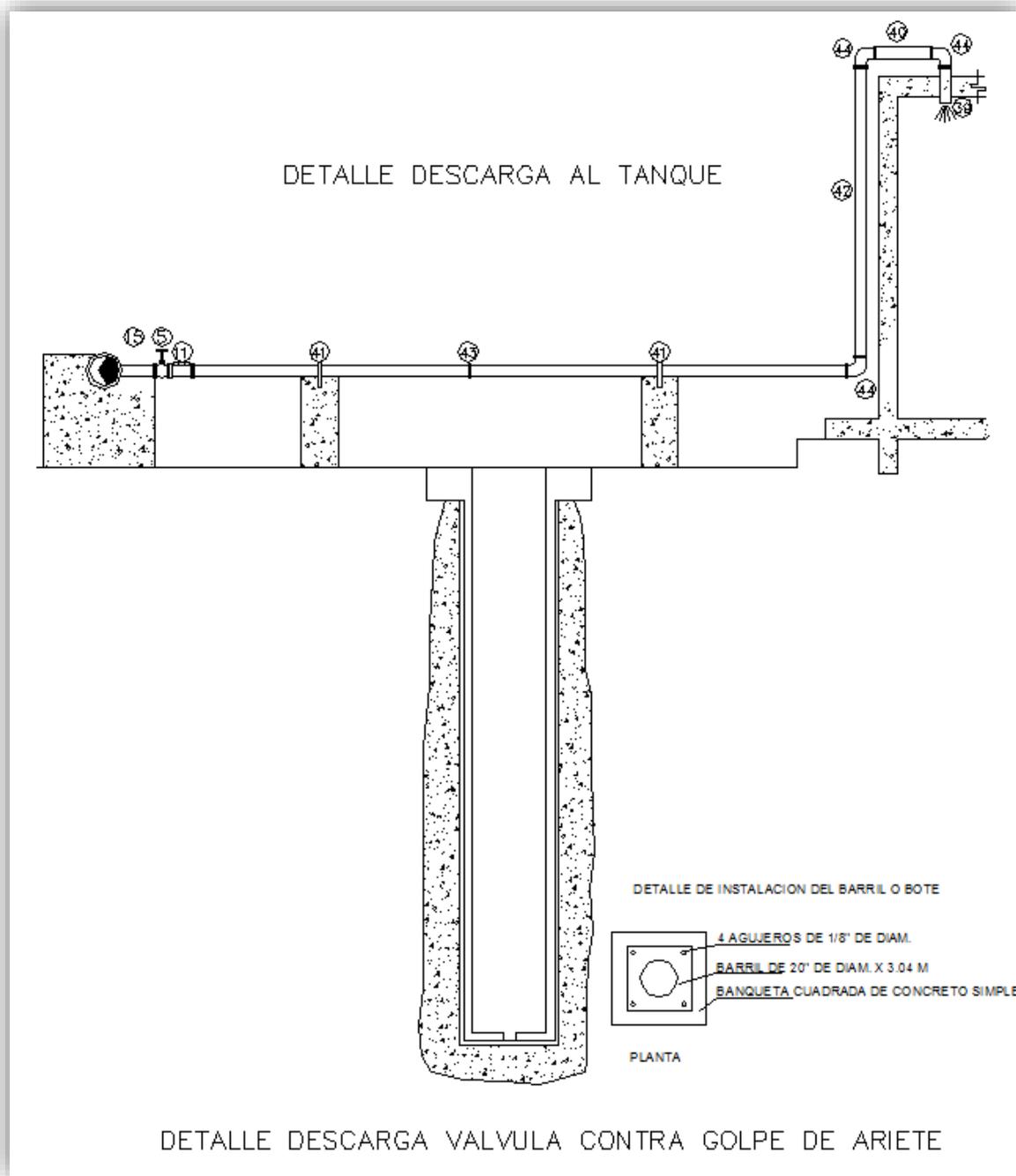
**Esquema:** Tren de Descarga Tanque- Línea de Conducción por Bombeo. (Planta)



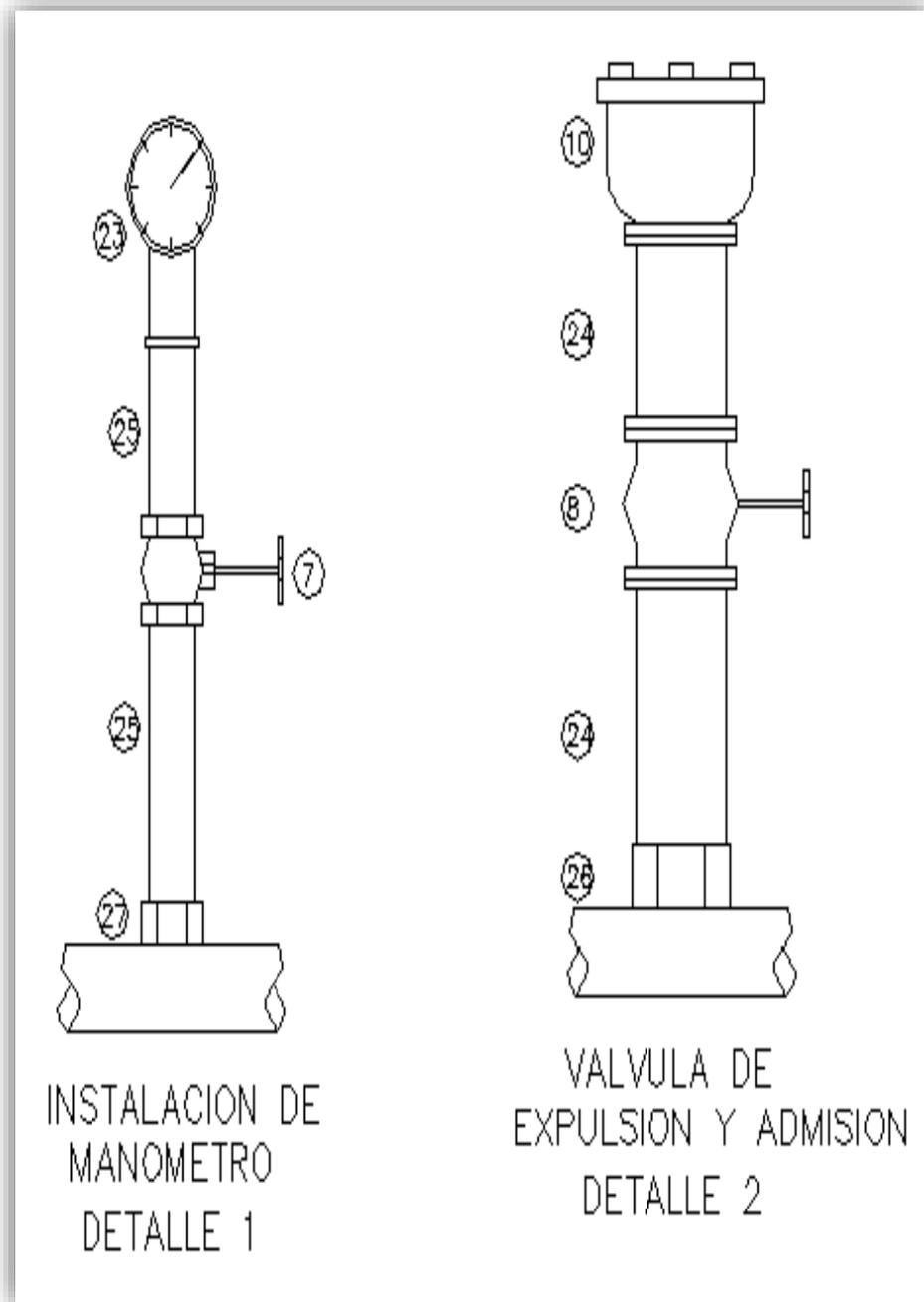
Esquema: Tren de Descarga Tanque- Línea de Conducción por Bombeo. (Perfil)



Esquema: Detalle Descarga Válvula contra Golpe de Ariete. (Perfil)



**Esquema:** Detalle Instalación de Manómetro y Válvula de Expulsión y Admisión.



**Tabla:** Arreglo Mecánico de la Planta de bombeo.

Partida	Descripción	Pzas
1	Bomba centrífuga vertical auto contenida a _____ rpm de __ etapas columna lubricada por agua de __" ø flecha de __" longitud total de ____ m. Bote de auto contención adecuado al cuerpo de tazones. Carga dinámica de ____ mca. _____ cabezal de descarga tipo __ modelo _____ gasto de __ lps	
2	Motor eléctrico vertical de inducción tipo jaula de ardilla tropicalizado flecha hueca servicio intemperie potencia de __ c.p. A _____ volts ____ rpm __ fases, __ polos, __ ciclos. Marca _____ con trinquete de no retroceso	
3	Válvulas de seccionamiento tipo compuerta de fierro fundido extremos bridados, vástago saliente de __ ø para una presión de ____ psi ( __ kg/cm <sup>2</sup> ). Marca _____.	
4	Válvulas de seccionamiento tipo compuerta de fierro fundido extremos bridados, vástago saliente de __ ø para una presión de ____ psi ( __ kg/cm <sup>2</sup> ). Marca _____.	
5	Válvula de compuerta de fo.fo. Vástago saliente de __ ø bridada para una presión de __ kg/cm <sup>2</sup> marca _____.	
6	Válvula de compuerta de fo.fo vástago saliente de __" ø bridada para una presión de __ kg/cm <sup>2</sup> marca _____.	
7	Válvula de compuerta de __" ø con rosca para una presión de __ kg/cm <sup>2</sup> marca _____.	
8	Válvula de compuerta de ____" ø con rosca para una presión de __ kg/cm <sup>2</sup> marca _____.	
9	Válvula de no retorno (silent check) extremos bridados de fierro fundido de __" ø para una presión de ____ kg/cm <sup>2</sup> marca _____.	
10	Válvula de expulsión y admisión de aire de __" ø de fierro gris astm A-48 flotador de acero inoxidable (____ psi ) pintura epóxica, roscada marca _____.	
11	Válvula contra golpe de ariete de fierro fundido de __" ø bridada para que abra a una presión superior de __ kg/cm <sup>2</sup> para una presión máxima de ____ psi ( __ kg/cm <sup>2</sup> ) cuerpo de fierro gris ASTM A 48 con pintura epóxica marca _____.	
12	Extremidad de fierro fundido de ____ mm ( ) ø a-__.	
13	Extremidad de fierro fundido de ____ mm ( ) ø a-__.	
14	Extremidad de acero de ____ mm ( ) ø a-_____.	
15	Extremidad de acero de __ mm ( ) ø a-_____.	
16	Extremidad de acero de ____ mm ( ) ø espesor __" a-_____.	



17	Junta gibault completa de ___ mm (___) $\emptyset$ a-__.	
18	Junta gibault completa de ___ mm (___) $\emptyset$ a-__.	
19	Codo de fierro fundido de ___" x ___" $\emptyset$ a-__.	
20	Tubo de acero de ___ mm (___") $\emptyset$ espesor ___ mm a -___ l=___ m bridado en un extremo el otro liso	
21	Tubo de acero de ___ mm (___") $\emptyset$ espesor ___ mm a-___ l=___ m un extremo liso el otro con deflexión a 45° y bridado	
22	Múltiple de acero de ___ mm (___) esp. ___ mm de ___ m long. A___ con ambos extremos biselados recibiendo 2 derivaciones a 45° de ___ $\emptyset$ , una a 90° de __, y dos mas a 45° de ___ $\emptyset$ .	
23	Manómetro tipo _____ con carátula de ___ mm (___") $\emptyset$ rango de presión 14 kg/cm <sup>2</sup> .	
24	Niple de fierro galvanizado de ___" x ___ cm. Long ced. ___	
25	Niple de fierro galvanizado de ___" diam. X 15 cm long. Ced. ___	
26	Cople de fierro galvanizado de ___" diam. Ced. ___	
27	Cople de fierro galvanizado de ___" diam. Ced. --	
28	Reducción concéntrica de acero de ___" x ___" diam. Espesor ___ mm a- _____.	
29	Extremidad espiga de pvc de ___"diam. C-___	
30	Empaque de neopreno de ___" $\emptyset$	
31	Empaque de plomo de ___" $\emptyset$	
32	Empaque de neopreno de ___" $\emptyset$	
33	Empaque de neopreno de ___" $\emptyset$	
34	Empaque de plomo de ___" $\emptyset$	
35	Tornillos de ___" x ___" cabeza y tuerca hexagonal	
36	Tornillos de ___" x ___" cabeza y tuerca hexagonal	
37	Tornillos de ___" x ___" cabeza y tuerca hexagonal	
38	Tornillos de ___" x ___" cabeza y tuerca hexagonal	
39	Niple de fierro galvanizado de ___" $\emptyset$ x ___ cm. Long. Ced. ___ -	
40	Niple de fierro galvanizado de ___" $\emptyset$ x ___ cm. Long. Ced. ___ -	
41	Niple de fierro galvanizado de ___" $\emptyset$ x ___ cm. Long. Ced. ___ -	
42	Niple de fierro galvanizado de ___" $\emptyset$ x ___ cm. Long. Ced. ___ -	
43	Tuerca de unión de fierro galvanizado de ___" $\emptyset$ ced. ___.	
44	Codo de fierro galvanizado de 90° x ___" $\emptyset$ ced. ___.	



## d) Alcantarillado Sanitario

## 1. Zanja para la Instalación de Tuberías.

Las tuberías se instalan superficialmente, enterradas o una combinación de ambas, dependiendo de la topografía, material de tubería y características del terreno. Normalmente las tuberías para alcantarillado sanitario se instalan enterradas. Para lograr la máxima protección de las tuberías, se recomienda colocarlas en zanjas.

## 2.1. Ancho de Zanja.

Todas las tuberías deben instalarse en "condición de zanja", debiendo ser ésta de paredes verticales, como mínimo hasta el lomo del tubo, excepto en estructuras que no permitan a cielo abierto, en los cuales se emplearán otros métodos de instalación, determinados por el Organismo Operador.

Las profundidades y anchos mínimos de zanjas necesarios para la instalación de las tuberías según el diámetro nominal, se muestra a continuación:

Diámetro Nominal		Profundidad de Zanja					
cm	pulg	Hasta 1.75 m.	De 1.76 m a 2.25 m.	De 2.26 m a 2.76 m.	De 2.76 m a 3.25 m.	De 3.26 m a 3.75 m.	De 3.76 m a 4.25 m.
15	6	60	65	65	70		
20	8	60	65	65	70		
25	10	70	70	70	70	70	75
30	12	75	75	75	75	75	75
38	15	90	90	90	90	90	90
45	18	110	110	110	110	110	110
53	21	125	125	125	125	125	125
61	24	135	135	135	135	135	135
68	27	145	145	145	145	145	145
76	30		155	155	155	155	155
91	36		175	175	175	175	175
107	42			190	190	190	190
122	48			210	210	210	210
152	60			245	245	245	245
183	72				280	280	280
213	84				320	320	320
244	96				360	360	360

**Nota:** Las tuberías que se instalarán serán con extremidades de espiga y campana; debiendo escavarse conchas para facilitar el acoplamiento de los tubos e inspección de las juntas.



## 2.2. Profundidad de Zanjas.

La profundidad de instalación de los conductos queda definida por:

- La topografía.
- El trazo
- Los colchones mínimos.
- las velocidades máxima y mínima.
- Las pendientes del proyecto.
- La existencia de conductos de otros servicios.
- Las Descargas domiciliarias.
- La economía de las excavaciones.
- La resistencia de las tuberías a cargas externas.
- La elevación de la descarga.

Cuando se presente un cruce del alcantarillado sanitario con una tubería que conduce agua potable, la tubería del alcantarillado debe ir a mayor profundidad que la de agua potable.

Las profundidades a las cuales se instalen las tuberías deben estar comprendidas dentro del ámbito del mínimo y la máxima indicadas a continuación:

La profundidad mínima: la determinan el colchón mínimo necesario para la debida protección de la tubería y la seguridad de permitir que se conecten los albañales domiciliarios. Por lo que se debe tener muy en cuenta la infraestructura existente. El colchón mínimo necesario para evitar rupturas del conducto ocasionadas por cargas vivas está en función del diámetro de la tubería por instalar, y se indica a continuación:

- **0.90 m** para tuberías con diámetro de hasta 40 cm.
- **1.10 m** para tuberías mayores de 40 cm y hasta 90 cm de diámetro.
- **1.30 m** para tuberías mayores de 90 cm y hasta 183 cm de diámetro.
- **1.50 m** para tuberías mayores de 183 cm de diámetro.

La profundidad máxima: se debe determinar mediante un estudio económico comparativo entre el costo de instalación del conducto principal con sus albañales correspondientes, y el de atarjea o atarjeas laterales (madrinas), incluyendo los albañales respectivos; no obstante, la experiencia ha demostrado que entre 3 y 4 metros de profundidad el conducto principal puede recibir directamente los albañales de las descargas y que a profundidades mayores, resulta más económico el empleo de atarjeas laterales.

## 2. Descargas domiciliarias

La descarga domiciliaria o albañal, es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, de las edificaciones a las atarjeas.



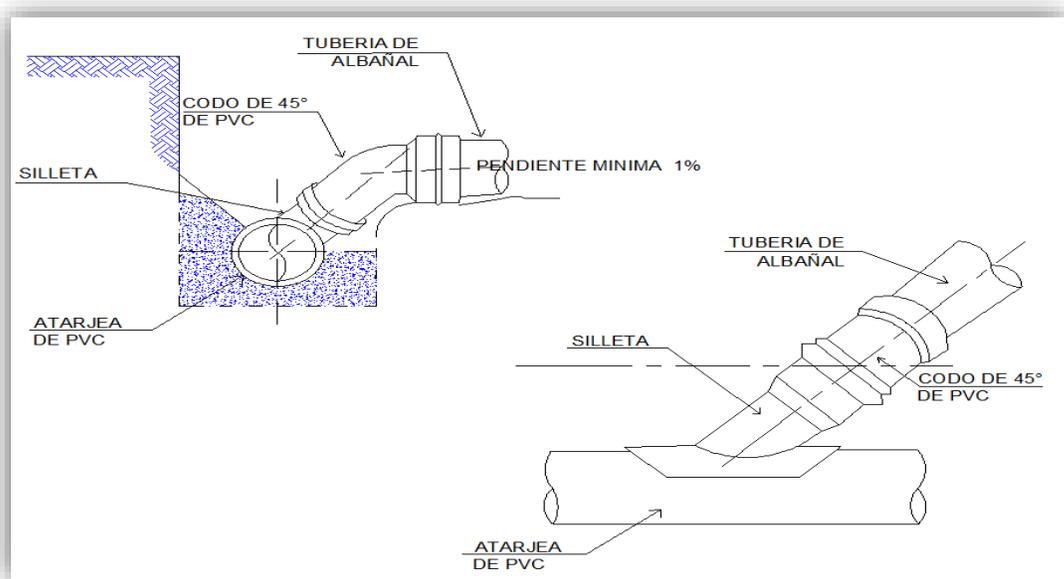
La descarga domiciliar sale de un registro principal, localizado en banqueta, provisto de una tapa de cierre hermético que impide la salida de malos olores, con un diámetro mínimo de 15 cm y una profundidad mínima de 60 cm. El albañal se conecta al sistema de alcantarillado con una pendiente del **1 % como mínimo**, y este **no debe ser mayor a los 12 metros**. Esta se hará a la red de alcantarillado sanitario, **no estará permitido que se conecten a pozos de visita directamente**.

En las descargas domiciliarias se debe garantizar que la conexión del albañal a la atarjea sea hermética.

Para **viviendas unifamiliares el diámetro mínimo** para descargas domiciliarias será de **6" de diámetro (15 cm)**, e individual para cada vivienda. En el caso de **viviendas multifamiliares (edificios verticales) el diámetro mínimo será de 8" de diámetro, (20 cm)**.

Los materiales de la atarjea, el albañal y la conexión de ambos deben ser compatibles, del mismo material. La conexión de la descarga domiciliar con una atarjea se realizará instalando un codo de 45° y una silleta o con una Tee-Yee cuando se construye simultáneamente a la red, conectándose a tuberías de 20 cms (8") a 30 cms (12") de diámetro.

**Esquema. Descargas Domiciliarias.**



### 3. Registro Sanitario.

El uso de registros sanitarios en sustitución de pozos de visita no es admisible, y únicamente se permitirán como registro domiciliario, y estará ubicado en banqueta, el cual servirá para mantenimiento.

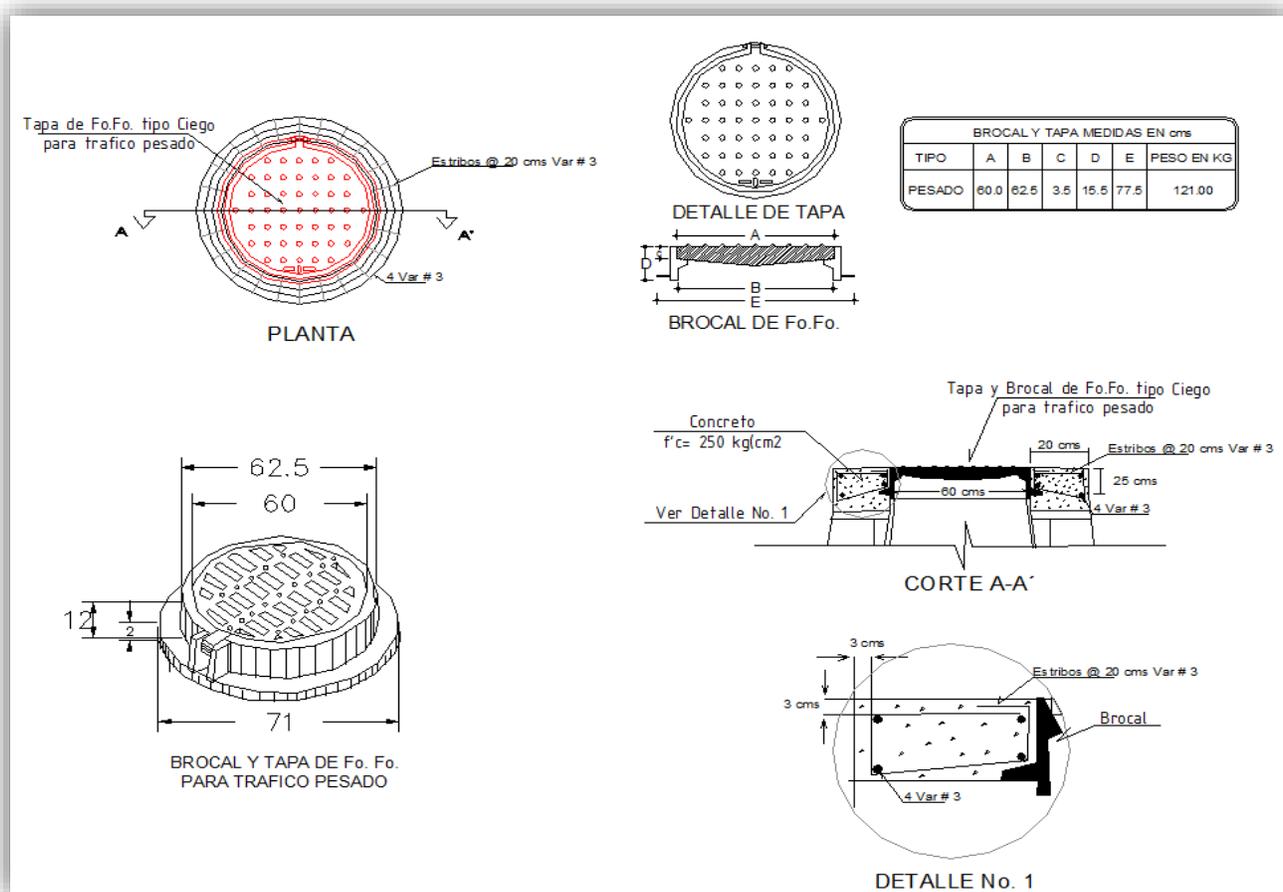




#### 4. Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección y limpieza de las alcantarillas. Se utilizan para la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente. Tienen una forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, son suficientemente amplios para darle paso a una persona y permitirle maniobrar en su interior. Un brocal de hierro fundido para tráfico pesado, de acuerdo con lo siguiente.

**Esquema. Tapa para Alcantarillado Sanitario.**



En caso de propuestas de otros tipos de material para las tapas de alcantarillado sanitario; deberá presentar su propuesta al Organismo Operador para su análisis correspondiente.

El piso de los pozos de visita es una plataforma en la cual se localizan canales (medias cañas) que prolongan los conductos y encauzan sus caudales. Una escalera de peldaños de hierro fundido empotrados en las paredes del pozo permite el descenso y ascenso al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.



Los materiales utilizados en la construcción de los pozos de visita deben asegurar la hermeticidad de la estructura y de la conexión con la tubería. Los pozos de visita se construirán de: tabique rojo (Ladrillo), el espesor mínimo será de 28 cm a cualquier profundidad.

El cambio de diámetro se debe hacer por medio de una transición dentro de un pozo de visita indicándose en cada caso, en el plano del proyecto, las elevaciones de sus plantillas, tanto de llegada como de salida.

Los pozos de visita se clasifican en pozos comunes, pozos especiales y pozos caja, de acuerdo con las características que se mencionan a continuación:

**Nota:** En casos especiales u extraordinarios la altura máxima del pozo podrá ser de 4.25 m, a juicio del Organismo Operador.

### **Pozo de visita Común y Especiales.**

Los pozos comunes (PC) tienen un diámetro interior inferior de 1.20 m y se utilizan con tuberías de 200 mm hasta 610 mm de diámetro.

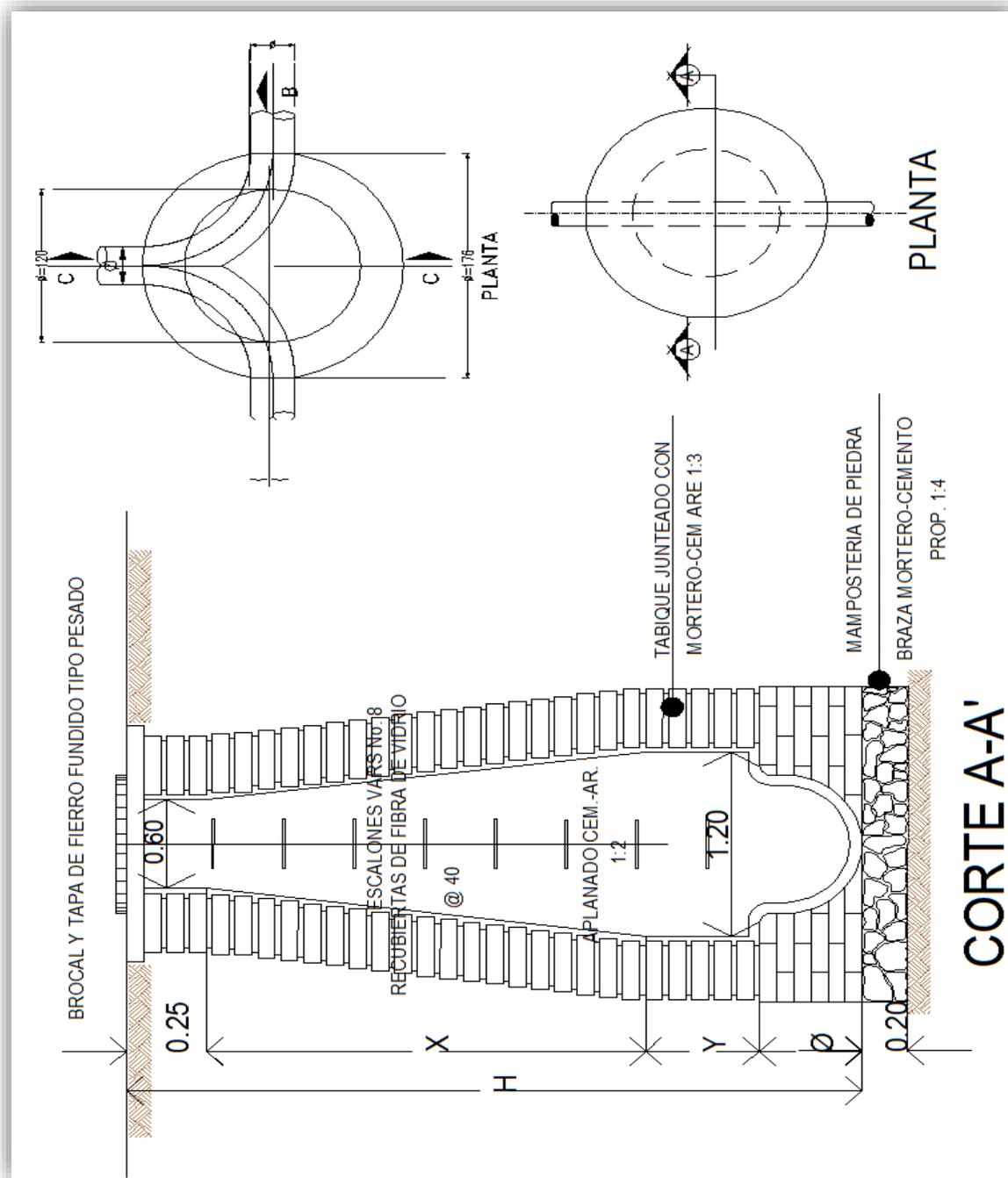
La profundidad mínima que se maneja para este tipo de pozo es 1.00 m hasta la profundidad indicada en el proyecto.

La base superior de todos los pozos de visita será de 0.60 m de diámetro interior.

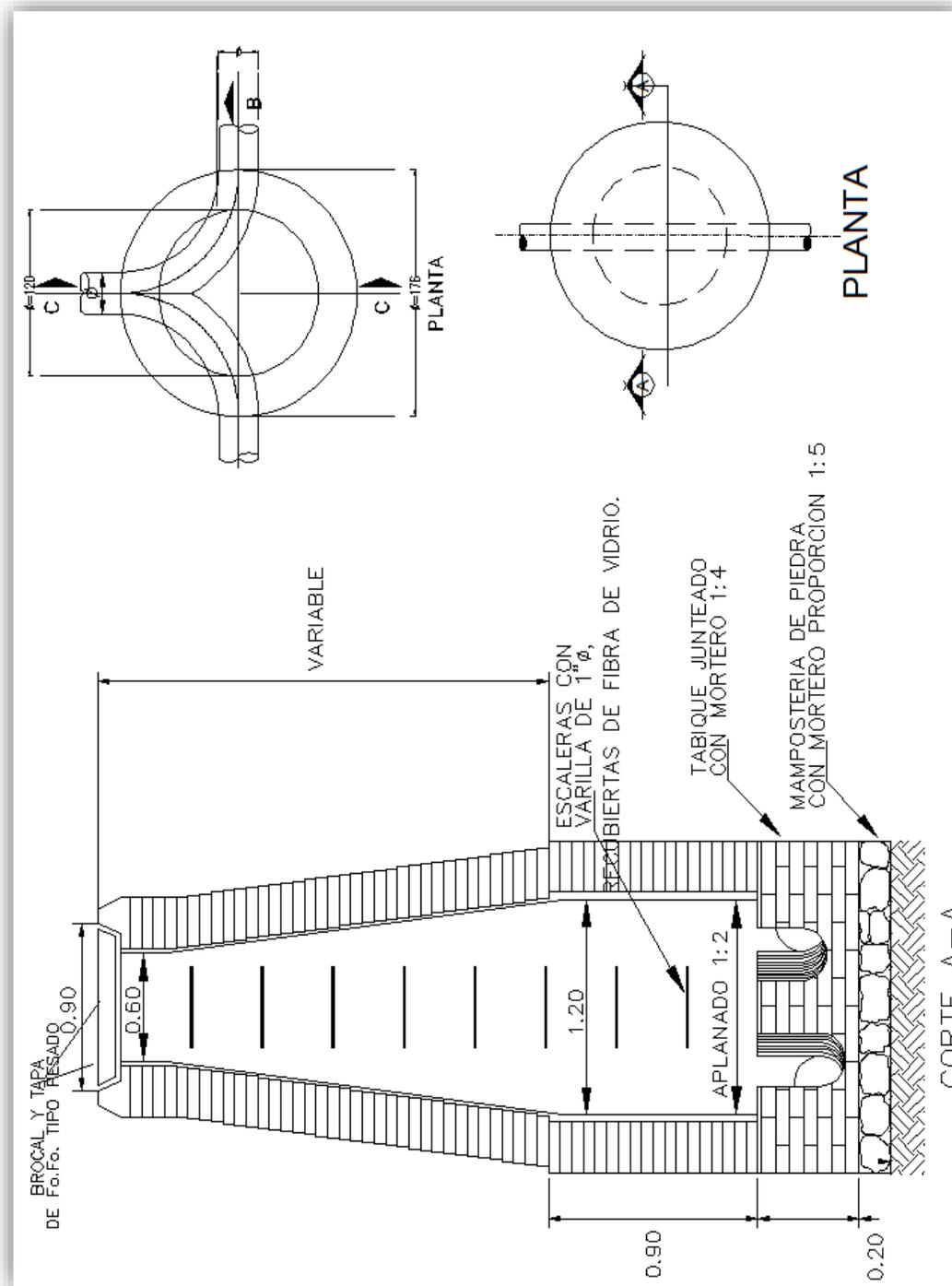
Escalones marinos con varillas No. 8, recubiertas de fibra de vidrio, o bien se pueden manejar; escalones marino de polipropileno con alma de acero o escalones marino de Fierro Fundido.



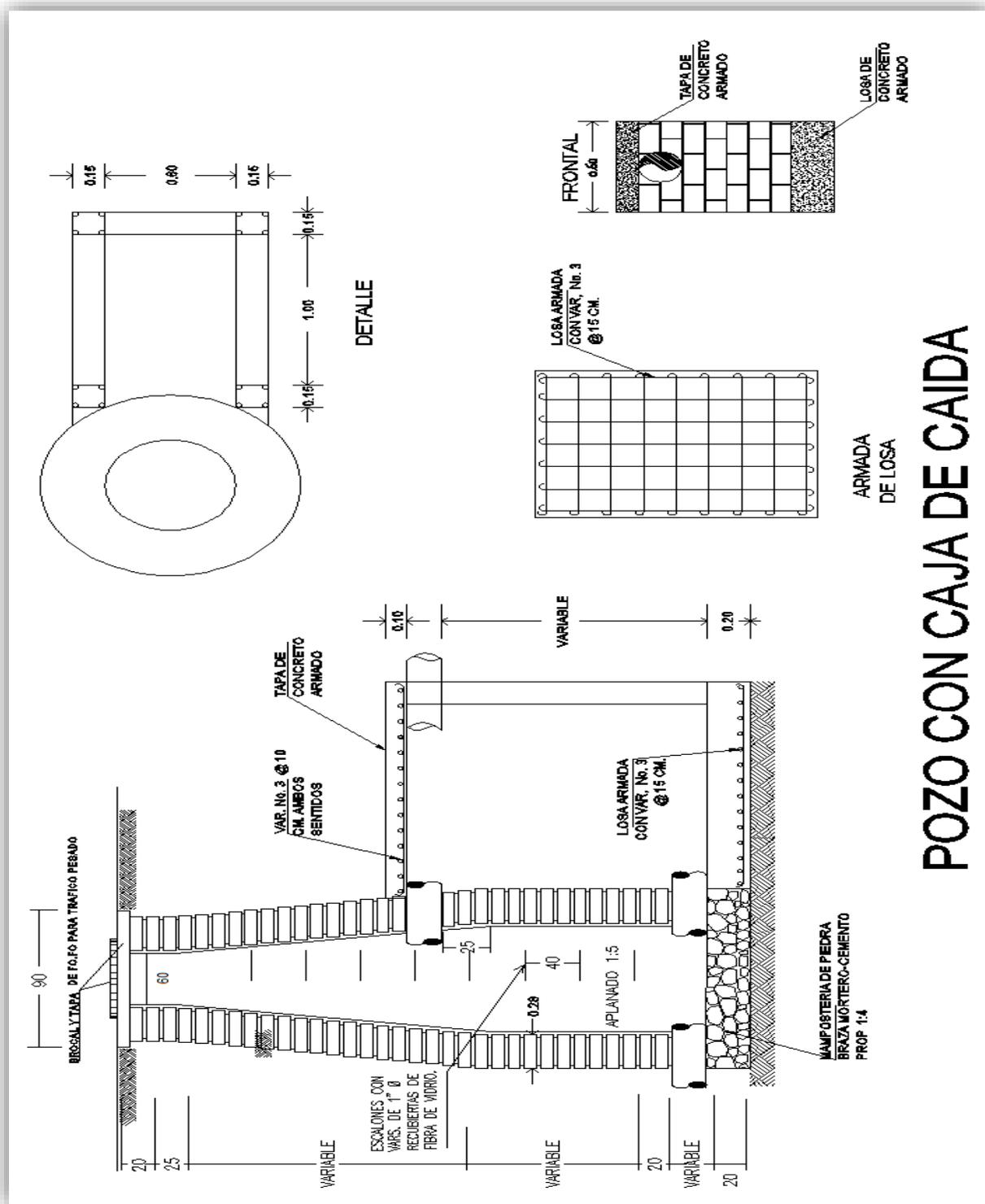
Esquema. Pozo de Visita Común, profundidad menores a 2.50 metros.



Esquema. Pozo de Visita Común, profundidad mayores a 2.50 metros.



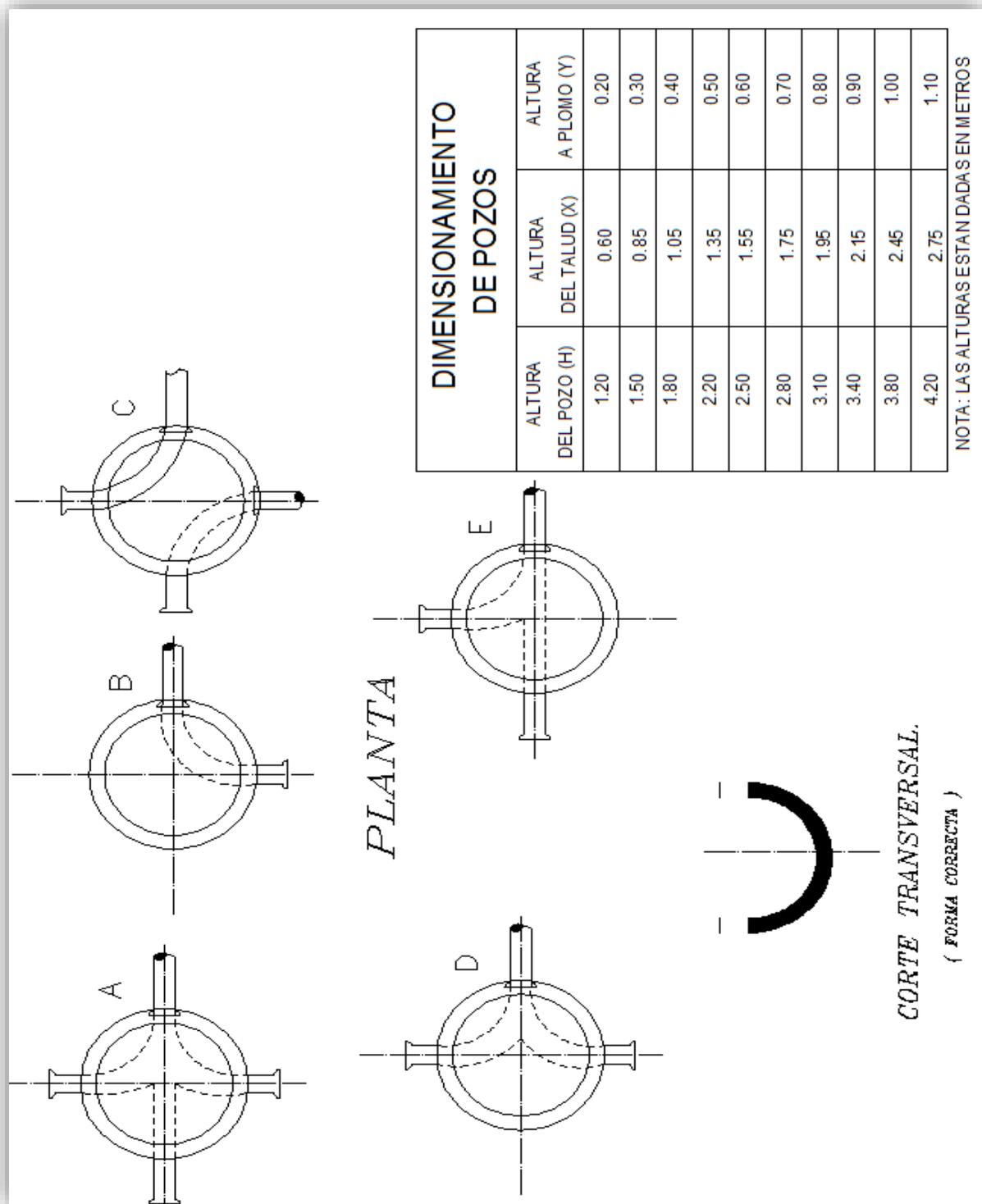
Esquema. Pozo de Visita con Caída Adosada.



# POZO CON CAJA DE CAIDA



**Esquema. Detalles Constructivos de Medias Cañas y Dimensionamiento de Pozos.**



Los pozos de visita especiales presentan un diámetro interior de 1.5 m para tuberías de 0.76 a 1,07 m de diámetro, y 2.0 m de diámetro interior para tuberías con diámetro de 1.22 m y mayores.

- **Pozos Caja.**

Los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique idéntica a la de los pozos comunes y especiales. Su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono irregular. Sus muros, así como el piso y el techo son de concreto reforzado, arrancando de éste último la chimenea que al nivel de la superficie del terreno, termina con un brocal y su tapa, ambos de fierro fundido o de concreto reforzado.

Generalmente a los pozos cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja; a los pozos de sección horizontal en forma de polígono irregular, se les llama pozos caja de unión y a los pozos caja a los que concurre una tubería de entrada y tiene sólo una de salida con un ángulo diferente a 180", se les llama pozos caja de deflexión.

Estas estructuras se utilizan en las uniones de dos o más conductos con diámetros de 76 cm y mayores a los que se unen tuberías de 38 cm y mayores.

## 5. Cambios de dirección

Para los cambios de dirección, las deflexiones necesarias en los diferentes tramos de tubería se efectúan como se indica a continuación:

- Si el diámetro es de 45 cm (18") o menor, los cambios de dirección hasta de 90° de la tubería, pueden hacerse en un solo pozo común.
- Si el diámetro es mayor de 45 cm (18") y menor o igual que 122 cm (48"), los cambios de dirección son hasta 45 grados, y deben hacerse con un pozo especial.
- Si el diámetro es mayor de 122 cm (48") y menor o igual a 244 cm (96"), los cambios de dirección son hasta 45 grados, y deben hacerse en un pozo caja de deflexión.
- Si se requieren dar deflexiones más grandes que las permitidas, deberán emplearse el número de pozos que sean necesarios, respetando el rango de deflexión permisible para el tipo de pozo.

## 6. Separación máxima entre los pozos de visita

La separación máxima entre dos de las citadas estructuras, debe ser la adecuada para facilitar las operaciones de inspección y limpieza, serán las siguientes de acuerdo con el diámetro:

- En tubería de 20 a 61 cm de diámetro, 100 m.
- En tubería mayor a 61 y menor a 122 de diámetro, 125 m.
- En tubería de diámetro mayor a 122 cm y menor o igual a 305 cm, 150 m.



## **7. Cruces de Tubería en diferentes Condiciones.**

### **7.1. Elevados.**

En sitios en donde la topografía es muy accidentada o con depresiones angostas, el trazo podrá continuar por medio de un medio de un "cruce elevado", este generalmente se logra por medio de una estructura de acero o de concreto armado que soporte la tubería a instalar.

La tubería para el paso por el puente vial, o peatonal, debe ser de acero y estar suspendida del piso del puente por medio de soportes que eviten la transmisión de las vibraciones a la tubería, la que debe colocarse en un sitio que permita su protección y su fácil inspección o reparación.

El cruce podrá ser de un claro o varios, de acuerdo con las condiciones topográficas que se presenten, para cada caso deberán realizarse las alternativas convenientes escogiendo las dimensiones correctas, el número de tramos y la posición de los apoyos. Para el soporte de la conducción debe conocerse el diámetro de la tubería, las condiciones de operación, los efectos de temperatura del ambiente, así como también los tipos de fuerzas que deben resistir como son las fuerzas sísmicas, por viento, peso propio y combinación de éstas.

### **4.2. Subterráneos con caminos y Carreteras.**

En este tipo de cruce se procurará que la línea pase debajo de la vía de comunicación. El objetivo principal en el diseño del cruce, consiste en proteger la tubería de las cargas de los vehículos y al mismo tiempo garantizar la estabilidad y la seguridad de la vía. Para lograrlo se debe diseñar una estructura de protección, que puede ser una camisa a base de tubo de acero o marcos cerrados de concreto, los cuales tendrán por lo menos la longitud que resulte, tener que agregarle 3.00 metros de tubería a partir del límite inferior del talud en ambos lados de la vialidad del derecho de vía. La instalación de la camisa se realizará por el procedimiento de hincado, zanja o a cielo abierto. el tipo de cruce elegido debe cumplir con la especificaciones y contar con la aprobación de la entidad correspondiente (SCT, CONAGUA, etc y concesionarios en su caso).

### **4.3. Subterráneos con Ríos, Drenes, Arroyos o Canales.**

Se deberá tener especial cuidado en desplantar la tubería a una profundidad tal que la erosión de la corriente no afecte a su estabilidad. Recomendando utilizar tubería de acero, revestida de concreto simple o reforzado según lo marque el diseño correspondiente. Se considera una buena práctica colocar sobre el revestimiento en forma integral un lavadero de concreto que siga las curvas de nivel del cauce, para no alterar el régimen de la corriente. En algunas ocasiones cuando no existe el peligro muy marcado de lo que pueda representar la erosión de la corriente, el lavadero de concreto puede sustituirse por otro, construido con material de la región como mampostería de piedra o zampeado de piedra. La tubería debe ser debidamente anclada por medio de atraques de concreto, para impedir el deslizamiento por socavación del fondo del río o arroyo. Estos cruces cuando se instalen en zonas con demarcación Federal, deberán ser autorizados por la CONAGUA.



#### 4.4. Instalación superficial.

Cuando por necesidad del trazo la elección del cruce sea superficial, se deberán diseñar los soportes y atraques que servirán para sostener el peso de la tubería. Dependiendo del peso de la tubería, de la pendiente de la barranca y el tipo de suelo, se seleccionará la separación y dimensiones de los atraques, así como considerar juntas de expansión para el diseño de estos últimos. Cuando la fuerza que haya que detener sea muy alta o se trate de un suelo blando, se podrá combinar el atraque de concreto embebido en el suelo con pilotes cortos inclinados (anclas) de acero o de concreto, para incrementar su capacidad de carga de deslizamiento. Este sistema se utiliza generalmente cuando existen pendientes muy grandes y en terrenos rocosos, usando tubería de acero ó Hierro Dúctil con candados.

#### e) Proyectos Electromecánicos

Se establecerán los requerimientos mínimos que deben satisfacerse los proyectos electromecánicos para pozos, estaciones de bombeo y rebombeo.

El documento contiene los alcances necesarios para la integración y realización de proyectos electromecánicos para la aplicación en la distribución de agua potable. Para su cabal integración, el proyecto electromecánico deberá contar con los resultados finales y características de la aplicación, que servirá de base para la selección, instalación, operación, mantenimiento, capacitación y seguridad del personal y de los equipos, las instalaciones y sus complementos.

Se debe procurar y demostrar la capacitación específica para el personal en cada tipo de equipo, instalación y actividad. La capacitación deberá incluir todos los aspectos de operación, mantenimiento, seguridad y limpieza de las instalaciones, los equipos y sus componentes. Además, de acuerdo a la normatividad respectiva, se colocarán los avisos apropiados y suficientes de seguridad en todas las áreas, además de contar con los equipos y medios de protección personal.

#### 1. Aspectos Generales del Proyecto Mecánico.

Para la elaboración del proyecto mecánico, se deberá contar con información de proyecto recabada en campo, además de la información técnica preparada por las áreas involucradas, según se requiera para el proyecto específico a desarrollar.

El proyecto deberá observar e incluir la aplicación de las normas vigentes aplicables en cuanto a impacto ambiental, protección civil y bomberos.

La información técnica para la integración del proyecto de los equipos e instalaciones mecánicas requeridas incluirá:

1. Equipos por instalar: capacidad, características y necesidades mecánicas.
2. Condiciones de campo: Intemperie; bajo techo, ambiente peligroso, inundaciones, etc...



3. Condiciones de operación: Continua o intermitente.
4. Capacidad operativa y competencia del personal: Habilidad, conocimientos, capacitación.
5. Ventilación: natural o forzada, con sus requerimientos de instalación mecánica.
6. Accesibilidad para operación y mantenimiento de los equipos y las instalaciones.
7. Previsión de posibles expansiones futuras.
8. Iluminación apropiada de áreas y equipos.
9. Medidas de seguridad para protección del personal, el equipo y las instalaciones.
10. Análisis y selección de alternativas.
11. Cálculo de la carga total de bombeo.
12. Cálculo del empuje axial (para equipo de pozo profundo y otras bombas verticales).
13. Cálculo del diámetro económico de tuberías.
14. Cálculo de piezas especiales.
15. Selección de equipos de bombeo.
16. Selección de tuberías, válvulas y conexiones.

## 2. Proyecto Mecánico de Pozos Profundos

### 2.1. Información necesaria.

Se debe contar con la siguiente información necesaria para la realización del proyecto mecánico de un pozo profundo:

- Curva de aforo del pozo.
- Nivel estático.
- Nivel dinámico.
- Gasto de diseño.
- Carga dinámica total, máxima y mínima.
- Abatimientos esperados.
- Diámetro y características del tubo de ademe.
- Longitud del tubo de ademe.
- Ubicación de la zona perforada del tubo de ademe.
- Verticalidad del pozo.
- Calidad del agua bombeada.
- Altura sobre nivel del mar.
- Características de una o más conductos para sondas para la determinación del nivel del agua.

La selección del equipo de bombeo para pozos profundos debe incluir al menos los siguientes conceptos:

- Capacidad.
- Condiciones de descarga (carga dinámica total, gasto, presión de operación).
- Tipo apropiado de bombas (turbina, lubricación por aceite o por agua, motor en superficie o sumergido).
- Materiales de construcción (cuerpo, impelentes, flecha, sellos).



- Accionamiento (motor eléctrico, motor de combustión interna).
- Conexión a tubería (roscada, bridada).
- Normas de construcción y aplicación.

## 2.2. Bombas de turbina.

Las bombas del tipo difusor de varios pasos se usan mucho para pozo profundo. Las unidades de este diseño general se llaman comúnmente turbinas verticales.

Las bombas turbinas verticales pueden ser lubricadas por aceite o por agua. Cuando se tienen chumaceras **lubricadas** con aceite se usa un tubo cubierta de flecha.

Las bombas lubricadas por agua se usan cuando se requiere agua absolutamente libre de aceite o cuando algunos cuerpos reguladores deciden que hay una probabilidad **remota** que el aceite que se usa para la lubricación pueda contaminar el agua bombeada.

## 2.3. Bombas sumergibles.

En el diseño de las bombas de motor sumergido, una bomba centrífuga del tipo difusor, vertical, se monta directamente sobre un motor que opera sumergido en el agua del pozo todo el tiempo. La tubería de descarga, llamado tubo de columna o elevador, soporta el peso de la bomba y el motor. Los motores usados con bomba de este tipo, se diseñan para gran servicio sin atención. En caso de una falla en el motor, debe extraerse toda la bomba del pozo. Esto es una desventaja en pozos extremadamente profundos. Muchas bombas de motor sumergido de varios diseños se usan a la fecha tanto para pozos poco profundo, especialmente cuando el pozo esta chueco.

Con todas las bombas de este tipo, es necesario un cable de energía sumergido, desde la superficie hasta el motor de la bomba.

# 3. Proyecto Mecánico de Estaciones de Bombeo y Rebombeo

## 3.1. Proyecto hidráulico.

Un elemento necesario en el diseño y selección de equipo de bombeo para los proyectos del suministro de agua es la determinación de la cantidad de agua requerida. Los pronósticos de población y las estimaciones del uso futuro servirán como base para diseño del sistema.

Los sistemas de suministro de agua están sujetos a amplias fluctuaciones en cuanto a la demanda, el volumen del consumo variará con la estación, con el mes, con el día y con la hora. Para propósitos de diseño es esencial se determine una relación razonablemente confiable sobre gastos de agua, basada en estadísticas.

Por lo tanto, para determinar la capacidad que se requiere en una estación específica de bombeo se debe basar en un análisis profundo del sistema propuesto. Deben considerarse factores tales como el promedio proyectado y las demandas máximas diarias, el rendimiento seguro del suministro disponible y el funcionamiento de la estación de bombeo en la operación total del sistema.



En el caso de plantas de bombeo con tanque de succión deberá disponerse de válvulas de seccionamiento para cumplir con el mismo propósito. Las plantas de bombeo que cuentan con canal de llamada hacia una corriente superficial deberán dotarse de compuertas, rejillas u otro mecanismo separador, con el fin de facilitar la operación y mantenimiento de la planta de bombeo:

**3.2. Rejillas de Barras:**

- **Aplicación:** A todos los canales y cárcamos de las plantas de bombeo, que requieren detención de sólidos en suspensión para la protección del equipo de bombeo.
- **Uso:** Para aguas de drenajes, pluviales y sanitarias, para aguas provenientes de ríos, lagos y presas.
- **Montaje:** fijas, removibles, motorizadas.
- **Separación entre barrotes:** Gruesa (de 10 a 2.5 cm), fina (menor de 2.5 cm), según se requiera.
- **Limpieza:** Manual; mecánica.
- **Colocación:** Superficiales, sumergidas.
- **Materiales de construcción de rejillas:** Los materiales más comúnmente utilizados se especifican en la siguiente Tabla:

**Tabla.** Materiales por emplear en Rejillas.

COMPONENTE.	MATERIAL.	NORMA O MARCA COMERCIAL.
Marcos, guías, apoyos.	Perfiles estructurales (APS, CPS, IPS, IPR)	ASTM A 36 NOM B 254
Marcos, apoyos, orejas de izaje, otros.	Placa.	ASTM A 36 NOM B 254
Rejillas Propiamente dichas.	Soleras.	ASTM A 36 NOM B 254
Atiesadores, asas de izaje.	Fierro redondo liso.	ASTM A 529 ASTM A 36
Anclas.	Fierro redondo corrugado.	ASTM A 242.
Separadores	Tubo de acero.	ASTM A 53
Guía y barandales	Tubo estructural.	ASTM A 53
Uniones y atiesadores.	Tuercas.	ASTM A 307
Uniones.	Tornillos.	ASTM A 307
Uniones.	Electrodos para soldadura.	AWS E60XX
Marcos, guías, apoyos, rejillas (de acero al carbón)	Galvanizado.	ASTM A 123 Recubrimiento de zinc por inmersión en caliente
Marcos, guías, apoyos, rejillas (de acero al carbón)	Pintura anticorrosiva.	tipo R P A 132 01 PEMEX.
Marcos, guías, rejillas.	Pintura de aluminio.	Comercial.
Rejillas de piso y otras.	Rejillas electrosoldadas.	IRVING, ENSA, REJIMEX.

**ABREVIATURAS**

<b>IMCA</b>	INSTITUTO MEXICANO DE CONSTRUCCIÓN EN ACERO.
<b>NOM</b>	NORMA OFICIAL MEXICANA.
<b>PEMEX</b>	PETRÓLEOS MEXICANOS.
<b>AISC</b>	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION.
<b>ASTM</b>	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.
<b>AWS</b>	AMERICAN WELDING SOCIETY.
<b>AWWA</b>	AMERICAN WATER WORKS ASSOC.
<b>HIS</b>	HIDRAULICS INSTITUTE STANDARDS.

**4. Proyecto Mecánico de Grúas y Polipastos.**

La grúa es un equipo estructurado, formado por un conjunto de mecanismos, cuya función es la elevación y el transporte de cargas, que en plantas de bombeo y/o rebombeo se usan en las siguientes modalidades: a) Elevación y transporte de carga a lo largo de una línea de trabajo y b) Elevación y transporte de carga a través de una superficie de trabajo.



Para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos de manipulación de equipos y accesorios, tales como bombas, motores, válvulas, columnas de succión, etc, y trasladarlos a un área de maniobras para enviarlos a reparación y/o mantenimiento y que cubren las dos modalidades descritas, en general se utilizan 4 tipos de grúas:

- Grúa viajera.
- Grúa a porticada.
- Sistema mono carril.
- Grúa giratoria.

La primera modalidad comprende el levantar, desplazar, girar y depositar una carga. Para ello son adecuados los sistemas mono carril (el polipasto de izaje se desplaza a lo largo de una viga carril fija situada sobre la línea de transporte) y las grúas giratorias (el polipasto de izaje se desplaza a lo largo de un brazo giratorio que traza un círculo arco que constituye la línea de transporte) la segunda modalidad comprende el levantar, desplazar y longitudinalmente, girar y depositar la carga.

Para ello, son adecuadas las grúas viajeras y las grúas a porticadas en donde el puente del pórtico, respectivamente, se desplaza longitudinalmente y el polipasto de izaje transversalmente, teniendo este último un aparejo inferior (mufla) que permite el giro del gancho y de la carga.

El polipasto es un dispositivo mecánico y/o eléctrico para elevación de carga, cuyos componentes (motor, tambor, reductor de velocidad, freno magnético, flecha, soporte, armazón estructural, interruptor límite, reductor de velocidad, etc.) pueden formar una unidad compacta o de malacate abierto, teniendo este último sus componentes distribuidos adecuadamente sobre una estructura que normalmente forma parte del bastidor de un carro portante.

Los polipastos compactos, principalmente, se clasifican de acuerdo con su mecanismo de accionamiento para el izaje, en:

- Polipasto de trinquete.
- Polipasto de mordaza.
- Polipasto de torno.
- Polipasto de motor.

Además, para determinar el tipo de grúa o polipasto necesaria para efectuar las maniobras de los equipos, se debe determinar:

- El peso y las dimensiones de los objetos a moverse por medio de grúas y polipastos.
- La elevación y la distancia de traslación de los objetos.
- Los accesorios necesarios y sus características apropiadas para operación segura (cables, abrazaderas para cable, estrobos, ganchos, material del apoyo en el lugar de reposo, etc.)
- Asegurar la inclusión oportuna de la suportación en la obra civil.



**Artículo 12.-** Para elaborar Proyecto ejecutivo de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para Alcantarillado Sanitario y/o Saneamiento, toda persona física y moral, deberá de contemplar los siguientes puntos.

**Documentación requerida, para el trámite de proyectos de PTAR´s:**

- a. Mediante un oficio el Desarrollador solicitará los requisitos para la revisión y validación de los proyectos dirigido al Director General del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y firmado por el dueño o representante legal de la empresa desarrolladora.
- b. El SMAPA elaborará un oficio de respuesta adjuntando el documento denominado **“Requisitos para el Trámite de Validación de Proyectos Ejecutivos de Saneamiento” (Anexo)**, que cuenta con 5 apartados.
- c. De acuerdo a lo anterior el Desarrollador elaborará y enviará al SMAPA un Anteproyecto que contengan 3 propuestas de PTAR´s, de acuerdo al **Apartado 1. Recomendación Técnica del área de Saneamiento con Respecto a la PTAR.**
- d. El SMAPA revisa las propuestas y selecciona una alternativa la cual se envía mediante un escrito, para que el Desarrollador elabore el Proyecto Ejecutivo de acuerdo a los **Términos de Referencia para la elaboración de un Proyecto Ejecutivo** señalados en el **Apartado 2.** Así mismo entregar un (1) Juego en carpeta de argollas, con protectores de hojas y un CD conteniendo el Proyecto Ejecutivo.
- e. El SMAPA revisa el Proyecto Ejecutivo de la PTAR y elabora un oficio con las observaciones del proyecto y se le permitirá al Desarrollador 2 revisiones, hasta que el proyecto ejecutivo sea validado. De acuerdo al **Apartado 3.- Procedimiento para la Revisión y Validación de PTAR´S.**
- f. Una vez cumplido con los requisitos el SMAPA enviara un oficio de **Validación del Proyecto Ejecutivo**, que contendrán los planos firmados y sellados para la ejecución de la obra.
- g. El Desarrollador mediante un escrito solicitará al SMAPA, la supervisión durante la construcción de la PTAR, de acuerdo al **Apartado 4.- Procedimiento para la Supervisión de la Construcción de la PTAR.**
- h. El Desarrollador mediante un escrito solicitará al SMAPA, la supervisión de la puesta en marcha y operación de la PTAR, de acuerdo al **Apartado 5.- Procedimiento para la Supervisión durante la operación de la PTAR.**



## Anexo

### Requisitos, para el Trámite de Validación de Proyectos Ejecutivos de Saneamiento (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales)

#### Apartado 1.- Recomendación Técnica del área de Saneamiento con respecto a la PTAR:

Cuando no exista infraestructura sanitaria ni instalaciones de tratamiento o en proyecto por parte de este Organismo Operador, para recibir las aguas residuales que se generen en el desarrollo habitacional, se **deberá considerar un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, que cumpla con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los “Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas y bienes nacionales” o NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece “Los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicio público” y la NOM-004-SEMARNAT-2002,** que indica las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final de los lodos y biosólidos. Por lo que deberá apegarse a las recomendaciones siguientes así como lo descrito en los apartados 1, 2 y 3.

a. Los componentes indispensables con los que debe contar la PTAR son los siguientes:

1. Estructura Baypass.- Deberá ser instalada para derivar los excesos de agua de lluvia o cuando se realicen trabajos de mantenimiento de las estructuras.
2. Medidor de flujo.- Cuantificar el caudal de entrada y de salida a la PTAR puede ser hidráulico, ultrasónico ó electromagnético, que cumpla con la NMX-AA-179-SCFI-2018.
3. Pre-tratamiento.- La función de la unidad de pre-tratamiento es la remoción de basuras, sólidos gruesos y arenas que son arrastradas por el agua residual.
  - Rejillas de limpieza manual.- Para eliminar el material flotante (debe contar con un contenedor de sólidos y un rastrillo adaptado a las medidas de lasrejillas); así mismo debe estar en dos canales de flujo horizontal, uno en operación y el otro en reserva.
  - Desarenador.- El objetivo es eliminar arenas que puedan causar un daño a equipos electromecánicos, se requiere dos canales uno en operación y el otro para el mantenimiento. Debe considerarse un contenedor de sólidos y pala para eliminar la arena.
4. Tratamiento Primario.- (RAFA) esta estructura debe eliminar un 60% de sólidos suspendidos y un 30-40% de Demanda Bioquímica de Oxígeno; de preferencia no debe generar lodos primarios crudos.
5. Tratamiento Secundario.- Los procesos biológicos se utilizan para convertir la materia orgánica disuelta y finamente dividida en flóculos biológicos sedimentables y en sólidos orgánicos que se pueden eliminar en los lodos de sedimentación.  
Los procesos biológicos pueden ser aerobios o anaerobios para eliminar un 60% de materia orgánica en forma soluble. Es necesario proponer un proceso de bajo consumo de energía eléctrica.



- Sedimentación.- Los sólidos que son sedimentados se conocerán ahora como lodos secundarios y son removidos del fondo del tanque por medio de rastras, succión hidráulica o mecánica y posteriormente son bombeados para ser dispuestos o sometidos a otros tratamientos.
  - Desinfección.- Garantizar la desinfección del agua tratada, debiendo cumplir con los límites permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021. Debe evitarse desinfectar con gas cloro, para evitar los riesgos por su manejo.
6. Tratamiento de lodos.- Los lodos generados deben ser espesados, (Digestor anaerobio), acondicionamiento (producto polímero) y deshidratados (filtros tipo banda).
- b. Costos de operación y mantenimiento de la PTAR.- Desglosar los costos de operación mensual de la PTAR: Consumo de productos químicos, personal de operación, consumo de energía eléctrica, materiales, equipos, herramientas, costo de análisis del agua tratada y costos de mantenimiento.
- c. Consideraciones adicionales
- Se debe considerar dentro de la evaluación para la elección de la PTAR, por lo menos un proceso biológico de bajo costo de operación y mantenimiento, preferentemente procesos con tratamiento anaerobio y que el flujo del agua se conduzca por gravedad.
  - Deberá tener fácil acceso para vehículos pesados para el suministro de materiales y el mantenimiento.
  - Deberá contar con barda perimetral que impida observar el interior de la planta.
  - Las características de los materiales deben cumplir con las especificaciones propias de los materiales, durabilidad y que garanticen la resistencia de los materiales en cuanto a los aspectos ambientales y a las características del tipo de agua que van a contener.
  - Debe contar con área de estacionamiento.
  - Debe contar con una caseta de operación con tres separaciones, una para las herramientas, otra para oficina y la última para sanitario completo (incluyendo su propio tinaco).
  - Debe contar con una caseta para almacenamiento de hipoclorito de sodio o calcio.
  - Debe contar con un área destinada para los residuos peligrosos.
  - El sitio de localización de la descarga de Aguas Residuales, no debe afectar fuentes de abastecimiento de Agua Potable o a la Salud Pública, según el Artículo 111, Segundo Párrafo de la Ley de Aguas del Estado de Chiapas.

## **Apartado 2.- Términos de referencia para la elaboración de un Proyecto Ejecutivo.**

### **I. Antecedentes.**

Verificar que la población actual cuente con las coberturas requeridas en los servicios de agua potable y alcantarillado, así como la ubicación de la localidad en el estudio mencionado.

### **II. Objetivos y Alcances.**

#### **1. Objetivos.**



Realizar el Proyecto Ejecutivo del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales que permitan obtener efluentes que cumplan con la calidad del agua tratada.

- El proyecto deberá incluir los colectores o emisores de llegada, y emisor de salida hasta el punto de descarga.
- Con los trabajos de campo desarrollados, se procederá a realizar el proyecto ejecutivo respectivo el que incluirá; entre otros, el proyecto funcional, hidráulico, arquitectónico, estructural, mecánico, eléctrico, manual de operación y mantenimiento así como los respectivos catálogos de obra, conceptos, especificaciones, planos y presupuestos base.

### III. Conceptos de Trabajo.

#### 1. Recopilación de Datos Básicos.

Esta actividad tendrá como finalidad recopilar, analizar y evaluar la información disponible, de interés para los fines del estudio, de tal forma que permita establecer el marco físico de la zona donde se llevará a cabo el proyecto, delimitar el área de influencia y definir los aspectos socioeconómicos relevantes que servirán de base para realizar el proyecto ejecutivo del sistema de tratamiento, así como la disposición de las aguas residuales que se generan en la zona de estudio, incluyendo el tratamiento o disposición de los lodos generados.

En el documento a entregar, dentro de los capítulos correspondientes, se proporcionará la información procesada, analizada y actualizada de los aspectos que a continuación se detallan:

##### 1.1 Recopilación de la información en el Área de Estudio.

Se recopilará la Información disponible de interés para los fines del estudio (topografía, cartografía, geotecnia, etc.) en dependencias federales, estatales y municipales.

La información recopilada se verificará y complementará con la que se obtenga en forma directa durante los reconocimientos de campo.

##### 1.2 Delimitación del Área de Estudio.

Con base a la información recopilada y generada en esta primera etapa del proyecto, se procederá a delimitar la zona de estudio. Esta comprenderá el área tributaria cuyas descargas serán las que se conducirán a la Planta de Tratamiento, considerando derivaciones y aportaciones de cuencas adyacentes y el área factible para su ampliación (en su caso), incluyendo el área agrícola y/o industrial donde se efectuará el rehusó, intercambio o la disposición final del agua tratada y de los lodos generados. Se establecerán también los requerimientos de emisores tanto de agua cruda como tratada.

En la delimitación del área de estudio, se considerarán los planes de crecimiento urbanos e industriales futuros, así como los programas de desarrollo agrícola, a un horizonte de 20 años. Se incluirá un plano base del área delimitada con sus principales características.

##### 1.3 Marco Físico.

En este apartado se describirán brevemente las principales características que permitan



tener un panorama general del marco físico de la región en estudio, entre las que se cuentan:

### **1.3.1 Localización Geográfica.**

Se señalarán la localización física y las características geográficas de la zona, así como sus principales límites políticos.

### **1.3.2 Clima.**

En base a los registros mensuales disponibles, se hará un breve análisis del clima del área en estudio proporcionando cuadros con el comportamiento general de las principales componentes climatológicas, como son: precipitación pluvial, insolación, temperatura, evaporación, evapotranspiración, vientos y clasificación del clima, con datos, mínimo de los últimos 20 años.

### **1.3.3 Hidrología.**

Se incluirá una descripción de la hidrología de la región, identificando las cuencas y sus respectivas corrientes e indicando sus caudales y volúmenes anuales de escurrimiento, medios, mínimos y máximos; de existir información, se incluirán características de calidad de las aguas.

También se hará una descripción de los recursos y aprovechamientos del agua subterránea, indicando sus características principales como son: capacidades, caudales de extracción, calidad y usos.

El análisis y tratamiento de información deberá de considerar al menos los últimos 20 años, por lo que los datos obtenidos deberán de tabularse y trazarse en las gráficas respectivas para cada concepto y de los resultados obtener las recomendaciones y conclusiones a que se dé lugar.

### **1.3.4 Infraestructura Hidráulica.**

Se describirá la infraestructura hidráulica actual del fraccionamiento, incluyendo:

- Agua Potable.- Se describirá la cobertura del servicio de agua potable, fuentes de abastecimiento, gastos de extracción, dotación.
- Alcantarillado.- Se determinará la cobertura, localizando en un plano las áreas y el esquema general de manejo de las aguas residuales en las zona actual.

Asimismo, se hará la localización y descripción de los colectores principales y de los emisores, sitios de aforo, caudales medidos en las descargas, características de calidad de las aguas residuales y cuencas de aportación.

Situación legal de la propiedad del predio donde se construirá la PTAR.

### **1.3.5 Geología y Edafología.**

Se proporcionará la información geológica general, elaborando el Marco Geológico de la zona de estudio donde se señalarán las características del suelo con fines agrícolas y toda aquella información con la cual sea posible establecer el uso actual y potencial del suelo, incluyendo el desplante de las instalaciones de tratamiento, todo esto apoyado en las cartas del INEGI, visitas de observación o estudios anteriores.



### **1.3.6 Fisiografía.**

Se describirán las provincias fisiográficas correspondientes a la zona y se proporcionarán los aspectos más importantes de su topografía, apoyándose en la Cartografía disponible y en lo obtenido en estudios previos.

### **1.4 Aspectos Socio Demográficos.**

En éste apartado, se describirán los factores socioeconómicos de mayor influencia en el proyecto como son:

Demografía: Donde se reportará la población económicamente activa por sectores y ramas de actividades, considerando los censos de población, niveles de ingresos y educación, actividades principales y todos aquellos parámetros que permitan efectuar pronósticos de crecimiento demográfico.

Crecimiento Urbano e Industrial: En este apartado se incluirá información sobre la configuración urbano - industrial actual. Con las tendencias reales de crecimiento y tomando como referencia los lineamientos, acciones y políticas enmarcadas en los planes de desarrollo estatal y nacional.

## **2. Estudios básicos de la planta de tratamiento (PTAR)**

### **2.1 Aforos de aguas residuales generadas.**

El programa de aforo y muestreo de las descargas se diseñará de acuerdo con su número, tipo e importancia, magnitud y calidad de las aguas residuales, y acorde con la accesibilidad de éstas.

Para diseñar el programa, se tratará de absorber las variaciones diarias de flujo y calidad del agua residual, las mediciones y muestras se efectuarán de modo que se obtengan datos representativos. Durante el recorrido para definir las estaciones de aforo y monitoreo, deberá de observarse las zonas o trayectos donde se denote la infiltración de aguas freáticas, evitándolas en lo posible, y en su caso reportándolas al organismo operador para que este tome las medidas conducentes, la presencia de estas influye para que se obtengan bajos resultados en la calidad de las aguas residuales.

### **2.2 Proyecciones de Gastos.**

Tomando en cuenta los gastos aforados, las dotaciones y la información disponible acerca de la población y el período de saturación del proyecto, se estimará el gasto de diseño y la puesta en marcha del sistema de tratamiento seleccionado.

### **2.3 Gastos de Diseño y Modulación.**

Conocido el gasto, se proyectará de acuerdo con las diferentes tasas de crecimiento de la población e industria, de la cobertura de alcantarillado existente, considerando períodos de año por año y un horizonte de planeación de veinte años, tal como se indicó previamente en el punto (1.5) Descarga de aguas residuales domiciliarias e industriales. Los resultados se presentarán en gráficas y se analizarán considerando al menos tres etapas de crecimiento de la planta, la primera a un horizonte cercano de 5 a 7 años, la segunda de los 12 a 15 años



y la última a los 20 años. El tamaño de los módulos deberá de ser de tal forma que estos se repitan en cada horizonte o etapa de crecimiento de la planta. En las gráficas se indicarán los gastos a tratar en cada etapa y como consecuencia el gasto de diseño de cada módulo y el número de estos en cada etapa.

#### **2.4 Muestreo y Caracterización de las Aguas Residuales.**

Sirve para definir las características físico-químicas del influente del sistema de tratamiento. Identificar las estaciones de Monitoreo definidos previamente por el reconocimiento de campo, y se realizara el muestreo puntual para conformar las muestras compuestas y obtener muestras simples para los análisis de campo de cada punto.

#### **2.5 Caracterización de las Aguas Residuales.**

Una vez entregadas las muestras compuestas al laboratorio, se llevarán a cabo los análisis físicos, químicos y microbiológicos correspondientes.

##### a) Métodos de Análisis.

Los métodos de análisis a emplear serán los contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas o en los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater en su última edición.

##### b) Parámetros por determinar

Serán los establecidos como Condiciones Particulares de Descarga: Sólidos en todas sus formas, Grasas y Aceites, DBO5 total y soluble, Ph, DQO total y soluble, Alcalinidad, Conductividad, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, SAAM, Coliformes totales y fecales, Nitrógeno total y Amoniacal, Fósforo total, Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo hex., Mercurio y Níquel. De acuerdo a los resultados obtenidos en el reconocimiento de campo y en las fuentes contaminantes se determinará, si es necesario, realizar otros análisis especiales a las aguas residuales y los costos extras correspondientes.

#### **2.6 Evaluación de Resultados de Campo y Laboratorio.**

Los resultados previamente integrados y analizados se evaluarán para conocer la composición de las aguas residuales, su variación con el tiempo y los niveles de tratamiento necesarios para cumplir las condiciones particulares de descarga.

#### **2.7 Eficiencias Requeridas y calidad efluente.**

En este punto se deberán establecer las condiciones de calidad que debe satisfacer el efluente tratado en base los usos posteriores que se propongan conforme los criterios o normas de calidad para rehusó y control de la contaminación del agua. Se deberá considerar las Condiciones Particulares de Descarga (CPD), fijadas o por fijarse en el cuerpo receptor, auxiliándose con los criterios establecidos en el "Manual Técnico para Uso y Manejo de Aguas Residuales en Riego Agrícola" de la CNA, y los criterios establecidos por las Normas oficiales mexicanas (NOM) para descarga a cuerpos receptores.

### **3. Análisis y Selección de las Alternativas del Sistema de Tratamiento.**

#### **3.1 Capacidad y superficie total del sitio para la PTAR.**



Caracterización del agua residual cruda, calidad de cumplimiento del agua residual tratada, cuerpo receptor, rehusó e intercambio se establecerá:

- Capacidad de diseño de la planta de tratamiento y su modulación respectiva.
- Dimensionamiento básico de las unidades de tratamiento.
- Superficie requerida, de acuerdo con el proceso de tratamiento requerido.
- Selección del sitio para la construcción de la o las PTAR'S y sus áreas de influencia.

### **3.2 Análisis de factibilidad técnica-económica de alternativas.**

Integración y análisis mínimo de tres alternativas de tratamiento, con las condiciones de calidad del agua residual cruda y residual tratada, la capacidad y modulación de la PTAR, generada en campo y laboratorio.

Incorporar una matriz comparativa con la justificación técnica-económica, y que se incluya las ventajas y desventajas para cada alternativa, incluyendo sus respectivas unidades de tratamiento de la línea de agua como de la línea de lodos. Verificar que el impacto ambiental de las diversas obras que se propongan para cada alternativa de tratamiento no cause problemas de carácter normativo, así como también mencionar los costos de inversión, operación y mantenimiento, en su caso, de cada alternativa.

### **3.3 Selección de la alternativa para la construcción de la PTAR.**

Justificación técnica-económica para la selección de la alternativa seleccionada, debe de satisfacer las condiciones y características de la localidad.

## **4. Topografía y Geotecnia del Sistema de Saneamiento.**

### **4.1 Estudios topográficos.**

Información del estudio topográfico del terreno de la PTAR, información técnica de la infraestructura de colectores y emisores ala PTAR.

### **4.2 Estudios de Geotecnia.**

Incluir información sobre la estrategia y propiedades índice y mecánicas del suelo que definan el tipo de cimentación y procedimiento constructivo del suelo que definan el tipo de cimentación y procedimiento constructivo más conveniente para cada una de las edificaciones y unidades de tratamiento que forman la PTAR. Revisar la exploración geotécnica en áreas de influencia, como colectores, emisores, plantas de bombeo, estructura de descarga, etc., que incluya los tipos de materiales por excavar, volúmenes de excavación, estabilidad de excavaciones, etc.

Incluir la localización y caracterización de los bancos de materiales necesarios para la construcción de las obras de la PTAR, principalmente edificaciones, revestimientos y terracerías; así como, agregados pétreos para la elaboración de concretos hidráulicos.

## **5. Diseño funcional del Sistema de Saneamiento.**

### **5.1 Consideraciones técnicas del proyecto de ingeniería básica o ejecutivo.**

El diseño de la PTAR tiene que cumplir con los criterios y parámetros de diseño sean acordes



a la normatividad vigente.

## **5.2 Memorias de cálculo, diseño y arreglos de la PTAR.**

### **5.2.1 Memoria conceptual:**

La memoria conceptual tiene que incluir la descripción técnica de las unidades de tratamiento tanto para la línea de agua como de lodos.

### **5.2.2 Diseño conceptual:**

El diseño tiene que incluir las memorias de cálculo respectivas a detalle, con los parámetros y constantes de diseño empleados para el dimensionamiento de las estructuras y unidades. Verificar que la capacidad total y modulación de la planta de tratamiento se exprese en litros por segundo (l/s) o metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s), de acuerdo con la magnitud del proyecto.

### **5.2.3 Diseño funcional:**

El diseño funcional, tiene que integrar: croquis de arreglos de conjunto e individuales, las memorias de cálculo correspondientes y demás información técnica relevante.

### **5.2.4 Diseño hidráulico:**

El perfil hidráulico tiene que contener todas las unidades y conexiones, que incluya la evaluación de las pérdidas de carga y con los ajustes hidráulicos necesarios. El diseño hidráulico deberá considerar, además del diseño a gasto medio, la revisión del funcionamiento con gasto máximo y mínimo, los que deberán cumplir con los criterios de diseño.

### **5.2.5 Arreglo de conjunto:**

El arreglo de conjunto tiene que incluir la ubicación de las principales unidades que integran el sistema de tratamiento, orientación de cada edificación y sus coordenadas, accesos, vialidades, áreas verdes, delimitación del predio señalando niveles y pendientes, así como, cotas generales y ejes, plasmados en croquis de localización y delimitación del terreno.

### **5.2.6 Medición de parámetros de control:**

Establecer los parámetros de control mínimo necesarios, para efectuar análisis de calidad del agua y llevar a cabo la operación eficiente del proceso de tratamiento.

### **5.2.7 Manejo, tratamiento y disposición final de lodos.**

De acuerdo con los estudios y análisis del volumen de lodos que se generarán por el proceso de tratamiento a emplear en las aguas residuales, considerando que el manejo de lodos residuales generados, se diseñe a nivel ejecutivo el sistema de tratamiento y disposición de lodos más apropiado y eficiente que deberá cumplir con la normatividad vigente. NOM-004-SEMARNAT-2002.



## 6. Proyecto arquitectónico.

De acuerdo al tipo y características de la planta de tratamiento, el proyecto arquitectónico se dividirá en:

### 6.1 Edificios Administrativos, de Operación y de Servicios.

#### 6.1.1 Áreas Administrativas.

En las áreas administrativas se deberán considerar los siguientes conceptos:

- Taller.
- Bodega.
- Baños y vestidores.
- Patio de maniobras.
- Accesos de servicios.
- Áreas verdes.
- Estacionamiento.
- Sala de recepción.
- Oficinas generales.
- Laboratorio.
- Servicios sanitarios.

#### 6.1.2 Áreas de Operación.

En las áreas de operación, se deberán considerar los siguientes conceptos:

- Caja de llegada.
- Medidores de flujo.
- Cajas repartidoras.
- Unidades de proceso para pre-tratamiento
- Tratamiento Primario.
- Tratamiento Secundario.
- Tratamiento de Lodos.
- Edificio de bombas, que incluye la sala de bombeo y tableros de control (en su caso).
- Edificio de cloración.

Se harán los proyectos arquitectónicos de cada una de las áreas aprobadas por la supervisión.

#### 6.1.3 Áreas de Servicios.

- Caseta de vigilancia.
- Subestación eléctrica (en su caso).
- Patio de maniobras.
- Barda perimetral.
- Estacionamiento.
- Accesos y circulación.
- Ornamento general.



Se harán los proyectos arquitectónicos de cada una de las áreas aprobadas por la supervisión.

## **6.2 Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.**

Se proyectará una red de agua potable para suministrar agua a todos los edificios y áreas que la requieran definiendo diámetros, presiones, almacenamiento, piezas especiales y muebles hidráulicos necesarios en los edificios pertenecientes al sistema.

Se elaborará un proyecto de alcantarillado para recolectar el agua residual que se genere para conducirlos al lugar de disposición. Se determinarán las obras complementarias necesarias.

## **6.3 Arreglo Arquitectónico.**

### **6.3.1 Vialidades y Obras Complementarias.**

Se proyectarán los accesos, vialidades, andadores, estacionamientos, almacenes, oficinas, baños, laboratorio, escaleras, barandales, cercas, banquetas y demás obras complementarias.

#### **6.3.1.1 Trazo de Vialidades.**

En base al arreglo de conjunto de la planta de tratamiento, de la superficie y límites del predio, se efectuará el trazo de las vialidades y accesos. Para las vialidades, se deberá prever una distancia tal que puedan circular dos vehículos al mismo tiempo. En caso de zonas de oficina, laboratorios o edificios que lo requieran, se trazarán vialidades para peatones.

#### **6.3.1.2 Edificios Auxiliares.**

Se deberán describir detalladamente las instalaciones de apoyo como son: oficinas, casetas de vigilancia, laboratorio, cuarto de máquinas, subestación, bodegas, taller de mantenimiento, áreas verdes, accesos, etc. Asimismo, se ubicarán en el plano de conjunto.

### **6.3.2 Protección Ambiental.**

Es muy importante que el proyecto arquitectónico considere las acciones de protección ambiental que deberá contener el sistema, entre otros se debe considerar:

- Zona arbolada.

Cada sistema deberá contar con un cinturón de vegetación para lograr un entorno ecológico o evitar molestias a las áreas vecinas.

- Orientación del sistema.

Se deberá considerar la orientación del sistema que se determinó en la selección y delimitación del terreno, así como en el arreglo de conjunto.

- Alejamiento de las zonas pobladas.

Se deberán considerar la distancia de alejamiento a la casa más cercana que se determinó en la selección y delimitación del terreno.



**7. Planos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.**

- 7.1 Planos de conjunto
- 7.2 Planos funcionales
- 7.3 Planos arquitectónicos
- 7.4 Planos estructurales
- 7.5 Planos hidráulicos y sanitarios
- 7.6 Planos eléctricos
- 7.7 Planos mecánicos e instrumentación
- 7.8 Catalogo de conceptos y cantidades de obra
- 7.9 Inventario físico de los bienes de la planta de tratamiento
- 7.10 Presupuesto base
- 7.11 Procesos constructivos especiales en caso de que existan

**8. Manual de operación y mantenimiento.**

- 8.1** Bitácoras de operación
- 8.2** Bitácoras de mantenimiento
- 8.3** Bitácoras de consumo de hipoclorito de sodio o calcio.
- 8.4** Bitácoras de producción de lodos
- 8.5** Bitácoras de volúmenes y caudales de agua tratada
- 8.6** Programa de mantenimiento preventivo
- 8.7** Listado de los equipos electromecánicos
- 8.8** Listado de los equipos de medición de calidad del agua tratada: Medidor de pH, medidor de cloro (colorímetro POCKET, para determinar el cloro libre y total), medidor de oxígeno disuelto, conos Imhoff de 1,000 ml, gradilla para 3 conos Imhoff, medidor de lodos.

**Apartado 3.- Procedimiento para la Revisión y Validación de PTAR´S.**

1. El desarrollador deberá realizar el pago por el concepto de revisión y validación del Proyecto Ejecutivo de la PTAR y presentar el proyecto de acuerdo al **Apartado 1**.
2. El Organismo Operador (SMAPA), revisará el Proyecto Ejecutivo de la PTAR y en su caso enviará un oficio con las observaciones realizadas al Proyecto Ejecutivo; así mismo se permitirá al Desarrollador 2 revisiones, para que el proyecto sea completado.
3. El Desarrollador deberá tramitar el permiso de descarga de aguas residuales y permiso de ocupación de zona federal ante la CONAGUA, con fundamento en el art. 88 Bis y art. 117 de la Ley de Aguas Nacionales.
4. El desarrollador deberá ingresar a la SEMARNAT la Manifestación de Impacto Ambiental, con fundamento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, artículo 28; Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, artículo 16.
5. El desarrollador deberá ingresar a la SEMAHN la Manifestación de Impacto Ambiental, con fundamento en la Ley Ambiental para el estado de Chiapas, artículo 8 fracción XIII y XVIII, artículo 9 fracción II y IV, artículo 87 fracción VII, artículos 92 y 100 y artículo 185 fracciones I, II, III, IV, V y VI; Reglamento de la Ley Ambiental para el Estado de Chiapas, artículo 7 fracción VII y XII y presentar el resolutive.



6. El Desarrollador deberá presentar al SMAPA, el acuse de recibido de los trámites realizados ante la CONAGUA y el oficio de ingreso de la Manifestación de Impacto Ambiental presentado a la SEMAHN y SEMARNAT los cuales se deberán entregar al SMAPA, para que se pueda emitir el **oficio de validación del Proyecto Ejecutivo de la PTAR.**

#### **Apartado 4.- Procedimiento para la supervisión durante la construcción de la PTAR.**

1. El Desarrollador deberá presentar los trámites administrativos como son, el resolutivo del Manifiesto del Impacto Ambiental (MIA) ante la SEMARNAT y la SEMAHN; el Permiso de Descarga y Ocupación de Zona Federal ante la CONAGUA; para posteriormente iniciar la ejecución de las obras.
2. El Desarrollador debe realizar el pago para la supervisión y notificará el inicio de los trabajos de construcción de la PTAR ante éste Organismo Operador, para dar cumplimiento de sus facultades en lo referente a la supervisión.
3. El Desarrollador deberá construir la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, con recursos propios.
4. El Desarrollador deberá realizar un Dictamen del Análisis de Riesgo Emitido por Protección Civil con base al art. 84 de la Ley General de Protección Civil. El Desarrollador deberá presentar una copia al Organismo Operador.

#### **Apartado 5.- Procedimiento para la supervisión durante la operación de la PTAR.**

1. El Organismo Operador supervisará la puesta en marcha y operación de la PTAR, para verificar el buen funcionamiento y el cumplimiento de la normatividad NOM-001-SEMARNAT-2021 o NOM-003-SEMARNAT-1997 y NOM-004-SEMARNAT-2002.
2. El desarrollador deberá presentar un reporte de forma trimestral con anexo fotográfico de las actividades de operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ante este Organismo Operador.
3. El desarrollador deberá presentar un reporte del resultado del muestreo y análisis de calidad del agua tratada, mediante un laboratorio acreditado, con respecto a la NOM-001-SEMARNAT-2021, o NOM-003-SEMARNAT-1997 de acuerdo con lo establecido en el permiso de descarga, ante la CONAGUA y entregar una copia al Organismo Operador.
4. El desarrollador debe presentar un reporte del resultado del muestreo y análisis de calidad de biosólidos, mediante un laboratorio acreditado, con respecto a la NOM-004-SEMARNAT-2002, con frecuencia anual a este Sistema Operador.
5. El desarrollador deberá realizar el Pago de Contribuciones Federales emitido en el portal Declar@gua de la CONAGUA, de acuerdo al art. 88 Bis de la Ley de Aguas Nacionales; entregar copia del reporte al Organismo Operador.
6. El desarrollador deberá realizar los trámites del reporte de la Cedula de Operación Anual (COA), ante el Sistema Nacional de Trámites (SINAT), ante la SEMARNAT y entregar copia al Organismo Operador.
7. El desarrollador debe tramitar el Manifiesto como Generador de Residuos de Manejo Especial, ante la SEMAHN y deberá entregar copia del documento en el Organismo Operador.
8. El desarrollador deberá colocar las señales de seguridad e higiene con respecto a la NOM-026-STPS-2008 y señalización con la Comunicación de Riesgos Químicos de acuerdo con la NOM-



018-STPS-2015, en las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

9. En caso de incumplimiento, el SMAPA informará a las instituciones involucradas, para el seguimiento y sanción correspondiente.

### Capítulo III.

#### Revisión de Proyecto Ejecutivo de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento

**Artículo 13.-** Para la Revisión de Proyectos Ejecutivos de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario para Desarrollos Habitacionales, Comercios, Institucionales u Oficinas Gubernamentales, el desarrollador deberá de presentar ante el SMAPA, expediente físico y digital, planos en carpetas de argollas y protectores de hojas anexando los siguientes requisitos:

- I. Formato de solicitud requisitado.
- II. Copia del Dictamen de Factibilidad de Servicios, con una vigencia mínima de un mes.
- III. Carta compromiso (Donación de predio por derechos de servidumbre de paso o de ocupación de infraestructura, según sea el caso).
- IV. Un juego de Planos del proyecto ejecutivo.
- V. Memoria Técnico - Descriptiva.
- VI. Memoria de Cálculo:
  - **Agua potable:** Tablas de datos de proyecto, el resumen y las gráficas de los datos arrojados de las simulaciones, en donde se observe; número de nudo, la demanda, carga piezométrica, cota terreno natural y presión disponible, para las tuberías de la red: longitud, diámetro propuesto, coeficiente de rugosidad, caudal, velocidad y pérdidas.
  - **Drenaje Sanitario:** Tablas de datos de proyecto, el resumen de los datos arrojados de las simulaciones, en donde se observe; los números de identificación de pozo, las longitudes por tramo, las longitudes o áreas tributarias y acumuladas según sea el caso, habitantes, gastos de proyecto, pendiente, diámetros propuestos, porcentaje a tubo lleno del gasto máximo previsto, velocidades máximas y mínimas de cada tramo.
- VII. Plano topográfico, que contenga el polígono del predio, curvas de nivel referenciadas a las coordenadas UTM.  
Planos de Lotificación, autorizado por la autorizada competente.
- VIII. Plano del Sembrado de Conjunto, autorizado por la autoridad competente.
- IX. Licencia de Ocupación de Zona Federal en Canales y Ríos expedido por la Comisión Nacional del Agua (en caso de ser necesario).
- X. Licencia por Derecho de Vía y/o Paso en Carreteras y Puentes expedido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (en caso de ser necesario).
- XI. Pago de derechos (conforme a los montos aprobados vigentes).

**Artículo 14.-** Para la contestación del resolutivo, en cuanto a los Proyectos Ejecutivos de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y Saneamiento, el SMAPA tiene los siguientes plazos, a partir de la recepción de la solicitud:



Número de viviendas	Tiempo total del trámite s/observaciones	Tiempo total del trámite c/observaciones
1-300	20	23
301-1000	25	28
1001-3000	45	48
3001-5000	52	55
5001 - En adelante	67	70

**Artículo 15.-** El SMAPA informara al solicitante de manera oficial que su proyecto ejecutivo ha sido validado o presenta observaciones y/o requerimientos, de acuerdo a los plazo establecidos en la tabla del Artículo 15.

**Artículo 16.-** Para la Revisión de Proyectos Ejecutivos de Saneamiento (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales) para Desarrollos Habitacionales, Comercios, Institucionales u Oficinas Gubernamentales, el desarrollador deberá de presentar ante el SMAPA, expediente físico y digital, planos en carpetas de argollas y protectores de hojas anexando los siguientes requisitos: los siguientes requisitos:

- I. Formato de solicitud de los proyectos requisitado.
- II. Integrar proyecto ejecutivo de acuerdo al Artículo 12 del presente Instrumento.
- III. Datos fiscales para la formulación del recibo o factura correspondiente al pago por Revisión y Aprobación de proyectos.
- IV. Anexar el comprobante de pago conforme al tabulador vigente del SMAPA, a la carpeta indicada.

**Artículo 17.-** Concluido el plazo establecido en el artículo anterior, el SMAPA dentro de los siguientes 3 días hábiles enviará al solicitante de manera oficial las observaciones y/o requerimientos para la Solventación correspondiente.

**Artículo 18.-** El desarrollador tendrá los siguientes plazos para solventar las observaciones y/o requerimientos planteados por el SMAPA:

Número de viviendas	Días hábiles para solventar observaciones
1-300	12
301-1000	18
1001-3000	22
3001-5000	25
5001 - En adelante	30

Una vez fenecido los plazos indicados en el párrafo que antecede, el interesado tendrá que iniciar con los trámites establecidos en los presentes Lineamientos, según sea el caso.



**Artículo 19.-** El pago que el desarrollador realice al SMAPA, cubre la revisión del proyecto ejecutivo, una solventación y su revisión.

#### **Capítulo IV. Validación de Proyecto Ejecutivo de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento**

**Artículo 20.-** Para la Validación de Proyectos Ejecutivos de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario y/o Plantas de Tratamiento para Desarrollos Habitacionales, Comercios, Institucionales u Oficinas Gubernamentales, el desarrollador deberá de presentar ante el SMAPA los siguientes requisitos:

- I. Para validación de proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario:
  1. Oficio de solicitud de validación de los proyectos dirigido al Director General del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, firmado por el dueño o bien representante legal de la empresa desarrolladora.
  2. 02 (dos) juegos de planos originales, en carpeta de argolla y protectores de hojas.
  3. Documento donde el SMAPA, le firma que su proyecto Ejecutivo puede ser validado.
  4. Pago vigente para la Validación de Proyectos Ejecutivos.
- II. Para validación de proyectos de Plantas de Tratamiento:
  1. Los mismos de la fracción anterior más;
  2. Permiso de descarga de aguas residuales y permiso de ocupación de zona federal ante la CONAGUA, con fundamento en el art. 88 Bis y 117 de la Ley de Aguas Nacionales.
  3. Manifestación de Impacto Ambiental, con fundamento en la Ley Ambiental para el estado de Chiapas; artículo 8 fracción XIII y XVIII, artículo 9 fracción II y IV, artículo 87 fracción VII, artículos 92 y 100 y artículo 185 fracciones I, II, III, IV, V y VI; Reglamento de la Ley Ambiental para el Estado de Chiapas, artículo 7 fracción VII y XII.

**Artículo 21.-** El SMAPA tiene 05 días hábiles para entregar al solicitante los planos del Proyecto Ejecutivo debidamente validados y suscritos, lo anterior a partir de la recepción de la solicitud.

#### **Capítulo V. DE LA VIGENCIA DEL PROYECTO**

**Artículo 22.-** La vigencia para un proyecto autorizado será de **un (1) año**, considerando que aún no ha inicio los trabajos, durante ese lapso, a partir de la fecha indicada en el oficio de Validación y sello de Validación en pie de plano de proyecto; por lo que, quedará sujeto a renovación con la normatividad que le dio origen al momento de su aprobación inicial o a lo indicado en este documento en la versión que corresponda.



## TRANSITORIOS

**Artículo Primero.-** Los presentes lineamientos entraran en vigor a partir del día siguiente de su aprobación por la Junta de Gobierno.

**Artículo Segundo.-** Se derogan todas las disposiciones de igual o menor jerarquía que se opongan al contenido de los presentes lineamientos.

**Artículo Tercero.-** Los Dictámenes o Constancias de Factibilidad que estén en curso, se aplicará lo dispuesto en los presentes lineamientos.

**“Por la Junta de Gobierno del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado”**, Lic. Carlos Orsoe Morales Vázquez, Presidente Municipal Constitucional y Presidente de la Junta de Gobierno del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado.- Lic. Marcela Castillo Atristain, 2ª Regidora.- Ing. Felipe Irineo Pérez, Director General del Organismo de Cuenca Frontera Sur de la CONAGUA.- Ing. René León Farrera, Secretario Técnico de la Junta de Gobierno y Director General del SMAPA.- Ing. Fernando Adolfo Zepeda Soto, Director General del Instituto Estatal del Agua.- Ing. Arturo López Chavarría, Presidente del Concejo Consultivo Ciudadano de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.- **“Por la Comisaría de la Junta de Gobierno del SMAPA”**, Lic. María de los Ángeles Suarez Domínguez, Síndica Municipal.- “Contralor Interno del SMAPA”, C.P. Rebeca Vázquez Ovando, Contralora.-  
**Rúbricas.**

---

---





# PERIÓDICO OFICIAL

ORGANO DE DIFUSION OFICIAL DEL ESTADO LIBRE Y  
SOBERANO DE CHIAPAS

## DIRECTORIO

**VICTORIA CECILIA FLORES PÉREZ**  
SECRETARIA GENERAL DE GOBIERNO

**JOSÉ FERNANDO MORENO LÓPEZ**  
COORDINADOR DE ASUNTOS JURÍDICOS DE GOBIERNO

**MARÍA DE LOS ÁNGELES LÓPEZ RAMOS**  
JEFA DE LA UNIDAD DE LEGALIZACIÓN Y PUBLICACIONES OFICIALES

DOMICILIO: PALACIO DE GOBIERNO, 2DO  
PISO AV. CENTRAL ORIENTE  
COLONIA CENTRO, C.P. 29000  
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.

TEL.: 961 613 21 56

MAIL: [periodicooficial@sgg.chiapas.gob.mx](mailto:periodicooficial@sgg.chiapas.gob.mx)

DISEÑADO EN:  
**SECRETARÍA  
GENERAL  
DE GOBIERNO**  
GOBIERNO DE CHIAPAS

**CHIAPAS**  
*de Corazón*