



**GOBERNACIÓN**  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**CONAGUA**  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



**INAFED**  
INSTITUTO NACIONAL  
PARA EL FEDERALISMO  
Y EL DESARROLLO MUNICIPAL

# Diseño de programas de agua potable, drenaje y alcantarillado

---

Gerencia de Estudios y Proyectos de Agua Potable y  
Redes de Alcantarillado SGAPDyS



**2022** *Ricardo Flores*  
*Año de Magón*  
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

# PROAGUA 2022

Viernes 31 de diciembre de 2021

DIARIO OFICIAL

## **REGLAS de Operación para el Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua, aplicables a partir de 2022.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

GERMÁN ARTURO MARTÍNEZ SANTOYO, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 17 y 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4, 9 párrafos primero, segundo, tercero apartado "a" y quinto fracciones I, VI, XXXIII, XXXV, XXXVI, XXXVII y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII de la Ley de Aguas Nacionales; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 5 fracción III, inciso b), 74, 75 y 77 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria; 64, 65 fracciones I, II y III, 176, 178 y 179 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria; 23 fracciones I, II, III, IV y V, 24 fracciones IV, V y VI; 26, 27 y Anexos 10, 25 y 30 del Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2022; 6 primer párrafo, 8 primer párrafo, 13 fracciones VI y XII, del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, y

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/690380/Reglas\\_de\\_Operacion\\_PROAGUA\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/690380/Reglas_de_Operacion_PROAGUA_2022.pdf)



# Programa de Agua Potable Drenaje y Tratamiento (PROAGUA) 2022

## ¿Qué requisitos generales deben cumplirse para participar?

1. Manifestar que se cuenta con todos los requisitos.
2. Suscribir Convenio Marco de Coordinación entre gobierno estatal y federal.
3. Demostrar capacidad técnica y administrativa.
4. Asignar los recursos de contrapartes.
5. Estar al corriente de pagos de derechos de aguas nacionales y descargas de aguas residuales o tener convenio de pago.
6. Haber presentado cierre del ejercicio del Proagua 2020.
7. Tener acciones provenientes de Programa Operativo Anual (POA) o Plan de Desarrollo Integral.
8. Presentar POA 2022.
9. Entregar cuestionario de prestadores de servicios.
10. Destinar recursos para capacitación.
11. Para obras proyectadas fuera de la vía pública o zona federal, acreditar la legítima posesión del predio o el consentimiento del propietario.
12. Contar con los permisos y trámites legales aplicables, así como consensos sociales.
13. Resolutivo favorable estatal o de la Semarnat en materia ambiental.
14. No haber recibido apoyo para la misma acción en los últimos cinco años (excepto acciones de desinfección).
15. Destinar recursos para desinfección del agua.
16. Cumplir requisitos para plantas de tratamiento (en caso de solicitar este tipo de acciones).

## Principales actividades y plazos

- Formalización de anexos de ejecución y técnicos:  
**del 10 de enero al 18 de marzo de 2022**
- Contratación del total de las acciones y obras convenidas:  
**a más tardar el 29 de julio de 2022**
- Envío de avances físicos y financieros:  
**primeros cinco días hábiles de cada mes en 2022**
- Presentación del cierre 2022:  
**a más tardar el 31 de enero 2023**

## Recuerda, la CONAGUA no cuenta con intermediarios para hacer trámites.

Este programa está dirigido a fortalecer en localidades urbanas y rurales, el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento mediante el apoyo al financiamiento de obras de infraestructura y acciones para el desarrollo de dichos servicios.



Consulta las reglas de operación y el directorio de organismos de cuenca y direcciones locales:  
<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/reglas-de-operacion-69943>



GOBIERNO DE  
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE


SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAGUA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Este programa es público ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa

 [gob.mx/conagua](https://www.gob.mx/conagua)

## Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento (PROAGUA) 2022



[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/690380/Reglas\\_de\\_Operaci\\_n\\_PROAGUA\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/690380/Reglas_de_Operaci_n_PROAGUA_2022.pdf)



**2022** *Ricardo Flores*  
Año de *Magón*  
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA



CONAGUA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



## Para acceder al apoyo del PROAGUA , será necesario:

- a) Entregar a la Dirección de la Conagua escrito libre en el que manifieste bajo protesta de decir verdad, que la totalidad de las acciones incluidas en el POA **se encuentran validadas técnicamente por la Conagua** y cumplen con los requisitos establecidos en las presentes Reglas de Operación y anexar la Ficha Técnica (Anexo II) de cada una de las acciones correspondientes, a excepción de acciones de desinfección del agua y derivadas de Declaratorias de desastre.
- b) Que el Gobierno Estatal haya suscrito un Convenio Marco de Coordinación con el Gobierno Federal, con el propósito de conjuntar recursos y formalizar acciones en materia de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- c) Demostrar capacidad técnica y administrativa con el organigrama del área que realizará las licitaciones y el manual de organización del Órgano Rector del Agua en el estado. Para las localidades de menos de 2,500 habitantes en las que el participante sea una organización comunitaria, el requisito será aplicable al municipio correspondiente.

....



## Para acceder al apoyo del PROAGUA , será necesario:

- h)** Entregar formalmente a la Dirección de la Conagua el POA para el ejercicio 2022 de acuerdo con los plazos establecidos en las Reglas de Operación del ejercicio 2021, el cual estará integrado con acciones del Banco de Proyectos, limitado para efectos de programación a un presupuesto similar al techo presupuestal comunicado a inicios del ejercicio anterior. **En caso de que una acción conste de varias etapas, deberá indicarse qué etapa se realizará en el ejercicio y de cuántas etapas consta el total de la acción.** Asimismo, se deberá indicar el monto de inversión total de la obra o acción y el monto de inversión solicitada para llevar a cabo la etapa. Una vez aprobadas las acciones correspondientes, se presentarán de manera formal en los modelos de los Anexos de Ejecución y Técnicos. Los Modelos para presentar el POA estarán disponibles en la Dirección de la Conagua.
- k)** Para las obras de infraestructura proyectadas fuera de vía pública o zona federal, deberá **acreditar la legítima posesión del predio** o contar con autorización expresa del propietario para la realización de la obra.
- l)** Las obras de infraestructura deberán **contar con los permisos y trámites legales** aplicables, de acuerdo con la normatividad vigente, incluyendo los consensos sociales necesarios.
- m)** Para las obras de infraestructura, **presentar la autorización estatal en materia ambiental**, o en su caso, el resolutivo favorable emitido por la SEMARNAT conforme al artículo 28 y demás relativos y aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento





## Validación técnica



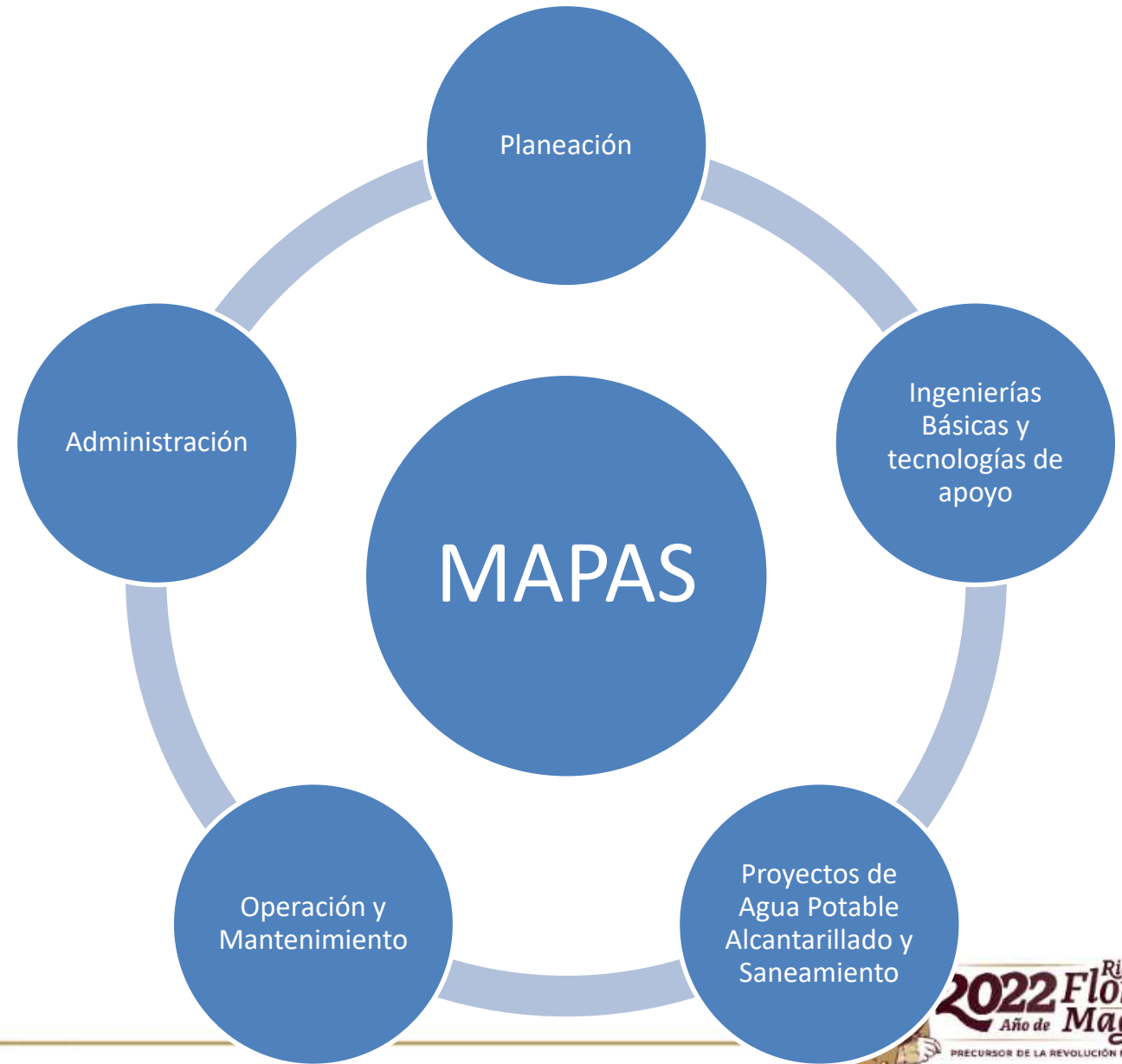
- No podrá tener una antigüedad mayor de 2 años
- Expediente técnico elaborado con base en los lineamientos del Manual de Agua potable, Alcantarillado y saneamiento (MAPAS)
- Presentar los presupuestos base elaborados a partir del catalogo general de precios unitarios de la Conagua o tabuladores oficiales del órgano rector del agua en la entidad federativa.



## MANUAL DE AGUA POTABLE AGUA Y SANEAMIENTO (MAPAS) 2015

una guía técnica especializada, que contiene los más recientes avances tecnológicos en obras hidráulicas y normas de calidad, con el fin de desarrollar infraestructura más eficiente, segura y sustentable, así como formar recursos humanos más capacitados y preparados.

55 LIBROS





# Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS)

## Módulo 1 Planeación.

- Metodologías y consideraciones especiales para proyectar una obra de infraestructura hidráulica

## Módulo 2 Ingenierías básicas y tecnologías de apoyo

- consideraciones iniciales, los estudios previos y complementarios que se requieren para el diseño de los distintos elementos que conforman las redes de distribución de agua potable, de drenaje pluvial, de alcantarillado sanitario y de los sistemas de potabilización y tratamiento de aguas residuales

## Módulo 3 Proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento

- 32 libros. Dentro de este módulo el MAPAS ofrece tres submódulos enfocados al diseño hidráulico, mecánico y eléctrico, de los distintos elementos que conforman la infraestructura hidráulica, más utilizada por los Organismos Operadores

## Módulo 4 Operación y mantenimiento

- 14 libros que presentan procedimientos y recomendaciones para la operación y mantenimiento de redes de agua potable, alcantarillado y sistemas de tratamiento

## Módulo 5 Administración

- 3 libros y esta enfocado en los procedimientos administrativos y de eficiencia comercial dentro del organismo operador



Libro 1. Integración de un Organismo Operador

Libro 2. Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión

Libro 3. Establecimiento de medidas preventivas, de seguridad y diseño de obras de protección de la infraestructura de agua potable en situaciones de emergencia

**Libro 4. Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado**

Libro 5. Estudios Técnicos Para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Topografía y Mecánica de Suelos

Libro 6. Estudios Técnicos Para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño estructural

Libro 7. Obras de Captación Superficiales

Libro 8. Captación por Medio de Pozos Profundos

Libro 9. Sistemas de Medición del Agua: Producción, operación y consumo

Libro 10. Conducciones

Libro 11. Fenómenos Transitorios en Líneas de Conducción

Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable

Libro 13. Modelación Hidráulica y de Calidad del Agua en Redes de Distribución

**Libro 14. Proyectos Ejecutivos**

Libro 15. Cálculo, Estudio y Diseño de Instalaciones mecánicas

Libro 16. Cálculo, Estudio y Diseño de Instalaciones Eléctricas

Libro 17. Selección de equipo y materiales electromecánicos

Libro 18. Instalación y montaje de equipo electromecánico

**Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano**

**Libro 20. Alcantarillado Sanitario**

Libro 21. Sistemas alternativos de alcantarillado sanitario

# MANUAL DE AGUA POTABLE AGUA Y SANEAMIENTO (MAPAS) 2015

- Libro 22. Aplicación de fuentes de energía renovable en PTARM
- Libro 23. Desinfección Para Sistemas de Agua Potable y Saneamiento
- Libro 24. Diseño de Plantas Potabilizadoras de Tecnología Simplificada
- Libro 25. Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales
- Libro 26. Diseño de PTARM: Pretratamiento y tratamiento primario
- Libro 27. Diseño de PTARM: Lagunas de estabilización
- Libro 28. Diseño de PTARM: Reactores anaerobios de flujo ascendente
- Libro 29. Diseño de PTARM: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente
- Libro 30. Diseño de PTARM: Humedales Artificiales
- Libro 31. Diseño de PTARM: Zonas rurales, periurbanas y desarrollos ecoturísticos
- Libro 32. Diseño de PTARM: Tratamiento y disposición de lodos
- Libro 33. Diseño de PTARM: Procesos de oxidación bioquímica con biomasa suspendida
- Libro 34. Diseño de PTARM: Procesos de oxidación bioquímica con biomasa fija
- Libro 35. Diseño de PTARM: Procesos avanzados con fines de reúso
- Libro 36. Diseño de PTARM: Tratamientos no Convencionales
- Libro 37. Saneamiento básico
- Libro 38. Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos
- Libro 39. Mejora de Eficiencia Física
- Libro 40. Rehabilitación de Pozos



## MANUAL DE AGUA POTABLE AGUA Y SANEAMIENTO (MAPAS) 2015

Libro 41. Eficiencia Energética, Uso Eficiente y Ahorro de la Energía

Libro 42. Mantenimiento y Reparación de Tuberías y Piezas Especiales

Libro 43. Pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento de Equipo y materiales electromecánicos

Libro 44. Operación y Mantenimiento de Redes de Alcantarillado

Libro 45. Evaluación rápida de Plantas Potabilizadoras

Libro 46. Operación y mantenimiento de PTARM: Pretratamiento y tratamiento primario

Libro 47. Operación y mantenimiento de PTARM: Lagunas de estabilización

Libro 48. Operación y mantenimiento de PTARM: Lagunas aireadas

Libro 49. Operación y mantenimiento de PTARM: Procesos anaerobios

Libro 50. Operación y mantenimiento de PTARM: Tratamiento y disposición de lodos

Libro 51. Operación y mantenimiento de PTARM: Lodos activados

Libro 52. Operación y mantenimiento de PTARM: Filtros rociadores

Libro 53. Mejora de Eficiencia Comercial

Libro 54. Estructuras Tarifarias

Libro 55. Cultura del Agua





🏠 > Comisión Nacional del Agua > Documentos

## Biblioteca Digital de MAPAS

Aa+

Aa-

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento



<https://www.gob.mx/conagua/es/documentos/biblioteca-digital-de-mapas>

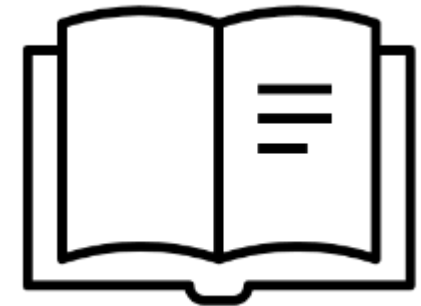
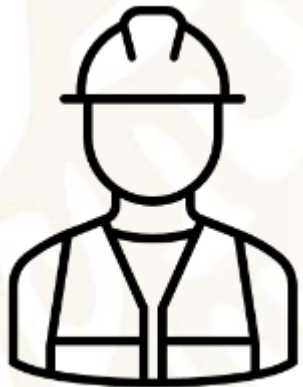


**2022** Ricardo  
Flores  
Año de  
Magón  
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA



# Validación técnica.-

Resultado aprobatorio otorgado por la Dirección de la Conagua tras la revisión de un proyecto conforme a los criterios de diseño aplicables establecidos en manuales, normas, recomendaciones y lineamientos





## DE ACUERDO A LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS



### i) En el artículo 2, apartado IX establece:

**Proyecto ejecutivo:** el conjunto de planos y documentos que conforman los proyectos arquitectónico y de ingeniería de una obra, el catálogo de conceptos, así como las descripciones e información suficientes para que ésta se pueda llevar a cabo;

**Fracción adicionada DOF 28-05-2009**

### ii) En su título segundo de la planeación, programación y presupuesto en su artículo 24, establece:

“Para la realización de obras públicas se requerirá contar con los estudios y proyectos, especificaciones de construcción, normas de calidad y el programa de ejecución totalmente terminados, o bien, en el caso de obras públicas de gran complejidad, con un avance en su desarrollo que permita a los licitantes preparar una proposición solvente y ejecutar los trabajos hasta su conclusión en forma ininterrumpida, en concordancia con el programa de ejecución convenido...”

Lo dispuesto en el párrafo anterior, será de la responsabilidad de los servidores públicos que autoricen el proyecto ejecutivo”.

**Párrafo reformado DOF 07-07-2005, 28-05-2009.**





# LIBRO 14 MAPAS

## CONTENIDO



GOBERNACIÓN  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Presentación	V
Objetivo general	VII
Introducción a la elaboración de proyectos ejecutivos	IX
1. Proyectos para la construcción de obras hidráulicas	1
1.1. Introducción	1
1.2. Etapas de un proyecto de construcción	1
1.2.1. Fases de un proyecto de construcción	1
1.2.2. Conformación general de un proyecto ejecutivo	3
2. Consideraciones para la planeación	9
2.1. Antecedentes	9
2.2. Marco físico	10
2.3. Alternativas de solución	11
2.4. Matriz de evaluación técnica	13
2.5. Análisis FODA	21
2.6. Reconocimientos de campo básicos	22
2.7. Obras Inducidas	24
2.8. Proyecto para obras inducidas	26
3. Estudios básicos	31
3.1. Datos básicos	31
3.1.1. Generales	31
3.1.2. Para proyectos de agua potable	32
3.1.3. Para proyectos de alcantarillado sanitario	33
3.1.4. Para proyectos de drenaje pluvial	33
3.1.5. Variables permisibles	34
3.1.6. Para proyectos de potabilización	34
3.1.7. Para proyectos de tratamiento de aguas residuales	34
3.2. Estudios en cuerpos de agua	34
3.2.1. Disponibilidad de agua	34
3.2.2. Aforos	36
3.2.3. Calidad del agua	36
3.2.4. Sitios de vertido	37
3.3. Topografía	37
3.4. Geotecnia	38
3.4.1. Estudios para la construcción de obras	38
3.4.2. Estudios de Banco de Materiales	39

3.5. Tenencia de la tierra	39
3.5.1. Tierras ejidales	39
3.5.2. Permisos de ocupación de derechos de vía	40
3.5.3. Delimitación de las Zonas Federales de los cauces y cuerpos de agua	45
3.5.4. Informe de Viabilidad Técnica del Trazo y Tenencia de la Tierra	46
3.5.5. Factibilidad de suministro de energía eléctrica	47
3.5.6. Impacto ambiental y evaluación costo-beneficio	47
4. Integración del proyecto ejecutivo	49
4.1. Memoria descriptiva	49
4.2. Memoria de cálculo	49
4.2.1. Estudios básicos	49
4.2.2. Criterios de cálculo y dimensionamiento	50
4.3. Planos de proyecto	52
4.3.1. Escalas	53
4.3.2. Elaboración e información de los planos	57
4.4. Recomendaciones constructivas	62
4.5. Manual de operación y mantenimiento	62
4.6. Catálogo de conceptos y precios unitarios	63
4.7. Especificaciones de construcción	64
4.8. Presupuesto base	66
4.9. Calendario de ejecución y programación de obra	67
4.10. Estudio de seguridad y salud	70
Conclusiones del libro	71
Anexos	
A. Símbolos	73
B. Glosario	79
Bibliografía	97
Tabla de conversiones de unidades de medida	99
Ilustraciones	109
Tablas	111



## Fases de un proyecto:

### Estudio previo o de factibilidad

- Necesidad
- Formulación
- Establecimiento de objetivos y criterios de evaluación
- Análisis de restricciones

### Evaluación de alternativas

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3

Propuesta técnica y económica  
Análisis de condiciones sociales y ambientales

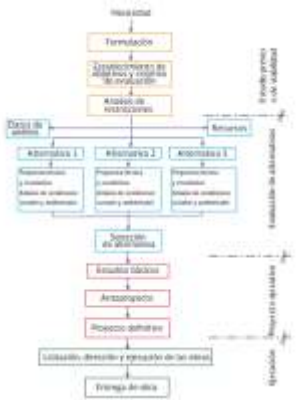
Selección de alternativa

### Proyecto ejecutivo

- Estudios básicos
- Anteproyecto
- Proyecto definitivo

### Ejecución

- Licitación, dirección y ejecución de las obras
- Entrega de obra



Alternativa  
seleccionada

Estudios Básicos

Economía  
del proyecto

## Ingeniería del proyecto

# Secuencia de desarrollo de un proyecto ejecutivo

- Selección del proceso
- Especificación de equipos
- Instalaciones
- Distribución de equipos
- Servicios
- Instalaciones complementarias y auxiliares

## Ingeniería Civil

- Cimentación
- Estructuras
- Instalaciones
- Redes de agua potable
- Redes de Drenaje y alcantarillado
- Plantas de tratamiento

## Ingeniería Mecánica

- Ubicación de equipos
- Equipos de bombas
- Arreglos físicos
- Grúas
- Equipos especiales para tratamiento

## Ingeniería Eléctrica

- Acometida
- Tableros
- Subestaciones
- Transformadores de potencia y corriente
- Sistemas de alumbrado
- Sistemas de control
- Instrumentación
- Sistemas de comunicación, informática y automatización.

Aprobación  
de planos  
generales

Cruce de  
ingenierías y  
planos finales

Especificaciones  
de materiales  
de obra

Especificaciones  
de equipos,  
instalación y  
montaje

Especificaciones  
de construcción

Especificaciones generales  
de construcción y operación





# Selección de alternativas

- Qué alternativas son factibles
- Cuál es la alternativa óptima en términos técnicos, económicos, sociales y ambientales

- estudio técnico
- estudio de mercado
- estudios legales
- Estudio financiero

Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión **Libro 2**

Herramientas para la evaluación de alternativas desde el punto de vista técnico:



## Matriz de Evaluación Técnica (MET)

## Análisis FODA

Identificar y analizar las fuerzas y debilidades de una institución así como también las oportunidades y amenazas, que presenta la selección de una alternativa u otra.

Atributo/Característica	Alternativas		
	Alternativa 1 Red de alcantarillado convencional	Alternativa 2 Sistema de alcantarillado por vacío	Alternativa 3 Sistema de alcantarillado por presión
Conexión de albañales a la red	1	2	3
Suministro y colocación de tubería	1	2	3
Construcción de pozos de visita, cámaras para válvulas o pozos de inspección	1	2	3
Construcción de cárcamos de bombeo	3	2	1
Suministro e instalación de equipos de bombeo	3	2	1
Construcción de sistemas auxiliares (Estación de vacío, suministro eléctrico, equipos de monitoreo).	2	1	3
Operación de la red	2	1	3
Mantenimiento de la red	3	1	2
Calificación	16	13	19

Análisis	Positivo	Negativo
Interno	Fuerzas	Debilidades
Externo	Oportunidades	Amenazas



Año de **Magón**  
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA



GOBERNACIÓN  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAGUA  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



INAFED  
INSTITUTO NACIONAL PARA EL FEDERISMO Y EL DESARROLLO MUNICIPAL



# Reconocimientos de campo básicos

Anticiparse a los problemas que se presentarán durante la construcción

Conocer las condiciones reales del sitio de estudio



- Construcción de acceso y/o caminos al sitio de la obra
- Obras temporales de desvío para no interrumpir el servicio
- Estacionamientos temporales seguros para los vecinos
- Servicio de agua potable a través de pipas
- Pasos peatonales
- Sistemas de almacenamiento y disposición de aguas residuales para la zona de interrupción
- Servicio de recolección de basura



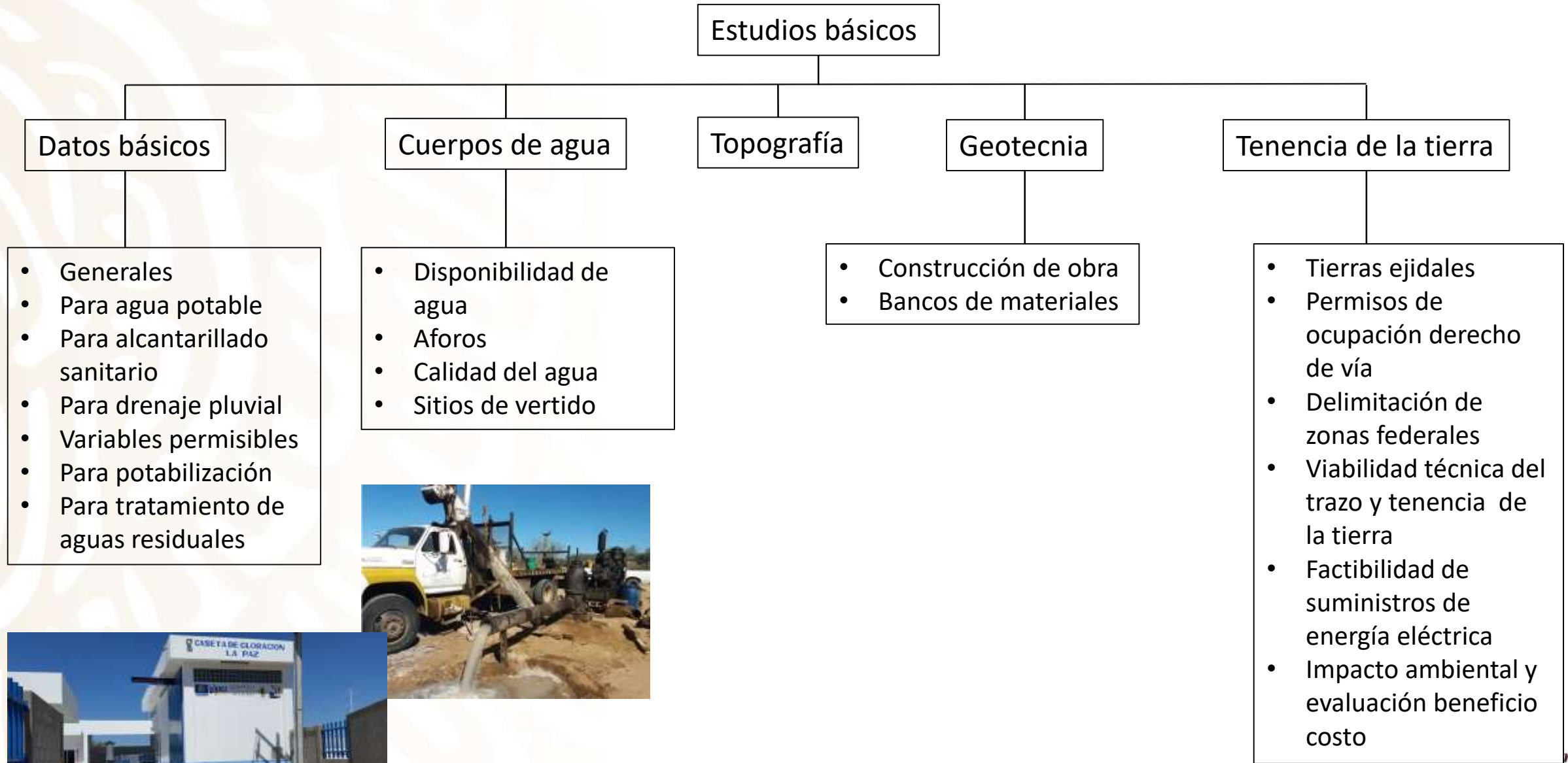
# Obras Inducidas

Una obra inducida, es toda aquella infraestructura existente en el sitio, como puede ser:

- Instalaciones eléctricas
  - Postes
  - Registros eléctricos
  - Líneas subterráneas
  - Alumbrado y semáforos
  - Altura de líneas aéreas
- Instalaciones de telefonía fija
  - Postes
  - Teléfonos públicos
  - Registros
  - Líneas subterráneas
  - Altura de líneas aéreas
- Infraestructura urbana
  - Banquetas
  - Paramentos
  - Fibra óptica
  - Conducciones de gas, oleoductos







# Integración del proyecto ejecutivo

- Memoria descriptiva
- Memorias de cálculo
  - Estudios básicos
  - Criterios de calculo y dimensionamiento
- Planos de proyecto
  - Escalas
  - Elaboración e información de los planos
- Recomendaciones constructivas
- Manual de operación y mantenimiento
- Catálogo de conceptos y precios unitarios
- Especificaciones de construcción
- Presupuesto base
- Calendario de ejecución y programación de obra
- Estudio de seguridad y salud



# Memoria descriptiva



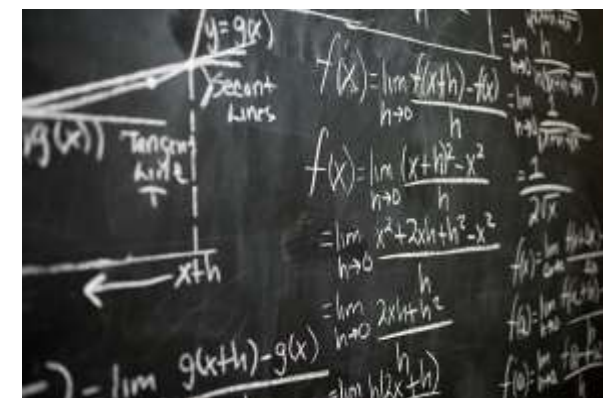
- Antecedentes
- Objeto de las obras
- Justificación de la alternativa seleccionada
- Descripción de cada una de las fases del proyecto



# Memorias de cálculo

- Estudios básicos
- Estudios hidrológicos
- Diseño hidráulico
- Diseño electromecánico
- Diseño estructural
- Diseño geotécnico
- Diseño funcional o de procesos para la potabilización y tratamiento de aguas residuales

Criterios de cálculo y dimensionamiento presentados de forma ordenada y lógica



# Proyectos de agua potable



GOBERNACIÓN  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAGUA  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



INAFED  
INSTITUTO NACIONAL  
PARA EL FEDERALISMO  
Y EL DESARROLLO MUNICIPAL

## Captación.

*7 Obras de Captación Superficiales*

*8 Captación por Medio de Pozos Profundos*

*15 Cálculo, Estudio y Diseño de Instalaciones mecánicas*

*16 Cálculo, Estudio y Diseño de Instalaciones Eléctricas*

## Estaciones de bombeo.

*15 Cálculo, Estudio y Diseño de Instalaciones mecánicas*

*16 Cálculo, Estudio y Diseño de Instalaciones Eléctricas*

## Conducciones.

*10 Conducciones*

*11 Fenómenos Transitorios en Líneas de Conducción*

## • Tratamiento.

- *24 Diseño de Plantas Potabilizadoras de Tecnología Simplificada*

## • Tanques de almacenamiento.

- *12 Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable*

## • Red de distribución.

- *12 Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable*
- *13 Modelación Hidráulica y de Calidad del Agua en Redes de Distribución*

## • Dispositivos de medición.

- *9 Sistemas de Medición del Agua: Producción, operación y consumo*



Ricardo  
Flores  
Magón  
LA REVOLUCIÓN MEXICANA

# Proyectos de alcantarillado

## Redes de alcantarillado.

20 Alcantarillado Sanitario

21 Sistemas alternativos de alcantarillado sanitario

## Tratamiento.

Submódulo de Potabilización y Sistemas de Tratamiento de Agua Residuales libros 25-36

## Reúso del efluente tratado

Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales:

35 Procesos avanzados con fines de reúso

36 Tratamientos no convencionales de aguas residuales municipales

- **Manejo y disposición de los lodos**

- 32 Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Tratamiento y disposición de lodos

- **Descarga**

- Justificar las características de los elementos que la conforman.
- Determinar el régimen legal de las aguas y usos de las tierras afectadas







# Proyectos de drenaje pluvial

19 Drenaje pluvial urbano

Memorando BOO.7.616



CONAGUA  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA

MEMORANDUM No. 800.7.-616

Ciudad de México, a 13 de septiembre de 2017

"Año del Centenario de la Promulgación de la  
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

## Anexo 1

Períodos de retorno para la determinación del gasto de diseño de obras hidráulicas:

TIPO DE OBRA HIDRÁULICA		
1	DRENAJE PLUVIAL, se refiere a las tormentas de diseño	Tr (Años)
1.1	Cunetas y contracunetas en:	
	Camino secundarios	2
	Carreteras	5
	Tramo de cruce a poblados	5-10
1.2	Aeropuertos y estaciones de ferrocarril y de autobuses	
	Aeropuerto nacional	25
	Aeropuerto internacional	50
	Estación de ferrocarril	25
	Estación de autobuses	25
1.3	Zonas Urbanas	
	Drenaje secundario, diámetros menores o iguales a 90 cm	5
	Drenaje primario, diámetros mayores a 90 cm y menores o iguales a 2.40 m	10
	Drenaje principal, colectores con diámetros mayores a 2.40 m, y conductos que descargan fuera de la zona urbana	25-50
	Asentamientos humanos pequeños con menos de 100 000 habitantes	5
	Asentamientos humanos medianos entre 100 000 y 500 000 habitantes	10
	Asentamientos humanos grandes con más de 500 000 habitantes	25-50
1.4	Redes de drenaje pluvial de diferentes instalaciones por tipo de actividad económica	
	Centro de negocios; zonas donde el uso principal es para las actividades de venta al por menor o de negocios y donde los edificios son comúnmente construidos hasta los límites de la propiedad, los toldos sobresalen sobre la banqueta y el paisaje es mínimo o inexistente. Estas áreas de negocios a menudo se encuentran en las partes más antiguas de la ciudad o pueblo	10
	Áreas comerciales; zonas donde los usos primarios incluyen las ventas al por menor, actividades comerciales, hoteles etc. Pueden incluir centros para exposiciones, restaurantes, clubes deportivos	10
	Zonas industriales; las áreas donde las actividades principales llevadas a cabo son la producción, el procesamiento de productos, instalaciones de almacenamiento, etcétera	10
	Zonas urbanas con alta densidad; áreas urbanas que tienen más de 20 viviendas por cada 10 000 m <sup>2</sup> , como edificios de departamentos, unidades habitacionales y zonas suburbanas altamente pobladas	10

# Planos de proyecto

Configuración, ubicación y orientación física de la obra

Delimitación de terrenos, ubicación, restitución de obras inducidas y obras adicionales

Planos generales y particulares

## **Concordancia con la Memoria de calculo**

Escala adecuada

Medidas comunes 90X 60, 105 X 90 y 120X 90 cm

Una solo tinta

Legibles



- Información suficiente para evitar que el constructor recurra a la memoria técnica.
  - Unidades, cantidades de obra, datos de proyecto, simbología, etc.





# Recomendaciones constructivas

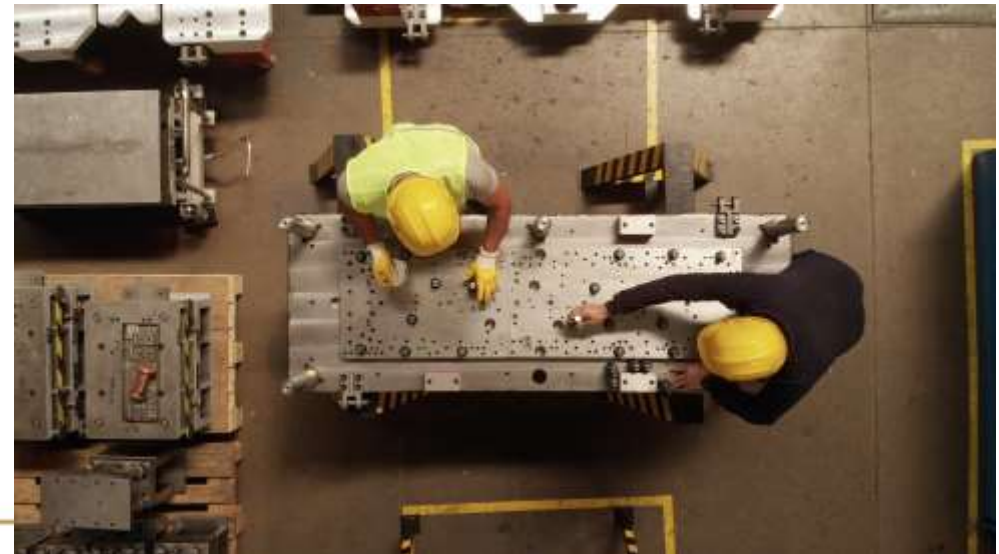
El proyectista debe realizar una serie de recomendaciones para los procesos constructivos y de instalación de equipos, estos deben ir de forma resumida en el área de notas de los planos y de forma detallada, con esquemas, tablas y fotografías en un documento adjunto.





# Manual de operación y mantenimiento

- a) Detalle de operación y mantenimiento (Manual) de las obras
- b) Asignación de tareas y sus costos y los recursos que serán empleados
- c) Costos anuales de operación y mantenimiento
- d) Se deberá analizar para un período de vida útil de acuerdo al horizonte de diseño utilizado para la obra
- e) El plan será revisado una vez al año y la jurisdicción/operador deberá presentar anualmente un informe sobre el estado de las obras, equipos y la revisión del plan anual para el siguiente año

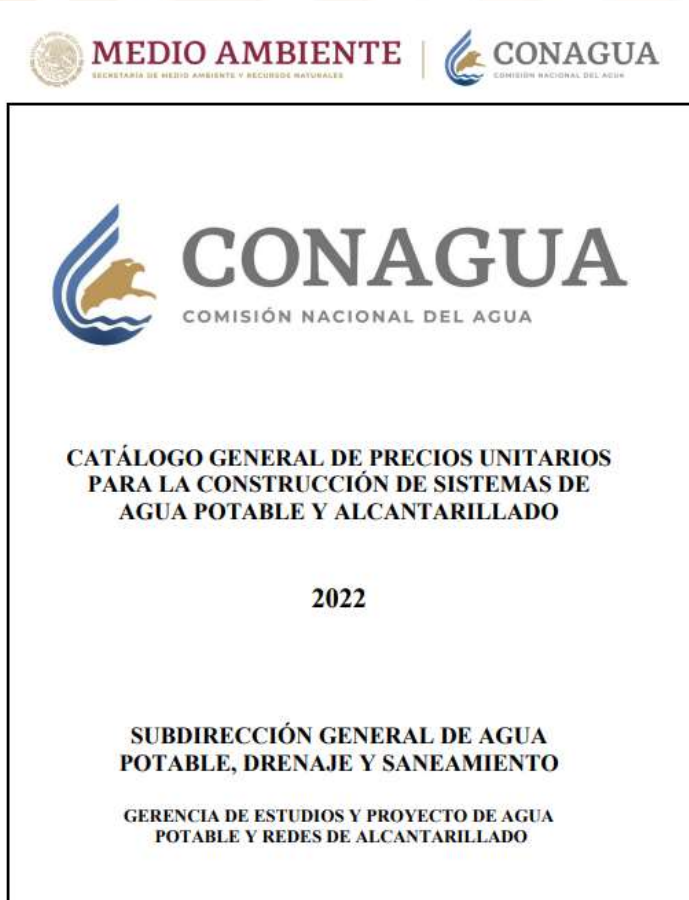




# Catálogo de conceptos y presupuesto

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/716423/CATALOGO\\_GENERAL\\_DE\\_AGUA\\_POTABLE\\_DE\\_PRECIOS\\_UNITARIOS\\_PARA\\_LA\\_CONSTRUCCION\\_DE\\_SISTEMAS\\_DE\\_AGUA\\_POTABLE\\_Y\\_ALCANTARILLADO\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/716423/CATALOGO_GENERAL_DE_AGUA_POTABLE_DE_PRECIOS_UNITARIOS_PARA_LA_CONSTRUCCION_DE_SISTEMAS_DE_AGUA_POTABLE_Y_ALCANTARILLADO_2022.pdf)

Los análisis contemplan condiciones medias y generales por lo que deben ser considerados **únicamente con fines presupuestales**



INDICE POR CAPITULOS.....	1
INSTRUCCIONES PARA EL USO DE ESTE CATALOGO.....	2
INDICE POR CLAVES.....	3
CONSULTA.....	10
PRIMERA PARTE: TERRACERIAS.....	11
SEGUNDA PARTE: AGUA POTABLE.....	16
TERCERA PARTE: ALCANTARILLADO.....	31
CUARTA PARTE: OBRA CIVIL.....	36
QUINTA PARTE: PERFORACIÓN DE POZOS.....	42
SEXTA PARTE: INSTALACIONES.....	52
SEPTIMA PARTE: HERRERIA, VIDRIERIA Y PINTURA.....	55
OCTAVA PARTE: SUMINISTROS.....	57
NOVENA PARTE: ACARREOS Y FLETES.....	110
DECIMA PARTE: REHABILITACION.....	112

# Especificaciones de construcción

Conocer el alcance de cada concepto del catálogo



**CONSULTAS EN LA:  
GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA  
POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO**

Ing. Jose Manuel Mira Gutierrez

[josemanuel.mira@conagua.gob.mx](mailto:josemanuel.mira@conagua.gob.mx)

Ing. Alejandro Vega Morales

[alejandro.vega@conagua.gob.mx](mailto:alejandro.vega@conagua.gob.mx)

Ing. José Alfredo Hernández Salgado

[josealf.hernandezsa@gmail.com](mailto:josealf.hernandezsa@gmail.com)

TEL 51744000 ext. 4204, 2978 y 5549



**ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO**

**EDICIÓN 2021**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE,  
DRENAJE Y SANEAMIENTO**

**GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE  
Y REDES DE ALCANTARILLADO**

# Presupuesto base



## Calendario de ejecución y programación de obra



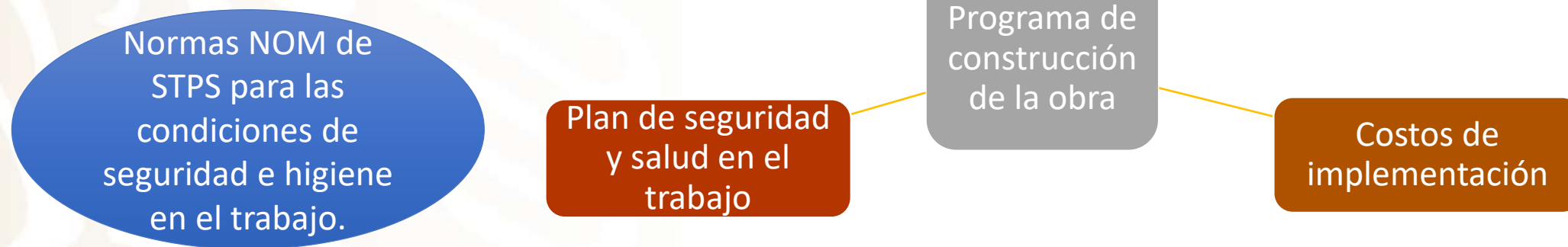
Tabla 4.6 Programa de obra (Diagrama de Gantt)

Conceptos	Quincena														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Trabajos preliminares															
Adquisición de materiales															
Excavaciones															
Obra de capacitación															
Plantilla de materiales inertes															
Distribución de materiales del almacén a plantas auxiliares															
Acarreo de materiales a hombro															
Instalación de tubería															
Instalación de piezas especiales															
Caja de operación de válvulas															
Rellenos generales															
Obras de protección															
Pruebas y operación															



# Estudio de seguridad y salud

El Jefe de Obra o Residente de Obra responsable de su implementación y aplicación



1. Investigación y reporte de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales
2. Estadística de accidentes y enfermedades ocupacionales
3. Calificación de empresas contratistas
4. Equipo de protección personal
5. Protecciones colectivas
6. Orden y limpieza
7. Gestión de residuos
8. Herramientas manuales y equipos portátiles

9. Trabajos en espacios confinados
10. Almacenamiento y manipuleo de materiales
11. Protección de trabajos con riesgo de caídas
12. Uso de andamios
13. Manejo y movimiento de cargas
14. Excavaciones
15. Protección contra incendios
16. Trabajos de demolición





# POBLACIÓN DE PROYECTO

## AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Emplear los datos oficiales del Conapo.

[www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)

Localidad	Edo.	2006	2007
Aguascalientes	Ags	677,843	689,713
Norias de Ojocaliente	Ags	3,129	3,184
Villa Lic. Jesús Terán (Calvillito)	Ags	4,103	4,174

Proyección de población a mitad de año de localidades en base al censo 2005, con población mayor a 2,500 habitantes del periodo 2006 - 2025

Municipio	Localidad	Edo.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Aguascalientes	Aguascalientes	Ags	677,843	689,713	701,291	712,611	723,765	734,675	745,372	755,879	766,217	776,387	786,384
Aguascalientes	Norias de Ojocaliente	Ags	3,129	3,184	3,238	3,290	3,341	3,392	3,441	3,490	3,537	3,584	3,630
Aguascalientes	Villa Lic. Jesús Terán (Calvillito)	Ags	4,103	4,174	4,244	4,313	4,380	4,446	4,511	4,575	4,637	4,699	4,759



**2022** Ricardo Flores  
Año de Magón

PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

## Periodos de diseño para elementos de sistemas de agua potable y alcantarillado

Elemento	Períodos de diseño (años)
Fuente	10 a 50
Pozo	10 a 20
Embalse	Hasta 50
Línea de conducción	20 a 30
Planta potabilizadora	10 a 20 (más crecimiento modular)
Estación de bombeo	10 a 20 (más crecimiento modular)
Tanque	10 a 20
Distribución primaria	10 a 20
Distribución secundaria	en función de la saturación
Red de atarjeas	en función de la saturación
Colector y emisor	10 a 20
Planta de tratamiento	10 a 20 (más crecimiento modular)

# Gastos de diseño Agua potable

## Consumo

Cantidad de agua potable que utilizan los usuarios sin considerar las pérdidas en el sistema

- Región.
- Clima
- costumbres
- Actividad

$$CT = C_{dr} + C_{dm} + C_{dp} + C_c + C_i + C_p + C_e$$

CT	Consumo promedio diario total, en m <sup>3</sup>
C <sub>dr</sub>	Consumo promedio diario doméstico <b>residencial</b> , en m <sup>3</sup>
C <sub>dm</sub>	Consumo promedio diario doméstico <b>clase media</b> , en m <sup>3</sup>
C <sub>dp</sub>	Consumo promedio diario doméstico <b>clase popular</b> , en m <sup>3</sup>
C <sub>c</sub>	Consumo promedio diario <b>comercial</b> , en m <sup>3</sup>
C <sub>i</sub>	Consumo promedio diario <b>industrial</b> , en m <sup>3</sup>
C <sub>p</sub>	Consumo promedio diario <b>público</b> , en m <sup>3</sup>

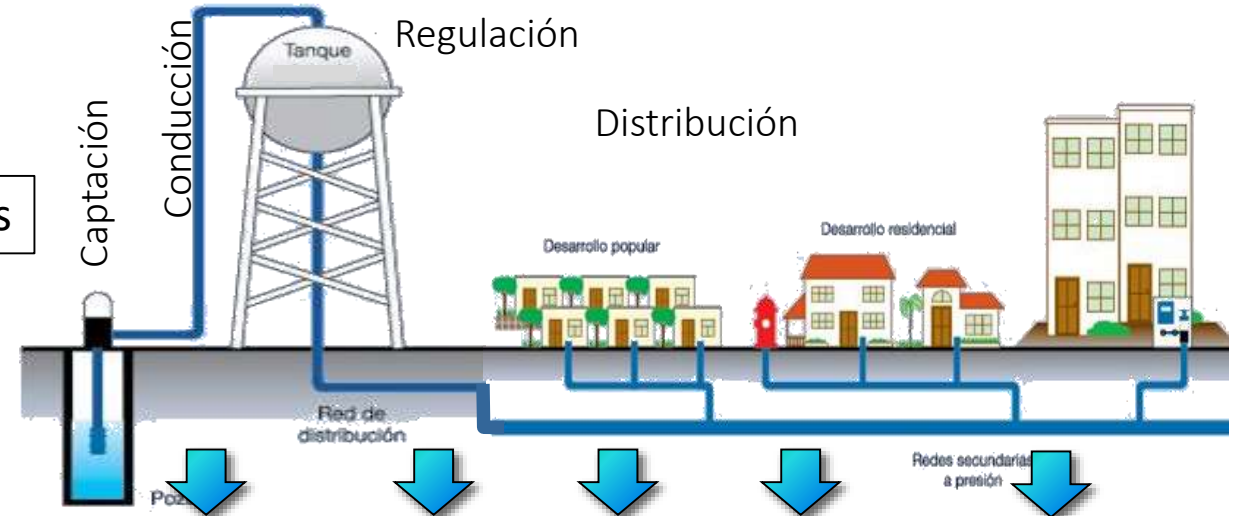
## Demanda

Consumo

+ Pérdidas físicas

## Dotación

Cantidad de agua asignada a cada habitante



Pérdidas físicas, agua que se escapa en líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas.

Zona	Dotación	Unidad
Habitacional	250	l/hab/día
Comercial	6	l/m <sup>2</sup> /día
Industrial	30	l/m <sup>2</sup> /día
Pública		
Escuelas		
Dotación por alumno	25	l/alumno/día
Dotación por trabajador	100	l/trabajador/día
Áreas verdes	5	l/m <sup>2</sup> /día

# PÉRDIDAS FÍSICAS

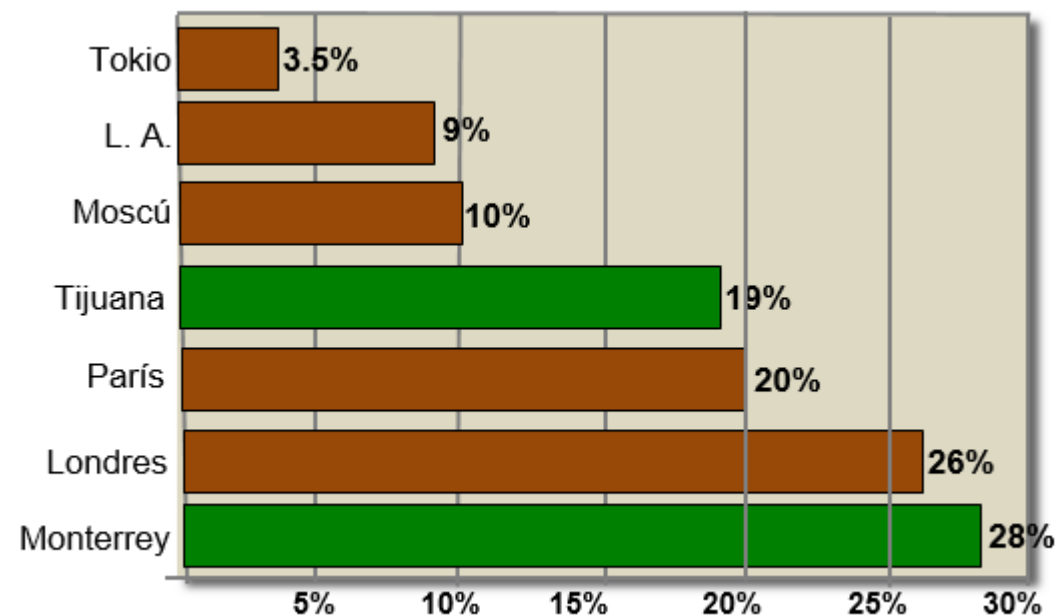
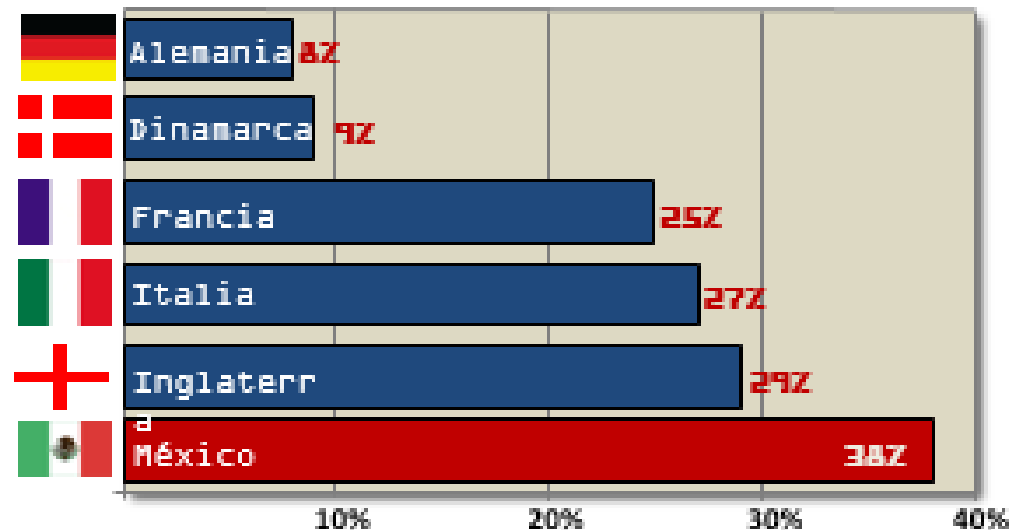
Estudio de pérdidas en 21 sistemas de distribución en el país, arrojó que:



Cuando no exista información, se puede considerar un valor del 40% al 50% del volumen suministrado.

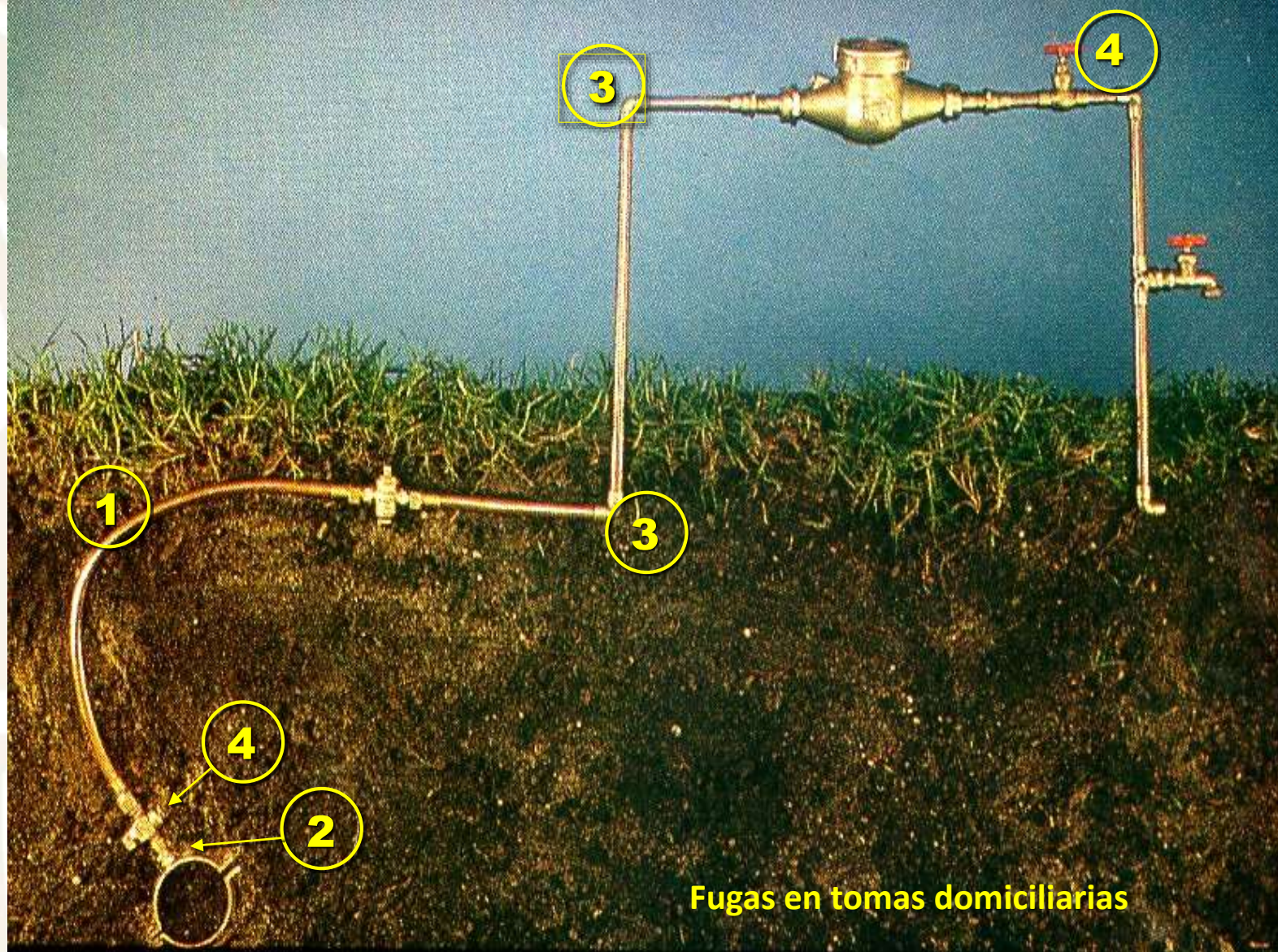
Se puede aspirar a reducir el porcentaje de fugas entre 1% y 2% anualmente.

En el mediano plazo, las fugas pueden ser del orden del 30% y con programas intensivos al 20%.





# Las pérdidas físicas se estiman en 38% y el 26% (aprox. 2/3) son en tomas domiciliarias



- 1.-Ramal 74%
- 2.-Inserción 11%
- 3.- Conexiones 9%  
Coples, codos etc.
- 4.-Valvulas 6%

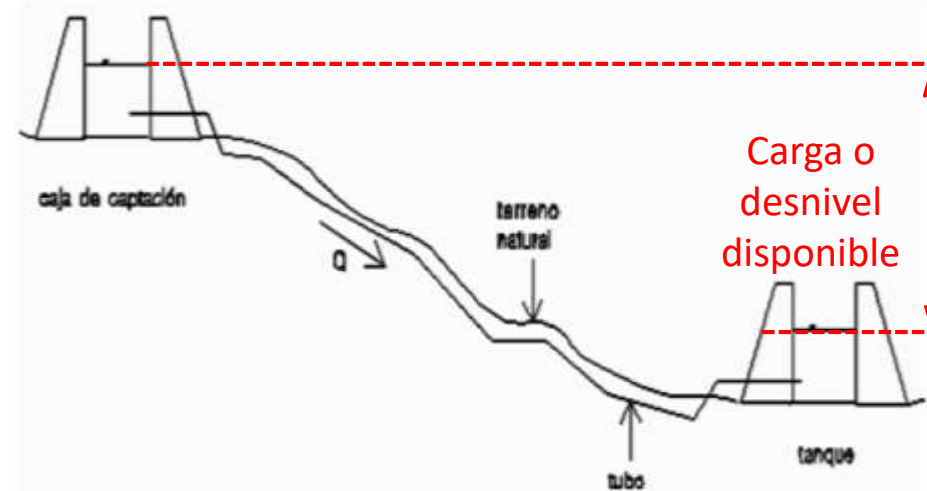
- Construir las tomas domiciliarias conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011
- Utilizar tubería, conexiones y válvulas fabricadas bajo normas reconocidas o certificadas por instituciones de prestigio.
- Todas las tomas deben contar preferente con medidor.



# Diámetro económico

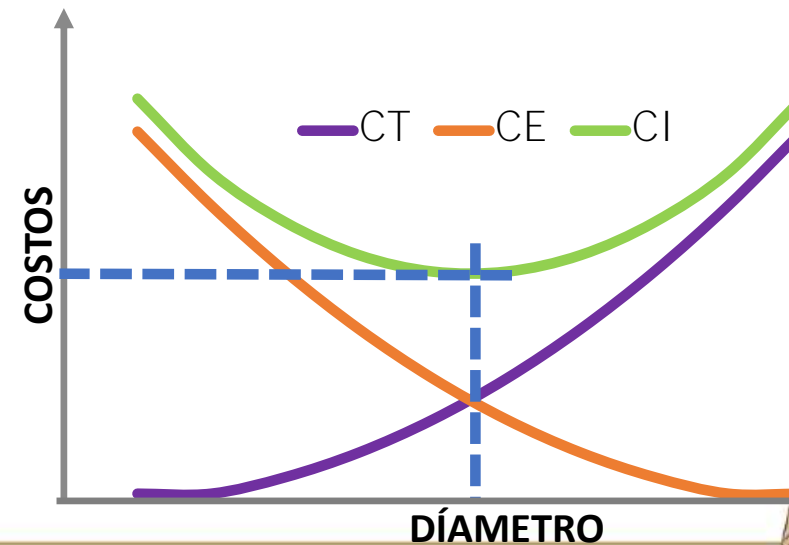
## Conducción por gravedad

- Lo representa el diámetro comercial o combinación de diámetros, que conducirá el gasto deseado con una pérdida de carga en la conducción igual al desnivel disponible y que estén dentro de los límites de velocidad.



## Conducción por bombeo

- El diámetro económico será aquel que corresponde al valor mínimo de la suma de los conceptos por la construcción y energía, calculados a valor presente.



NT-010-CNA-2001

# Velocidades permisibles

- ❑ **Velocidad mínima** de 0.6 m/s. Evitar que se sedimenten partículas que arrastre el agua.
- ❑ **Velocidad máxima permisible:** Evitar la erosión de la tubería (considera que el agua es limpia o poco turbia)

Material de la tubería	Velocidad máxima (m/s)
Concreto simple	3.0
Concreto reforzado	3.5
Concreto presforzado	3.5
Acero galvanizado	5.0
Acero sin revestimiento	5.0
Acero con revestimientos	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0
Plástico PVC	5.0
Hierro dúctil	5.0

Velocidad máxima recomendada para acueductos:

- La OPS recomienda una velocidad máxima de operación de 2.5 m/s
- La FAO propone que la velocidad del flujo en conducciones sea de 1.5 a 2 m/s
- La División de Ingeniería de CRANE recomienda velocidades de operación de 1.2 a 2.1 m/s.

# Cajas para válvulas

- ❖ Debe considerarse el espacio que permita el acceso y libertad de movimiento para la instalación, operación y remoción de las válvulas y sus accesorios.
- ❖ Manipular libremente cualquier herramienta de trabajo

Dimensiones de acuerdo al diámetro y componentes se encuentran establecidos de manera esquemática en la:

**NT-004-CNA-2001**

## CONSTRUCCIÓN

*análisis de cargas*

- ❖ *Por paso vehicular*
- ❖ *por la reacción del terreno*

## SILLETAS

- ❖ *Válvulas apoyadas en silletas (acero o concreto)*
- ❖ *Diseño para remover o instalar los tornillos de la conexión*

## MUROS

*(enterrados o al exterior)*

- ❖ *Malla ciclónica*
- ❖ *Concreto o mampostería*

## PISO

- ❖ *Pendiente 2%*
- ❖ *Caja de achique 40x40x15cm, con rejilla*

## LOSA

- ❖ *Fija con tapa móvil*
- ❖ *Módulos móviles con argollas para izado*
- ❖ *Perímetro con ángulos metálicos*
- ❖ *Registro que coincida con el centro de la válvula*

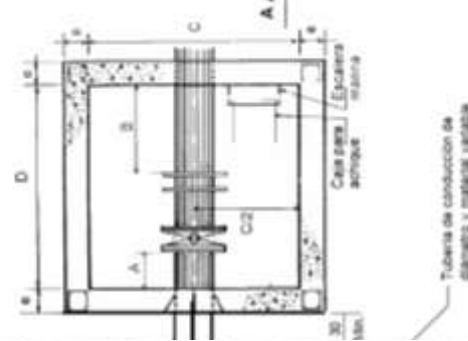
## ESCALERA MARINA

- ❖ *Fierro redondo*
- ❖ *Varilla corrugada*



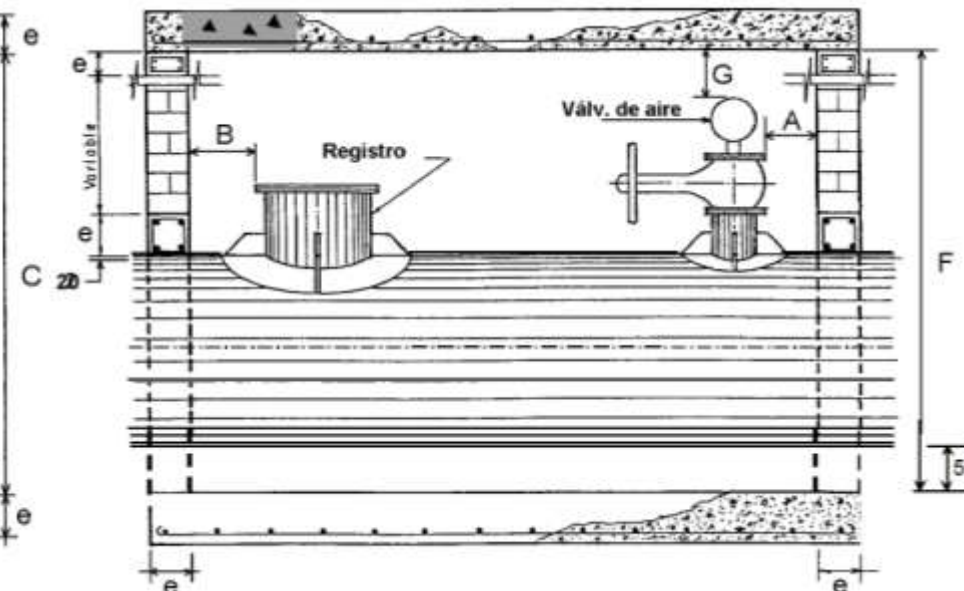
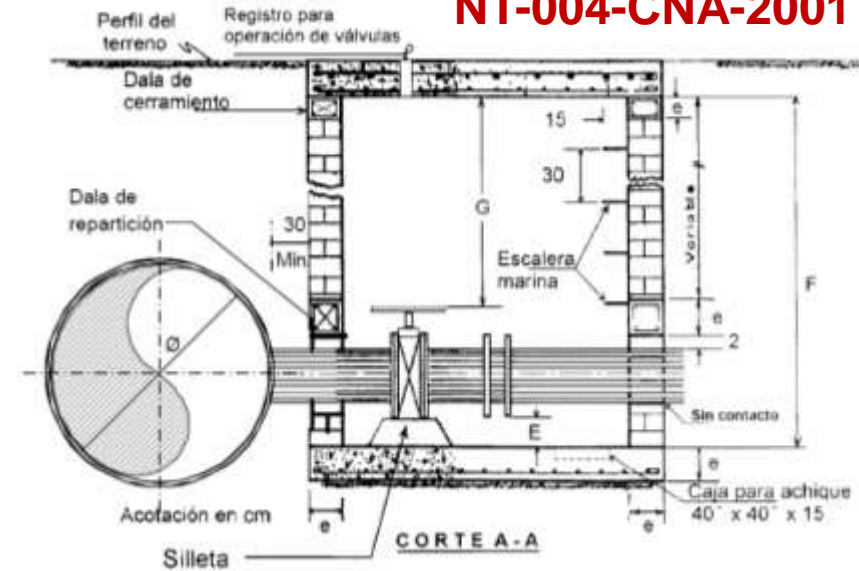
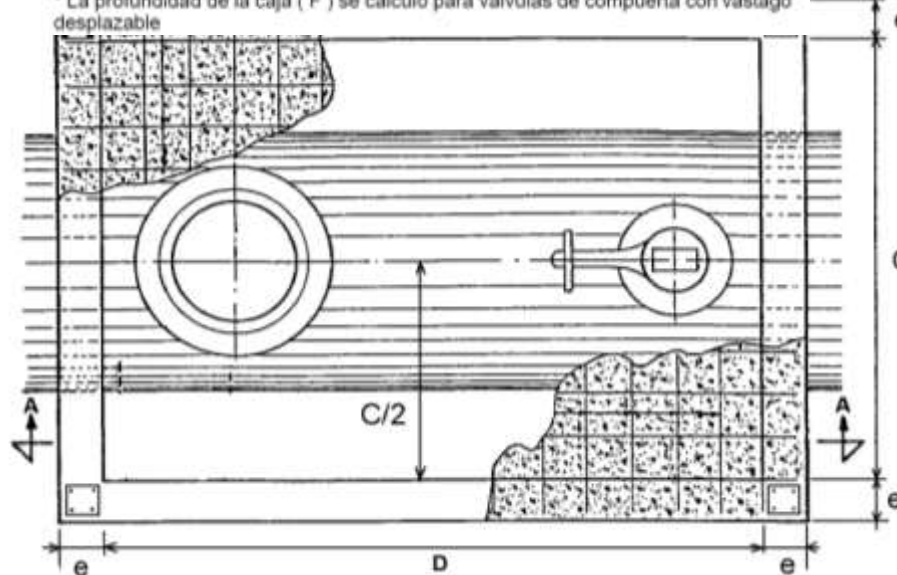
# Cajas para válvulas

NT-004-CNA-2001



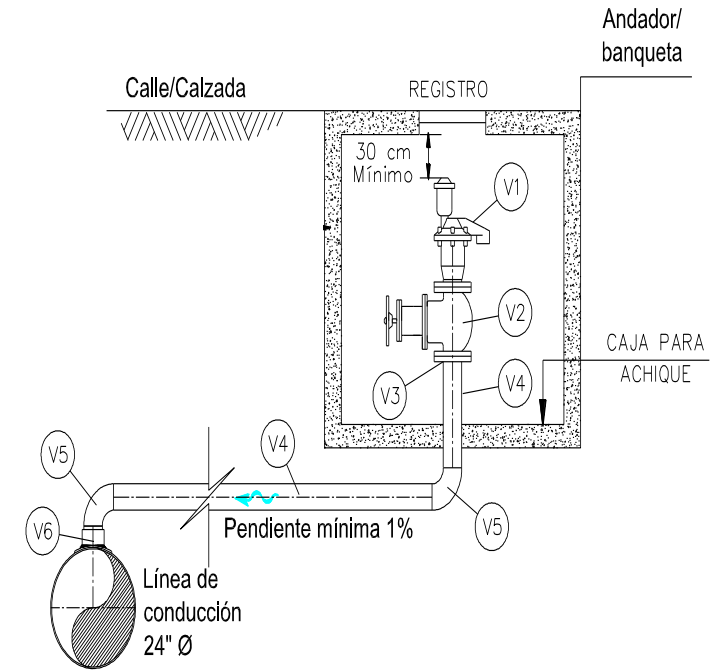
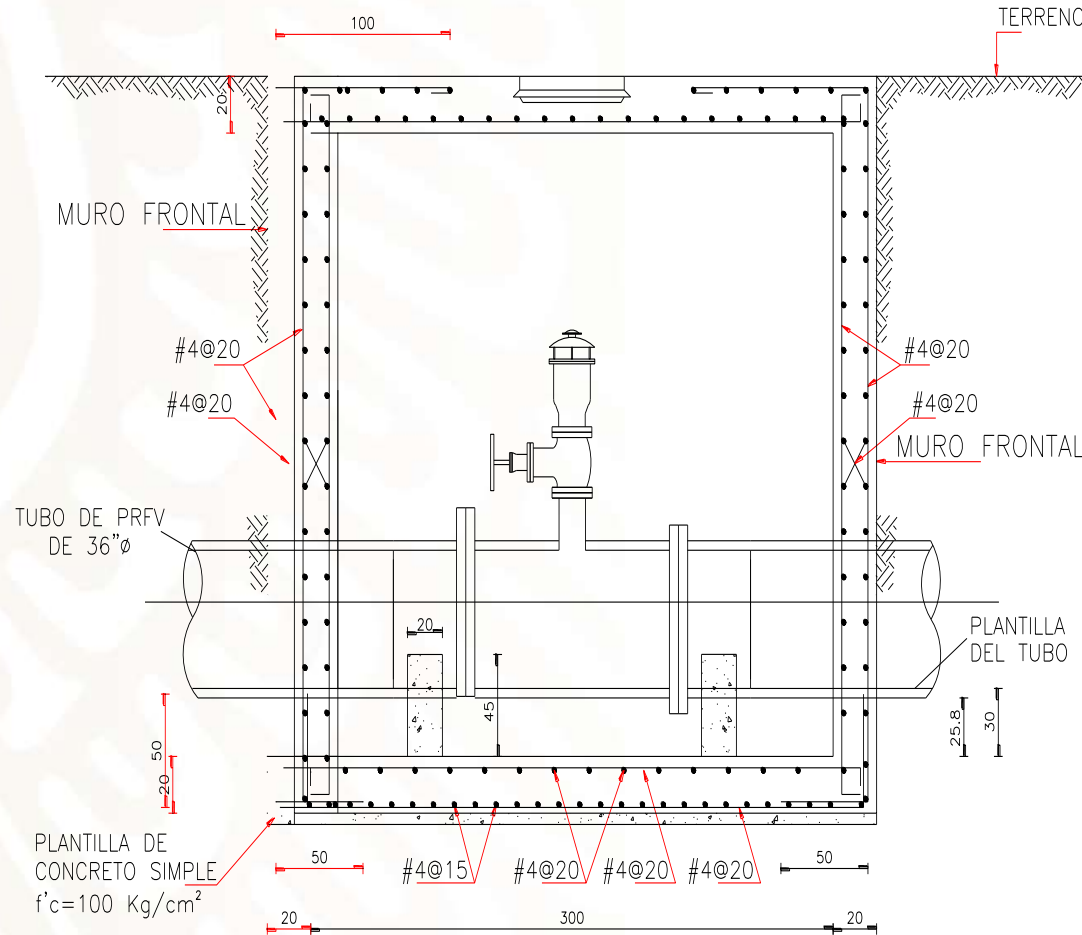
DIÁMETRO DE VÁLVULAS mm (pulg)	DIMENSION MÍNIMA EN mm						
	A	B	C	D	E	F	G
305 (12), 355 (14), 406 (16), 457 (18)	500	506	2300	2200	500	2600	563
508 (20), 610 (24), 762 (30)	500	596	2900	3000	500	3900	559
914 (36), 1220 (48)	509	500	2800	3250	700	5500	500

\* La profundidad de la caja ( F ) se calculó para válvulas de compuerta con vástago desplazable



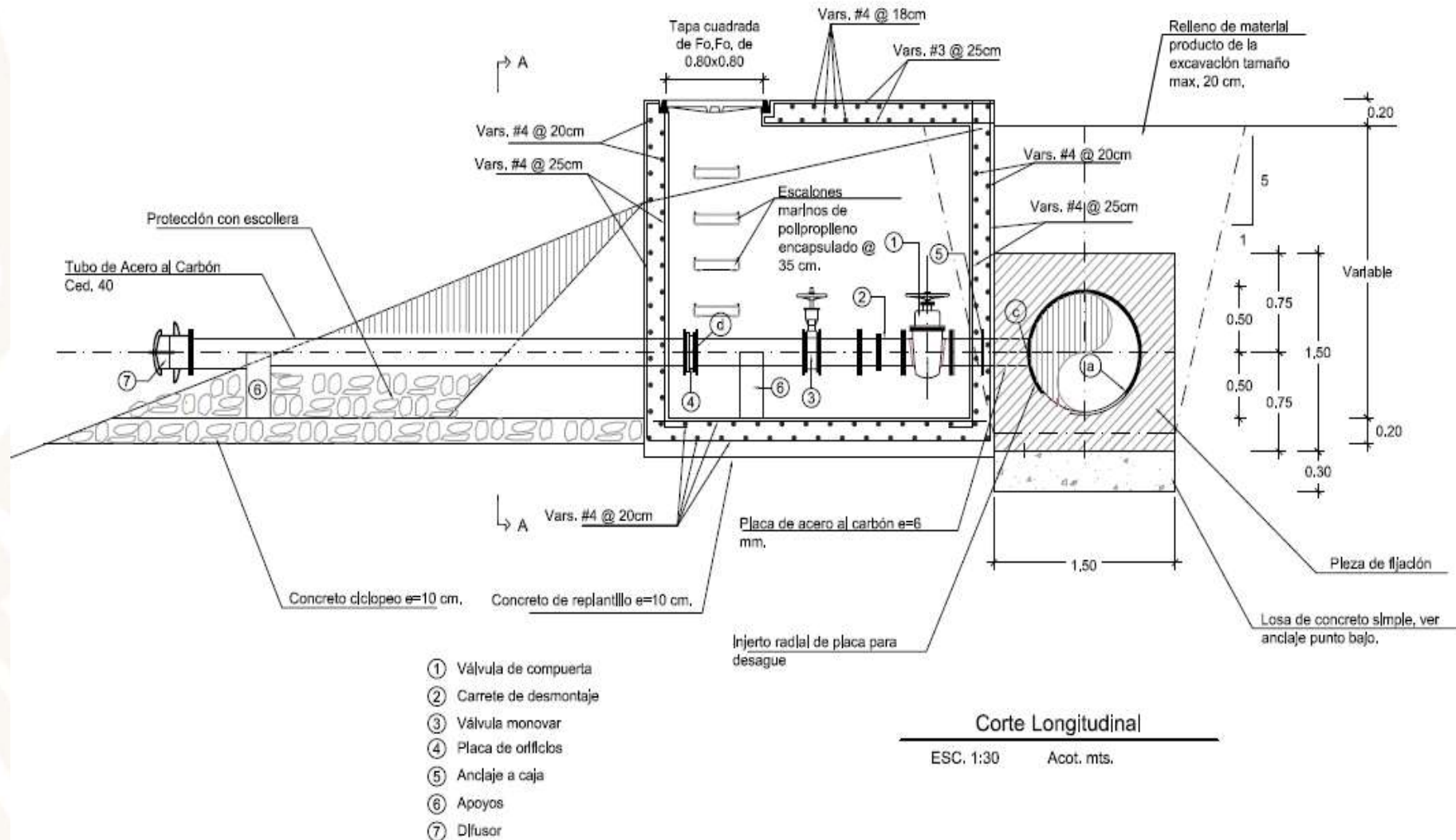
# Cajas para válvulas

## Arreglo tipo VAEAS



# Cajas para válvulas

## Arreglo tipo desagüe





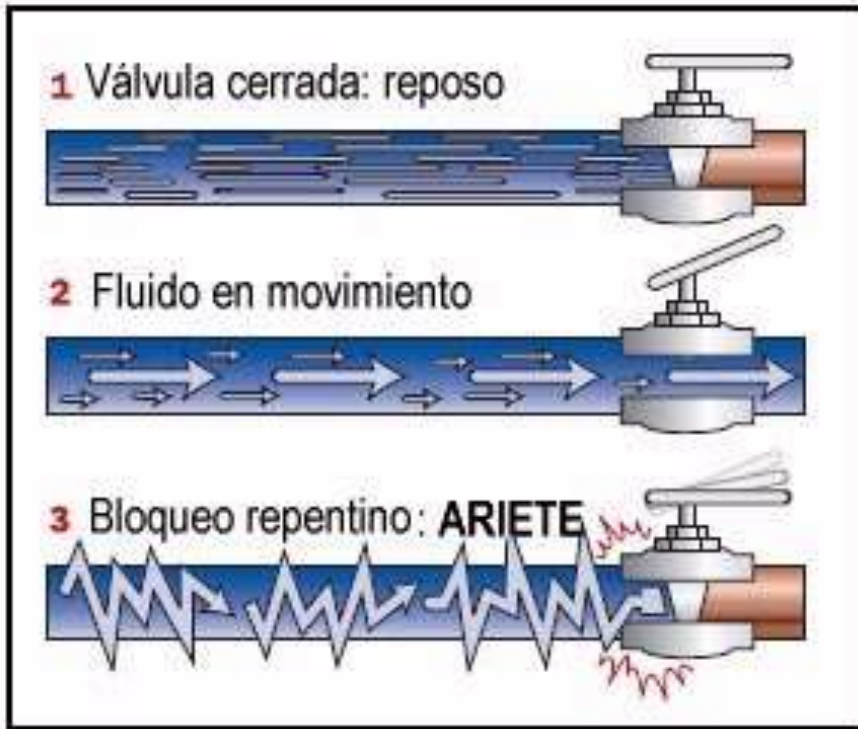
# Golpe de Ariete

- ❑ Utilizar un software que simule los transitorios hidráulicos rápidos (Instituto de Ingeniería UNAM y el IMTA).
- ❑ Efectuar el análisis del transitorio sin ninguna protección antiarriete, presentando las envolventes de presiones máximas y mínimas sobre el perfil topográfico de la conducción, para determinar si la instalación requiere o no, de dispositivos de control.
- ❖ Realizar varias simulaciones con diferentes dispositivos de protección y así optimizar su diseño.

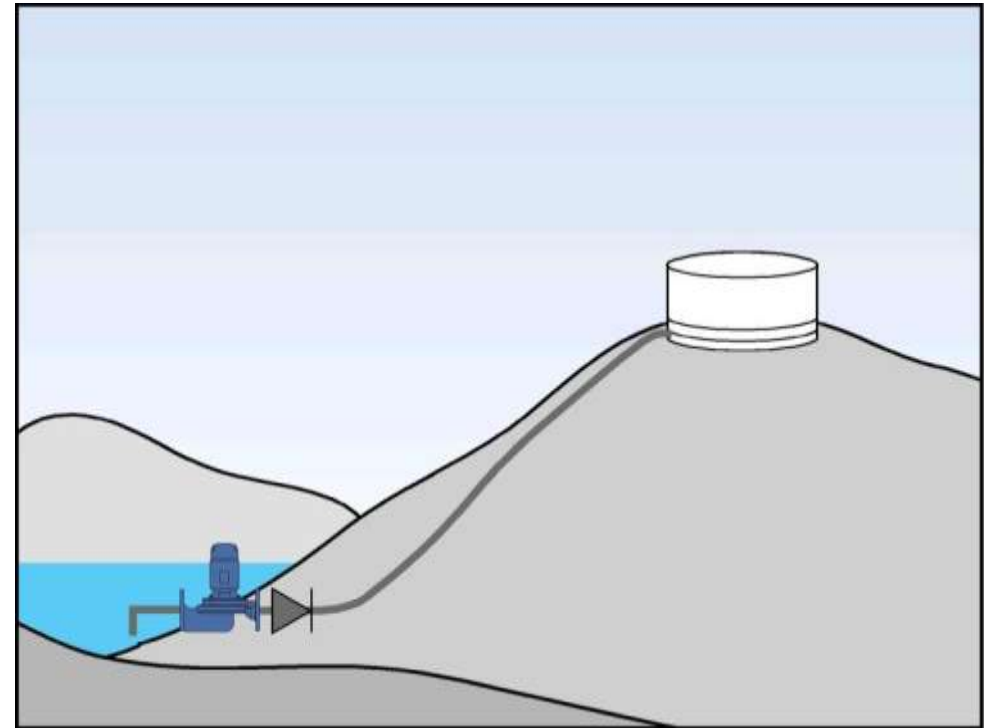
NOTA: Una solución alterna y que siempre debería compararse, es la de utilizar tuberías y equipos de una resistencia mayor, que resistan todos los efectos de los transitorios hidráulicos, el cambio del trazo del acueducto o la concepción del mismo.

# Golpe de Ariete

Por cierre brusco en conducciones a gravedad



Por paro accidental de los sistemas de bombeo



# Golpe de ariete

## Dispositivos de protección



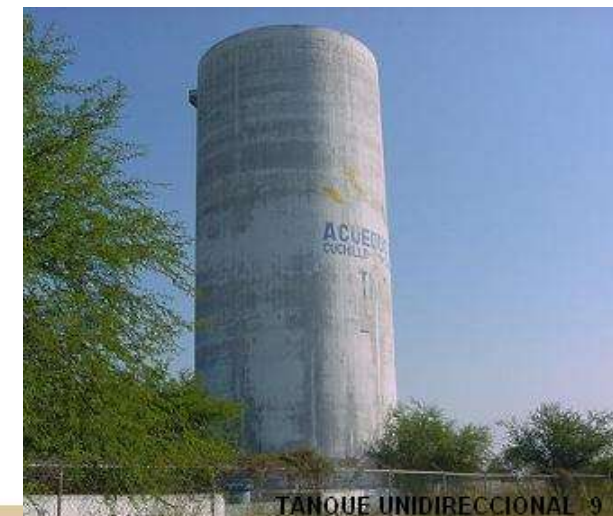
## Torre de oscilación





# Golpe de Ariete

## Dispositivos de protección



# Golpe de Ariete

## Dispositivos de protección

Chapala-Guadalajara

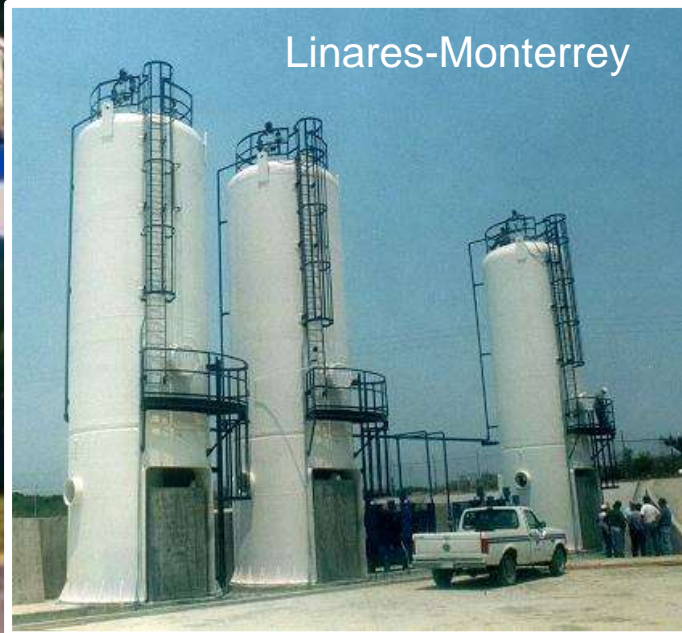


## Cámaras de aire

González Ortega II



Linares-Monterrey





# Golpe de Ariete

## Dispositivos de protección

### Válvulas

Aliviadora  
de presión



Reductora  
de presión



De alivio rápido  
de presión





# Sectorización

Aparece como una alternativa que permite dividir las grandes redes de distribución en sectores aislados que faciliten su operación y control.

**Divide y  
¡vencerás!**



## Etapas

- Catastro del sistema de distribución de agua potable.
- Definición de los puntos de alimentación y posibles interconexiones controladas para eventualidades.
- Diseño e implementación de un sector piloto, incluyendo las válvulas de seccionamiento y los mecanismos para el control de las presiones, la medición de gastos de alimentación, así como la variación diaria de la demanda.
- Calibración de un modelo de simulación hidráulica con base a las mediciones del punto anterior.

# Sectorización

## Etapas

- Ajustar el proyecto piloto a partir de la modelación, controlando las presiones, midiendo los gastos, y evaluando la relación entre presión y fugas.
- Ampliación de la experiencia piloto a dos o tres sectores más.
- Con los resultados obtenidos, puede evaluarse el proyecto integral de sectorización, con una muy buena aproximación sobre los costos y los beneficios que pueden esperarse, así como los tiempos necesarios.

## Recomendaciones

- Considerar de 1 a 5 sectores por cada 100 hectáreas (1 km<sup>2</sup>). En zonas con alta densidad de población, los sectores pueden ser de 10 a 15 hectáreas.
- Para definir el tamaño de los sectores, deberá ajustarse a la geometría de la red, sobre todo a la adaptación de las condiciones de operación actuales y la facilidad de contar con un punto de suministro, aunque siempre será prudente contar con una alimentación de respaldo, aunque ésta se mantenga cerrada.

# Sectorización

## Recomendaciones

- Minimizar las variaciones de presión de servicio al interior del sector; esto es, mantener una cierta uniformidad de presiones entre los 15 y 50 mca, correspondientes a la dinámica mínima y estática máxima.
- Siempre será conveniente verificar las velocidades del agua, las que podrán estar comprendidas entre 0,6 y 2,0 m/s.

## Ventajas

- La Sectorización tiene sus bondades, cuando ésta se basa en el control de presiones.
- La red primaria será más eficiente.
- Permite identificar los sectores más dañados, por lo tanto, priorizar las acciones y obtener resultados en el corto plazo.
- Las fallas en el suministro pueden minimizarse al contar con una mejor distribución del agua.



# Gastos de diseño Agua potable

## Gasto medio diario

Población  
de proyecto

X

Dotación

## Gasto máximo diario

$$Q_{md} = Q_{med} CV_d$$

$Q_{md}$  Gasto máximo diario  
 $Q_{med}$  Gasto medio diario  
 $CV_d$  Coeficiente de  
variación diario  
1.2 a 1.4

- Obra de captación
- Línea de conducción antes del tanque de regulación
- Tanque de regulación

## Gasto máximo horario

$$Q_{mh} = Q_{med} CV_h$$

$Q_{md}$  Gasto máximo diario  
 $Q_{med}$  Gasto medio diario  
 $CV_h$  Coeficiente de  
variación horaria

1.55

- Línea de alimentación a la red
- Red de distribución



# Gastos de diseño en Alcantarillado sanitario

## Gasto medio anual

$$Q_{MED} = \frac{A_p P}{86400}$$

$Q_{MED}$

Gasto medio l/s

$A_p$

Aportación de agua potable

l/hab/día

$A_p=0.75$  Dotación

$P$

Población de proyecto (hab)

86400

segundos por día

## Gasto Mínimo

$$Q_{MIN} = 0.5 Q_{MED}$$

$$Q_{MIN} > 1.0 \text{ lps}$$

## Gasto Máximo Instantáneo

$$Q_{Minst} = M Q_{MED}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}}$$

$Q_{minst}$  Gasto máximo instantáneo l/s

$P$  Población de proyecto (hab)

$M$  Coeficiente de Harmon o de variación máxima instantánea

$M = 3.80$ ; si  $P \leq 1,000$  habitantes

$M = 2.17$ ; si  $P \geq 63,450$  habitantes

Es decir:  $2.17 \leq M \leq 3.80$



## Gasto Máximo extraordinario

$$Q_{Mext} = CS Q_{Minst}$$

$Q_{Mext}$  Gasto máximo extraordinario l/s

$Q_{Minst}$  Gasto máximo instantáneo l/s

CS Coeficiente de seguridad =  
1.5  
separado 1.0 si existe sistema pluvial



# PROYECTOS DE AGUA POTABLE

## I. ESTUDIO FACTIBILIDAD

1. **Análisis de la demanda**
2. **Identificación de sitios de aprovechamiento**
3. **Identificación de conducciones sobre cartografía de INEGI**
4. **Evaluación técnica y económica de opciones de aprovechamiento**
5. **Selección de la mejor alternativa**

# PROYECTOS DE AGUA POTABLE

## II. ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE CAMPO

6. **Visitas de reconocimiento a la captación y trazos preliminares de conducciones**
7. **Definición del tipo de captación y trazo de conducciones**
8. **Trabajos topográficos**
9. **Identificación de la tenencia de la tierra a lo largo del trazo de conducciones y sitios para estructuras**
10. **Estudios geológicos y geotécnicos**

# PROYECTOS DE AGUA POTABLE

## III. INGENIERÍA DE PROYECTO DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN

**11. Obra de toma**

**12. Conducción**

**13. Plantas de bombeo**

**14. Tratamiento del agua**

**15. Definición del sistema de control supervisorio**



# PROYECTOS DE AGUA POTABLE

## IV. ESTUDIOS E INGENIERÍA COMPLEMENTARIA

- 16. Caminos de acceso, construcción y operación**
- 17. Estudio de impacto ambiental**
- 18. Estudio de vestigios históricos y antropológicos**
- 19. Permisos de ocupación de derechos de vía, zona federal, cruzamientos, etc.**

# PROYECTOS DE AGUA POTABLE

## V. PUESTA EN MARCHA

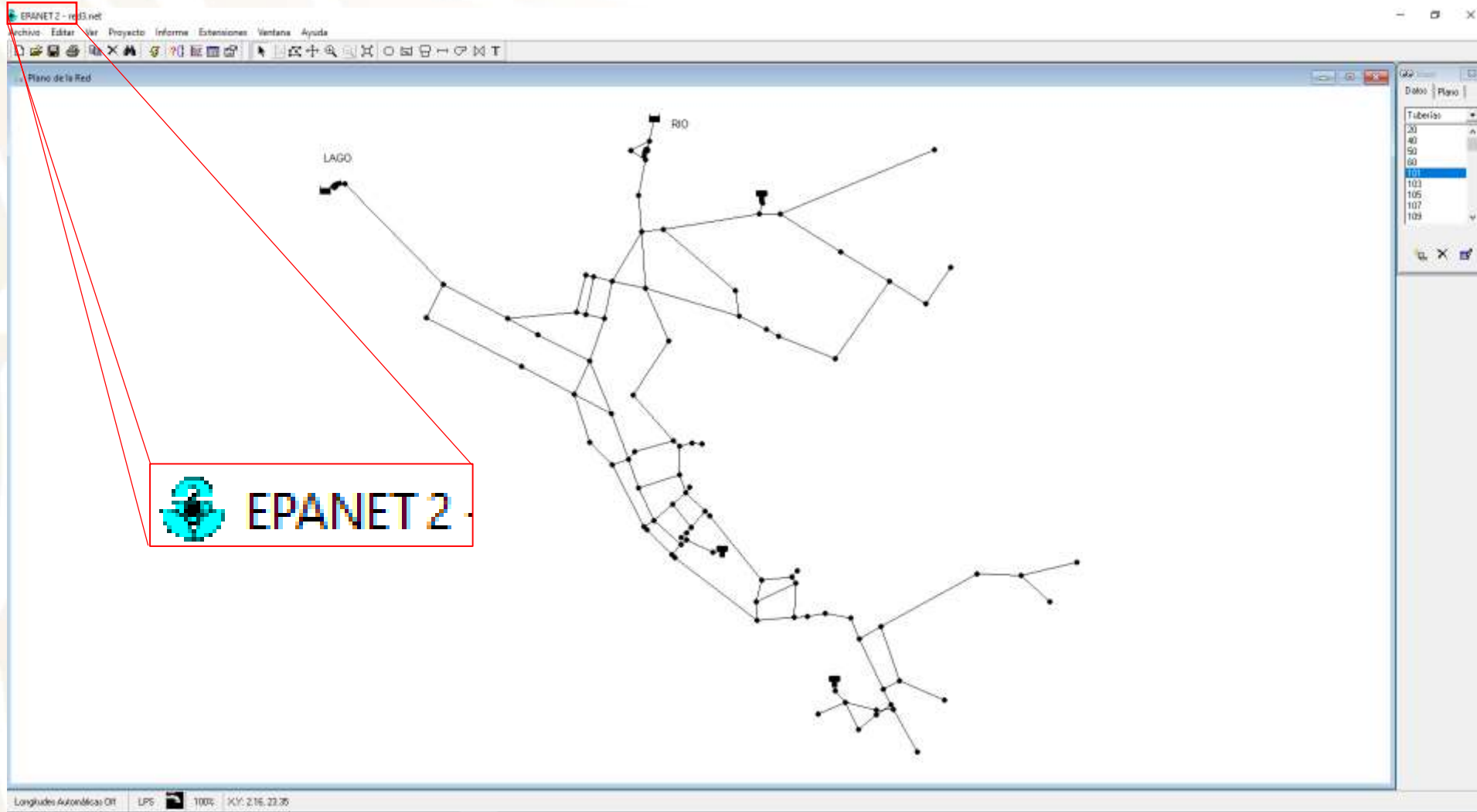
- 20. Llenado programado de la conducción**
- 21. Vaciado programado de la conducción**
- 22. Vaciado accidental de la conducción (inclusión de aire y depresión)**
- 23. Fallas en acueductos**

# Estudios de especial interés en los proyectos de agua potable

- Fenómenos transitorios
- Diseño de Atraques
- Pruebas de hermeticidad **NOM-001-CONAGUA-2011**



# Herramientas de cálculo



# ALCANTARILLADO

EL ALCANTARILLADO PUEDE SER DE DOS TIPOS:

## ❖ Tipo separado

Conduce en una red de conductos las aguas residuales y en otra diferente colecta y conduce las aguas pluviales.

## ❖ Tipo combinado

Conduce las aguas residuales y pluviales en una misma red de conductos.

# ALCANTARILLADO

## CONVENIENCIA DE TENERLOS SEPARADOS

Facilita el cuidado del medio ambiente

Reduce los volúmenes a tratar en las plantas

En consecuencia reduce los costos de construcción y operación de las plantas de tratamiento.

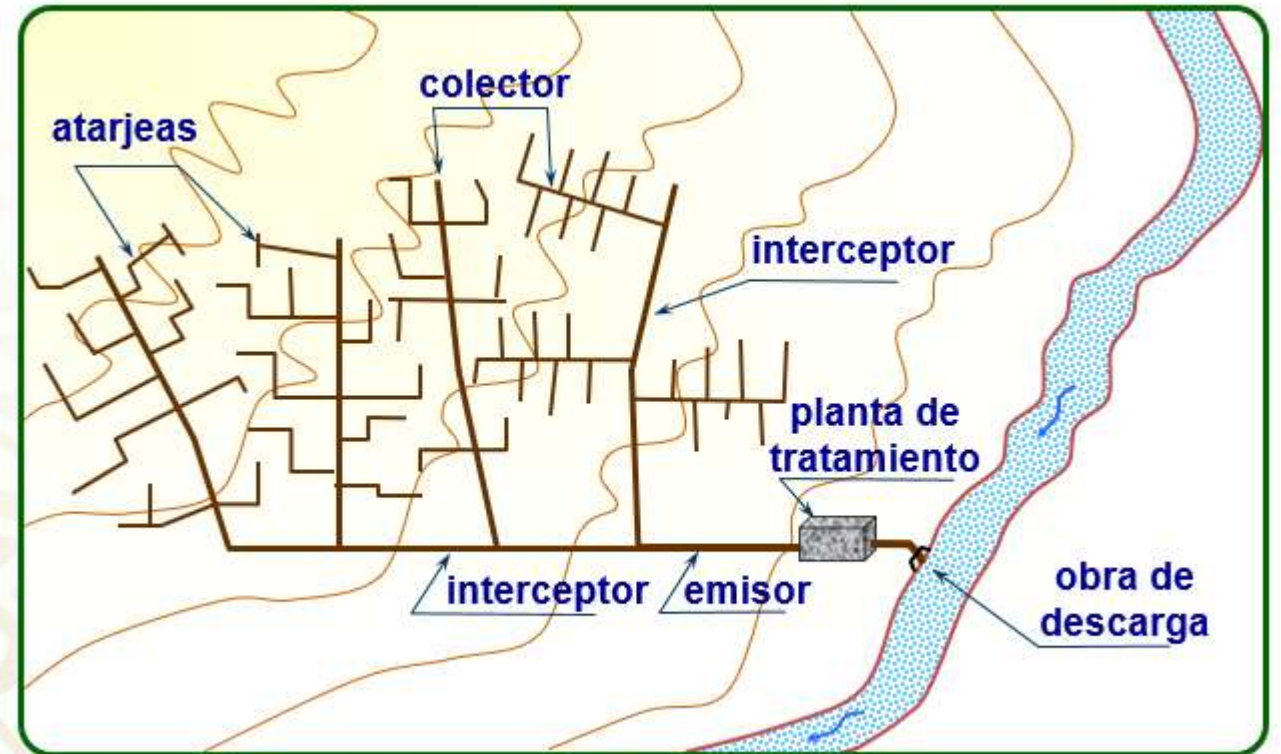
Posibilita el reuso de las aguas pluviales principalmente en la recarga artificial de acuíferos.

# ALCANTARILLADO

## COMPONENTES

está integrado por algunos o todos los siguientes elementos:

- ☐ Atarjeas
- ☐ Colectores
- ☐ Interceptores
- ☐ Emisores
- ☐ Plantas de tratamiento
- ☐ Estaciones de Bombeo
- ☐ Obras accesorias y Estructura de descarga





# ALCANTARILLADO

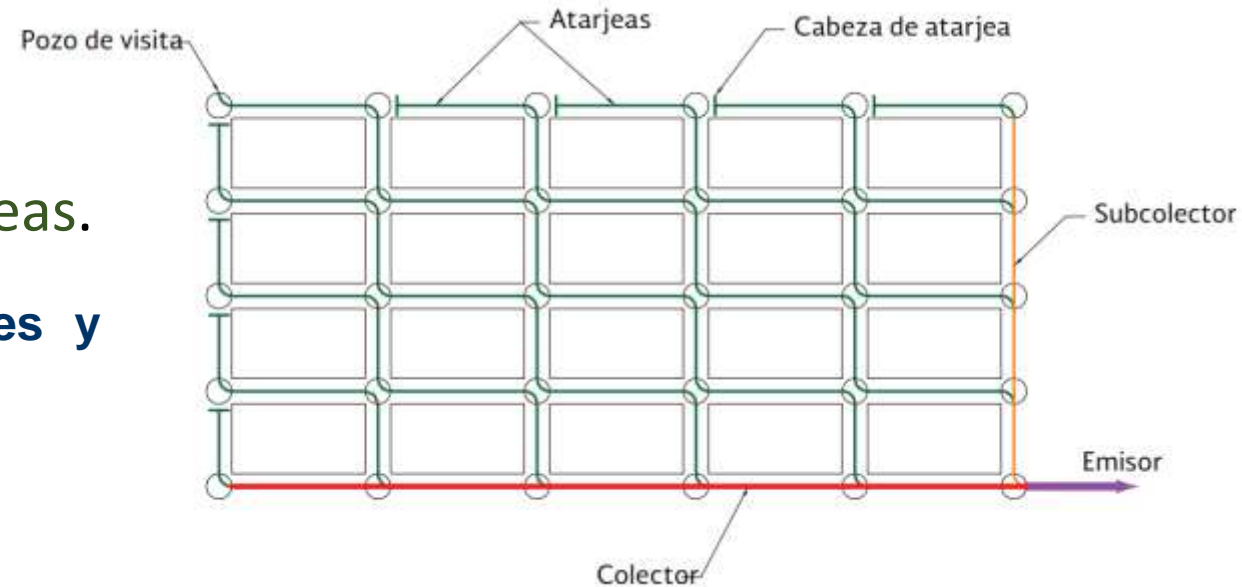
## DEFINICIONES:

**Albañal.-** Instalación que conecta la salida sanitaria de una edificación a la red de atarjeas.

**Red de Atarjeas-** Conduce las aguas residuales y pluviales en una misma red de conductos.

**Cabeza atarjeas.-** Extremo inicial de una atarjea.

**Colector.-** Tubería que recoge las aguas residuales de las atarjeas. Puede terminar en un interceptor, en un emisor o en una planta de tratamiento de aguas residuales.



# ALCANTARILLADO

## DEFINICIONES

### ❖ **Interceptor**

Tubería que recoge exclusivamente las aguas residuales de los colectores y termina en un emisor o en una planta de tratamiento de aguas residuales.

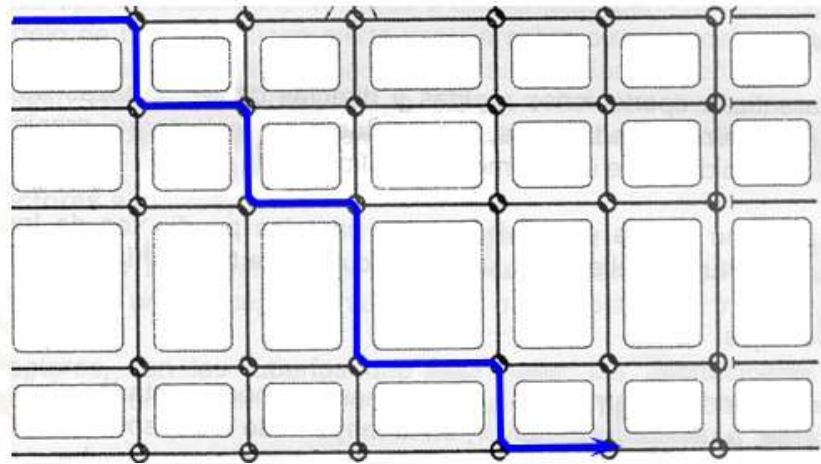
### ❖ **Emisor**

Conducto que recibe las aguas de un colector o de un interceptor. No recibe ninguna aportación adicional en su trayecto y su función es conducir las aguas residuales a la planta de tratamiento.

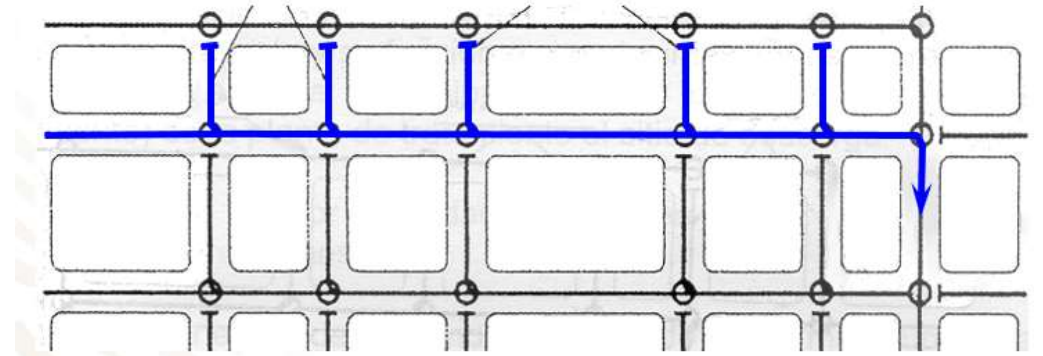


# ALCANTARILLADO

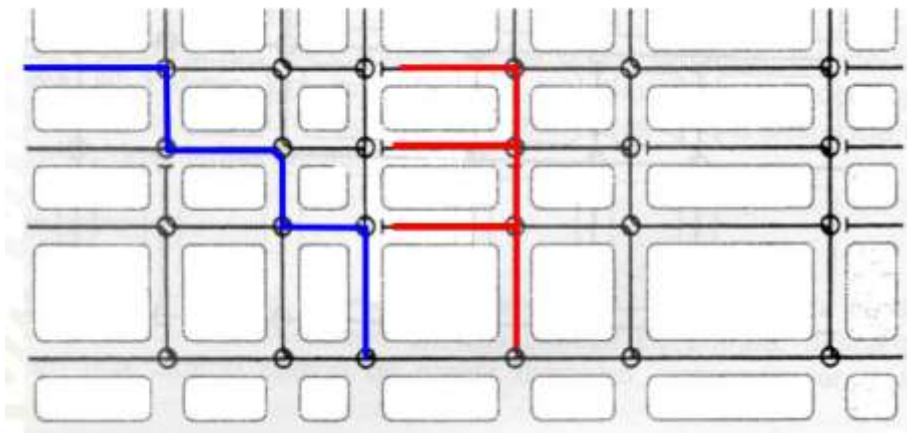
## TRAZO ATARJEAS



Bayoneta



Peine



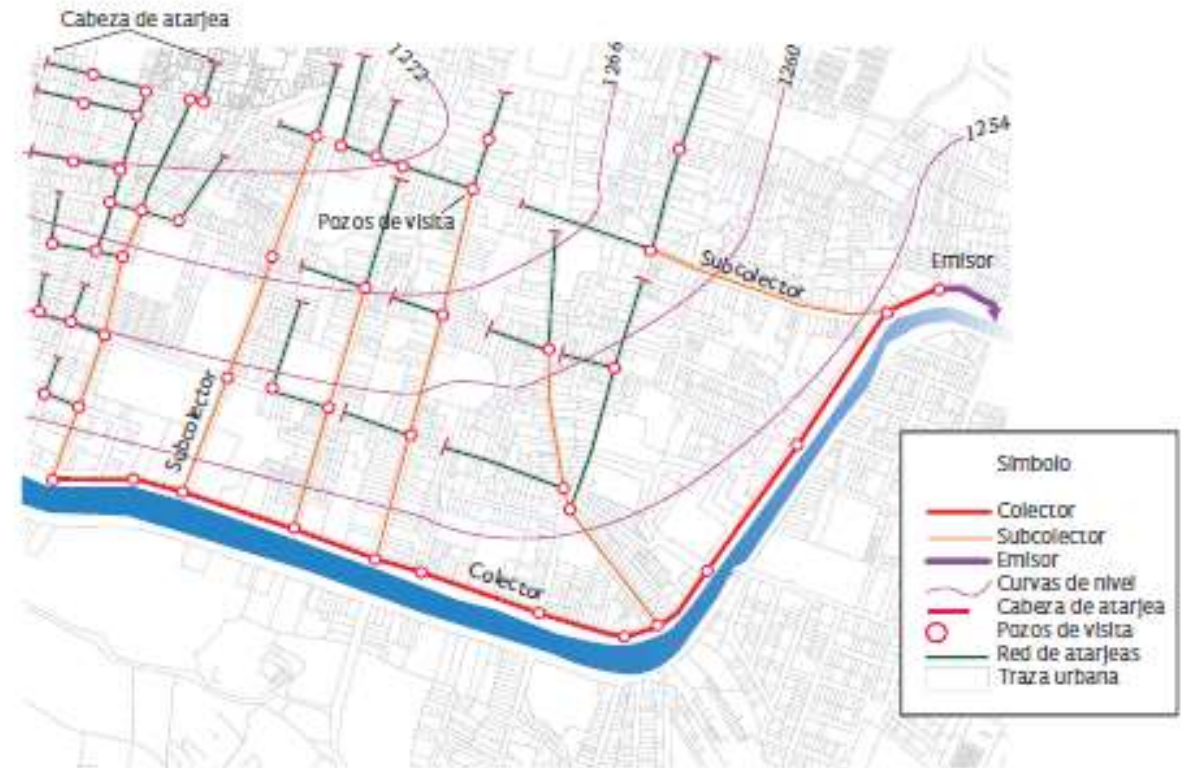
Combinado

# ALCANTARILLADO

## COLECTORES, INTERCEPTORES Y EMISORES

### ❖ Modelo perpendicular

Cuando una comunidad se localiza a las orillas de una corriente, con el terreno inclinándose suavemente hacia esta, la mejor forma de coleccionar las aguas residuales se logra colocando tuberías perpendiculares a dicha corriente.



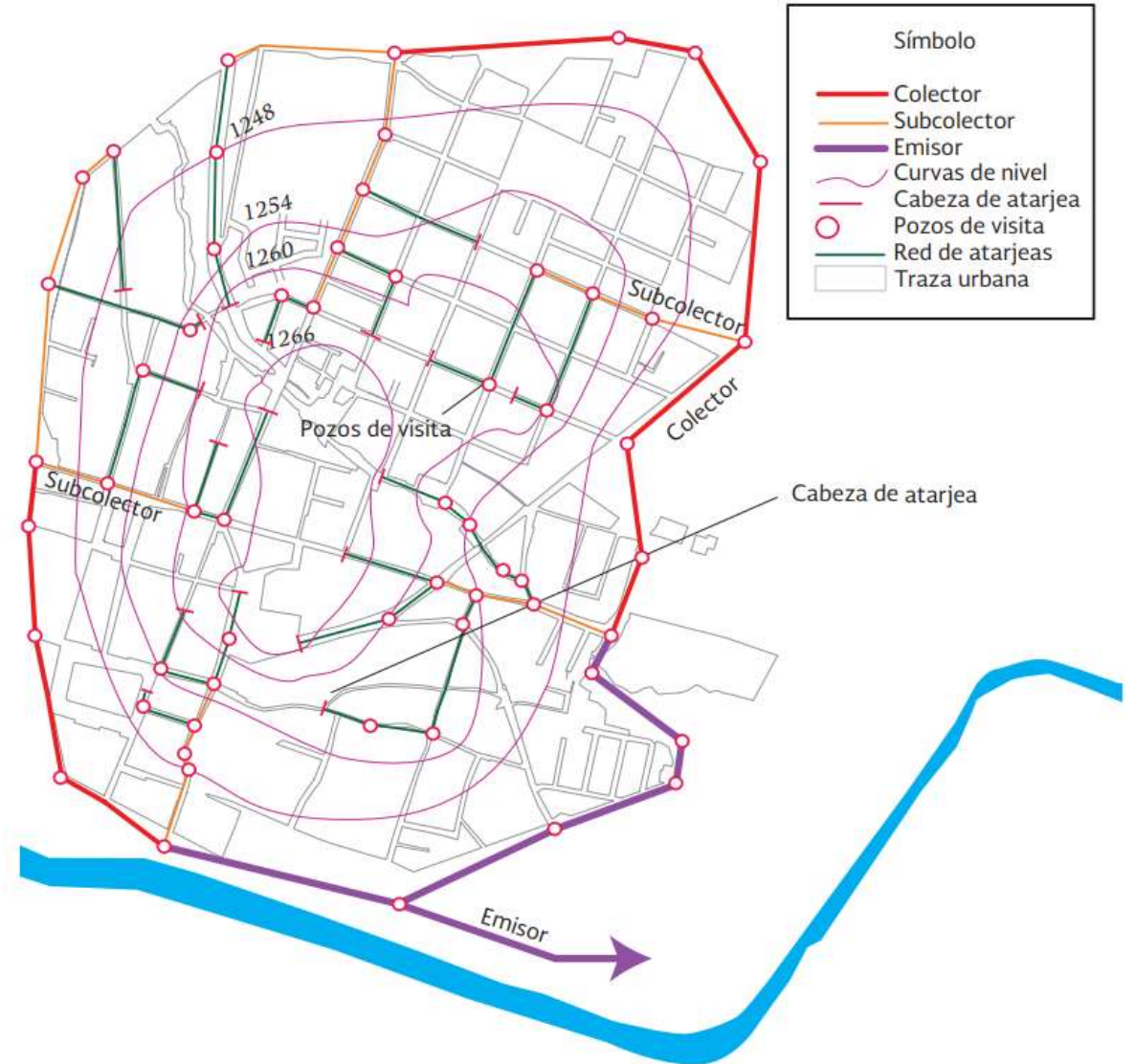


# ALCANTARILLADO

## COLECTORES, INTERCEPTORES Y EMISORES

### ❖ Modelo radial

Las aguas residuales fluyen hacia fuera de la localidad, en forma radial a través de colectores.

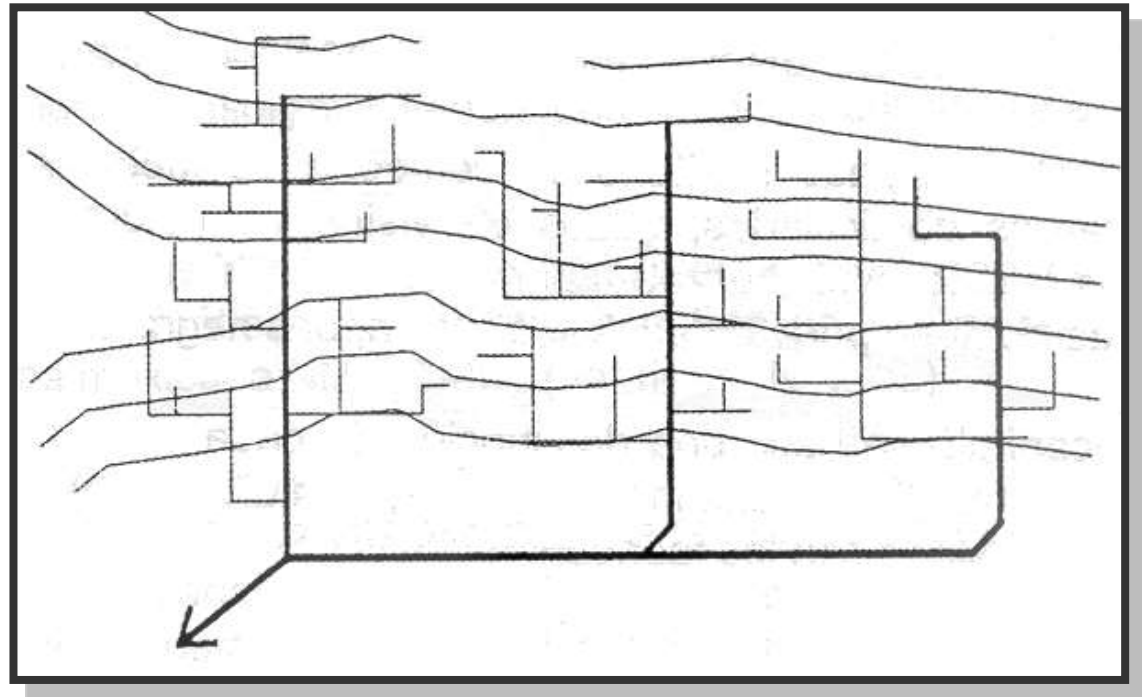


# ALCANTARILLADO

## COLECTORES, INTERCEPTORES Y EMISORES

### ❖ Modelo de interceptores

Se emplea en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales (colectores) se conectan a una tubería mayor (interceptor).



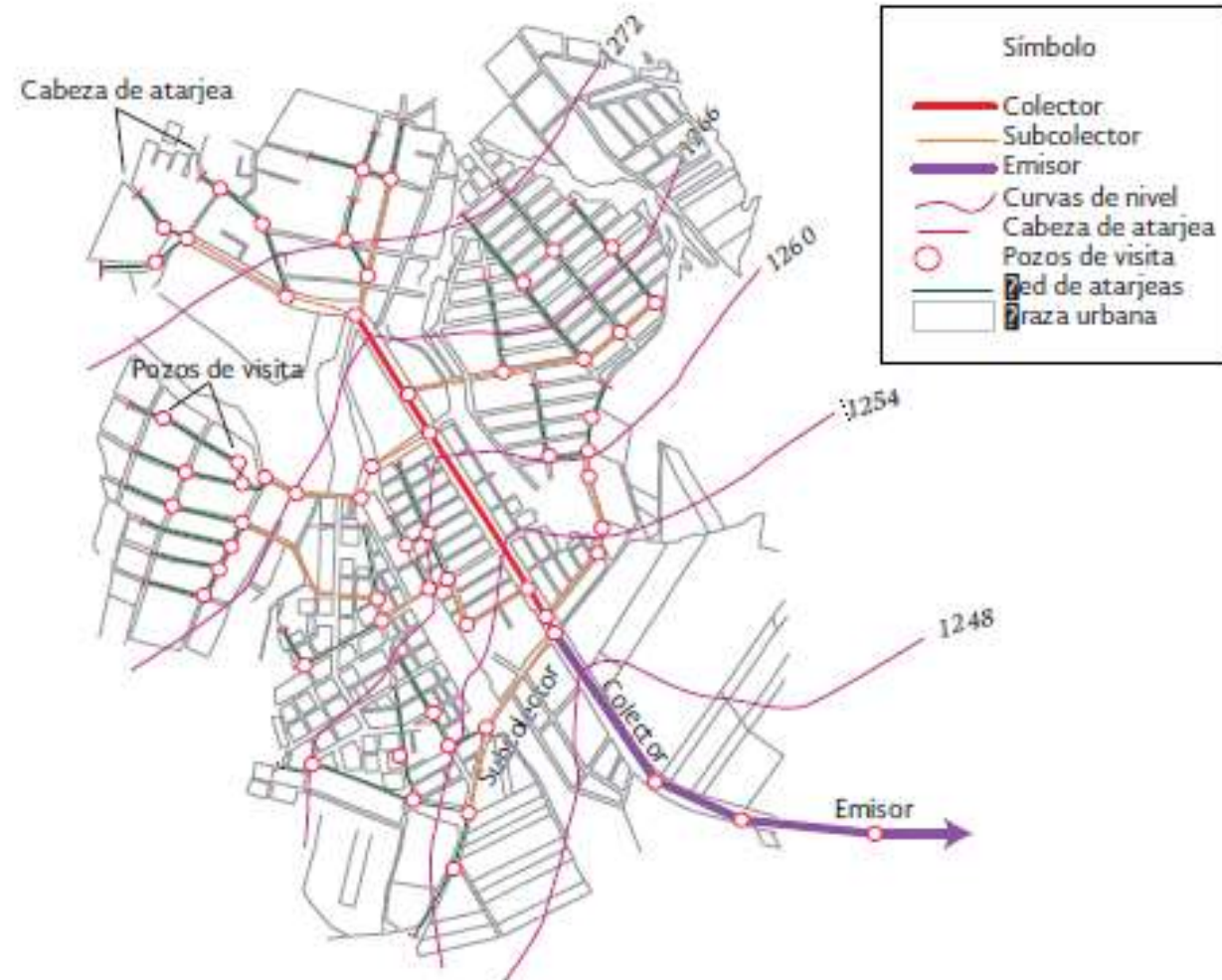


# ALCANTARILLADO

## COLECTORES, INTERCEPTORES Y EMISORES

### ❖ Modelo de abanico

Cuando la localidad se encuentra ubicada en un valle, se pueden utilizar las líneas convergentes a una tubería principal (colector)





# ALCANTARILLADO

## TUBERIAS ACERO:



GOBERNACIÓN  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

INAFED  
INSTITUTO MEXICANO  
PARA EL FOMENTO  
Y EL DESARROLLO URBANOS

Tipo de tubo	Norma aplicable	Diametro nominal (mm)	Sistema Unión	Long tramo
Sin costura	NMX-B-177	60.3 - 508	Soldadura	14.5 máx
	ASTM A 53/A			
Con costura recta (longitudinal)	NMX-B-177	50 a 600	Soldadura, bridas, coples o ranuras (moldeadas o talladas) con junta mecánica	6.15 a a2.3
	NMX-B-184			
	ISO 3183 (API 5L)			
	Grados B X42 hasta X60			
	ASTM A 53/A Y B			
	AWWA C 200			
Costura helicoidal	NMX-B-177	219 a 3048	Soldadura, bridas, coples o ranuras (moldeadas o talladas) con junta mecánica	6 a 13
	NMX-B-182			
	ISO 3183 (API 5L)			
	ASTM A 53/A			
	ASTM A 134			
	AWWA C 200			





# ALCANTARILLADO

## TUBERIAS

### ❖ **Concreto:**

Simple.- NMXC-401-ONNCCE-2011

Reforzado.-NMX-C-402-ONNCCE-2011.



### ❖ **Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) :**

a presión NMX-E-254/1- CNCP y

a gravedad NMX-E-254/2-CNCP.



# ALCANTARILLADO

## TUBERIAS POLICLORURO DE VINILO (PVC)



GOBERNACIÓN  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Tipo	Norma	Diámetros nominales
Pared Sólida	NMX-215/1-SCFI	110 mm a 800 mm
	NMX-211/1-SCFI	100 mm a 300 mm
	ASTM-D-3034	4" a 15"
Pared estructurada longitudinalmente	NMX-222/1-SCFI	160 mm a 800 mm
Pared estructurada con perfiles abiertos en el exterior y superficie interna lisa	NMX-229-SCFI	150 mm a 3 050 mm
Pared estructurada anularmente	NTC 3722-1	110 mm a 900 mm
Pared estructurada perfil abierto, interior liso	ASTM-794	8" -15"
Pared corrugada doble pared, interior liso	ASTM-794	12"-36"
Pared estructurada perfil cerrado interior liso	ASTM F1803	30" a 60"

# ALCANTARILLADO

## VIDA ÚTIL DE ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Para el período de diseño considerar además de esta tabla el estudio de factibilidad

Elemento	Vida útil (años)
Pozo: Obra civil Equipo electromecánico	10 a 30 8 a 20
Línea de conducción	30 a 40
Planta potabilizadora : Obra civil Equipo electromecánico	40 15 a 20
Estación de bombeo: Obra civil Equipo electromecánico	40 8 a 20
Tanque: Elevado Superficial	20 40
Red de distribución primaria	20 a 40
Red de distribución secundaria	15 a 30
Red de atarjeas	15 a 30
Colector y emisor	20 a 40
Planta de tratamiento: Obra civil Equipo electromecánico	40 15 a 20

# DISEÑO HIDRÁULICO

## VELOCIDADES PERMISIBLES

Material de la tubería	Velocidad permisible (m/s)	
	Máxima	Mínima
Concreto simple	3.0	0.3
Concreto reforzado	3.5	0.3
Acero	5.0	0.3
Fibrocemento	5.0	0.3
Polietileno	5.0	0.3
PVC	5.0	0.3

## PENDIENTES MÍNIMAS

TABLA N° 3-4.- PENDIENTES MÍNIMAS RECOMENDADAS.

C.S. CONCRETO SIMPLE.  
C.R. CONCRETO REFORZADO.  
AC. ACERO  
FC. FIBROCEMENTO  
PEAD. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.  
PVC. POLI (CLORURO DE VINILO) (PVC).

TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO EN CM, PENDIENTE MINIMA EN MILESIMAS.										
COEF.FRICION=0.013			COEF.FRIC.=0.014		COEF.FRIC.=0.010		COEF.FRIC.=0.009			
C.S. diámetro (cm)	C.R. diámetro (cm)	PEN. MIN. (milésima)	AC. diámetro (cm)	PEN. MIN. (milésima)	FC. diámetro (cm)	PEN. MIN. (milésima)	PEAD diámetro (cm)	PVC (Métrico) diámetro (cm)	PVC (Inglés) diámetro (cm)	PEN. MIN. (milésima)
15			17	5.0	15	3.0	15	16	15	2.5
20		4.0	22	4.0	20	2.0	20	20	20	2.0
25		2.5	27	3.0	25	1.5	25	25	25	1.5
30	30	2.0	32	2.5	30	1.5	30	31.5	30	1.0
38	38	1.5	38	2.0	35	1.0	35		37.5	0.7
			41	1.5	40	0.8	40	40		0.7
45	45	1.2	48	1.3	45	0.7	45		45	0.6
			51	1.1	50	0.6	50	50	52.5	0.5
							55			0.5
60	60	0.8	61	0.9	60	0.5	60	63	60	0.4
							65			0.4
							70			0.3
76	76	0.6			75	0.4	75			0.3
							80			0.3
							81			0.3
							85			0.3
	91	0.5			90	0.3	90			0.3
					100	0.3				
	107	0.4			110	0.3				
	122	0.3			120	0.2				
					130	0.2				
					140	0.2				
	152	0.3			150	0.2				
					160	0.2				
					170	0.2				
	183	0.2			180	0.2				
					190	0.1				
					200	0.1				
	213	0.2								
	244	0.2								
	305	0.1								



# Zanjas para la instalación de tuberías

## ⊕ Ancho

Diámetro nominal		Ancho (cm)
cm	pulg.	
20	8	75
25	10	80
30	12	85
38	15	95
45	18	110
61	24	130
76	30	150
91	36	170
107	42	190
122	48	210
152	60	250
183	72	280
213	84	320
244	96	350

## ⊕ Profundidad

**Profundidad mínima.-** Está en función del colchón mínimo y de la conexión a los albañales domiciliarios.

Diámetro del tubo	Colchón mínimo
Hasta 45 cm.	0.90 m
Mayores de 45 cm y hasta 122 cm	1.00 m
Mayores de 122 cm y hasta 183 cm	1.30 m
Mayores de 183 cm.	1.50 m

# Fórmulas para el cálculo hidráulico

## ⊕ Fórmula de Manning

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad media del flujo, en m/s.

n = coeficiente de rugosidad.

r = radio hidráulico, en m →

S = pendiente

$$r = \frac{A}{P} ; \quad r = \frac{D}{4}$$

para sección circular

# Fórmulas para el cálculo hidráulico (cont.)

## ⊕ Fórmula de Continuidad

$$Q = A V$$

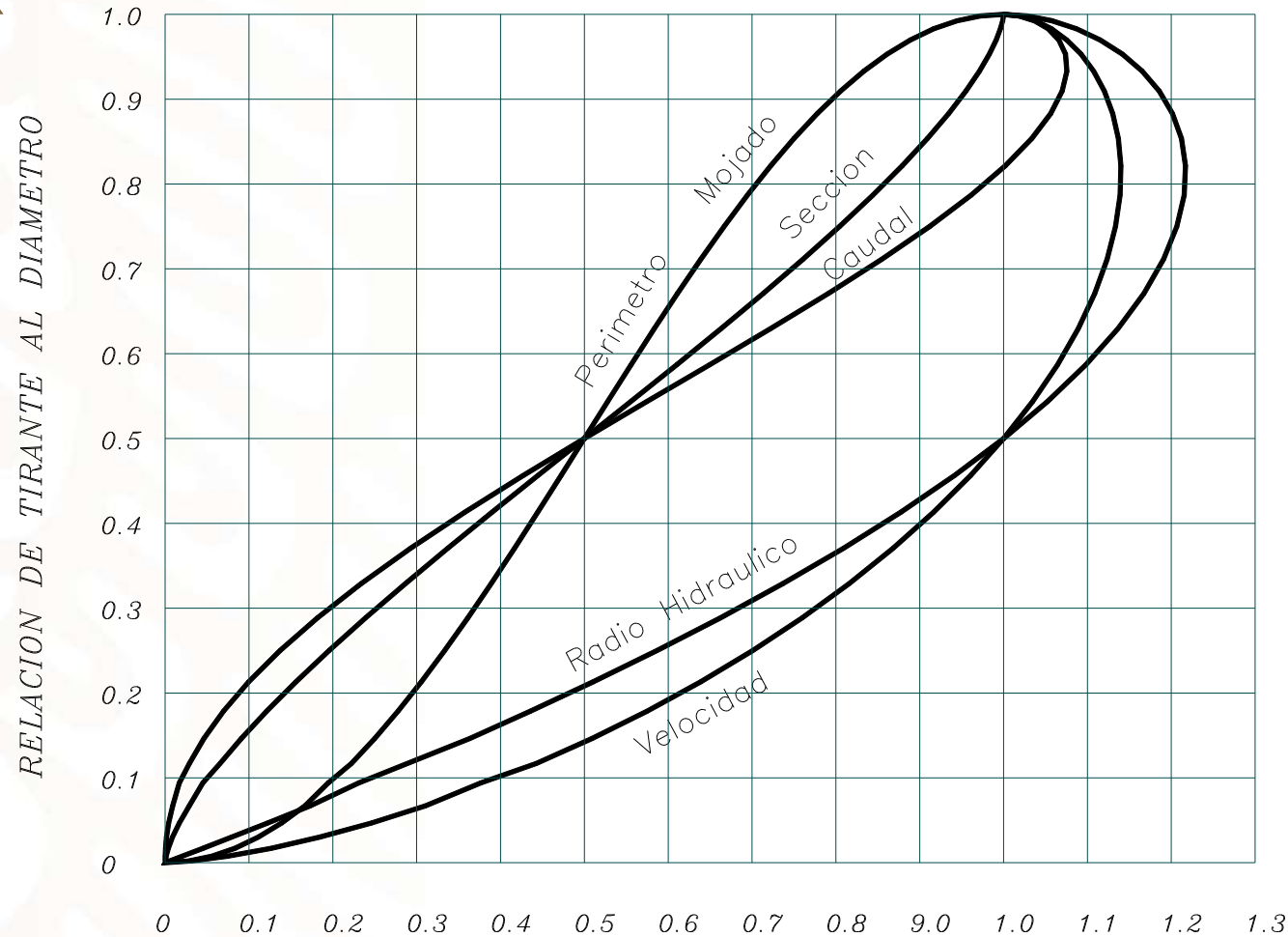
Donde:

Q = gasto medio del flujo, en m<sup>3</sup>/s.

A = área hidráulica, en m<sup>2</sup>.

V = velocidad media del flujo, en m/s.

# GRÁFICA DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS GEOMETRÍA CIRCULAR



RELACION ENTRE EL CAUDAL DADO Y EL CAUDAL A SECCION PLENA



# HERRAMIENTAS DE CALCULO

## Hoja de excel

Tramo		Longitudes			Areas has									Gastos de diseño aguas residuales lps					Cotas de terreno		Pendientes al millar				Tubo lleno				Velocidad de trabajo (m/s)		Tirante real (m)	
		Propia	Tributaria	Acumulada	Propia	Tributaria	Acumulada	A <sup>2/4</sup>	K	Q lps	Densidad de población	Población (Hab)	Coeficiente de Harmon	Mínimo	Medio	Gasto Máximo instantáneo	Q max extraordinario	Gasto total lps	Inicial	Final	S <sub>Torrena</sub>	S <sub>planilla</sub>	Diámetro (c)	Velocidad (m/S)	Gasto lps		Mínima	Máxima	Mínimo	Máximo		
209	224	28.14	867.71	895.85	0.046	5.520	5.57	3.62	300.71	1089.68	0.5551	497.31	3.80	1.00	1.62	6.15	9.23	1,098.91	478.56	477.94	22.03	1.6	107	1.85	1659.2	0.7	0.251	1.973	0.020	0.636		



## Storm Water Management Model Version 5.



# Obras accesorias

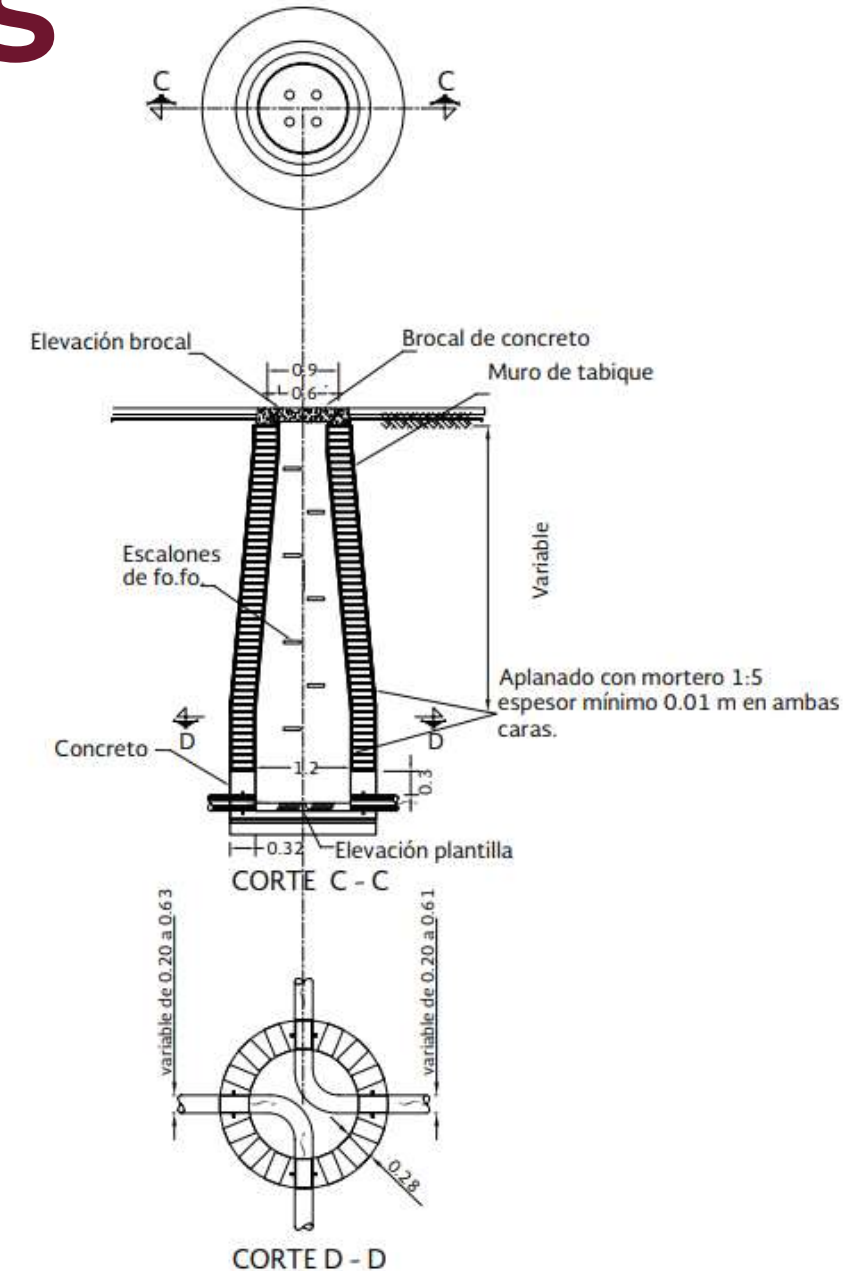
## ⊕ Pozos de visita

Son estructuras que permiten la inspección y limpieza de las alcantarillas. Se utilizan para la unión de varias tuberías y todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente.

Los pozos de visita se clasifican de acuerdo a las características que se mencionan a continuación:

## Pozo de visita común

- Para conectar tuberías de 20 a 61 cm  $\phi$ .
- Cambios de dirección hasta de 90°.
- Cualquier cambio de pendiente.



# Obras accesorias

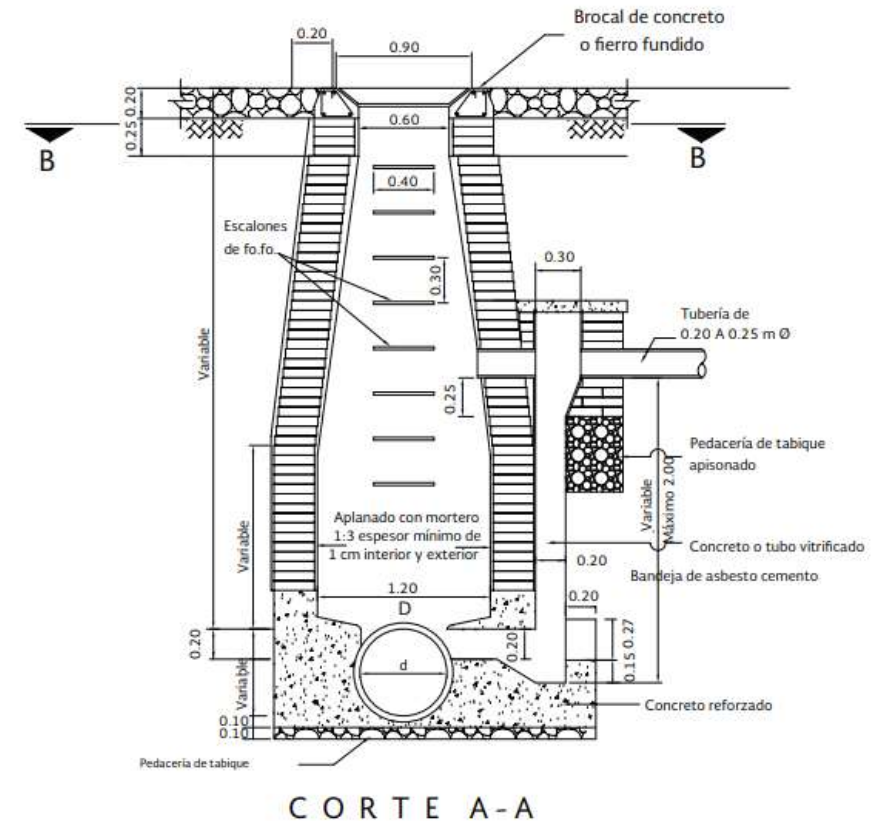
## Pozo de visita especial

- Para conectar tuberías de 76 cm  $\phi$ .
- Cambios de dirección hasta de 45° (76 a 122 cm  $\phi$ ).
- Cualquier cambio de pendiente.
- Acepta entronques (“madrinas”) hasta 30 cm.

# Pozo caja unión

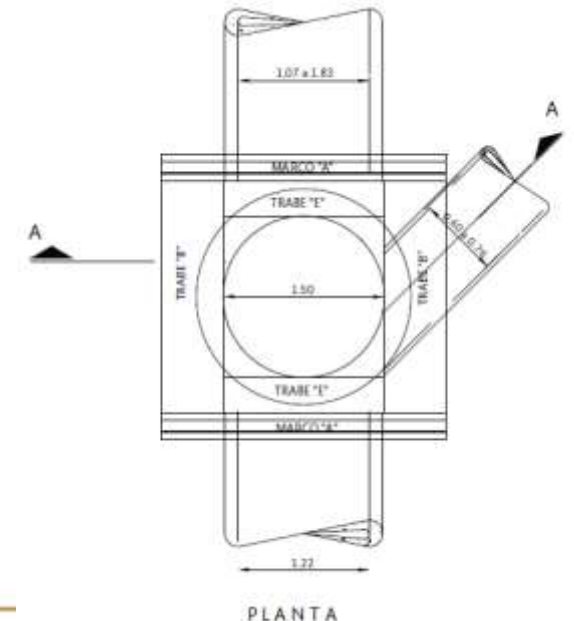
- Sección horizontal en forma de polígono irregular.
- Entronques de 91 a 122 cm  $\phi$ .
- Salida de 152 cm  $\phi$ .

a) caída adosada



## Pozo de visita con caída adosada







# Obras accesorias

## Separación máxima entre pozos

- ⊕ En tuberías de 20 a 60 cm  $\phi$ , → 125 m.
- ⊕ En tuberías de 76 a 122 cm  $\phi$ , → 150 m.
- ⊕ En tuberías de 152 a 244 cm  $\phi$ , → 175 m.

# Obras accesorias

## ⊕ Estructuras de caída

### Pozo con caída libre

Se permiten caídas hasta de 40 cm sin estructuras especiales.

### Pozo con caída adosada

Lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 20 a 25 cm  $\phi$  con desnivel hasta de 2.0 m.

### Pozo con caída

En su interior se les construye una pantalla que funciona como deflector del caudal que cae. Es para tuberías de 30 a 76 cm  $\phi$  y desniveles de hasta 1.5 m

# ¡¡GRACIAS!!

Ing. Efrén Martínez Ramírez  
[efren.martinez@conagua.gob.mx](mailto:efren.martinez@conagua.gob.mx)

55 51 74 40 00  
Extensión 2878

Subdirección General de Agua Potable  
Drenaje y Saneamiento

Gerencia de Estudios y Proyectos de Agua  
Potable y Redes de Alcantarillado





**MEDIO AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**CONAGUA**

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

# Subdirección General de Agua Potable Drenaje Y Saneamiento

---

