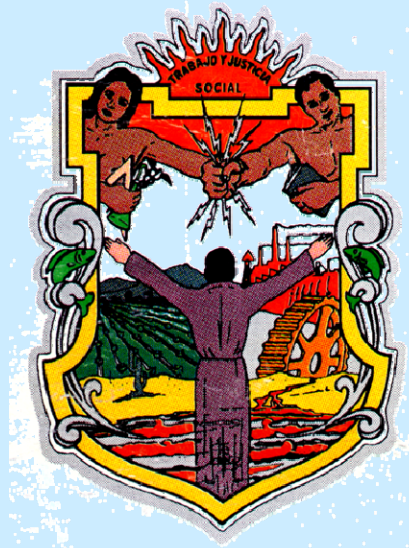


Gobierno del Estado de Baja California
Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano
Comisión Estatal del Agua de Baja California

**Normas Técnicas para Proyecto
de Sistemas de Agua Potable**
(Actualización 2008)



Validación de Organismos Participantes en la actualización de las Normas


Técnicas para Proyecto de Sistemas de Agua Potable

Actualización 2008

COORDINACIÓN

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE BAJA CALIFORNIA




EFRAÍN MUÑOZ MARTÍN

COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE MEXICALI




CARLOS FLORES VÁSQUEZ

COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TIJUANA




HERNANDO DURÁN CABRERA

COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ENSENADA




HUGO ADRIEL ZEPEDA BERRELLEZA

COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TECATE




PATRICIA RAMÍREZ PINEDA

Normas Técnicas para Proyecto de Sistemas de Agua Potable – Actualización 2008

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
1 DATOS DE PROYECTO	5
1.1 FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE GASTOS DE DISEÑO	6
1.2 PERÍODO ECONÓMICO DE PROYECTO	7
1.3 POBLACIÓN DE PROYECTO	7
1.4 DOTACIÓN	7
1.5 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA	7
1.6 DEMANDA CONTRA INCENDIO	7
1.7 MEDICIÓN DE GASTOS EN SISTEMAS	7
2 FUENTES DE ABASTECIMIENTO	9
2.1 POZOS PROFUNDOS	9
2.2 OBRA CIVIL PARA POZOS PROFUNDOS	9
3 OBRAS DE CAPTACIÓN	11
4 OBRAS DE CONDUCCIÓN	12
4.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD	12
4.2 CONDUCCIÓN POR BOMBEO (Líneas de Impulsión)	13
4.3 TIPOS DE TUBERÍA	17
4.4 PIEZAS ESPECIALES	18
4.5 PROTECCIÓN ANTICORROSIVA PARA TUBERÍAS DE ACERO	19
4.6 INSTALACIÓN DE TUBERÍA	20
4.7 DERECHOS DE PASO	22
5 ESTACIONES DE BOMBEO	24
5.1 EQUIPOS DE BOMBEO	24
5.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS	25
5.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES	25
5.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	26
5.5 DIMENSIONAMIENTO DE TANQUES (Cárcamo de succión)	27
5.6 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	27
5.7 SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS	29
6 OBRAS DE REGULACIÓN	31
7 DISTRIBUCIÓN	33
7.1 TUBERÍAS	33
7.2 CÁLCULO HIDRÁULICO	33
7.3 CRUCEROS	33
7.4 ACCESORIOS	33
7.5 HIDRANTES CONTRA INCENDIO	35
7.6 TOMA DOMICILIARIA	36
7.7 ESTRUCTURAS ESPECIALES	36
8 PRESENTACIÓN DE PROYECTOS	38
8.1 PRESENTACIÓN	38
8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS	38
8.3 MEMORIA DE CÁLCULO	38
8.4 CATÁLOGO DE CONCEPTOS	38
8.5 PLANOS	39
9 TERMINOLOGÍA	41
10 ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, EL 29 DE AGOSTO DEL 2003 PUBLICÓ LA PRIMERA VERSIÓN DE LAS “**NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE**”; LA COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA, QUE ENTRE SUS OBJETIVOS ESTÁN EL DE PLANEAR, REGULAR, OPERAR Y COORDINAR LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ASÍ COMO EL SUMINISTRO DE AGUA EN BLOQUE EN EL ESTADO; SE DIO A LA TAREA DE COORDINAR LA ACTUALIZACIÓN DE ESTAS NORMAS CON LA PARTICIPACIÓN DE PERSONAL TÉCNICO DE LAS COMISIONES ESTATALES DE SERVICIOS PÚBLICOS, QUIENES APORTARON SUS EXPERIENCIAS PARA EL DISEÑO DE ESTOS SISTEMAS EN EL ESTADO.

EL PRESENTE DOCUMENTO ES UNA HERRAMIENTA PARA DISEÑADORES, CONSTRUCTORES Y OPERADORES DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE TANTO DEL SECTOR PÚBLICO COMO PRIVADO, EL CUAL MUESTRA LINEAMIENTOS, ESPECIFICACIONES Y NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES, QUE DEBEN CUMPLIR LOS PROYECTOS PARA SU AUTORIZACIÓN POR LA AUTORIDAD CORRESPONDIENTE.

FUÉ RELEVANTE EL GRAN INTERÉS Y COLABORACIÓN DE LOS COMISIONADOS POR LOS ORGANISMOS EN LA REALIZACIÓN DE ESTE DOCUMENTO, PARA SEGUIR ENRIQUECIENDO ESTAS NORMAS, EN CONTINUIDAD DE UN SERVICIO QUE REPRESENTA UN IMPACTO Y BENEFICIO IMPORTANTE PARA LA COMUNIDAD.

1 DATOS DE PROYECTO

Para efectuar los proyectos de las obras que integran un sistema de abastecimiento de agua potable, se debe establecer claramente los datos de proyecto como se indica a continuación:

ÁREA TOTAL DE PROYECTO-----	Has
ÁREA HABITACIONAL-----	Has
ÁREA COMERCIAL-----	Has
ÁREA INDUSTRIAL-----	Has
ÁREA DE EQUIPAMIENTO URBANO O DONACIÓN-----	Has
No. DE VIVIENDAS-----	Viv
POBLACIÓN DE PROYECTO (P) -----	Hab
DOTACIÓN HABITACIONAL (D) -----	Lts/Hab/Día
DOTACIÓN COMERCIAL, INDUSTRIAL, -----	
EQUIPAMIENTO URBANO O DONACIÓN-----	Lt/Seg/Ha
GASTO MEDIO DIARIO (Qm) -----	Lts/Seg
GASTO MÁXIMO DIARIO (Qmd) -----	Lts/Seg
GASTO MÁXIMO HORARIO (Qmh) -----	Lts/Seg
CONDUCCIÓN-----	Gravedad y/o bombeo
REGULACIÓN-----	m ³
DISTRIBUCIÓN-----	Gravedad y/o bombeo

Nota: Cuando se tengan diferentes zonas de presión, éstas deberán presentarse en columnas por separado, indicando la estructura o equipo que alimenta la zona, así como el nombre de la estructura reguladora de gasto. (Ver Tabla 1.4).

TABLA 1.1 DATOS BÁSICOS DE PROYECTO

Concepto	Ensenada		Mexicali		Rosarito		Tecate		Tijuana	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural
CVD	1.2	1.2	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
CVH	1.5	1.5	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Índice de hacinamiento (Hab/Viv)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1	4.12	4.12
Dotación (Lts/Hab/Día)	250	200	300	300	220	220	250	200	220	220
Dotación en gasto medio para zona industrial, comercial y equipamiento urbano o donación (Lts/Seg/Ha)*	0.8	0.64	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.64	0.8	0.8

*Del área bruta a desarrollar.

1.1 FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE GASTOS DE DISEÑO

- Para el Gasto Medio Diario, utilizar:

$$Q_m = (P \times D) / 86400$$

- Para el Gasto Máximo Diario, aplicar:

$$Q_{md} = Q_m \times CVD$$

- Para el Gasto Máximo Horario, utilizar:

$$Q_{mh} = Q_{md} \times CVH$$

Donde:

P= Población en Hab.

D= Dotación en Lt/Hab./Día.

CVD = Coeficiente de Variación Diaria.

CVH = Coeficiente de Variación Horaria.

TABLA 1.2 CRITERIOS DE GASTOS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS

TIPO DE LA ESTRUCTURA	MÁXIMO DIARIO	MÁXIMO HORARIO
Fuente de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regulación	X	
Tanque de regulación	X	
Línea de alimentación a la red		X
Red de Distribución		X
Estación de bombeo con entrega directa al tanque	X	
Estación de bombeo con entrega directa a la red, (a juicio del organismo operador)		X

TABLA 1.3 PERÍODO DE PROYECTO DE ACUERDO CON LA POBLACIÓN

LOCALIDAD (HAB)	PERÍODO DE PROYECTO
HASTA 15,000	10 AÑOS
HASTA 150,000	15 AÑOS
MAS DE 150,000	20 AÑOS
FRACCIONAMIENTOS	A SATURACIÓN TOTAL

1.2 PERÍODO ECONÓMICO DE PROYECTO

En la tabla 1.3 se muestran los períodos de proyecto para los distintos rangos de población de la localidad en diseño.

1.3 POBLACIÓN DE PROYECTO

Se estimará con una ocupación por vivienda indicada en la tabla 1.1 de datos básicos de proyecto; como mínimo, de acuerdo a los resultados del XII Censo de Población y Vivienda del INEGI. En caso de desarrollos industriales, comerciales y de equipamiento urbano, se anotará la superficie destinada a este uso y el área total del predio.

1.4 DOTACIÓN

Se considerará como dotación media, la indicada en la tabla 1.1 de datos básicos de proyecto, en Lts/Hab/Día.

En desarrollos industriales, comerciales y de equipamiento urbano o donación, cuando no se tenga información de las necesidades específicas, se tomará como base un gasto medio diario obtenido con la dotación indicada en la tabla 1.1 en Lts/Seg/Ha del área bruta a desarrollar.

1.5 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA

Los coeficientes de variación se aplican para cubrir las fluctuaciones en los sistemas, las cuales están relacionadas con las condiciones climáticas y las actividades propias de la localidad.

En todo sistema los consumos varían durante el año, teniéndose fluctuaciones en forma diaria y horaria.

Los valores mínimos de estos coeficientes son los indicados en la tabla 1.1 de datos básicos de proyecto (Coeficiente de Variación Diaria "CVD" y Coeficiente de Variación Horaria "CVH").

1.6 DEMANDA CONTRA INCENDIO

La demanda contra incendio está considerada en el volumen de regulación (ver capítulo 6 Obras de Regulación).

1.7 MEDICIÓN DE GASTOS EN SISTEMAS

Con el objeto de tener información permanente de los consumos y de las variaciones de éstos, se recomienda para la medición, seguir los procedimientos que a continuación se describen:

- Medir el servicio en el 100% de las tomas.
- Instalar medidores generales en los sistemas de abastecimiento, a la salida de los tanques o en líneas de alimentación a redes de distribución.
- En todos los proyectos es indispensable prever dispositivos de medición para poder obtener un registro y control de consumos.

- Los medidores se registrarán conforme a la NOM-012-SCFI-1994 y al estándar AWWA C704 para medidores de popela.

TABLA 1.4 DATOS DE PROYECTO POR ZONAS DE PRESIÓN

CONCEPTO	ESTRUCTURA DE REGULACIÓN		
	Tipo de Estructura (Nombre)	Tipo de Estructura (Nombre)	Total
Volumen de regulación (m ³)			
Área de Donación, Equipamiento Urbano y Comercial (Has)			
Número de Viviendas equivalente al área de Donación, Equipamiento Urbano y Comercial			
Número de viviendas			
Total de viviendas equivalentes			
Índice de hacinamiento de población (hab/viv)			-----
Población de Proyecto (hab)			
Dotación habitacional (lt/hab/día)			-----
Dotación por área (lt/Seg/Ha)			-----
Coefficiente de variación diaria			-----
Coefficiente de variación horaria			-----
Gasto medio (lps)			
Gasto máximo diario (lps)			
Gasto máximo horario (lps)			

Nota: Los valores a aplicar corresponderán a cada estructura en función de las zonas por abastecer con la misma, de tal manera que en la columna de tipo de estructura pondrá el nombre que se le haya asignado de acuerdo con su zona de abastecimiento.

2 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

El objetivo principal es el de conocer la existencia de mantos acuíferos o aguas superficiales, que permitan en un momento dado, la explotación para el abastecimiento de la localidad.

Se deberá establecer la oferta, que se refiere a la calificación de la productividad de las fuentes de abastecimiento, señalando las mejores, para integrarlas al estudio de alternativas de la red de abastecimiento.

Asimismo, se determinarán las limitaciones propias de cada fuente de acuerdo con el caudal requerido, presentando gráficas de tiempo–abatimiento en el caso de explotación de aguas subterráneas.

Dentro del estudio de las zonas de captación, será indispensable disponer de la siguiente información:

- Visto Bueno de la Comisión Estatal del Agua “CEA”.
- Dictamen de la Comisión Nacional del Agua “CONAGUA”.

La selección de la fuente será de acuerdo con la alternativa del proyecto integral óptimo.

El proyecto deberá considerar que la fuente seleccionada, garantizará el abastecimiento del sistema de que se trate, de acuerdo con la vida útil de proyecto. Deberá establecerse que únicamente será explotado para los fines establecidos en el proyecto.

Se establecerá claramente la localización de la fuente de abastecimiento.

Se deberá hacer investigación de los convenios legales que aseguren el uso de derechos de la fuente de abastecimiento para el fin preconcebido.

Las fuentes de abastecimiento, ya sean de aguas superficiales o subterráneas, deberán tener una calidad adecuada, fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales, por lo que deberán cumplir la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y sus modificaciones, (modificada el 20 de octubre de 2000) Anexo AP-9.37.

2.1 POZOS PROFUNDOS

Para el proyecto de un nuevo pozo profundo se tendrán que tomar las siguientes consideraciones:

El concesionario o asignatario que realice el proyecto del pozo para la extracción de agua, será el responsable de cubrir los requerimientos mínimos indicados por la NOM-003-CNA-1996.

2.2 OBRA CIVIL PARA POZOS PROFUNDOS

2.2.1 CAMINOS DE ACCESO

Para el acceso se tendrá que dejar un claro libre mínimo entre los límites de propiedad de 7.0 (siete) metros, para alojar la infraestructura necesaria para la operación y mantenimiento del pozo.

2.2.2 CASETA DE CONTROL Y CERCO PERIMETRAL

Para la operación del equipo de bombeo, se deberá contar con una caseta de control y un tablero de medición de CFE, ambas protegidas por medio de una estructura de concreto especificada conforme al anexo AP-9.34, (en zona urbana se ajustará a lo indicado en el anexo A.P. 9-22).

El cerco perimetral tendrá una dimensión mínima por lado de 8.50 m de tal manera que facilite las maniobras internas para el caso que se realicen operaciones de mantenimiento del pozo. Su construcción será conforme al anexo AP-9.34.

3 OBRAS DE CAPTACIÓN

Dependiendo del tipo de fuente de abastecimiento seleccionada en el proyecto, será aprobada por la Comisión Nacional del Agua “**CONAGUA**” y con el visto bueno de la Comisión Estatal de Servicios Públicos correspondiente, la información que se deberá proporcionar en las obras de captación es la siguiente:

- a) Localización.
- b) Tipo de captación y características.
- c) Descripción del funcionamiento hidráulico.
- d) Características de los equipos seleccionados.
- e) Equipos de medición del gasto.
- f) Planos y catalogo de conceptos.
- g) Suministro de energía eléctrica.
- h) Cualquier otra información complementaria.

4 OBRAS DE CONDUCCIÓN

Se denominan obras de conducción, a la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos y accesorios destinados a transportar el agua, procedente de la fuente de abastecimiento (punto de conexión) o estructura de regulación. Su capacidad se calcula para el gasto máximo diario.

4.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

- A) El empleo de tuberías 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/Seg. para evitar la sedimentación de partículas; y la velocidad máxima permisible para evitar erosión será de 5.00 m/Seg (ver tabla 4.4).
- B) EL CÁLCULO HIDRÁULICO EN LÍNEAS DE CONDUCCIÓN SE HARÁ EMPLEANDO LA FÓRMULA DE "MANNING":

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

Donde:

- Q = Gasto en m³/Seg.
- R_h = 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 4.3).

El radio hidráulico se calcula con la expresión:

$$R_h = A / P_m$$

Donde:

- R_h = Radio hidráulico en metros.
- A = Área hidráulica transversal del flujo en m².
- P_m = Perímetro mojado en metros.

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

$$H_f = K L Q^2 \quad \text{Siendo} \quad K = \frac{10.293n^2}{D^{16/3}}$$

De la cual se dan valores en las tablas 4.1 y 4.2.

Donde:

- H_f = 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.

- C) El cálculo consistirá en utilizar la carga disponible para vencer las pérdidas por fricción, las pérdidas locales en fontanería de alimentación a tanques, además de una carga diferencial

necesaria para cierre en válvulas de control de nivel (de diafragma) hasta 300 mm (12") de diámetro de 3.5 m.c.a. arriba del nivel más alto de la fontanería del flotador.

- D) En el perfil de conducción, se hará el trazo de la línea piezométrica, que corresponde a los diámetros que satisfagan la condición de que la carga disponible sea mayor o igual a la pérdida de carga por fricción. Además se revisarán clases de tubería con respecto a la línea estática (gravedad) y en sistemas de bombeo con la línea de sobrepresión.
- E) Cuando la topografía es accidentada, se localizarán válvulas de admisión y expulsión de aire (VAyEA) en los sitios del perfil donde se presente cambio de pendiente, en los puntos altos; para topografías planas se localizarán en puntos situados a cada 500 metros como máximo. Su diámetro será determinado en función del gasto de conducción y la presión.
- F) Asimismo, en los puntos bajos de la línea se proyectarán desfuegos de vaciado para mantenimiento de las tuberías, debiendo presentar diseño de los mismos.
- G) En caso de tener tramos obligados de tubería de acero expuesta a la intemperie, deberán preverse juntas de expansión.
- H) En tuberías con cople, deberán diseñarse atraques en los cambios de dirección vertical y horizontal. Para presiones de trabajo mayores de 7 Kg/cm² (70 m.c.a.), deberá presentarse el diseño de los mismos; en presiones menores podrán utilizarse las dimensiones de los atraques para redes de distribución (Anexo AP-10.5). Los atraques deberán ser colocados en suelos inalterados, fuera de rellenos; en el caso de que el suelo no tenga capacidad de carga mayor a 5 ton/m², estos deberán diseñarse de acuerdo a la resistencia del suelo. Cuando el suelo adyacente no presente buenas condiciones de confinamiento o sea alterado, deberán diseñarse por gravedad.
- I) Para instalación de tuberías localizadas en cauces de arroyos, deberá proponerse protecciones, para prevenir flotación y falla por socavación. En el caso de utilizar gaviones deberán construirse de acuerdo a las siguientes especificaciones. Los tamaños de las rocas serán de 10 a 30 cm de diámetro, con un peso de 1750 kg/m³ y una absorción de 4.5% máxima, serán fabricados con malla metálica de triple torsión, de alambre metálico de acero dulce ASTM 641-32 clase 3 galvanizado calibre No. 12 ½ (2.40 mm) y reforzados en sus aristas con alambre de acero dulce ASTM 641-32 clase 3 galvanizado calibre No. 3 (3.40 mm).

4.2 CONDUCCIÓN POR BOMBEO (Líneas de Impulsión)

El cálculo hidráulico en líneas de conducción a bombeo, se basará en las fórmulas de "HAZEN - WILLIAMS" o "MANNING": Ver anexo AP-9.10.

HAZEN – WILLIAMS	MANNING
$V = 0.355 Ch D^{0.63} S^{0.54}$	$Q = V A$
$Q = (0.2788 Ch hf^{0.54} D^{2.63}) / L^{0.54}$	$Hf = K L Q^2$
$Hf = (V / (0.355 Ch D^{0.63}))^{1/0.54} L$	$K = 10.293 n^2 / D^{16/3}$
$Hf = 10.679 Le Q^{1.852} / (Ch^{1.852} D^{4.87})$	
$Le = K_p Ch^{1.852}$	

Donde:

Q = Gasto o flujo (m³/seg).

Ch= Coeficiente de rugosidad de la tubería según Hazen - Williams.

D = Diámetro interior del tubo en metros.

H_f = Pérdida de carga por fricción en metros.
 L = Longitud del conducto en metros.
 V = Velocidad media en m/Seg.
 K_p = Constante de cada pieza especial.
 S = Pendiente Hidráulica.
 K = Constante, adimensional.
 A = Área hidráulica transversal del flujo en metros cuadrados (ver sección 4.1).
 n = Rugosidad del conducto, coeficiente de Manning, adimensional.
 R_h = Radio hidráulico, en metros (ver sección 4.1).
 L_e = Longitud equivalente del conducto en metros.

Los valores del coeficiente de rugosidad "Ch" y "n", para distintos tipos de materiales en tuberías (enlistados en la tabla 4.3), dependen del tipo y estado de tubería.

En toda línea de conducción por bombeo se hará el estudio del diámetro económico, determinando el costo total de amortización anual de la obra civil más la operación anual para varias alternativas de diámetro, cuyo valor mínimo será el que resulte más económico. Los cálculos se deben realizar según el formato del anexo AP-9.10, tomando en cuenta la sobrepresión producida por el golpe de ariete.

TABLA 4.1 CONSTANTE DE PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERÍA DE PVC (AWWA C900-97)

DIÁMETROS			CONSTANTES "K" PARA VALORES DE MANNING (n)		
NOMINAL	INTERIOR		0.009	0.01	0.011
pulg	pulg	mm			
4	4.39	112	100.4854222322	124.0560768299	150.1078529642
6	6.3	160	14.6362866306	18.0694896674	21.8640824975
8	8.28	210	3.4073653825	4.2066239290	5.0900149541
10	10.16	258	1.1441441050	1.4125235864	1.7091535395
12	12.08	307	0.4545240351	0.5611407840	0.6789803487

Clase 100 (7.037 kg/cm² ó 100 Lib/pulg²), RD-25

DIÁMETROS			CONSTANTES "K" PARA VALORES DE MANNING (n)		
NOMINAL	INTERIOR		0.009	0.01	0.011
pulg	pulg	mm			
4	4.23	107	122.4894102590	151.2214941470	182.9780079178
6	6.09	155	17.5369854763	21.6505993534	26.1972252176
8	7.98	203	4.1485699365	5.1216912796	6.1972464483
10	9.79	249	1.3944602750	1.7215558951	2.0830826331
12	11.65	296	0.5514535046	0.6808067958	0.8237762229

Clase 150 (10.56 kg/cm² ó 150 Lib/pulg²), DR-18

DIÁMETROS			CONSTANTES "K" PARA VALORES DE MANNING (n)		
NOMINAL	INTERIOR		0.009	0.01	0.011
pulg	pulg	mm			
4	4.07	103	150.4562802441	185.7484941285	224.7556778954
6	5.86	149	21.5340913437	26.5852979551	32.1682105257
8	7.68	195	5.0892524711	6.2830277420	7.6024635679
10	9.42	239	1.7125464300	2.1142548519	2.5582483708
12	11.2	284	0.6803792322	0.8399743607	1.0163689764

Clase 200 (14.07 kg/cm² ó 200 Lib/pulg²), DR-14

TABLA 4.2 CONSTANTE DE PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS EN PVC (AWWA C905-97)

DIÁMETROS			CONSTANTES "K" PARA VALORES DE MANNING (n)		
NOMINAL	INTERIOR		0.009	0.01	0.011
pulg	pulg	mm			
14	13.5	343	0.2512660067	0.3102049466	0.3753479853
16	15.35	390	0.1266686506	0.1563810501	0.1892210706
18	17.2	437	0.0690391527	0.0852335219	0.1031325615
20	19.06	484	0.0399262378	0.0492916516	0.0596428985
24	22.76	578	0.0154926195	0.0191266908	0.0231432958
30	28.23	717	0.0049133050	0.0060658086	0.0073396285

Clase 235 (16.54kg/cm² ó 235 Lib/pulg²), DR-18

DIÁMETROS			CONSTANTES "K" PARA VALORES DE MANNING (n)		
NOMINAL	INTERIOR		0.009	0.01	0.011
pulg	pulg	mm			
14	14	356	0.2069653518	0.2555127800	0.3091704638
16	15.92	404	0.1042839561	0.1287456248	0.1557822061
18	17.85	453	0.0566469669	0.0699345270	0.0846207776
20	19.76	502	0.0329394863	0.0406660324	0.0492058993
24	23.61	600	0.0127468215	0.0157368167	0.0190415482
30	29.28	744	0.0040445305	0.0049932476	0.0060418295
36	35.05	890	0.0015492168	0.0019126134	0.0023172622
42	40.72	1034	0.0006959817	0.0008592366	0.0010396763
48	46.49	1180	0.0003434762	0.0004240447	0.0005130941

Clase 165 (11.61 kg/cm² ó 165 Lib/pulg²), DR-25

DIÁMETROS			CONSTANTES "K" PARA VALORES DE MANNING (n)		
NOMINAL	INTERIOR		0.009	0.01	0.011
pulg	pulg	mm			
14	14.60	371	0.165421280	0.2042742321	0.241718209
16	16.60	422	0.0834329053	0.1030035868	0.1246343400
18	18.50	470	0.0468092071	0.0577891446	0.0699248650
20	20.50	521	0.0270744667	0.0334252675	0.0404445737
24	24.50	622	0.0104639274	0.0129184289	0.0156312990
30	30.35	771	0.0033399051	0.0041233396	0.0049892410
36	36.40	925	0.0012667953	0.0007108245	0.0008600977
42	42.20	1072	0.0005757679	0.0007108245	0.0008600977
48	48.20	1224	0.0002833452	0.0003498200	0.0004232822

Clase 100 (7.037 kg/cm² ó 100 Lib/pulg²), DR-41

FÓRMULA DE MANNING

$$Q = (A R h^{2/3} S^{1/2}) / n$$

$$S = 10.293 n^2 (Q / D^{16/3})^2$$

$$S = K Q^2$$

$$K = 10.293 n^2 / D^{16/3}$$

$$H_f = K L Q^2$$

Donde:

- Hf = Pérdidas por fricción en metros
- L = Longitud en metros
- K = Constante
- Q = Gasto en m³/Seg
- D = Diámetro en metros
- A = Área de la tubería en m²
- Rh = Radio hidráulico, adimensional
- S = Pendiente de la tubería, adimensional

Notas:

1. Los valores de K corresponden a los diámetros interiores indicados en la tabla en Sistema Métrico Decimal.
2. DR es igual a diámetro exterior entre espesor de la pared de la tubería.
3. Los diámetros son tomados de acuerdo con la Norma ANSI/AWWA C902-78.

TABLA 4.3 COEFICIENTES 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.	120	0.012
Acero soldado (usado)	90	0.014
Fierro fundido limpio (nuevo)	130	0.012
PVC (policloruro 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

TABLA 4.4 VELOCIDADES MÁXIMA Y MÍNIMA PERMISIBLES EN TUBERÍAS

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/Seg)	
	MÁXIMA	MÍNIMA
Concreto presforzado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Fierro fundido	5.00	0.30
Hierro dúctil	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad (PEAD)	5.00	0.30
PVC (policloruro de vinilo)	5.00	0.30

Nota: La velocidad máxima es considerando que se han resuelto los problemas asociados a fenómenos transitorios.

4.2.1 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 sobre presión 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.

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

$$H = \frac{145.26 \times V}{\sqrt{1 + \frac{E_s d}{E_t e}}}$$

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/cm²

d = Diámetro interior del tubo en cm

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/cm².

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

4.3 TIPOS DE TUBERÍA

El diámetro mínimo de tubería para redes de distribución será de 100 mm (4").

El material de las tuberías será los que a continuación se describen.

4.3.1 TUBERÍA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

Esta tubería deberá cumplir con los estándares de la especificación AWWA C900-07 en diámetro de 100 mm (4") hasta 300 mm (12"), y según los estándares de la especificación AWWA C905-08 para diámetros de 355 mm (14") a 1220 mm (48").

4.3.2 TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)

La tubería de polietileno de alta densidad deberá cumplir con los estándares ASTM D-1248, ASTM D-2657, ASTM D-3350 Y PE3408/3608; así como la norma NMX-E-018-1996-SCFI referente a tubos de polietileno para la conducción de fluidos a presión, y los estándares AWWA C-906, para diámetros de 100 mm (4") a 1600 mm (64") y para la instalación en tomas domiciliarias será de acuerdo a los estándares AWWA C-901 de 13 mm (½ ") a 76 mm (3") de diámetro.

4.3.3 TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

La tubería de poliéster reforzada con fibra de vidrio, deberá cumplir con los estándares ANSI/AWWA C950-01, ASTM D 3517 y la norma NOM-013-CNA-2000.

4.3.4 TUBERÍA DE ACERO

Los tubos de acero pueden ser galvanizados, sin costura, con costura longitudinal o costura helicoidal. La norma NOM-B-177 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, 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). Para recubrimientos interiores de mortero cemento-arena se debe cumplir con la norma ANSI/AWWA C205.

4.3.5 TUBERÍA DE HIERRO DÚCTIL

Deberá cumplir con los estándares ANSI/AWWA C151/A21.51 ó ISO 2531, para revestimiento asfáltico exterior, y con ANSI/AWWA C104/A21.4 ó ISO 4179, para revestimiento interior de cemento; deberá contar con manga de polietileno conforme a los estándares ANSI/AWWA C105/A21.5 ó ISO 8180, deberá considerar protección catódica.

4.3.6 TUBERÍA DE CONCRETO PRETENSADO CON CILINDRO INTERIOR DE ACERO

Esta tubería deberá cumplir con los estándares AWWA C301-84 debiéndose considerar protección catódica anticorrosiva.

4.3.7 TUBERÍA DE ACERO CON RECUBRIMIENTO INTERIOR Y EXTERIOR DE MORTERO DE CEMENTO CON LANZAMIENTO CENTRÍFUGO Y ACERO DE REFUERZO EN EL PERÍMETRO EXTERIOR DEL TUBO

Esta tubería deberá cumplir con los estándares de la AWWA C200-80.

4.4 PIEZAS ESPECIALES

- A. Todas las piezas especiales deberán seleccionarse de acuerdo al anexo AP-9.12.
- B. Las piezas especiales para tubería de PVC deberán cumplir con los estándares de la AWWA C907-04 para diámetros de 100 mm (4") a 300 mm (12").
- C. Las piezas especiales para tuberías de asbesto - cemento (A-C) serán de fierro fundido (Fo.Fo.), las cuales deberán cumplir con los estándares de la ANSI / AWWA C110/A21.10.
- D. Las piezas especiales para tuberías de hierro dúctil, para piezas bridadas será bajo los estándares ANSI / AWWA C110/A21.10 Y ANSI/AWWA C153/A21.53 o ISO 2531 con bridas ANSI clase 150 o 300, para piezas de unión espiga-campana será bajo los estándares ANSI / AWWA C111/A21.11 Y ANSI/AWWA C153/A21.53 o ISO 2531.

Todas las conexiones a líneas en operación deberán proponerse con abrazaderas tipo collar de toma (tapping sleeve) que cumpla con el estándar AWWA C223 de acero inoxidable.

En caso de conexiones de tuberías de acero a líneas existentes protegidas catódicamente, se emplearán juegos completos de empaques de micarta o similar para aislar los sistemas, protegiendo a su vez la nueva infraestructura para evitar la corrosión.

Todos los sitios donde se proponga la instalación de válvula de admisión y expulsión de aire (V. A. y E. A.), deberán contar con una presión dinámica mínima de 0.35 Kg/cm² por encima de las mismas.

Toda tubería de acero y fontanería, ya sea instalada superficial o subterránea, deberá ser protegida anticorrosivamente según las siguientes especificaciones:

4.5 PROTECCIÓN ANTICORROSIVA PARA TUBERÍAS DE ACERO

Se entenderá por recubrimiento anticorrosivo en tubo de acero: todas las maniobras, equipo, mano de obra y materiales que se requieran para efectuar el trabajo de protección.

Una vez que las diversas piezas (fontanería) que forman parte de la tubería, o tuberías que hayan sido fabricadas de acuerdo a las normas y especificaciones estipuladas en este manual y con la aprobación de la Autoridad Correspondiente, se debe aplicar el recubrimiento con los productos anticorrosivos correspondientes.

El procedimiento a seguir para la limpieza y aplicación de la pintura de recubrimiento anticorrosivo será citado a continuación: se limpiarán las superficies por recubrir según el método chorro de arena a metal blanco a fin de quitar todo el óxido, salpicadura de metal, grasa, etc.

Es muy importante que no quede sobre el tubo, residuos de polvo generado durante la limpieza antes de aplicar el primario; deberá eliminarse éste totalmente.

4.5.1 TUBERÍA EN ZANJA

1) RECUBRIMIENTO EXTERIOR

La impregnación con alquitrán de hulla, deberá aplicarse inmediatamente después que se haya terminado de limpiar la superficie a tratar, y durante la aplicación dichas superficies deberán encontrarse totalmente secas y libres de materiales extraños.

Las operaciones no deberán ejecutarse a la intemperie durante ocurrencia de lluvias o neblinas.

Opcionalmente, la aplicación del alquitrán podrá ser con brocha a mano, con empleo de pistolas neumáticas, aspersoras o por combinación de ambos métodos.

Cualquiera que sea el método de aplicación, el equipo que sea empleado para la aplicación por aspersión neumática, deberá ser con la previa autorización del Ingeniero Supervisor de la Autoridad Correspondiente y deberá estar equipado con un tanque regulador de presiones o un dispositivo separador del aceite y humedad, que eventualmente pueda contener el aire del equipo neumático.

La aplicación deberá ser ejecutada de forma que al quedar terminada sobre la superficie tratada una película de 350 micras (14 milésimas de pulgada) de espesor como mínimo, el tiempo de la aplicación del alquitrán entre capa y capa no deberá ser menor de 6 horas ni mayor de 24 horas para una mejor adherencia.

2) RECUBRIMIENTO INTERIOR

- a. Aplicación de 2 capas de primario vinil epóxico modificado, apropiado para agua potable, a un espesor de película seca por capa de 1 milésima de pulgada.
- b. Aplicación de 2 capas de acabado vinílico de altos sólidos a un espesor de película seca por capa de 3 milésimas de pulgada, en color blanco dando un espesor total incluyendo el primario de 8 milésimas de pulgada como mínimo.

Terminada la aplicación, la película protectora deberá quedar uniforme y libre de escurrimientos, gotas, anegamientos, superficies o manchas descubiertas, todas las irregularidades deberán ser removidas a juicio del Ingeniero Supervisor.

Ningún sistema de recubrimiento podrá darse por aceptado hasta que todas las pruebas, análisis e inspección final correspondientes hayan sido certificadas por el Inspector designado por el contratante; como mínimo con las pruebas de adherencia y el espesor de película seca.

4.5.2 TUBERÍA EXPUESTA A LA INTEMPERIE

1) RECUBRIMIENTO EXTERIOR

- a. Aplicación de primario inorgánico de zinc autocurante, a un espesor de película seca de 2 a 3 milésimas de pulgada.
- b. Aplicación de dos capas como recubrimiento de acabado vinílico de altos sólidos a base de resinas vinílicas, plastificante, en color azul, para dar un espesor de película seca de 2 a 3 milésimas de pulgada por cada capa, dando un espesor total incluyendo el primario, de 6 a 9 milésimas de pulgada como mínimo.

Las aplicaciones no deberán ejecutarse a la intemperie durante ocurrencia de lluvias o neblinas.

2) RECUBRIMIENTO INTERIOR

- a. Aplicación de 2 capas de primario vinil epóxico modificado, apropiado para agua potable, a un espesor de película seca por capa de 1 milésima de pulgada.
- b. Aplicación de 2 capas de acabado vinílico de altos sólidos a un espesor de película seca por capa de 3 milésimas de pulgada, en color blanco dando un espesor total incluyendo el primario de 8 milésimas de pulgada como mínimo.

Terminada la aplicación, la película protectora deberá quedar uniforme y libre de escurrimientos, gotas, anegamientos, superficies o manchas descubiertas, todas las irregularidades deberán ser removidas a juicio del Ingeniero Supervisor.

Ningún sistema de recubrimiento podrá darse por aceptado hasta que todas las pruebas, análisis e inspección final correspondientes hayan sido certificadas por el Inspector designado por el contratante; como mínimo con las pruebas de adherencia y el espesor de película seca.

4.6 INSTALACIÓN DE TUBERÍA

4.6.1 EN ZANJA

Es deseable que todas las tuberías queden alojadas en zanja para obtener la máxima protección. Se deberá colocar una banda de plástico preventiva de 7.5 cm (3") de ancho con la leyenda "precaución línea agua potable" color azul, colocada a 50 cm sobre el lomo del tubo y a todo lo largo del eje longitudinal de la tubería. Las tuberías serán instaladas a profundidades de acuerdo a la sección constructiva de zanja (ver anexo AP-10.8).

4.6.1.1 PROFUNDIDAD MÍNIMA

La profundidad mínima a nivel de lomo de tubo será de 1.00 m en material "C" y de 1.20 m en material "A" y "B" en diámetros de tuberías de hasta 300 mm (12"). Para diámetros mayores el colchón mínimo será de 1.50 m para evitar rupturas de los conductos ocasionadas por cargas vivas.

En las redes de distribución, la profundidad mínima deberá permitir la correcta conexión de las descargas domiciliarias de alcantarillado sanitario.

4.6.1.2 PROFUNDIDAD MÁXIMA

La profundidad máxima de la tubería a nivel de lomo de tubo será de 2.50 metros, y en casos extraordinarios quedará a juicio de la Autoridad Correspondiente.

4.6.2 CRUCES DE TUBERÍA EN DIFERENTES CONDICIONES

4.6.2.1 ELEVADOS

En sitios 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 un puente ligero de acero o de concreto, según el caso.

La tubería para el paso por un puente vial, ferroviario 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. Esquema anexo AP-9.9. El proyecto deberá ser presentado con el permiso otorgado por la Autoridad Correspondiente.

4.6.2.2 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 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 SCT.

4.6.2.3 SUBTERRÁNEOS CON VÍAS DE FERROCARRIL

En cruces ferroviarios, una solución factible es introducir la tubería dentro de una camisa de acero formada por un tubo de acero hincado previamente en el terreno, el cual se diseña para absorber las cargas exteriores. Este tipo de cruces deberán construirse de acuerdo a las especificaciones de los FFCC, debiendo aprobar el proyecto la SCT. El colchón entre la base del durmiente y la parte superior de la camisa protectora no deberá ser menor a 2.00 metros.

4.6.2.4 SUBTERRÁNEOS CON RÍOS, 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 se recomienda 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.

4.6.2.5 SUBTERRÁNEOS CON GASODUCTOS, OLEODUCTOS

Para estos cruces el interesado deberá contar con la plena autorización de la Entidad Correspondiente.

4.6.2.6 INSTALACIÓN SUPERFICIAL

Cuando por necesidad del trazo la elección del cruce sea superficial, se deberán diseñar los soportes y los 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.

4.7 DERECHOS DE PASO

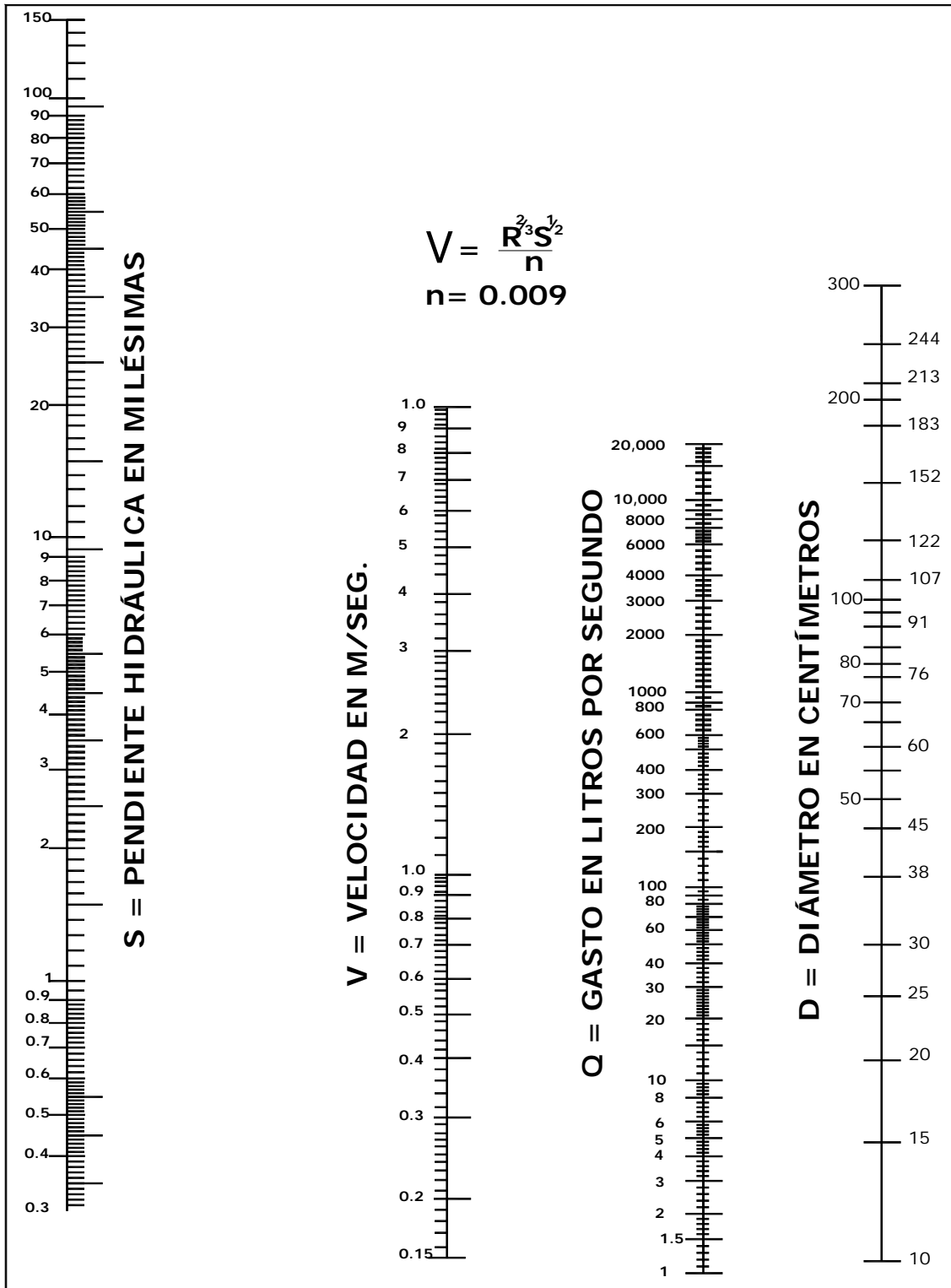
Se propondrán derechos de paso para instalación y mantenimiento de tuberías, basándose en los diámetros, ancho de zanja en la parte superior por taludes de excavación, zona donde depositar el material producto de la excavación ya abundado, maniobras según el tipo de maquinaria y zona de almacenaje de tubería, conforme a la tabla siguiente:

TABLA 4.5 DERECHOS DE PASO

DIÁMETRO DEL TUBO (mm)	DIÁMETRO DEL TUBO (pulgs)	ANCHO DEL DERECHO DE VÍA (mts)
100 a 300	4 a 12	6.00
350 a 1050	14 a 42	8.00
1200 a 1350	48 a 54	18.00

Nota: Los anchos de zanja para la colocación de la tubería serán a juicio del Organismo Operador cuando se vaya a colocar más de una línea.

TABLA 4.6 NOMOGRAMA DE MANNING



5 ESTACIONES DE BOMBEO

5.1 EQUIPOS DE BOMBEO

En los equipos de bombeo se utilizarán preferentemente sistemas en paralelo. 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.

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 mismos 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.

5.1.1 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):

$$S/D = 1 + 2.3 F_D$$

(SISTEMA INGLÉS)

$$S = D + 0.52 (Q/D^{1.5})$$

Donde:

S = Sumergencia (Pies)
 D = Diámetro (Pies)
 $F_D = \text{Número de Froude} = V/(g D)^{0.5}$
 V = Q/A
 Q = Gasto (Pies³/Seg)

(SISTEMA MÉTRICO)

$$S = D + 0.942 Q/D^{1.5}$$

Donde:

D = Diámetro de la succión (mts)
 Q = Gasto (m³/Seg)

- 2) La revisión de la Carga Neta Positiva de Succión Disponible (NPSH_D) se hará con los diferentes gastos y se tomará el más crítico, ésta deberá cumplir un factor de seguridad de 1.2, ó 0.60 m como mínimo; con respecto a la Carga Neta Positiva de Succión Requerida (NPSH_R) por el fabricante de los equipos seleccionados.

Esto es: $NPSH_D / NPSH_R \geq 1.2$, ó bien $NPSH_D - NPSH_R \geq 0.60$ m, como mínimo.

La Carga Neta Positiva de Succión Disponible (NPSH_D), 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.

En forma matemática:

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

Donde:

- P = Presión o Altura en la succión de la bomba
- V = Velocidad en la succión de la bomba
- P_a = Presión atmosférica del lugar
- P_v = Presión absoluta de vapor a la temperatura de trabajo
- g = Gravedad
- γ = Peso específico del agua
- H_{ft} = Pérdidas totales en la succión

El fabricante de bombas proporciona el funcionamiento requerido de la bomba, para que no se presente el problema de cavitación, mediante el concepto de Carga Neta Positiva de Succión Requerida (NPSH_R), en función del gasto.

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS

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:

$$BHP = QH/76 \qquad HP = CDT * Q / 76 * \text{Eficiencia}$$

Donde:

- Q = Gasto en litros/Seg
- H = Carga en mts
- CDT = Carga dinámica total en mts

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 centrífugas 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 recomendable en cualquier punto de la tubería de succión es 1.2 a 1.5 m/s (4 a 5 pies/Seg).

La velocidad máxima recomendable para la entrada a la Campana de Succión es de 1.20 m/s (4 pies/Seg).

Las velocidades en la tubería de descarga de la bomba no deben de ser mayores a 3 m/s (10 pies/Seg).

5.3 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 $F_s = 1.15$
Diseño NEMA B, con factor de deslizamiento menor a 3%.
Código NEMA F.
De eficiencia Premium.

El Voltaje de operación será: 3 fases, 60 Hz. El voltaje entre fases, no debe presentar desbalances 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

5.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

5.4.1 NORMATIVIDAD

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

5.4.2 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 color gris ANSI 49.

5.4.3 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 presentarán 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.

5.4.4 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 a tensión reducida (estado sólido con Contactor by pass).

5.4.5 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

En sistemas 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.

5.5 DIMENSIONAMIENTO DE TANQUES (Cárcamo de succión).

Los Tanques se dimensionarán en función de los siguientes parámetros: Gasto de diseño, Características del sistema, Nivel mínimo de sumergencia, Volumen de control, Nivel máximo del agua.

5.5.1 GASTO DE DISEÑO

Para sistemas de bombes de tanque a tanque será con el Gasto Máximo Diario.
Para sistemas hidroneumáticos será con gasto máximo horario.

5.6 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Es necesario determinar cuántos equipos son requeridos en el sistema de bombeo y la forma de operar. En todos los casos deberá considerarse un equipo de reserva.

5.6.1 VOLUMEN DE CONTROL

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

$$V_c = Q T_c / 4$$

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 a construir no deberá ser menor a $50 m^3$.

5.6.2 ZONA DE SUCCIÓN

La zona de succión de los equipos de bombeo, cuando el nivel mínimo 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 ($N_{mín}$). El nivel mínimo del agua lo determina la diferencia entre el máximo volumen de agua en el Tanque y el volumen de control requerido (ver sección 5.7) 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 el $N_{mín}$ y el Nivel Mínimo de Sumergencia requerido (ver sección 5.1.1).

Diámetro de la campana (D). Las características de la Campana de succión serán las establecidas por la norma ANSI/AWWA C110/A21.10. El diámetro de la tubería de succión es "d". El diámetro de la Campana debe calcularse para velocidades menores a 1.2 m/s (4 pies/Seg).

La distancia mínima de la parte exterior de la Campana de succión a los muros del cárcamo (C_w), se determinará con la fórmula: $C_w \geq 0.25 D$. 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 (C_p), se determina con la fórmula: $C_p \geq 0.75 d$.

La distancia de la parte baja de la columna de succión a la losa inferior del cárcamo (C), se determinará con la fórmula: $0.30D \leq C \leq 0.50D$

CRITERIOS DE FABRICANTES PARA LOS REQUERIMIENTOS DE TIEMPO ENTRE ARRANQUES SUCESIVOS Y TIEMPO MÍNIMO DE PARO Y ARRANQUE DE LOS MOTORES

TABLA 5.1 DE TIEMPOS ENTRE ARRANQUES DE MOTORES

POTENCIA HP.	2 POLOS (3600 RPM)			4 POLOS (1800 RPM)			6 POLOS (1200 RPM)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	15	1.2	75	30	5.8	38	34.0	15	33
1.5	12.9	1.8	76	25.7	8.6	38	29.1	23	34
2	11.5	2.4	77	23.0	11	39	26.1	30	35
3	9.9	3.5	80	19.8	17	40	22.4	44	36
5	8.1	5.7	83	16.3	27	42	18.4	71	37
7.5	7.0	8.3	88	13.9	39	44	15.8	104	39
10	6.2	11	92	12.5	51	46	14.2	137	41
15	5.4	16	100	10.7	75	50	12.1	200	44
20	4.8	21	110	9.6	99	55	10.9	262	48
25	4.4	26	115	8.8	122	58	10.0	324	51
30	4.1	31	120	8.2	144	60	9.3	384	53
40	3.7	40	130	7.4	189	65	8.4	503	57
50	3.4	49	145	6.8	232	72	7.7	620	64
60	3.2	58	170	6.3	275	85	7.2	735	75
75	2.9	71	180	5.8	338	90	6.6	904	79
100	2.6	92	220	5.2	441	110	5.9	1181	97
125	2.4	113	275	4.8	542	140	5.4	1452	120
150	2.2	133	320	4.5	640	160	5.1	1719	140
200	2.0	172	600	4.0	831	300	4.5	2238	265
250	1.8	200	1000	3.7	1017	500	4.2	2744	440

Datos tomados del catálogo de motores u.s. motors

Para utilizar la tabla:

A = Número máximo de arranques por hora

B = Inercia del motor (wk^2) en lb-pie²

C = Tiempo mínimo de reposo entre paro y arranque, en segundos

$$(\text{arranques por hora}) \leq A \leq (B / (\text{Carga } WK^2))$$

Donde: (Carga WK^2) es inercia de la carga (bomba) acoplada al motor

TABLA 5.2 DE PRESIÓN DE VAPOR DEL AGUA

TEMPERATURA DEL AGUA		PRESIÓN DE VAPOR DEL AGUA		
° CELCIUS	° F	M.C.A	PIES C.A.	PSI
15.56	60	0.18	0.59	0.26
21.11	70	0.27	0.89	0.36
26.67	80	0.37	1.20	0.51
29.44	85	0.43	1.40	0.60
32.22	90	0.49	1.60	0.70
37.78	100	0.67	2.20	0.95
43.33	110	0.91	3.00	1.27
48.89	120	1.119	3.70	1.69
54.44	130	1.52	5.00	2.22
60.00	140	2.07	6.80	2.89
65.56	150	2.68	8.80	3.72
66.11	151	2.74	9.00	3.81
66.67	152	2.80	9.20	3.90
67.22	153	2.87	9.40	4.00

Datos tomados de hydraulic handbook (table 23, properties of water)

TABLA 5.3 CONDICIONES ATMOSFÉRICAS APROXIMADAS SEGÚN LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR

ALTURA S.N.M. EN PIES	ALTURA S.N.M. EN METROS	REDUCCIÓN AL MÁXIMO PRÁCTICO EN PIES	REDUCCIÓN AL MÁXIMO PRÁCTICO EN METROS	PRESIÓN BAROMÉTRICA EN PULGADAS DE MERCURIO	PRESIÓN BAROMÉTRICA EN MM DE MERCURIO	ALTURA EQUIVALENTE EN PIES DE AGUA	ALTURA EQUIVALENTE EN METROS DE AGUA
0	0	0	0.000	29.921	756	33.96	10.351
1000	304.8	1.2	0.366	28.86	733	32.76	9.985
2000	609.6	2.33	0.725	27.82	707	31.58	9.626
3000	914.4	3.53	1.076	26.81	681	30.43	9.275
4000	1219.2	4.63	1.411	25.84	656	29.33	8.94
5000	1524	5.71	1.740	24.89	632	28.25	8.611
6000	1828.8	6.74	2.054	23.98	609	27.22	8.297
7000	2133.6	7.75	2.362	23.09	586	26.21	7.989
8000	2438.4	8.74	2.664	22.22	564	25.22	7.687

5.7 SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS

- a. Cuando no se cuente con la carga mínima requerida 1.5 Kg/cm² (15 m.c.a.), se procederá a suministrarla mediante este tipo de sistemas, los cuales deberán ser automatizados, limitándolos a motores hasta de 15 HP, para que este tipo de sistemas resulten económicos en su operación y mantenimiento. Cuando resultan motores mayores o iguales a 20 HP, se propondrán equipos con bombeo directo al tanque que alimente por gravedad a la zona de proyecto.
- b. El tanque hidroneumático podrá ser precargado o presurizado por un compresor o un sistema operando con variador de frecuencia; el volumen útil del mismo se diseñará con la presión mínima y máxima de operación del sistema, para un tiempo mínimo recomendado por el fabricante trabajando alternadamente con un sistema completo (motor – bomba).

- c.** La bomba será seleccionada para operar como mínimo en un sistema alternado 1+1, el gasto máximo horario a carga mínima y el gasto mínimo a carga máxima, cuando, conforme al análisis de la curva de la bomba, sea posible operar un solo equipo al 70% del punto de mayor eficiencia de la bomba. En cualquier otro caso será necesario utilizar sistemas 2+1, 3+1, etc.
- d.** El sistema hidroneumático deberá contar con interruptores de presión y sistemas de sensores para registrar nivel mínimo y máximo en el tanque de succión.
- e.** El sistema deberá alojarse en un lugar de fácil acceso, protegido de la intemperie por una caseta y contar con alumbrado, el cual deberá incluir un manual de operación y mantenimiento, así como las especificaciones técnicas de los equipos.

6 OBRAS DE REGULACIÓN

Las obras de regulación deberán ser diseñadas para una capacidad correspondiente a la demanda en volumen de la tercera parte del gasto máximo diario; en esta capacidad se consideran, además del consumo de la población, los volúmenes contra incendio y emergencias. Se recomienda que estas obras sean tanques de concreto reforzado o bien de paneles de acero empernadas y revestidas en fábrica (vidrio fusionado al acero con domos geodésicos de acero inoxidable), desplantados sobre terreno natural.

La fórmula que considera lo anterior es la siguiente:

$$\text{Capacidad (m}^3\text{)} = 1/3 \text{ Qmd (86,400 Seg)} / 1,000$$

Qmd = gasto máximo diario

Los tanques de concreto reforzado podrán construirse de acuerdo a planos estructurales tipo, que determine la Autoridad Correspondiente.

TABLA 6.1 ÁREA MÍNIMA REQUERIDA PARA TANQUES TIPO DE CONCRETO REFORZADO

CAPACIDAD DEL TANQUE (m ³)	TIRANTE DE AGUA (m)	DIMENSIÓN DEL TANQUE (m)	DIMENSIÓN DEL TERRENO (m)	ÁREA MÍNIMA DEL TERRENO (m ²)
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 38	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

Los tanques de lámina de acero atornillado recubierto en fábrica serán de acuerdo a la Norma ANSI/AWWA-D-103-97 sección 10.4 en color azul cobalto interior y exterior, asimismo a los requerimientos solicitados por el Organismo Operador, los cuales entre otros, incluyen la zona sísmica 4 según AWWA para el diseño estructural, registro de limpieza, drenes, vertedor de excedencias y logo con siglas del Organismo correspondiente, adecuando las dimensiones en función del volumen requerido y con una altura en el tirante máximo ordinario de agua de 4.20m y en condiciones extraordinarias a la altura que especifique el Organismo Operador. La altura máxima de estos tanques a pared vertical será de 7.00 metros, dejando espacios libres para maniobras alrededor de la circunferencia de 4.00 metros como mínimo, debiéndose presentar el proyecto ejecutivo para su revisión y/o autorización, previo a la construcción del mismo.

Estas obras deberán situarse a una elevación natural que tenga proximidad a la zona por alimentar, de manera que la diferencia de nivel de la plantilla del tanque con respecto a los puntos más alto y bajo por abastecer sea de 15 y 50 metros respectivamente.

El desplante de las mismas deberá hacerse en terreno natural no contaminado. Asimismo deberá realizarse un estudio de mecánica de suelos que determine la capacidad de carga del terreno.

Pueden tenerse diseños de tanques en dos cámaras en caso de futuras ampliaciones que puedan requerirse. Deberán ser dotados de un paso lateral (by-pass) para evitar interrupciones del servicio cuando se realicen labores de mantenimiento.

Se recomienda que la losa de techo, además de construirse con impermeabilizante integral, tenga una pendiente del 2% mínimo para facilitar el escurrimiento pluvial. En el caso de tanques metálicos, la cubierta será del tipo geodésico de acero inoxidable según la norma ANSI/AWWA D183-97.

Todo tanque de concreto deberá impermeabilizarse interiormente en muros, losa de piso y columnas.

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. En la fontanería de salida deberá instalarse un medidor de gasto de acuerdo a la norma AWWA C704, para medidores de propela y provista de un paso lateral (by-pass), válvulas de seccionamiento y juntas de acoplamiento.

Para la operación de tanques, abastecidos por sistemas de bombeo, se deberá considerar un control a base de telemetría.

7 DISTRIBUCIÓN

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 1.5 a 5.0 Kg/cm² (15 a 50 m.c.a.). El servicio se dará a base de toma domiciliaria en forma continua.

7.1 TUBERÍAS

El diámetro mínimo será de 100 mm (4"). El material de las tuberías será de PVC hidráulico que cumpla con los estándares AWWA C-900-07, en diámetros de 100 mm (4") a 300 mm (12") y AWWA C-905-08 para diámetros de 350 mm (14") a 1200 mm (48").

7.2 CÁLCULO HIDRÁULICO

7.2.1 La tubería se calculará con el gasto máximo horario.

- Redes abiertas. Se calcularán con el gasto acumulado que le corresponde a partir del gasto máximo horario.
- Redes de circuitos. Se calcularán de acuerdo con los gastos acumulados, deducidos de aquellos que les corresponda a las líneas de distribución que se tengan, utilizando el método de Hardy Cross para el equilibrio hidráulico de la red de circuitos. Los valores deberán presentarse tabulados como se indica en el anexo AP-9.11
- Presiones. Las presiones disponibles deberán calcularse en relación al nivel de la calle en cada cruce de la tubería principal o de circuito, admitiéndose como mínima 15 m.c.a. (1.5 Kg/cm²) y como máxima 50 m.c.a. (5.0 Kg/cm²) Las redes de distribución se proyectarán por zonas, de tal manera que la carga estática máxima no sobrepase los 50 m.c.a. (5.0 Kg/cm²).

7.3 CRUCEROS

Para hacer las conexiones de la tubería en los cruces y cambios de dirección se utilizarán piezas especiales de PVC, hierro dúctil o de Fo.Fo., cuando se acoplen a tuberías de PVC o asbesto-cemento, respectivamente. El proyecto de los cruces se hará utilizando los símbolos del anexo AP-9.12. Para su localización se empleará la misma nomenclatura adoptada para el cálculo hidráulico de la red.

Todas las tees, codos y tapas ciegas llevarán atraques de concreto, especificados en el anexo AP-9.5.

7.4 ACCESORIOS

7.4.1 VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO

En sistemas urbanos se localizarán en la tubería principal o de circuitos, a modo de poder derivar en un momento dado mayor caudal en un ramal determinado, cuando se trate de surtir a un hidrante contra incendio por medio de la operación de cierre de las válvulas correspondientes, o bien para cortar el flujo en caso de reparación o de ampliación de la red. Conviene no tener tramos mayores de 500 m sin seccionamiento.

Las válvulas de seccionamiento serán de compuerta con asiento resiliente conforme a los estándares AWWA C515 ó C509 para diámetros de 75 mm (3") a 300 mm (12"), para una presión de trabajo de 14.07 Kg/cm² (200 psi) como mínimo y para válvulas de 350 mm (14") conforme al estándar AWWA

C515. Para diámetros de 400 mm (16") a 1200 mm (48") de diámetro serán de acuerdo a los estándares AWWA C515, para una presión de trabajo de 17.60 Kg/cm² (250 psi). Los extremos bridados o de junta mecánica serán conforme al estándar de referencia de la válvula.

Para válvulas de seccionamiento de compuerta diferentes a las aquí señaladas, el Organismo Operador podrá especificar las características de la misma.

7.4.2 CRITERIO DE UBICACIÓN DE VÁLVULAS

- Al seccionar una parte de la red, no deberán quedar más de 100 viviendas sin servicio o el equivalente en lps en gasto máximo horario.
- Para seccionar parte de la red, no se deberán operar más de 3 válvulas.
- Las válvulas de seccionamiento se instalarán en crucero de calle. Cuando se justifique, se instalarán fuera del crucero vial, el cual no deberá tener más de dos válvulas, a menos que se justifique una cantidad mayor.

En las conexiones de la tubería secundaria o de relleno con la principal, es conveniente por las razones expuestas, disponer de válvulas de seccionamiento.

En el caso del municipio de Mexicali, se utilizarán registros para operación de válvulas hasta diámetros de 300 mm (12") en vialidades con pavimento según anexo AP-9.15. En casos donde no se tenga pavimento utilizar el anexo AP-9.13 y AP-9.14. Para diámetros mayores de 300 mm (12"), se utilizarán cajas de operación de válvulas normales según anexos AP-9.13 y AP-9.14 ó de concreto armado a criterio del Organismo Operador, en las cuales el fraccionador presentará su diseño correspondiente. Para los municipios de Tijuana, Ensenada, Tecate y Playas de Rosarito, se utilizarán cajas de operación de válvulas, según los anexos AP-9.13 y AP-9.14. Las válvulas deberán de instalarse orientadas al límite del paramento (prolongación de la continuación del límite de propiedad del predio), como se indica en el anexo AP-9.21.

7.4.3 SECCIONAMIENTO DE LÍNEAS CON FLUJO CONTINUO

Para seccionar un tramo de línea de agua potable con flujo, donde por falta de válvulas de seccionamiento o posiblemente porque las válvulas no tienen un cierre al 100%, debido a la caducidad de su vida útil, se tiene una alternativa la cual consiste, en instalar una válvula denominada "quik valve" por su fabricante romac, o pudiera ser algún otro fabricante que tenga una similitud de la pieza anteriormente señalada. Dicho procedimiento se puede realizar con tuberías existentes de hierro fundido, hierro dúctil, asbesto-cemento y pvc especificación AWWA C-900 y en diámetros de 100 mm (4") a 200 mm (8") y presiones mayores a 150 psi. Para realizar una instalación de válvula de este tipo es necesario una "tapping sleeve", que nos asegure una hermeticidad en todo el perímetro de la tubería a instalar; dicha pieza es fabricada con acero especificación ASTM A36 y con un recubrimiento epóxico AWWA C213 que va de 10 a 12 milésimas de pulgada, además de llevar toda su tornillería en acero inoxidable tipo 304, posteriormente tenemos la válvula (quik valve) de asiento resilente, la cual debe de cumplir con los estándares o especificaciones del fabricante, además igual que la "tapping sleeve" con tornillería de acero inoxidable tipo 304. El proceso para la instalación a grandes rasgos consiste en lo siguiente:

- Primeramente se deberá seleccionar a conveniencia del Organismo Operador la zona donde será instalada dicha válvula, para que posteriormente se proceda al sondeo correspondiente para verificación del material de tubería existente, limpieza del perímetro del tubo y obtención del diámetro exterior para ordenar la tapping sleeve apropiada.

- Se procede a la instalación de la tapping sleeve la cual deberá quedar perfectamente nivelada y apoyada en la parte inferior de la tubería, para que con ello no ocurra alguna fractura en la tubería existente.
- Posteriormente se realiza el montaje sobre la brida de la tapping sleeve de válvula de seccionamiento temporal tipo compuerta, la cual nos permitirá realizar el proceso de cierre mientras se realizan los trabajos de perforación de la tubería existente sin derrames de agua potable. Cabe indicar que antes de realizar el montaje de esta válvula temporal, ya se deberán tener instalados los soportes ubicados en la parte inferior de la tubería y así evitar cualquier fractura en la tubería existente.
- Teniendo instalada la tapping sleeve y válvula de seccionamiento temporal, se continúa con el montaje de equipo de perforación el cual, igual que las piezas anteriormente descritas, deberá quedar perfectamente nivelado. En dicho equipo de perforación, a su vez se podrá utilizar motor eléctrico de hasta 15 HP, pudiendo ser eléctrico o hidráulico, debiéndose tener especial cuidado en la selección de la broca de perforación, dependiendo del tipo de material de la tubería existente.
- Con lo anterior se inicia el proceso de perforación que presenta dos etapas: la primera consiste en la perforación de la tubería existente sin el debido pulido de la pared de la tubería y posteriormente, el proceso consiste en llevar a cabo un pulido o lijado de la pared de la tubería para que la lenteja de la válvula permita un cierre hermético en la tubería a seccionar.
- Concluida la perforación satisfactoriamente, se realiza la instalación de la válvula para cierre de flujo en línea existente (quick valve o similar), corroborando que quede perfectamente asentada y atornillada con respecto a la tapping sleeve.
- Con todo este proceso terminado, se procede al retiro del equipo de perforación y válvula de seccionamiento temporal, quedando únicamente instaladas la tapping sleeve y válvula para cierre de flujo en línea existente.
- Posteriormente se procede a la construcción de registro de block similar al especificado en anexo AP-9.13 y AP-9.14, teniendo la precaución de que tenga el espacio suficiente para el mantenimiento preventivo de las piezas instaladas.

Para el seccionamiento de líneas de agua potable de 250 mm (10") a 300 mm (12") de diámetro, el proceso para seccionamiento de la línea con flujo es casi similar al anteriormente descrito. Las diferencias son que la "tapping sleeve" ya tiene la preparación para el montaje de la válvula de seccionamiento temporal, además sobre la tapping sleeve es montada la máquina perforadora; posteriormente se inicia el proceso de perforación de la tubería, después se realiza el cierre de la válvula temporal, para desmontar el equipo de perforación e instalación de válvula canister (válvula para seccionamiento de línea con flujo según fabricante); como paso final es retirada la válvula de seccionamiento temporal montada sobre tapping sleeve

7.5 HIDRANTES CONTRA INCENDIO

Los hidrantes contra incendio serán propuestos para cubrir un área con un radio de 125 metros; ubicados de preferencia en las esquinas de las manzanas y evitando obstruir rampas de acceso. En casos especiales será a juicio del Organismo Operador.

La presión mínima en cualquier hidrante no será inferior a 1.5 Kg/cm² (15 m.c.a.) cuando se esté extrayendo agua, considerando que se tenga equipo móvil contra incendio.

Deberán conectarse a tuberías cuyo diámetro mínimo para casos especiales sea de 100 mm (4"); dándose preferencia para su instalación a las líneas de 152 mm (6") o mayores. El tipo de hidrante será de dos salidas de 63.5 mm. (2½") y una salida de 114 mm (4½") para bomba; ver anexos AP-9.6 y AP-9.7.

7.6 TOMA DOMICILIARIA

Corresponde a la parte de la red por medio de la cual el usuario dispone del agua en su propio predio.

Para vivienda unifamiliar deberá cumplir con las especificaciones indicadas en los anexos AP-9.1 y AP-9.2, a juicio del Organismo Operador, debiéndose instalar únicamente una toma domiciliaria con un diámetro de 19 mm ($\frac{3}{4}$ ") por vivienda.

Para edificios de condominios o vivienda multifamiliar vertical, la toma domiciliaria deberá ajustarse a lo especificado en el anexo AP-9.4 . Para este tipo de toma podrán instalarse conexiones para más de una vivienda en base al diámetro de la toma, conforme a la siguiente tabla.

DIÁMETRO DE LA TOMA	NÚMERO DE VIVIENDAS
25 mm - 1"	2
50 mm - 2"	3 – 5

Debe instalarse un murete por edificio y deberá ser exclusivo para la toma domiciliaria, para protección de los medidores, éste deberá ubicarse en un sitio visible dentro del predio al límite de propiedad.

La toma se instalará en tuberías hasta un diámetro de 300 mm (12") y tendrá una longitud máxima de 20 metros. En casos especiales cuando no se tenga vialidad próxima y en bulevares será de 40 metros máximo. Además se ubicará a un metro del lindero opuesto de la descarga domiciliaria, siendo esta última instalada en el punto más bajo.

En las tomas para servicio doméstico, comercial, industrial y público, se instalará un medidor cuya capacidad será fijada por el Autoridad Correspondiente.

7.7 ESTRUCTURAS ESPECIALES

7.7.1 CAJAS ROMPEDORAS DE PRESIÓN (Anexos AP-9.32 y AP-9.33)

- a. Se utilizarán en caso que el proyecto cuente con zonas de presión que excedan los 5.0 Kg/cm² (50 m.c.a.) y serán estructuras provistas de válvula (s) de flotador y una cámara húmeda (tanque) para romper la carga.
- b. Deberán ubicarse a una elevación tal que asegure una presión mínima de 15 m.c.a. sobre el nivel de las zonas de mayor elevación por abastecer. El criterio para la selección de la válvula de flotador deberá considerar las condiciones de gasto mínimo y máximo horario.
- c. Incluir en la fontanería el diseño de una placa de orificio calibrado para evitar cierres y aperturas bruscas en la válvula de control de nivel, presentando el cálculo para gastos mínimos y máximos horarios.
- d. La fontanería deberá estar provista de un filtro de Fo.Fo. prefabricado, instalado aguas arriba de la válvula de control o de la placa de orificio.
- e. La estructura deberá impermeabilizarse y desplantarse sobre nivel de terreno natural, no contaminado, protegida con un cerco perimetral.
- f. Así mismo se deberá considerar en la fontanería un by-pass (paso lateral), para mantenimiento de la válvula de flotador.

ÁREA MÍNIMA REQUERIDA PARA CAJAS ROMPEDORAS DE PRESIÓN TIPO

CAPACIDAD DEL TANQUE (m ³)	TIRANTE DE AGUA (m)	DIMENSIÓN DEL TANQUE (m)	DIMENSIÓN DEL TERRENO (m)	ÁREA MÍNIMA DEL TERRENO (m ²)
59	2.15	8 x 3.40	11 x 7	77
17	1.55	4.8 x 2.30	8 x 6	48

7.7.2 ESTACIONES REDUCTORAS DE PRESIÓN

- a. Estas estructuras consideran la instalación de válvulas reductoras de presión y se utilizarán en casos extremos; cuando las presiones estáticas de trabajo excedan los 5.0 Kg/cm² (50 m.c.a.) en las redes y que las condiciones topográficas no permitan la construcción de una caja rompedora de presión.
- b. Las válvulas reductoras deberán seleccionarse para su funcionamiento a gastos mínimos y máximos horarios, además de revisar que de acuerdo a las presiones de entrada y salida, la válvula no esté en zona de cavitación de acuerdo a las especificaciones del fabricante. La fontanería deberá ser provista de un filtro aguas arriba de la válvula reductora, válvula aliviadora de presión y válvulas de seccionamiento para facilitar su mantenimiento.
- c. Deberá fabricarse un registro de concreto para instalar la estación reductora, de fácil acceso, el cual deberá estar localizado en un lugar en el que no haya tráfico vehicular, y contar con drenado de gravedad.
- d. Se deberá considerar un by-pass (paso lateral) para mantenimiento de las válvulas, debiendo contar con una válvula reductora y sostenedora de presión.

8 PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

8.1 PRESENTACIÓN

Una vez concluidos los proyectos ejecutivos de agua potable, se integrará un expediente técnico en carpeta de argollas que incluya: localización, copia de la factibilidad de servicios, puntos de conexión (en el caso de fraccionamientos), descripción de los proyectos, memoria técnica descriptiva, perfiles de rasantes de terreno y tubería, catálogo de conceptos, planos con las especificaciones de materiales a utilizar.

Una vez autorizado el proyecto por el Organismo Operador, deberá hacer entrega del mismo en forma digital e impresa al Organismo Operador. La forma digital consistirá en presentar los archivos de todo el proyecto ejecutivo así como los detalles en formato DWG (Autocad) que sean 100% editables, en tanto la forma impresa consistirá en dos juegos de planos en papel plástico.

8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS

Se describirán los proyectos realizados, indicando los elementos que integrarán las obras respectivas, mencionando en el caso de fraccionamientos: su localización con coordenadas con respecto a banco de nivel oficial de la ciudad, colindancias, superficie del predio por desarrollar, clave catastral y usos de suelo; desglosando en el caso de uso habitacional: número de viviendas y en el caso de uso comercial y/o industrial: las áreas por desarrollar. Se indicarán los puntos de conexión de los servicios y las características topográficas del predio.

8.3 MEMORIA DE CÁLCULO

Se incluirán las memorias de cálculo de cada parte del proyecto, conteniendo los datos básicos, criterios de diseño, procedimientos, coeficientes utilizados y resultados obtenidos.

En caso que las obras resultantes de los proyectos, tengan que cruzar vías de ferrocarril, autopistas y carreteras, vialidades, instalaciones de PEMEX, instalaciones especiales (gas, telefonía, tv-cable, etc.), canales, drenes, etc., se deberá realizar ante la Autoridad que corresponda, el trámite de aprobación de los proyectos de cruce e incluir dicha aprobación en el expediente técnico.

Así mismo, cuando se tengan afectaciones de propiedades privadas, se deberán realizar los convenios respectivos, previamente a la ejecución de las obras, en cuyo caso se incluirá un plano con el deslinde autorizado por la dependencia correspondiente.

En el caso de elementos necesarios, cuyas especificaciones no estén incluidas en las normas técnicas de construcción de SIDUE y CONAGUA; la Autoridad Correspondiente deberá elaborar especificaciones especiales.

8.4 CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Se integrará un catálogo de las obras necesarias, que incluya todos los conceptos de los elementos que resulten, referentes a mano de obra y materiales; especificando de estos últimos, las características propias relacionadas con tuberías, equipos, estructuras, piezas especiales, etc. Se presentará el resumen con cantidades de obra.

8.5 PLANOS

Los planos de proyecto se dibujarán de acuerdo a los anexos AP-9.35 y AP-9.36 en los que se dan dimensiones, croquis de localización, datos de proyecto, simbología, cantidades de obra, notas, pie de plano del Organismo, bancos de nivel de referencia oficiales del Organismo, indicaciones de escalas gráfica y numérica, planta con orientación, cortes, secciones y detalles necesarios; se hará referencia en las notas de los planos, a los anexos (detalles) contenidos en este documento.

a) PLANO (S) DE LA (S) LÍNEA (S) DE CONDUCCIÓN

El proyecto de conducción se presentará en planta y perfil, en donde se indicarán la línea piezométrica y estática, perfil de la plantilla en las tuberías con pendientes, ángulos verticales, localización de V.A. y E.A. y desfuegos. En la línea piezométrica se incluirán los datos referentes al gasto, velocidad, pendiente de fricción y coeficiente de rugosidad de la tubería; además el perfil indicará el diámetro, longitud, material y clase de ésta; detalle de cruces con otras tuberías, con carreteras, vías de ferrocarril, ríos, arroyos o canales; atraques, protección en arroyos en caso necesario, sección de zanja, etc.

En el caso de líneas de conducción por bombeo, el perfil deberá incluir la línea de sobrepresión y subpresión resultante del análisis de los fenómenos transitorios. Además se deberán presentar los plano(s) del sistema de bombeo; incluyendo planta de conjunto, funcional, mecánico, eléctrico y estructural en general.

b) PLANO(S) DE TANQUE(S) DE REGULACIÓN

Se realizará el plano funcional, utilizando los detalles y armados para tanques tipo que determine la Autoridad Correspondiente, adaptando las dimensiones de la planta y cortes.

El arreglo funcional deberá incluir la localización en planta de la estructura, en el predio donde será desplantada, indicando la topografía de éste con curvas de nivel y su respectivo cuadro de construcción, conteniendo además, la ubicación de las tuberías de conducción y distribución, drenes y cerco perimetral; arreglo de fontanería, especificando las características de todas las piezas especiales utilizadas; elevación y banco de nivel de referencia, indicando niveles de plantilla y nivel máximo de agua, planta y perfil de la línea de excedencias del tanque; drenes, registro de limpieza, vertedor de excedencias y sistema de drenaje pluvial.

c) PLANO (S) DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Se incluirá en este plano, la localización de las tuberías de proyecto y existentes en una planimetría con simbología, indicando: válvulas de seccionamiento con su correspondiente nomenclatura en cruceros, longitudes entre éstos, localización de hidrantes contra incendio; cotas piezométricas, de terreno natural y carga disponible en los vértices más representativos de la red, quedando a criterio del Organismo Operador el complementar dicha información. Además deberá contener el proyecto de todos los cruceros de la red.

En caso de ser necesario complementar el proyecto, con sistemas hidroneumáticos y/o mecanismos rompedores de presión, se presentará el proyecto respectivo de acuerdo a lo siguiente:

Sistemas hidroneumáticos: plano(s) funcional, estructural y de instalación eléctrica; conteniendo las especificaciones de los equipos y piezas especiales utilizadas, así como gastos y presiones manejadas por el sistema.

El o los plano(s) de la caja rompedora de presión y/o estación reductora de presión deberá contener las especificaciones de proyecto indicadas en el capítulo 7.7 de esta norma.

Los planos de proyecto de la infraestructura de Agua Potable deberán estar firmados por el Proyectista Responsable, de acuerdo al artículo 69 de la Ley de Edificación del Estado, así como el Reglamento de

la Ley de Edificaciones del Municipio que corresponda; quien deberá contar con una cédula profesional estatal vigente, de una licencia o postgrado en que las materias involucren entre otras la de Agua Potable como parte de los estudios cursados.

9 TERMINOLOGÍA

A

Abatimiento. Descenso del nivel piezométrico; diferencia entre el nivel estático y el nivel dinámico.

Acceso. Camino, entrada o paso que se construye para llegar a una obra o estructura.

Acelerante. Producto químico que se incorpora al cemento para reducir el tiempo de fraguado o incrementar la adquisición de resistencia del concreto.

Acidez. Valor inferior a 7 del potencial hidrógeno (pH).

Acometida. Conexión aérea o subterránea que une la red de distribución eléctrica con el punto en que se conecta al servicio. En el caso de alcantarillado: pieza para entroncar la descarga doméstica de agua de desecho con el colector o atarjea.

Acotación. Indicación por medio de líneas de las dimensiones de las partes dibujada en planos.

Acotamiento. Faja contigua a la calzada de un camino comprendida entre sus orillas y las líneas de los hombros del terraplén o en su caso la guarnición de la banqueta o de la faja separadora.

Acueducto. Conducto cerrado o abierto para conducir agua.

Acuífero. Terreno saturado de agua con permeabilidad suficiente para ser explotado.

Ademe. Estructura para contener los empujes del terreno que se originan al realizar una excavación o perforación. Sostenimiento provisional de muros o techos.

Afectación. Daño o pérdida de la propiedad resultante de la ejecución de una obra.

Afine. Trabajos tendientes a alcanzar las líneas y niveles de proyecto de una obra.

Afloramiento. Exposición en la superficie de una capa geológica. Salida del agua a la superficie.

Afluente. Escurrimiento menor que descarga en una corriente principal.

Aforo. Determinación del caudal de un fluido.

Agua artesisiana. Agua subterránea que brota en la superficie a través de un pozo.

Agua corriente. Agua que escurre libremente por gravedad.

Aguas abajo. Dirección o sentido en el que escurre el agua.

Aguas alumbradas. Aguas subterráneas que salen a la superficie.

Aguas arriba. Dirección o sentido contrario al flujo del agua.

Aguas negras. Aguas residuales de las poblaciones o industrias sin tratamiento.

Alcalinidad. Valor mayor a 7 del potencial hidrógeno (pH).

Alcantarilla. Conducto cubierto que cruza una corriente de agua, canal, camino, vía del ferrocarril u otro conducto.

Alcantarillado pluvial. Sistema de conductos cerrados para alejar las aguas de lluvia en los centros urbanos.

Alcantarillado Sanitario. Sistema de conductos cerrados para eliminar las aguas residuales en los centros urbanos.

Alero. Parte de una estructura que se extiende a un lado del cuerpo principal.

Alineamiento. Límite impuesto para construir a los lados de la vía pública.

Aljibe. Cisterna o depósito cubierto en que se recoge o conserva el agua de lluvia.

Aluvi6n. Dep6sito de sedimentos acarreados por corrientes de agua.

Amacice. Remoci6n de materiales sueltos o inestables hasta descubrir terreno firme.

Análisis de sensibilidad. Evaluaci6n del rendimiento econ6mico ante variaciones en las condiciones originales de un proyecto.

Análisis isot6picos. Determinaci6n de is6topos en agua o roca para definir su edad.

Ancla. Uni6n de elementos estructurales entre s3 o con el terreno natural para evitar su desplazamiento. Elemento usado para estabilizar excavaciones o taludes naturales.

Antepecho. Elemento que se coloca en la abertura de un hueco. Brocal en un pozo. Pretil.

Anteproyecto. Proyecto de una obra basado en trabajos anteriores y estudios preliminares.

Anticorrosivo. Sustancia que protege las superficies metálicas contra corrosi6n.

Aplanado. Recubrimiento con mortero para proteger y decorar superficies.

Arcilla. Producto de la descomposici6n qu3mica de las rocas con partículas laminares de tamaño menor a 0.074 mm., plasticidad seg6n SUCS tal que el $I_p > 4$ y se ubique arriba de la línea "A" de la carta de plasticidad.

Área hidráulica. Superficie de la secci6n transversal de un conducto a trav3s de la cual fluye el agua.

Arena. Producto de la desintegraci6n o trituraci6n de las rocas con partículas de tamaño entre 0.074 y 4.76 mm.

Armadura. Conjunto de piezas de madera o de hierro que acopladas forman un elemento estructural.

Arrastre. Material s6lido que transporta un r3o y que puede ser fondo o en suspensi6n.

Artificios. Elementos utilizados para detonar explosivos.

Asbesto. Mineral de composici6n y características semejantes a los del amianto, con fibras duras y rígidas que pueden compararse con el cristal hilado.

Asentamiento. Hundimiento de un suelo bajo su propio peso y por efecto de cargas que soporta. Proceso de ocupaci6n de área por seres humanos.

Asociación de suelos. Unidad cartográfica usada en los planos de suelos.

Ataguía. Terraplén, tablaestacado o muro usado para desviar los escurrimientos de una corriente durante la construcción de una obra.

Atarjea. Conjunto de tuberías que recolectan y transportan las aportaciones de las descargas de aguas negras domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores, interceptores o emisores.

Atarquinamiento. Elevar el nivel de un terreno mediante la inundación con aguas turbias que depositan su cieno sobre el mismo. Entarquinamiento.

Atraque. Elemento usado para soportar las fuerzas que se originan sobre tuberías o válvulas por cambios de dirección o velocidad del agua. Empotramientos de la cortina de una presa.

Autoridad Correspondiente. Es el Organismo Operador encargado de brindar el suministro de agua potable y alcantarillado sanitario a la comunidad, así como el saneamiento de las aguas residuales para evitar la contaminación del medio ambiente.

Avenida. Crecida de una corriente natural. Calle ancha, generalmente arbolada en las aceras.

Azolve. Sedimentación de sólidos en ríos, embalses y conductos, que produce una reducción de su capacidad hidráulica. Sólidos transportados por una corriente de agua.

B

Banco de almacenamiento. Sitio de colocación temporal de materiales para su uso posterior.

Banco de desperdicios. Sitio de colocación definitiva de productos no utilizables.

Banco de nivel. Punto fijo con una cota definida que sirve como referencia topográfica.

Banco de préstamo. Sitio donde se obtienen los materiales naturales para la construcción.

Banqueo. Formación de superficies horizontales en una excavación.

Banqueta. Faja horizontal que limita la altura de un talud. Ampliación horizontal de los taludes de las cortinas de materiales granulados. Acera de las calles.

Barrena. Herramienta de perforación.

Barreno. Orificio taladrado en el terreno.

Batiente. Pieza que sirve de tope al cerrar las hojas de una puerta o ventana.

Batimetría. Levantamiento topográfico bajo la superficie del agua.

Bentonita. Arcilla de tipo de montmorillonita que se utiliza en fluidos de perforación, estabilización de zanjas y elaboración de mezclas para inyectado o para impermeabilización.

Berma. Terraplén lateral apoyado en taludes o cortes.

Bisel. Corte oblicuo en el borde de una pieza.

Bocel. Moldura en forma de cilindro.

Boleo. Fragmento de roca con tamaño mayor de 76.2 mm, con sus aristas redondeadas.

Bomba. Aparato para extraer, elevar o impulsar agua u otro fluido. Fragmento de lava mayor de 76.2 mm, proyectando al aire por un volcán.

Bombeo. Operación de elevar el agua o de retirarla de una área, por medio de artefactos mecánicos. Sobre elevación del centro de una calzada.

Boquilla. Parte de un curso de agua en donde se reduce su sección Hidráulica. Sitio propuesto en un cauce para la construcción de una cortina. Pieza pequeña de metal cilíndrica que refuerza el inicio de un barreno.

Bordillo. Faja de piedra, concreto o ladrillo que delimita la acera y la separa de la calzada.

Bordo. Terraplén de materiales sueltos o compactados.

Bordo libre. Distancia vertical entre el NAME y el nivel de la corona.

Brecha. Abertura que se hace en la vegetación para trazo y nivelación. Roca constituida por fragmentos angulosos. Camino de penetración.

Brida. Elemento de unión o de apoyo o remate entre tuberías y accesorios.

C

Caballote. Lomo de un tejado. Elemento estructural que forma parte de la subestructura de un puente.

Cabezal. Travesaño superior que forma el marco de una puerta o ventana. Parte superior de una bomba de pozo profundo.

Caída. Diferencia de nivel entre dos puntos de la rasante de un canal. Trayectoria curva del flujo o al principio de un tanque amortiguador. Desnivel brusco en un curso de agua. De tensión, en electricidad, diferencia de voltaje entre extremos de una línea o circuito.

Cámara de válvulas. Recinto formado para la instalación y operación de válvulas y sus mecanismos.

Cambio catiónico. La suma total de cationes intercambiables.

Camino de operación. Vía que se construye para el tránsito de los vehículos dedicados a la operación y mantenimiento de una obra.

Canal. Conducto abierto por medio del cual se conduce agua. Perfil laminado.

Canal de acceso. Cauce excavado para conducir el agua hasta la entrada de alguna estructura. Canal de llamada.

Canal de descarga. Cauce excavado o en postizo para conducir el agua hasta el punto de descarga.

Canal lateral. Canal que alimentado por el principal, domina una división de la zona de riego. Parte integrante de un vertedor con descarga lateral.

Canal principal. Canal que alimentado por la fuente principal, domina toda el área de riego. Parte integrante de un vendedor con descarga lateral.

Canalón. Elemento en forma de canal o teja que se coloca en la base de un techo y sirve como receptor de las aguas pluviales.

Capa. Elemento tabular de una formación geológica sedimentaria. Material colocado entre dos niveles con un espesor fijado previamente.

Capacidad de control. Volumen de un almacenamiento comprendido entre el nivel de conservación y el nivel máximo del agua.

Capacidad interruptiva. Es la potencia de interrupción a una corriente de ruptura para circuitos eléctricos.

Capacidad muerta. Volumen de un almacenamiento comprendido entre el nivel del lecho del río o embalse y el nivel del umbral de la obra de toma más baja.

Capacidad para azolves. Volumen de un almacenamiento reservado para el depósito de azolves.

Capacidad total. Volumen de almacenamiento comprendido entre el nivel del lecho del río y el nivel máximo de agua.

Capacidad útil. Volumen de almacenamiento comprendido entre los niveles mínimo y máximo de operación.

Cárcamo. Depósito colector para extraer y elevar el agua con equipos de bombeo.

Carcasa. Elemento metálico, parte fija exterior de un cuerpo de impulsores de una bomba o turbina.

Carga dinámica. Desnivel que hay que vencer para elevar el agua desde el nivel de toma hasta el nivel en la descarga, tomando en cuenta todas las pérdidas

Carga estática. Diferencia de nivel de agua entre dos puntos.

Carpeta. Superficie de rodamiento de una calzada. Franja de inyectado somero para consolidación o impermeabilización de una cimentación. Tapete.

Casetones. Elemento utilizado para disminuir el peso muerto de las losas de concreto.

Castillo. Elemento estructural vertical que sirve de amarre en los muros.

Catastro. Inventario de propiedades rurales y urbanas. Tenencia de la tierra.

Cauce. Canal natural o artificial por donde escurre el agua.

Cedazo. Tramo permeable del ademe de un pozo.

Cementante. Material aglutinante de origen natural o elaborado.

Centro de operación. Conjunto de elementos concentrados en un solo lugar que controlan la operación de los mecanismos.

Cerramiento. Elemento estructural en la parte superior de los huecos de los muros que rigidiza.

Ciclo agrícola. Período que comprende el desarrollo de los cultivos desde la preparación de la tierra hasta su cosecha.

Ciclo hidrológico. Proceso sin fin de la circulación del agua entre los océanos, la atmósfera y la corteza terrestre.

Ciclo vegetativo. Secuencia del cambio de un organismo vegetal desde la germinación hasta el fruto.

Cimacio. Umbral de un vertedor con perfil geométrico especial, sobre el que vierte el agua.

Cimentación. Masa del terreno afectada por la carga de una estructura. Elemento estructural que transmite cargas al terreno.

Clima. Conjunto de condiciones meteorológicas como la temperatura, la precipitación, la evaporación, el viento y otros factores que caracteriza a una región.

Coefficiente de Gini. Indicador global del grado de inequidad que registra la distribución del ingreso.

Coefficiente de rugosidad. Valor asignado a la superficie de un material que da el grado de resistencia que se opone al escurrimiento del agua. Coeficiente de fricción.

Coefficiente unitario de drenaje. Representa el caudal por desalojar por unidad de área.

Coefficiente unitario de riego. Representa el caudal para riego por unidad de área.

Colada. Cuerpo tabular de un derrame de lava.

Colado. Vaciado del concreto fresco en cualquier cantidad, ya sea con o sin cimbra.

Colapso. Falla súbita del terreno o de un terraplén por pérdida de resistencia de su estructura intergranular o por incremento de carga en exceso de su capacidad. Falla súbita de los elementos resistentes de una estructura.

Colchón. Espesor de material comprendido entre la parte superior de un conducto enterrado y la rasante de una vía de comunicación.

Colchón amortiguador. Distancia vertical comprendida entre el fondo del tanque amortiguador y la plantilla del canal de descarga.

Colector. Conducto cerrado que recibe las aguas negras de las atarjeas, puede terminar en un interceptor, en un emisor o en una planta de tratamiento.

Compactación. Operación mecánica para aumentar la densidad de un material.

Compuerta. Dispositivo que controla el paso del agua en presas, canales, drenes y ríos.

Concentrador. Estructura usada en la descarga de una válvula.

Conductividad. Facilidad de conducir una corriente eléctrica a través del suelo o del agua. Medida de la permeabilidad de un medio poroso.

Consolidación. Disminución del volumen de un suelo fino en un lapso, debido a su peso propio o por la acción de una sobrecarga.

Contra cuneta. Canal que se ubica arriba de la intersección de un corte y el terreno natural para interceptar los escurrimientos superficiales.

Contra flecha. Sobre elevación de la corona de una cortina para absorber posibles asentamientos. Sobre elevación que se da en algunos elementos estructurales que trabajan a flexión, a fin de contrarrestar las deformaciones verticales.

Corona. Superficie superior horizontal de una cortina, bordo, dique o ataguía.

Corriente. Flujo de agua o de electricidad.

Corrosión. Conjunto de procesos físicos-químicos que degradan la superficie de un metal.

Cortina. Estructura que se construye en el cauce de una corriente para provocar un incremento en su tirante o un almacenamiento.

Cota. Elevación sobre un plano horizontal de comparación.

Cuchilla. Dispositivo que sirve para desconectar físicamente un circuito eléctrico. Elemento cortante utilizado en maquinaria agrícola o de construcción.

Cuenca. Área tributaria de una corriente de agua limitada por la línea de parteaguas.

Cuerpo de tazonos. Parte de una bomba compuesta de un elemento fijo (carcasa) y otros móviles (impulsores).

Cuneta. Canal que se ubica al pie de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales.

Curva de Lorenz. Representación gráfica que expresa la distribución relativa de una variable en relación con otra asociada.

Curva de nivel. Línea que une los puntos que tienen la misma cota o altura.

Ch

Chaflán. Superficie formada en una esquina por un plano que la corta diagonalmente.

Chambrana. Moldura que cubre la junta entre el marco de una puerta o ventana con el muro.

Chumacera. Pieza metálica sobre la que se apoya y gira una flecha o un eje.

D

Dado. Elemento de concreto reforzado que sirve de base a un soporte.

Dala. Viga de concreto reforzado horizontal o inclinada que cierra y rigidiza un muro.

Deflector. Desviador. Tipo de estructura usada para disipación de energía.

Demandas. Régimen de las extracciones de agua que se harán a lo largo de un año.

Dentellón. Muro de concreto o de arcilla que penetra en el terreno natural como elemento de liga con una estructura, o bien para aumentar el paso de filtración o protegerla contra socavación.

Depuración censal. Actualización del número de habitantes de una comunidad.

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.

Derivadora. Estructura provisional o definitiva construida sobre una corriente de agua con el fin de desviarla hacia un aprovechamiento.

Desagüe. Obra hidráulica destinada a desalojar las aguas de lluvia o de otra índole.

Desazolve. Remoción de sedimentos acumulados en una obra o instalación.

Descarga. Lugar o estructura por donde desemboca una corriente de agua. Estructura en la que se conecta la instalación hidráulica de una vivienda o nave industrial para conectarse con el sistema de recolección de la ciudad.

Deslinde. Fijación de los límites o linderos de un predio.

Desplante. Superficie del terreno sobre la cual se cimienta o erige una estructura.

Desvío. Modificación temporal del curso de una corriente para permitir la construcción de obras en el cauce.

Diagnostico. Evaluación de la situación que prevalece en una zona de estudio.

Diagrama eléctrico. Esquema donde se representan, por medio de símbolos convencionales, los elementos de un sistema eléctrico y su interconexión.

Difusión. Fenómeno de mezclado de dos fluidos por efectos moleculares debido al tiempo de contacto entre los medios. Difusión molecular.

Dilución. Reducción del grado de concentración de una solución.

Disgregar. Acción de romper los terrenos para la construcción de un terraplén.

Dispersión. Efecto de mezclado que sufre la masa de un constituyente en un fluido por la distribución de velocidades en el medio. Difusión convectiva.

Dotación por habitante. Es la cantidad de agua asignada por individuo durante un día en una población.

Dren. Dispositivo para extraer agua, producto de filtraciones en estructuras. Conducto abierto o cerrado para controlar niveles freáticos.

Dureza del agua. Contenido de sales, magnesio y calcio en el agua.

E

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.

Encauzamiento. Obras que se ejecutan en el cauce de un río o corriente de agua que sirve para modificar su curso.

Enrocamiento. Parte de una estructura o talud formada con roca de tamaños definidos, colocadas para protección o estabilidad.

Envolvente de gastos. Gráfica que comprende los caudales máximos registrados en una región hidrológica.

Erodabilidad. Propiedad de un suelo de ser erosionado por flujo de agua.

Erosión. Desgaste del terreno natural, producido por la acción del agua y del viento.

Escala. Relación entre la magnitud real de un objeto y la que se atribuye en un dibujo, plano, maqueta o modelos. Regla para medir niveles de agua.

Escantillón. Regla o patrón para trazar las líneas según las cuales se forman figuras geométricas.

Escurrimiento. Cantidad de agua que fluye por un cauce natural. Puede ser intermitente o perenne.

Estación. Valor asignado a una sección topográfica referida a un origen definido .

Estado límite de falla. Condición de esfuerzos debida a solicitaciones que igualan a la resistencia de una estructura o cimentación.

Estructura. Parte de una obra con una función específica. Disposición en el espacio de las unidades geológicas en un área definida.

Estructura de limpia. Parte de una presa derivadora para atrapar azolves y desalojarlos cuando se han acumulado. Desarenador.

Estructura del suelo. La disposición y arreglo de partículas del suelo.

Estructura disipadora. Parte de una obra destinada a disminuir la energía de una corriente de agua.

Estudio. Recopilación y análisis de los datos topográficos, hidrológicos, etc. con el fin de ver la factibilidad de llevar a cabo un proyecto.

Evaluación. Apreciación comparativa para aplicación de recursos.

Evaporación. Proceso natural de pérdida de agua en una superficie libre de transformarse en vapor.

Evapotranspiración. Pérdida total de agua evaporada por el suelo y la transpirada por la vegetación.

Exploración geofísica. Es la prospección de estructuras geológicas y depósitos minerales realizada por medio de la medición de ciertas cantidades físicas, verificadas en la superficie del terreno como fenómeno que pueden ser interpretados por las leyes fundamentales de la física y el empleo de instrumentos adecuados.

F

Fallamiento. Rotura de una unidad geológica a lo largo de un plano con desplazamiento relativo a los bloques adyacentes.

Firme. Base que sirve de asiento.

Flecha. Deformación de una estructura debida a las fuerzas que actúan sobre ella.

Flujo de costos. Estimación de la ganancia obtenida de la diferencia de la utilidad aparente de la situación futura menos la utilidad aparente actual.

Flujo de costos. Estimación de los costos para la realización de una obra, año con año, a través de todo el horizonte de planeación.

Fracturamiento. Proceso de rotura de una unidad geológica, a través de uno o varios planos. Proceso de rotura de un elemento estructural.

Fraguado. Endurecimiento inicial del mortero, concreto u otras mezclas con cementante.

Fraguado falso. Endurecimiento aparente de un mortero o concreto hidráulico con cemento.

Frente. Sitio elegido en una obra, a partir del cual se inicia el trabajo. Fondo de una excavación subterránea.

Fuerza de filtración. Fuerza de arrastre que se transmite a la masa de un suelo debido al flujo de agua a través de ella.

Fuerza de trabajo. Población que se encuentra en condiciones de edad física y mental para desarrollar una actividad.

Funcionamiento de un vaso. Simulación de las entradas y salidas de un embalse mediante un modelo matemático.

Funcionamiento hidráulico. Estudio de un río, canal o conducto cerrado con caudales asociados a diferentes periodos de retorno, con el objeto de determinar su comportamiento y los niveles del agua. Comportamiento hidráulico de una estructura mediante un modelo a escala reducido.

G

Galería. Pasillo cerrado a través de una estructura o el terreno, usado para explotación, inspección, drenaje o inyectado.

Gasto. Volumen de agua que pasa en la unidad de tiempo por la sección transversal de un conducto. Caudal.

Gasto de diseño. Caudal con el que se realiza el diseño de una obra.

Gasto máximo. Ecurrimiento extraordinario que con determinada frecuencia puede presentarse en el sitio de estudio.

Geodesia. Ciencia que trata sobre las mediciones de la tierra, considerando el efecto de su curvatura.

Geofísica. Es la ciencia que investiga la naturaleza física de la tierra, otra considera como el conjunto de técnicas físico-matemáticas aplicadas a la explotación del subsuelo, para la búsqueda y estudio de yacimientos de sustancias útiles, por medio de observaciones desde la superficie terrestre o bien rama de la Física Aplicada, que se ocupa del estudio de estructuras ocultas en el interior de la tierra y de la localización en el subsuelo de cuerpos delimitados por el contraste de algunas de sus propiedades físicas con las del medio circundante, por medio de observaciones realizadas en la superficie del terreno.

Geohidrología. La geohidrología es la ciencia que estudia las leyes que rigen la presencia y movimiento de las aguas subterráneas. Es decir, el acuífero, la migración y volumen almacenado, así como los métodos para su explotación y conservación.

Geomorfología. Estudio de las formas de la superficie terrestre de una región en relación con la geología.

Golpe de ariete. Incremento instantáneo de la presión del agua en un conducto cerrado por la variación brusca del flujo.

Granulometría. Distribución de los tamaños de las partículas de un suelo.

Grava. Producto de la desintegración o trituración de las rocas con partículas de tamaño entre 4.76 mm y 76.2 mm.

Guarnición. Elemento que se emplea para limitar las banquetas, camellones, isletas y la orilla de la calzada.

H

Hidrograma. Representación gráfica de la distribución de los gastos de escurrimiento de una corriente con respecto al tiempo.

Horizonte de planeación. Es el tiempo futuro más distante. Período de vida útil de las obras.

I

Impermeabilizante. Producto natural o artificial que se emplea para evitar la penetración del agua.

Impulsor. Elemento móvil de una bomba, que produce la fuerza centrífuga para el desplazamiento del agua.

Indicadores económicos. Conjunto de elementos que permiten medir la viabilidad de un proyecto.

Información fisiográfica. Información que reporta las características particulares de una región o zona. (forma, longitud, área, pendiente, altitud y otras).

Instrumentación. Diferentes aparatos de medición que se instalan en una estructura, con el fin de conocer deformaciones, movimientos, esfuerzos, filtraciones, presiones y otros.

Integración. Recopilación de los principales elementos de cada uno de los estudios básicos y su interrelación.

Interceptor. Conjunto que recibe las aportaciones de aguas negras de los colectores y terminar en un emisor o en una planta de tratamiento.

L

Laguna de oxidación. Campo destinado a la aireación natural mecánica de las aguas residuales.

Levantamiento topográfico. Conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar posición en un plano.

Licucción. Fenómeno de pérdida momentánea de resistencia al esfuerzo cortante de arenas finas saturadas, debido a efectos dinámicos.

Limo. Producto de la desintegración de las rocas con partículas equidimensionales de tamaño menor a 0.074 mm.; plasticidad según el SUCS, tal que el $I_p < 7$, o se ubique debajo de la línea "A" de la carta de plasticidad. Material fino que transportan los ríos, por lo general de buenas cualidades agrícolas. Légamo.

Litología. Descripción petrográfica de una roca.

Lixiviación. Acción de un solvente que penetra a través de un sólido granular, extrayendo uno o varios minerales solubles.

Lumbrera. Excavación generalmente vertical para acceso a una excavación o estructura subterránea. Se usa también como elemento de ventilación.

L

Lloradero. Perforaciones a través de taludes o muros para permitir el escurrimiento del agua hacia el exterior.

M

Marco geológico. Conjunto de características geológicas de una cuenca o área.

m.c.a. Abreviación de metro de columna de agua.

Muestra en canal. Producto fragmentado obtenido del fluido de circulación durante la perforación de un pozo para su clasificación.

N

Nitrógeno aprovechable. El contenido en compuestos nitrogenados solubles.

Nivel freático. Elevación de la superficie del agua subterránea en reposo o en movimiento a la presión atmosférica.

Niveles estático y dinámico. Elevación de la superficie del agua dentro de un pozo, antes y después de un periodo de bombeo.

Noria. Pozo excavado a mano de poca profundidad para extraer agua.

O

Obra de control. Estructura que por medio de mecanismos permite el paso del agua, con caudales previamente establecidos.

Obra de toma. Estructura que permite tomar el agua en forma controlada de un depósito.

P

Pantalla. Elemento estructural que impide el paso del agua arriba del vano de las compuertas radiales.

Pantalla de inyectado. Serie de inyecciones contiguas efectuadas en perforaciones alineadas sobre un eje, con el propósito de formar una barrera que impida el paso del agua.

Paramento. Superficies exteriores de una cortina tanto aguas arriba como aguas abajo. Cara de un muro.

Parteaguas. Línea imaginaria que divide las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento del agua.

Pila. Elemento de apoyo intermedio entre dos espacios libres de una estructura. Elemento de cimentación.

Planeación. Proceso de elaboración de planes para resolver necesidades, utilizando los recursos disponibles. Planificación.

Plano. Representación gráfica de las diversas partes que constituyen un estudio o un proyecto.

Planta. Proyección horizontal de una estructura o parte de ella.

Plantilla. Ancho del fondo de una excavación. Parte generalmente horizontal, formada por el fondo de la sección de un canal o dren. Capa que se construye sobre un terreno para desplantar cimientos o asentar tuberías. Patrón para recortar piezas en taller. Distribución de barrenos.

Pluviógrafo. Instrumento que mide la intensidad de la lluvia que cae en un lugar.

Pluviómetro. Instrumento que mide la intensidad de la lluvia que cae en un tiempo determinado.

Población rural. Es la que integra un poblado con menos de 15,000 habitantes.

Potencial hidrológico. Disponibilidad del recurso agua, tanto superficial como subterráneo.

Pozo de absorción. Excavación en suelos permeables para infiltración de agua.

Pozo de visita. Estructura de acceso a un conducto cerrado.

Precipitación. Agua en cualquier estado físico que recibe la superficie terrestre proveniente de la atmósfera.

Precolados. Elementos estructurales de concreto, colados fuera de su sitio definitivo.

Presa. Conjunto de estructuras para almacenar o derivar agua.

Programa de obra. Calendarización de las actividades que comprenden una obra.

Protección catódica. Procedimiento eléctrico que se emplea para proteger contra la corrosión a tuberías o elementos estructurales metálicos.

Proyecto. Conjunto de planos, datos, normas, especificaciones y otras indicaciones, conforme a los cuales debe ejecutarse una obra.

Puente canal. Estructura de un conducto de agua abierto para cruzar una depresión topográfica.

Puerto topográfico. Depresión en un parteaguas.

R

Rápida. Estructura inclinada para unir tramos de canal a desnivel. Tramo de un canal con pendiente mayor que la crítica.

Rasante. Proyección del desarrollo del eje del fondo de un conducto de agua o del eje de la corona de un camino sobre un plano vertical.

Rastra. Rastrillo que sirve para emparejar la superficie del terreno.

Recinto. Espacio encerrado entre ciertos límites en colados de concreto. En obras de desvío, zona comprendida entre ataguías.

Rectificación. Corrección que se realiza al curso de un río.

Recubrimiento. Distancia mínima entre la cara del refuerzo y la cara de concreto. Material que cubre o protege a otro elemento.

Refuerzo. Barras y perfiles de acero que se utilizan para reforzar el concreto, con objeto de que al trabajar conjuntamente puedan resistir mayores esfuerzos.

Régimen. Variación del caudal de una corriente con respecto al tiempo.

Régimen rápido. Escurrimiento en un conducto abierto que se verifica con un tirante mayor que el crítico.

Registro. Abertura con tapa para examinar, conservar o reparar una instalación oculta o subterránea.

Rehabilitación. Acción de restituir una obra a su estado original de funcionamiento.

Rejilla. Armazón de elementos metálicos para evitar el paso de cuerpos flotantes.

Represa. Estructura transversal en un canal o dren.

Revestimiento. Material artificial que se coloca sobre una superficie para estabilizarla o impermeabilizarla.

S

Salto hidráulico. Cambio brusco del régimen rápido al lento en una corriente.

Sección crítica. Sección de una estructura hidráulica donde se pasa del flujo tranquilo al rápido.

Sección longitudinal. Corte vertical de una estructura por su eje más largo.

Sección transversal. Corte vertical normal al eje longitudinal de una estructura o trazo topográfico.

Sifón invertido. Conducto cerrado que cruza una depresión topográfica.

Silleta. Elemento estructural sobre el cual se soportan tuberías y accesorios. Soporte separador para mantener el acero de refuerzo en posición.

Sistema de tierras. Elementos de protección para equipos electrónicos y electromecánicos conectados a tierra.

Subcolector. Conjunto que recibe las aportaciones de aguas negras de las atarjeas y termina en un colector.

Subestación eléctrica. Conjunto de equipos y elementos que modifican los parámetros de la corriente eléctrica y la distribuyen.

Subestructura. Conjunto de elementos que sirven de apoyo a la superestructura y transmiten las cargas a la cimentación.

Subpresión. Presión intersticial del agua que actúa sobre una superficie.

Sumergencia. Tirante o altura mínima del agua en el interior de un depósito necesario para la correcta operación de un equipo de bombeo.

T

Tajo. Excavación a cielo abierto con taludes laterales.

Talud. Declive del paramento de un muro, corte, terraplén o del terreno natural. Representación gráfica o numérica de la proyección horizontal de la hipotenusa del triángulo rectángulo y su altura de la corteza terrestre y sus deformaciones.

Tectónica. Parte de la geología que trata de la estructura de la corteza terrestre y de sus deformaciones.

Tenencia de la tierra. Posesión de hecho o de derecho de una superficie de terreno.

Terraza. Restos de una capa de aluvión sensiblemente horizontal. Espacio descubierto levantado del suelo rodeado de balaustrada. Fajas de terreno niveladas, utilizadas para conservación de suelos.

Tirante. Elemento estructural que trabaja a la tensión. Distancia vertical entre la plantilla de un canal o río y la superficie libre del agua.

Tirante crítico. Profundidad del agua en un conducto abierto con flujo crítico.

Tolerancia. Rango dentro del cual deben quedar las dimensiones de una excavación, una estructura o un mecanismo con respecto a las de proyecto. Error permisible.

Transformador. Dispositivo que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro con un cambio de voltaje.

Transición. Cambio que se realiza en la geometría de un encauzamiento o rectificación. Cambio de forma en la sección transversal de un canal o conducto.

Trazo. Técnica topográfica consistente en seguir una ruta en forma de línea quebrada o de polígono.

Túnel falso. Prolongación a cielo abierto de un túnel.

U

Umbral. Parte inferior de la entrada de agua a una estructura. Parte inferior de un vano.

V

Vado. Estructura en un camino para el cruce de una corriente de agua en estiaje.

Válvula. Dispositivo compuesto de elementos fijos y móviles que controla, obstruye o admite el paso de un fluido en una tubería.

Vaso. Almacenamiento artificial de agua en una presa.

Vástago. Barra metálica que transmite la fuerza del mecanismo a una compuerta deslizante para su desplazamiento.

V.A. y E.A. Abreviación de válvula de admisión y expulsión de aire.

Vertedor. Estructura para medición o descarga de excedentes de agua.

Z

Zapata. Ampliación de la sección de una columna o el ensanchamiento de la sección a lo largo de un muro de carga para distribuir esfuerzos sobre el suelo o los elementos de apoyo.

10 ANEXOS

- AP-10.1 TOMA DOMICILIARIA TIPO I
- AP-10.2 TOMA DOMICILIARIA TIPO II
- AP-10.3 TOMA TIPO DE 50 MM (2") DE DIÁMETRO
- AP-10.4 TOMA DOMICILIARIA MÚLTIPLE
- AP-10.5 ATRAQUES DE CONCRETO
- AP-10.6 HIDRANTE CONTRA INCENDIO TIPO I
- AP-10.7 HIDRANTE CONTRA INCENDIO TIPO II
- AP-10.8 SECCIÓN CONSTRUCTIVA DE ZANJA
- AP-10.9 CRUCES ELEVADOS
- AP-10.10 TABLA PARA CÁLCULO DE DIÁMETRO ECONÓMICO
- AP-10.11 TABLA DE CÁLCULO PARA RED DE DISTRIBUCIÓN
- AP-10.12 SÍMBOLOS PARA PIEZAS ESPECIALES DE CRUCEROS
- AP-10.13 CAJA TIPO PARA VÁLVULAS CON JUNTA MECÁNICA
- AP-10.14 CAJA TIPO PARA VÁLVULAS CON EXTREMIDADES BRIDADAS
- AP-10.15 REGISTRO PARA OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE 100 MM (4") A 300 MM (12") DE DIÁMETRO
- AP-10.16 SIMBOLOGÍA
- AP-10.17 LOCALIZACIÓN DE TUBERÍA EN VIALIDAD
- AP-10.18 VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE Y DESFOGUE TIPO
- AP-10.19 PIEZAS ESPECIALES DE ACERO SOLDABLES
- AP-10.20 PIEZAS ESPECIALES DE ACERO BRIDADAS
- AP-10.21 UBICACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO
- AP-10.22 CERCO PERIMETRAL TIPO PARA ESTRUCTURAS
- AP-10.23 TANQUE ESTRUCTURAL TIPO CAP.= 250 M³
- AP-10.24 TANQUE ESTRUCTURAL TIPO CAP.= 500 M³
- AP-10.25 TANQUE ESTRUCTURAL TIPO CAP.= 1000 M³
- AP-10.26 TANQUE ESTRUCTURAL TIPO CAP.= 1500 M³

- AP-10.27 TANQUE ESTRUCTURAL TIPO CAP.= 2000 M³
- AP-10.28 TANQUE ESTRUCTURAL TIPO CAP.= 2500 M³
- AP-10.29 TANQUE ESTRUCTURAL TIPO CAP.= 3000 M³ EN DOS ETAPAS
- AP-10.30 TANQUE ESTRUCTURAL TIPO CAP.= 4000 M³
- AP-10.31 VERTEDOR DE EXCEDENCIAS Y REGISTROS TIPO
- AP-10.32 CAJA ROMPEDORA DE PRESIÓN TIPO I
- AP-10.33 CAJA ROMPEDORA DE PRESIÓN TIPO II
- AP-10.34 POZO PROFUNDO Y CASETA DE PROTECCIÓN
- AP-10.35 TAMAÑO DE PLANOS
- AP-10.36 DISTRIBUCIÓN DE PLANO
- AP-10.37 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994

Grupo Técnico de Normas para Proyecto de Sistemas de Agua Potable
Actualización 2008

Coordinación:

Comisión Estatal del Agua de Baja California

Ing. Félix Martínez Raygoza

Colaboró por la **Comisión Estatal de Servicios Públicos** de:

Ensenada

Ing. Lorenzo Pérez Moya

Mexicali

Ing. José de Jesús Aguilar Valenzuela

Ing. Fortino Angulo Muñoz

Tecate

Ing. Elpidio Astrain Fraire

Tijuana

Ing. José Alfredo Ceballos Lizárraga

Ing. María de la Luz Chávez Martínez