



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS,
PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO DE
UN CENTRO EDUCATIVO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A N :

CHRISTIAN CORTÉS SEGUNDO

ROBERTO VALENTINO PONCE GALICIA

DIRECTOR DE TESIS: ING. NARCISO TALAMANTES CHÁVEZ



MÉXICO, D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/045/06

Señores
CHRISTIAN CORTÉS SEGUNDO
ROBERTO VALENTINO PONCE GALICIA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. NARCISO TALAMANTES CHÁVEZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES
HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO"**

- INTRODUCCIÓN
- I. ANTECEDENTES
- II. METODOLOGÍA PAR EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES
- III. IMPACTO URBANO EN MATERIA HIDROSANITARIO
- IV. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO
- V. SISTEMA OPERATIVO Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES
- VI. INGENIERÍA DE COSTOS
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- ANEXOS
- BIBLIOGRAFÍA

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 28 de junio del 2006.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB/AJP/crc

DEDICATORIA

LA NATURALEZA NO JUEGA A LOS DADOS

POR ALGUN MOTIVO AGRADEZCO LLAMARTE PADRE

POR ALGUN MOTIVO AGRADEZCO LLAMARTE MADRE

POR ALGUN MOTIVO AGRADEZCO LLAMARTE HERMANO

ESE MOTIVO, ES EL CARIÑO QUE TIENEN HACIA MI Y YO HACIA USTEDES.

DEDICATORIA

GRACIAS A DIOS:

Gracias Padre Celestial por mi existencia, gracias por la sonrisa amable y la sonrisa amiga, gracias por tu fuerza, sabiduría y amor que me das, que me hicieron empezar este proyecto con valentía y terminarlo con perseverancia.

A MIS PADRES:

Doy gracias a Dios que los eligió como mis padres, porque son de mi vida la mejor parte. Gracias por haberme dado lo mejor de mi existencia, por estar siempre conmigo, por su cariño y comprensión, por su paciencia y amor para guiarme en la vida.

A mi Padre, que desde el cielo con su luz me bendice y me acompaña, y a mi Madre que con su amor incondicional y sus consejos, lograron que con perseverancia terminara este proyecto: personal y profesional.

A MIS PROFESORES Y COMPAÑEROS:

Jamás existirá una forma de agradecer en ésta vida de lucha y superación constante. Deseo expresarles que mis ideales, esfuerzos y logros, constituyen el legado más grande que pudiera recibir, mismos que posibilitaron la conquista de ésta meta: mi formación profesional.

GRACIAS

ROBERTO VALENTINO

**“PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS,
PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO DE
UN CENTRO EDUCATIVO”**

ÍNDICE

ÍNDICE

	<u>Página</u>
INTRODUCCIÓN	INTRODUCCIÓN – 1
CAPÍTULO I ANTECEDENTES	I – 1
I.1 Objetivo	I – 1
I.2 Descripción del proyecto en estudio	I – 1
I.3 Ubicación de las fuentes de abastecimiento agua potable	I – 3
I.3.1 Toma domiciliaria	I – 3
I.3.2 Localización de la toma domiciliaria	I – 4
I.3.3 Diámetro de la toma domiciliaria	I – 4
I.3.4 Gastos y presión disponibles	I – 4
I.3.5 Otras fuentes de abastecimiento	I – 5
I.4 Ubicación de las descargas de aguas residuales y pluviales	I – 5
I.4.1 Precipitación pluvial en la zona	I – 5
I.4.2 Descargas de aguas residuales	I – 6
I.4.3 Alcantarillado	I – 7
I.4.4 Localización del colector municipal	I – 7
I.4.5 Diámetro del colector municipal	I – 7
I.4.6 Cota del colector municipal	I – 8
I.4.7 Otras formas de eliminación de aguas residuales	I – 8
I.5 Alcances del proyecto	I – 9
I.5.1 Proyecto conceptual	I – 10
I.5.2 Proyecto básico	I – 10
I.5.3 Ingeniería de detalle	I – 10
CAPÍTULO II METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES	
II.1 Información básica	II – 1
II.1.1 Planos arquitectónicos	II – 1
II.1.2 Planos topográficos	II – 3
II.1.3 Superficie del inmueble	II – 3
II.1.4 Destino del inmueble	II – 3
II.1.5 Número de habitantes	II – 5
II.1.6 Criterios a considerar en el diseño	II – 9
II.1.7 Anteproyecto	II – 10
II.1.8 Estudios preliminares	II – 12
II.1.9 Fase del proyecto	II – 12
II.1.9.1 Edificio de aulas	II – 13
II.1.9.2 Edificio de cafetería	II – 13
II.1.10 Catálogo de especificaciones generales y cálculo de los sistemas	II – 14
II.1.11 Catálogo de conceptos con cantidades de obra	II – 14

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

	<u>Página</u>
II.1.12 Presupuesto de instalaciones	II – 14
II.1.13 Ejecución de obra	II – 14
II.1.14 Toma municipal	II – 15
II.1.15 Cabezal de succión y descarga de bombas	II – 15
II.1.16 Redes de distribución	II – 16
II.1.17 Alimentaciones de agua a servicios	II – 16
II.1.18 Evacuación de aguas residuales y doble ventilación	II – 17
II.1.19 Sistema de evacuación de aguas pluviales	II – 17
II.2 Coordinación con las Ingenierías relacionadas	II – 18
II.2.1 Juntas de coordinación	II – 19
II.2.2 Instalación eléctrica	II – 20
II.3 Normas y Reglamentos	II – 20
 CAPÍTULO III IMPACTO URBANO EN MATERIA HIDROSANITARIA	
III.1 Tramitología para el Diseño Hidrosanitario	III – 1
III.2 Evaluación del Proyecto Hidrosanitario	III – 3
III.3 Factibilidad de las Demandas del Proyecto Hidrosanitario	III – 24
III.4 Impacto Ambiental	III – 24
III.4.1 Modificación del Impacto Ambiental	III – 25
III.4.2 Evaluación del Impacto Ambiental	III – 25
III.4.3 Manifestación de Impacto Ambiental	III – 25
III.4.4 Ordenamiento ecológico	III – 25
 CAPÍTULO IV DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO	
IV.1 Instalación para el suministro de agua potable	IV – 2
IV.1.1 Cálculo de gastos máximos y de diseño	IV – 4
IV.2 Instalación para el suministro de agua tratada	IV – 17
IV.3 Instalación para el sistema de riego	IV – 20
IV.3.1 Abastecimiento de agua para riego	IV – 20
IV.3.2 Tipo de riego	IV – 21
IV.3.2.1 Accesorios	IV – 21
IV.3.2.2 Gastos	IV – 22
IV.3.2.3 Carga de trabajo	IV – 22
IV.3.2.4 Máxima pérdida de carga por fricción	IV – 23
IV.3.2.5 Volumen requerido para riego	IV – 23
IV.3.2.6 Controles	IV – 23
IV.4 Instalación para la evacuación y ventilación de aguas residuales	IV – 25
IV.5 Instalación para la evacuación de aguas pluviales	IV – 28
IV.5.1 Cálculo de la capacidad del tanque de tormentas	IV – 30
IV.6 Descripción de la red de distribución de agua	IV – 33
IV.7 Cálculo de la red de distribución de agua	IV – 33
IV.7.1 Cálculo de la red contra incendio	IV – 34
IV.8 Equipo de bombeo	IV – 36
IV.8.1 Equipo de bombeo para agua potable	IV – 36

	<u>Página</u>
IV.8.1.1 Cálculo del tanque hidroneumático	IV – 37
IV.8.1.2 Cálculo del compresor	IV – 39
IV.8.1.3 Equipo seleccionado para agua potable	IV – 40
IV.8.2 Equipo de bombeo para agua tratada	IV – 42
IV.8.2.1 Cálculo del tanque hidroneumático	IV – 43
IV.8.2.2 Cálculo del compresor	IV – 45
IV.8.2.3 Equipo seleccionado para agua tratada	IV – 45
IV.8.2.4 Equipo contra incendio	IV – 46
IV.8.2.5 Equipo de bombeo Simplex eléctrico	IV – 47
IV.8.2.6 Equipo seleccionado	IV – 48
IV.8.2.7 Equipo de bombeo con motor de combustión interna Volkswagen	IV – 48
IV.8.2.8 Selección de equipo para riego	IV – 49
IV.8.2.9 Selección de equipos de bombeo Simplex	IV – 49
 CAPÍTULO V SISTEMA OPERATIVO Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	
V.1 Procedimientos constructivos en el marco hidrosanitario	V – 1
V.1.1 Procedimientos constructivos de la red de agua potable	V – 2
V.1.2 Procedimientos constructivos de la red de alcantarillado	V – 4
V.2 Especificaciones de materiales y equipos	V – 4
V.2.1 Referencia a Reglamentos y Normas	V – 4
V.2.2 Calidad de los materiales	V – 5
V.2.3 Amplitud de los trabajos	V – 5
V.2.3.1 Localización de tuberías y accesorios	V – 5
V.2.3.2 Relaciones con la estructura	V – 6
V.2.3.3 Pruebas de hermeticidad	V – 6
V.2.3.4 Pruebas finales para recepción de los trabajos	V – 7
V.3 Toma de agua potable y llenado de cisternas	V – 7
V.3.1 Tubería	V – 7
V.3.2 Conexiones	V – 7
V.3.3 Materiales de unión	V – 7
V.3.4 Válvulas	V – 8
V.3.5 Soportería	V – 8
V.4 Cabezal de succión de bombas	V – 8
V.4.1 Tubería	V – 8
V.4.2 Conexiones	V – 8
V.4.3 Materiales de unión	V – 8
V.4.4 Válvulas	V – 9
V.4.5 Soportería	V – 9
V.5 Succión y descarga de bombas de equipo hidroneumático para agua potable	V – 9
V.5.1 Tubería	V – 9
V.5.2 Conexiones	V – 9
V.5.3 Materiales de unión	V – 9

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

	<u>Página</u>
V.5.4 Válvulas	V – 10
V.5.5 Mangueras antivibratorias	V – 10
V.5.6 Soportería	V – 10
V.6 Redes de distribución de agua potable del cuarto de bombas a acometidas de edificios	V – 10
V.6.1 Tubería	V – 10
V.6.2 Conexiones	V – 11
V.6.3 Materiales de unión	V – 11
V.6.4 Válvulas	V – 11
V.6.5 Soportería	V – 11
V.7 Alimentaciones de agua potable a sanitarios de hombres y mujeres en laboratorios y bebederos	V – 12
V.7.1 Tubería	V – 12
V.7.2 Conexiones	V – 12
V.7.3 Válvulas	V – 12
V.7.4 Materiales de unión	V – 12
V.7.5 Soportería	V – 13
V.7.6 Llave para lavabo	V – 13
V.7.7 Filtros y purificadores para bebederos	V – 13
V.7.8 Bebederos	V – 13
V.8 Succión y descarga de bombas del equipo hidroneumático para agua tratada	V – 13
V.8.1 Tubería	V – 13
V.8.2 Conexiones	V – 13
V.8.3 Materiales de unión	V – 14
V.8.4 Válvulas	V – 14
V.8.5 Soportería	V – 14
V.9 Redes de distribución de agua tratada del cuarto de bombas a acometida de edificios	V – 14
V.9.1 Tubería	V – 14
V.9.2 Conexiones	V – 15
V.9.3 Materiales de unión	V – 15
V.9.4 Válvulas	V – 15
V.9.5 Soportería	V – 15
V.10 Alimentación de agua tratada en sanitarios de hombres y mujeres	V – 16
V.10.1 Tubería	V – 16
V.10.2 Conexiones	V – 16
V.10.3 Materiales de unión	V – 16
V.10.4 Válvulas	V – 16
V.10.5 Soportería	V – 16
V.10.6 Fluxómetro para taza	V – 17
V.10.7 Fluxómetro para mingitorio	V – 17
V.11 Succión y descarga de bombas contra incendio	V – 17
V.11.1 Tubería	V – 17

	<u>Página</u>
V.11.2 Conexiones	V – 17
V.11.3 Materiales de unión	V – 17
V.11.4 Válvulas	V – 18
V.11.5 Soportería	V – 18
V.12 Red contra incendio del cuarto de bombas a hidrantes del edificio II	V – 18
V.12.1 Tuberías	V – 18
V.12.2 Conexiones	V – 18
V.12.3 Materiales de unión	V – 18
V.12.4 Válvulas	V – 19
V.12.5 Soportería	V – 19
V.13 Succión y descarga de bombas para riego	V – 19
V.13.1 Tubería	V – 19
V.13.2 Conexiones	V – 19
V.13.3 Materiales de unión	V – 20
V.13.4 Válvulas	V – 20
V.13.5 Soportería	V – 20
V.14 Red de riego por aspersión y Válvula de Acoplamiento Rápido (VAR)	V – 20
V.14.1 Tubería	V – 20
V.14.2 Conexiones	V – 21
V.14.3 Materiales de unión	V – 21
V.14.4 Aspersores	V – 21
V.15 Suministro, maniobras, montajes y puesta en marcha de equipo hidroneumático para agua tratada	V – 21
V.15.1 Hidroneumático Tríplex	V – 21
V.16 Suministro, maniobras, montajes y puesta en marcha de equipo hidroneumático para agua potable	V – 22
V.16.1 Hidroneumático Dúplex	V – 22
V.17 Suministro, maniobras, montajes y puesta en marcha de equipos contra incendio	V – 23
V.17.1 Contra incendio con motor eléctrico	V – 23
V.17.2 Equipo de bombeo con motor de combustión interna Volkswagen	V – 24
V.18 Suministro, maniobras, montajes y puesta en marcha de equipos para riego y bomba para achique	V – 25
V.18.1 Equipo para riego	V – 25
V.18.2 Bomba para achique de cárcamo	V – 25
V.19 Instalación de bombas para achique de cárcamo, rebosaderos y desagües de cisternas	V – 26
V.19.1 Tubería	V – 26
V.19.2 Conexiones	V – 26
V.19.3 Válvulas	V – 26
V.19.4 Soportería	V – 26
V.20 Bajadas de aguas negras y columnas de doble ventilación	V – 27

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

	<u>Página</u>
V.20.1 Tubería	V – 27
V.20.2 Conexiones	V – 27
V.20.3 Ventilaciones	V – 27
V.20.4 Soportería	V – 27
V.21 Desagües y ventilación de muebles, sanitarios en laboratorios y cocinetas	V – 27
V.21.1 Tubería	V – 28
V.21.2 Conexiones	V – 28
V.21.3 Ventilaciones	V – 28
V.21.4 Soportería	V – 28
V.21.5 Coladeras	V – 29
V.21.6 Taza para fluxómetro	V – 29
V.21.7 Mingitorio con trampa integral	V – 30
V.21.8 Lavabo	V – 31
V.22 Colectores, bajadas de aguas pluviales y desagües de pasillos	V – 31
V.22.1 Tubería	V – 31
V.22.2 Conexiones	V – 32
V.22.3 Soportería	V – 32
V.23 Instalación eléctrica de equipos de bombeo	V – 32
V.24 Instalación eléctrica de programadores y válvulas solenoides para riego	V – 33
V.25 Generalidades	V – 33
V.25.1 Pruebas de tuberías	V – 33
V.25.2 Modificaciones y ampliaciones	V – 34
V.25.3 Albañilería	V – 34
V.25.4 Pasos para tubería	V – 35
V.25.5 Instalaciones en muros	V – 35
V.25.6 Válvulas	V – 35
V.25.7 Limpieza	V – 35
V.25.8 Herramientas	V – 35
V.26 Instalación de tuberías de cobre	V – 36
V.26.1 Cortes	V – 36
V.26.2 Ajustes de conexiones	V – 36
V.26.3 Soldaduras	V – 36
V.26.4 Sobrecalentamiento	V – 36
V.26.5 Dobleces	V – 36
V.27 Instalación de tuberías de acero galvanizado por inmersión cédula 40	V – 37
V.27.1 Conexiones y acoplamiento	V – 37
V.28 Instalación de tubería de acero soldable sin costura cédula 40	V – 38
V.28.1 Tubería	V – 38
V.28.2 Conexiones	V – 38
V.28.3 Elementos de unión	V – 38
V.28.4 Válvulas	V – 38
V.28.5 Ejecución	V – 38

	<u>Página</u>
V.29 Instalación de tubería y conexiones de PVC hidráulico	V – 39
V.29.1 Cementada	V – 39
V.30 Instalación sanitaria	V – 39
V.30.1 Instalación de tubería y conexiones lisas de acoplamiento rápido	V – 39
V.30.2 Corte	V – 40
V.30.3 Acoplamiento	V – 40
V.30.4 Soportes	V – 40
V.30.5 Instalaciones interiores de sanitarios	V – 41
V.30.6 Succión y descarga de equipos	V – 41
V.31 Equipos hidroneumáticos	V – 44
V.31.1 Componentes de los sistemas hidroneumáticos	V – 45
V.31.2 Presiones de operación del sistema Hidroneumático	V – 47
V.31.3 Redes y columnas de agua potable y tratada	V – 47
V.31.4 Distribuidores horizontales	V – 47
V.31.5 Columnas	V – 48
V.31.6 Ramificaciones	V – 48
V.32 Redes y columnas de contra incendio	V – 49
V.32.1 Equipos contra incendio	V – 49
V.32.1.1 Distribución de hidrantes con manguera	V – 50
V.32.1.2 Escuelas, Institutos y Universidades	V – 50
V.32.1.3 Equipo de bombeo Simplex eléctrico	V – 51
V.32.1.4 Equipo de bombeo con motor de combustión interna Volkswagen	V – 51
V.32.2 Hidrante	V – 52
V.32.2.1 Sistema de hidrantes	V – 52
V.32.2.2 Gabinete de protección contra incendio	V – 52
V.32.2.3 Gabinete metálico	V – 52
V.32.2.4 Válvula de seccionamiento	V – 53
V.32.2.5 Manguera	V – 53
V.32.2.6 Chiflón	V – 53
V.32.2.7 Extintor	V – 53
V.33 Línea de riego	V – 53
V.33.1 Riego por goteo	V – 53
V.33.2 Cintas de exudación	V – 54
V.33.3 Riego por aspersion	V – 54
V.33.4 Riego por micro aspersion	V – 55
V.33.5 Riego subterráneo	V – 55
V.33.6 Riego por difusores	V – 55
V.34 Riego por aspersion y válvula de acoplamiento rápido	V – 56
V.34.1 Selección de equipo para riego	V – 56
V.34.2 Selección de equipos de bombeo Simplex	V – 56
V.34.3 Tablero de control electrónico	V – 57

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

	<u>Página</u>
V.35 Colectores y bajadas de aguas residuales y pluviales	V – 57
V.35.1 Sistema de drenaje propuesto	V – 57
V.35.1.1 Descripción del sistema	V – 58
V.36 Sistema de evacuación de aguas pluviales	V – 58
V.36.1 Descripción del sistema	V – 58
CAPÍTULO VI INGENIERÍA DE COSTOS	
VI.1 Catálogo de conceptos	VI – 2
VI.1.1 Planos y especificaciones	VI – 2
VI.1.2 Determinación de los conceptos de obra.	VI – 2
VI.1.3 Lista de materiales	VI – 3
VI.1.4 Cuantificación de conceptos	VI – 3
VI.2 Catálogo de precios unitarios	VI – 3
VI.3 Programación	VI – 3
VI.3.1 Programación de fechas	VI – 3
VI.4 Presupuesto	VI – 5
VI.4.1 Costos Preliminares	VI – 5
VI.4.2 Costos Finales	VI – 5
Tabla VI.1 Presupuesto para la Toma de agua potable y el llenado de cisternas	VI – 6
Tabla VI.2 Presupuesto para el cabezal de succión de bombas	VI – 7
Tabla VI.3 Presupuesto para la succión y descarga del equipo hidroneumático para agua potable	VI – 8
Tabla VI.4 Presupuesto para las redes de distribución de agua potable del cuarto de bombas a acometida de edificios	VI – 10
Tabla VI.5 Presupuesto para las alimentaciones de agua potable a sanitarios hombres, mujeres laboratorios y bebederos	VI – 11
Tabla VI.6 Presupuesto de la succión y descarga de las bombas del hidroneumático de agua tratada	VI – 14
Tabla VI.7 Presupuesto de las redes de distribución de agua tratada del cuarto de bombas a acometida de edificios	VI – 16
Tabla VI.8 Presupuesto de la alimentación de agua tratada a sanitarios hombres y mujeres	VI – 17
Tabla VI.9 Presupuesto de la succión y descarga de las bombas Contra Incendio	VI – 19
Tabla VI.10 Presupuesto de la Red Contra Incendio del cuarto de bombas a hidrantes de Edificio II	VI – 21
Tabla VI.11 Presupuesto de la succión y descarga de bombas para riego	VI – 23
Tabla VI.12 Presupuesto de la red de riego por aspersion y válvula de acoplado rápido (VAR)	VI – 25
Tabla VI.13 Presupuesto para el suministro, maniobras montaje y puesta en marcha del equipo hidroneumático para agua tratada.	VI – 27

	<u>Página</u>
Tabla VI.14 Presupuesto para el suministro, maniobras, montaje y puesta en marcha del equipo hidroneumático para agua potable.	VI – 28
Tabla VI.15 Presupuesto para el suministro, maniobras, montaje y puesta en marcha del equipo Contra Incendio.	VI – 29
Tabla VI.16 Presupuesto para el suministro, maniobras montaje y puesta en marcha del equipo de riego y bomba para achique	VI – 30
Tabla VI.17 Presupuesto para la instalación de bombas para achique del cárcamo, rebosadero y desagüe de cisternas.	VI – 31
Tabla VI.18 Presupuesto para las bajadas de aguas negras y columnas de doble ventilación	VI – 32
Tabla VI.19 Presupuesto de los desagües y ventilación de muebles sanitarios, laboratorios y cocineta	VI – 33
Tabla VI.20 Presupuesto para colectores, bajadas de aguas pluviales y desagües de pasillos	VI – 35
Tabla VI.21 Presupuesto para la instalación eléctrica de equipos de bombeo	VI – 37
Tabla VI.22 Presupuesto para la instalación eléctrica de programadores y válvulas solenoides	VI – 39
Tabla VI.23 Presupuesto de la obra	VI – 40
Tabla VI.24 Programa de erogaciones para las Instalaciones hidrosanitarias pluvial y Contra Incendio de un Centro Educativo	VI – 42
Tabla VI.25 Programa de avance de obra, en porcentajes y en función de las erogaciones para las instalaciones, hidrosanitarias, pluvial y Contra Incendio de un Centro Educativo	VI – 44
VI.5 Licitación	VI – 45
VI.5.1 Análisis de precios para concurso	VI – 45
VI.5.2 Contrato	VI – 47
VI.5.3 Contrato a Precio Alzado	VI – 48
VI.5.4 Contrato a Precio Unitario	VI – 48
VI.5.4.1 Índices de Costo	VI – 49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	CONCL Y RECOM – 1
ANEXOS	
ANEXOS I PLANOS	ANEXOS I – 1
ANEXOS II NORMAS DE DISEÑO DE INGENIERÍA	ANEXOS II – 1
BIBLIOGRAFÍA	BIBLIOGRAFIA – 1

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCION

La historia de la plomería es sumamente interesante. Se han encontrado vestigios de trabajos sanitarios y de plomería hechos con habilidad por hombres primitivos hace cien mil años. Miles de años antes de Cristo, los gobernantes de Egipto, Grecia y Roma pugnaban por tener sistemas sanitarios de uno u otro tipo. Algunas de estas obras históricas consisten en acueductos, construidos con terracota y ladrillo, que enviaban el agua a algún depósito y baños, que eran simples excavaciones en el suelo revestidos con baldosas.

En la antigua Roma, al individuo que trabajaba en el campo sanitario se le llamaba plumbarius, tomado de la palabra latina plumbum, que significa plomo. Como su trabajo principal consistía en conformar piezas de plomo, que después de dos mil años, el trabajador del campo sanitario todavía se le llama plomero

En el siglo XVIII, Francia empezó a construir instalaciones públicas para servicio de agua. En general, Europa estaba en un período de construcción, incluyendo en este progreso el arte de la Ingeniería sanitaria.

Después de la Guerra civil norteamericana. La utilidad de los sistemas de abastecimiento de agua y los de eliminación de aguas negras se hizo más evidente y se empezó a considerar la plomería como una necesidad en vez de un lujo, como era considerada veinte años antes. A principios del siglo XX, en los interiores de los edificios se instalaron inodoros de los tipos de fondo en tolva o con descarga de agua, así como fregaderos, lavabos y bañeras. Los sifones de los aparatos sanitarios fueron ventilados y se introdujo el agua corriente caliente y fría. Durante este período apareció el inodoro de descarga por sifón y los estados establecieron leyes para el control sanitario. Los edificios se hicieron más grandes y la gente que los ocupaba necesitaba más instalaciones y equipo sanitarios. Aunque todavía existen muchos hogares que no cuentan con sistemas completos de plomería, su progreso corregirá al fin esta condición poco satisfactoria.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Los primeros “ingenieros” fueron ciertos especialistas en hidráulica y obras públicas. Y naturalmente entre ellos deberán contarse los constructores de los canales excavados en la Mesopotamia y el antiguo Egipto.

También entre los griegos la ingeniería se ocupó especialmente de agrimensura y construcciones de albañilería civil y militar. Se hicieron progresos en la construcción de galerías, acueductos, puentes, etc., técnicamente perfectos. Los conocimientos de mecánica eran imperfectos. Leonardo de Vinci, hizo estudios notables de ingeniería. Trató los problemas técnicos con la mentalidad de un ingeniero moderno, y fue el primero que estudió y agrupó sistemáticamente los resultados de los experimentos. En todos los campos obtuvo directamente un conjunto orgánico de nociones. Sus investigaciones sobre la dinámica de los fluidos y la resistencia de los materiales resultan sorprendentes para su época.

La primera escuela de Ingeniería fue abierta en París en 1747, y fue la famosa “Escuela de Puentes y Caminos”. El año siguiente, en Mecieres, también en Francia, se abrió la “Escuela de los Ingenieros”. Después aparecieron dos famosas escuelas de ingeniería, la “Escuela Técnica Superior de Praga, en 1806 y una escuela similar en 1815. Así comenzaba el glorioso período de la Ingeniería, el siglo en que fueron construidas grandiosas obras técnicas y durante el cual los estudios se fueron haciendo paulatinamente más profundos, obteniéndose resultados más notorios.

Asimismo se vive ahora, en el mundo de la técnica y de la ciencia, y la ingeniería se ha convertido, sin lugar a dudas, en una de las bases del progreso humano.

En la construcción de las edificaciones, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones sanitarias, debido a que debe satisfacer las necesidades básicas del ser humano, como son el agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza del hogar, eliminando desechos orgánicos, etc.

Las instalaciones sanitarias estudiadas en este caso, son del tipo domiciliario, donde se consideran los aparatos sanitarios de uso privado. Estas instalaciones básicamente deben cumplir con las exigencias de habitabilidad, funcionalidad, durabilidad y economía en toda la vivienda.

El diseño de la red sanitaria, que comprende el cálculo de la pérdida de carga disponible, la pérdida de carga por tramos considerando los accesorios, el cálculo de las presiones de salida, tiene como requisitos: conocer la presión de la red pública, la presión mínima de salida, las velocidades máximas permisibles por cada tubería y las diferencias de altura, entre otros. Conociendo estos datos se logrará un correcto dimensionamiento de las tuberías y accesorios de la vivienda, como se verá en el presente trabajo.

Así, el presente trabajo tiene como propósito fundamental el de mostrar las etapas de ejecución que conformaron el proyecto a nivel ejecutivo para el diseño de las instalaciones hidrosanitarias, pluvial y contra incendio de un centro educativo.

Cabe señalar que este trabajo se desarrolló en seis capítulos atendiendo a una normatividad y diseño que tendrá como resultado una comunidad de estudiantes, ya que este proyecto está definido desde el principio, en donde se consideran todos los factores y ordenamientos que deben tomarse en cuenta.

El Capítulo I denominado “Antecedentes” abarca las características generales de este centro educativo y la descripción del proyecto, así como la ubicación de las fuentes de abastecimiento de agua potable y la ubicación de las descargas de aguas residuales y pluviales.

Con respecto al Capítulo II “Metodología para el Diseño de las Instalaciones” es dar una información básica de la factibilidad de la realización de este proyecto como es su ubicación y las características generales de la zona del predio, y donde se coordina con otras disciplinas de Ingeniería y estando siempre regidas por Normas y Reglamentos.

En el Capítulo III llamado “Impacto Urbano en Materia Hidrosanitaria” se expone la tramitología para llevar a cabo el diseño hidrosanitario y su evaluación para la factibilidad de las demandas para un proyecto hidrosanitario.

Dentro de este capítulo se menciona también un tema de gran importancia como es el Impacto Ambiental ya que conforme la humanidad ha crecido en número y se ha dotado de comodidades como forma de vida, el costo ha sido la depredación del medio ambiente, el abuso en la utilización de los recursos naturales y la contaminación del agua, aire y suelo. El hombre lo ha hecho de manera negligente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

hasta llegar a afectar frecuentemente su salud y en extremo, incluso su vida. Su desapego por la conservación del medio ambiente hizo que, recientemente se empezará a normar su actuación, buscando, ahora sí, respetar el equilibrio ecológico que no debió trastocar.

A partir de entonces expide leyes ambientales encargadas del ordenamiento y preservación ecológica que norman la utilización de los recursos naturales, vigilando el uso del agua, con las disposiciones para regular los desarrollos urbanos.

En el Capítulo IV "Diseño de las Instalaciones Hidrosanitarias, Pluvial y Contra Incendio" se señala que uno de los aspectos más importantes es satisfacer las necesidades básicas del ser humano, como son el agua potable e instalación de redes para el desalojo de "aguas usadas" (negras o residuales) y de las aguas de lluvia (pluviales) y de instalaciones contra incendio.

El diseño de la red sanitaria, que comprende el cálculo de la pérdida de carga disponible, la pérdida de carga por tramos considerando los accesorios, el cálculo de las presiones de salida, tiene como requisitos: conocer la presión de la red pública, la presión mínima de salida, las velocidades máximas permisibles por cada tubería y las diferencias de altura, entre otros. Conociendo estos datos se logrará un correcto dimensionamiento de las tuberías y accesorios. El trabajo se basa en el método más utilizado para el cálculo de las redes de distribución interior de agua, que es el denominado Método de los gastos probables, creado por Roy B. Hunter, que consiste en asegurar a cada aparato sanitario un número de "unidades de gasto" determinadas experimentalmente.

Los diámetros de las descargas de los muebles sanitarios se determinan en función al gasto, calculado en unidades-mueble. Una unidad mueble es el gasto de la descarga de un lavabo con salida (céspol) de 32 mm de diámetro, igual a 25 litros por minuto.

Para el Capítulo V "Sistema Operativo y Mantenimiento de las Instalaciones" se hace mención de los procedimientos constructivos de las instalaciones hidrosanitarias y de las especificaciones de equipos y materiales y de las redes de agua potable y tratada y contra incendio y de los colectores y bajadas de aguas

residuales y pluviales para que el sistema funcione y explicando el mantenimiento de dichas instalaciones.

En el Capítulo VI "Ingeniería de Costos" es importante tomar conciencia de la necesidad de los costos en la obra, pues no se deben seguir derrochando los recursos económicos, tener ineficiencias o errores de los sistemas de planeación.

El presente tema de costos tiene como función, establecer los criterios para conocer los alcances que se soliciten para obtener un servicio de proyecto congruente del mercado, para lograr un proyecto de acuerdo a los requerimientos económicos o de detalle de ingeniería dependiendo el tipo de obra a realizar. Una vez descritos éstos, se pueda tener una ingeniería de costos que responda al servicio que se realizará, con ello el cliente, podrá exigir la calidad y nivel de desarrollo, según sea el alcance exigido, tratado o pactado.

Resumiendo, el presente trabajo es la realización de un Centro Educativo que tiene por objetivo atender la necesidad educativa de la población de la Ciudad de México y su zona conurbada.

En este trabajo además de todo lo expuesto, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones que deberán seguirse para lograr el objetivo propuesto de realizar un Proyecto a Nivel Ejecutivo para el Diseño de las Instalaciones Hidrosanitarias, Pluvial y Contra incendio de un Centro Educativo, asimismo se presenta anexos donde se encuentran concentrados los planos y las Normas de Ingeniería seguidas en el desarrollo del proyecto, finalmente se presenta la bibliografía que sirvió de apoyo en el desarrollo de esta Tesis.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

CAPITULO I

ANTECEDENTES

Las personas físicas o morales interesadas en construir inmuebles como conjuntos habitacionales, edificaciones, oficinas, conjuntos comerciales, industrias, clínicas, escuelas y en general cualquiera de aquellos que de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, deben edificarse previa obtención de una Licencia de Construcción, con frecuencia se ven envueltas en una problemática que, en suma y en el mejor de los casos les hace requerir mas tiempo del previsto para el desarrollo y buen trámite correspondiente, para ello en la presente tesis se trataran los diferentes aspectos técnicos, en lo que se refiere al proyecto hidrosanitario enlazados en un fin común con las demás ingenierías

I.1 OBJETIVO

Aplicar los conocimientos de ingeniería civil, particularmente la hidráulica, sanitaria y construcción a la planeación, diseño, especificaciones de construcción y recomendaciones operativas de las instalaciones para el suministro de agua potable y tratada, así como, la evacuación de aguas residuales y pluviales e instalación para el control de incendios de un complejo educativo, ubicado en Prolongación de las Granjas y calle México–Azcapotzalco en la Ciudad de México.

I.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para el complejo educativo se considerará una población de 3,150 alumnos en total repartidos de la siguiente forma:

- 1) 3,000 alumnos totales
- 2) 150 personal docente

Hay que tomar en cuenta que las capacidades mencionadas serán saturadas paulatinamente, por lo que, la construcción del inmueble se hará conforme a las necesidades del proyecto, las cuales están en función en el número de alumnos que se tenga enseguida se menciona las diferentes etapas de este proyecto.

A continuación se presenta la Tabla I.1 “Áreas de Edificación”.

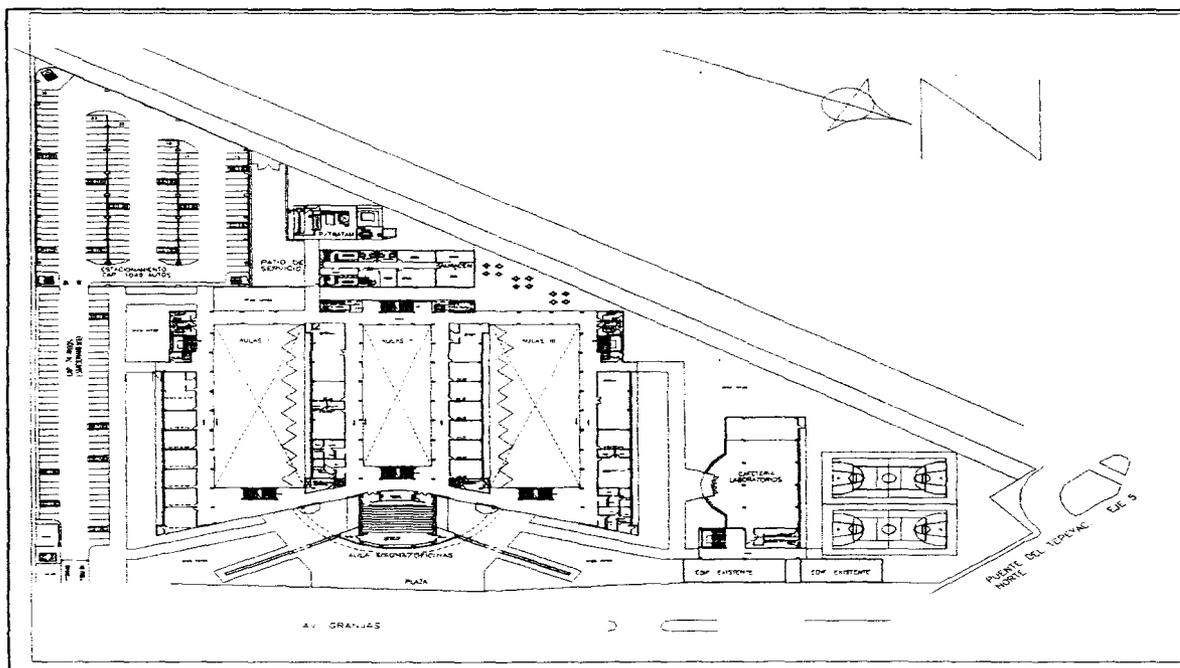
**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA I.1 "ÁREAS DE EDIFICACIÓN"

Núm.	CONCEPTO	CONSTRUCCIÓN En m ²
1	AULAS I	8,400
2	AULAS II	15,096
3	AULAS III	8,400
4	AUDITORIO/OFCINAS	4,209
5	PUENTES	1,749
6	CAFETERÍA/LABORATORIOS	4,800
7	PLANTA FÍSICA/TALLERES	1,120
8	ESTACIONAMIENTO	26,600
TOTAL		70,374

Las anteriores áreas de edificación se llevaran a cabo en tres etapas, en lo que se refiere a la edificación, no así en proyecto, ya que para efecto de trámite ante la autoridad responsable de autorizar la factibilidad de realizar dicho inmueble debe contemplar la edificación en su totalidad.

FIGURA I.1 "PLANTA DE CONJUNTO"



En el siguiente plano de conjunta se hará mención de las diferentes etapas de construcción:

1ra. Etapa

Aulas II la cuales se encuentran al centro y las oficinas zonas exteriores, cuarto de máquinas el cual tendrá seis niveles incluyendo planta baja, los cuatro primeros niveles serán aulas y los siguientes niveles serán destinados a oficinas.

2da. Etapa

Se contempla la construcción de puentes y edificación de a Aulas I lado izquierdo de plano, con la misma cantidad de niveles que Aulas II, dichos puentes unirán las Aulas II y Aulas I.

3ra. Etapa

La etapa final del proyecto, dicha etapa seguirá la misma secuencia que la segunda etapa

I.3 UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Las fuentes de abastecimiento, son aquellas que proporciona el municipio en cuestión, para ello se tiene que presentar el proyecto ejecutivo contemplando el plan maestro, o bien, citando las partes que contemplan las diferentes etapas en e proyecto, a continuación se hace referencia a los diferentes aspectos de este capítulo.

I.3.1 TOMA DOMICILIARIA

El suministro de agua potable a una edificación, se puede efectuar a partir de la red municipal, o bien, de una fuente de captación alternativa (casi siempre propia) en caso de no existir la primera. Sin embargo, en la mayoría de los casos la fuente de abastecimiento de agua será la red de agua municipal donde se insertan los puntos de toma para el servicio de cada uno de los predios que se alinean a uno y otro lado de las calles a través de lo que se conoce como toma domiciliaria.

La toma domiciliaria será de 75 mm, según se verá en el Capítulo IV "Diseño de las Instalaciones Hidrosanitarias, Pluvial y Contra Incendio" las trayectorias de la línea de llenado a cisternas no interfiere con otra trayectoria de las demás disciplinas de la ingeniería.

I.3.2 LOCALIZACIÓN DE LA TOMA DOMICILIARIA

La localización de la toma domiciliaria determina la ubicación del cuadro de medidores; así mismo, a partir de ella se efectúa el trazo de la línea de alimentación a los puntos necesarios, procurando que sea lo más directo posible, es decir, sin que se lleven a cabo cambios de dirección excesivos.

I.3.3 DIÁMETRO DE LA TOMA DOMICILIARIA

El diámetro de la toma tiene que justificarse con el diámetro requerido calculado que estará en función del gasto y la presión requerida por la edificación.

Para determinar el diámetro de la toma, será preciso conocer las variaciones de presión de la red en el punto de inserción, para lo cual se requiere tomar lecturas con un manómetro durante un periodo prolongado en un lugar próximo a dicho punto. El gasto que habrá de pasar por la toma, deberá ser aquel que garantice el servicio al inmueble.

I.3.4 GASTOS Y PRESIÓN DISPONIBLES

El diámetro de la toma más comúnmente usado es de 13 mm; sin embargo, en el caso de requerirse un diámetro mayor por las necesidades hidráulicas de la edificación, dado el costo que este podría representar, es necesario analizar la conveniencia de instalar cisternas de regularización con la capacidad suficiente para cubrir el servicio a la edificación.

Los problemas que se presentan con mayor frecuencia en la red de distribución municipal, son la irregularidad en el servicio, pudiéndose interrumpir inesperadamente, así como se pueden presentar variaciones de presión y gasto en la red, o bien la presión puede resultar insuficiente para hacer llegar el agua a todos los muebles de la edificación, todos estos factores se encuentran fuera del control del propietario, por lo que trae consigo la necesidad de disponer de dispositivos de regularización y/o tanques de almacenamiento, a partir de los cuales se haga llegar el agua a la edificación mediante diferentes sistemas de acuerdo a las necesidades que se presentan en cada caso.

Para ello se presentan los siguientes sistemas:

- a) Sistema de abastecimiento directo
- b) Sistema de abastecimiento por gravedad
- c) Sistema de abastecimiento a presión
- d) Sistema de abastecimiento combinado

I.3.5 OTRAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

En zonas donde no exista red de distribución municipal, o que esta resulte insuficiente para cubrir la necesidades de la edificación, deberá seleccionarse una fuente de abastecimiento alternativo basándose en dos factores principalmente: la calidad del agua, es decir, la fuente de abastecimiento seleccionada deberá cumplir con las características físicas, químicas y bacteriológicas que marcan las normas correspondientes; y el costo, debiéndose considerar la fuente de abastecimiento que resulte más económica.

En general, las fuentes de agua subterráneas tienen prioridades sobre las aguas superficiales, ya que al encontrarse confinadas, presentan mayor riesgo de contaminación; por otra parte, las aguas superficiales son preferibles que las aguas atmosféricas ya que estas al estar en contacto con la atmósfera pueden arrastrar en su caída sustancias contaminantes suspendidas en el ambiente.

I.4 UBICACIÓN DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES

Las descargas de aguas residuales se hacen de tal manera que no se sature el colector municipal, en caso de que el diámetro sea mayor al permisible, se tendrá que hacer uso de, tanques de tormentas o pozos de absorción, a continuación se mencionan las características principales en este rubro.

I.4.1 PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN LA ZONA

La intensidad de lluvia y la superficie de captación de agua pluvial deben considerarse para establecer el volumen de agua que es posible captar, por dos razones principales: analizar la posibilidad de utilizarlas como fuente de abastecimiento y diseñar la red de evacuación correspondiente.

Cuando se establezca que esta agua serán utilizadas como fuente de abastecimiento.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

En el Distrito Federal se presentan dos problemas principales: las inundaciones producidas por las lluvias y la escasez de agua potable. Siendo el uso doméstico el de mayor demanda, ambos problemas pueden resolverse si las aguas pluviales se aprovechan dentro de la edificación y de esta manera aminorará el consumo de agua potable en algunas actividades humanas distintas al consumo directo, al aseo personal y lavado del vestido, tales como riego de jardines, lavado de vehículos particulares, lavado de patios, andadores, pasillos, en fuentes de ornato o en algunos muebles sanitarios como inodoros. Actualmente en México, existe legislación a nivel federal donde se presentan ciertas obligaciones concernientes al uso de las aguas pluviales.

Las aguas pluviales generalmente resultan ser de buena calidad sobre todo si éstas no han tocado la superficie terrestre. Su captación en la edificación se realiza principalmente en la superficie de azoteas para después ser conducidas por medio de una red de tuberías hacia un depósito de almacenamiento a partir del cual se dispondrá su uso. Sin embargo, las aguas pluviales al tener contacto con cualquier superficie expuesta al medio ambiente, arrastran en su paso toda clase de impurezas que se van acumulando, por lo que deben ser sometidas a tratamiento que consiste en un proceso de filtración y/o cloración principalmente, dependiendo de la calidad que se requiere obtener.

a) Para el diseño de la red de evacuación.

Cuando se determina que no es factible aprovechar las aguas pluviales dentro de la edificación, el agua captada por el área de azotea deberá conducirse por facilidad, a las afueras de la edificación por medio de una red de tuberías que generalmente es independiente de la red de evacuación de aguas residuales.

1.4.2 DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son descargadas al colector municipal directamente, en el caso de este proyecto serán canalizadas a una planta de tratamiento para su tratamiento, a continuación se mencionan los diferentes temas referentes a aguas residuales

I.4.3 ALCANTARILLADO

Se requiere evacuar de la manera más rápida y eficiente posible de las aguas residuales provenientes de la edificación, aquellas que han sido utilizadas en los diferentes muebles y equipos; así como, las aguas pluviales deberán evacuarse cuando se determine el uso de ellas dentro de la edificación.

En edificaciones ubicadas en calles con red de alcantarillado público de tipo combinado, las aguas residuales y pluviales deberán descargar a dicha red, siendo el propietario responsable de solicitar a las autoridades correspondientes la conexión del colector de salida del predio con la red. Es importante hacer notar que la reglamentación vigente, establece la obligatoriedad para ciertas edificaciones de someter las aguas residuales a estudios de factibilidad de tratamiento y reuso de aguas; debiendo cumplir con lo especificado en las normas federales en cuanto a calidad que deben tener las aguas residuales para poder ser descargadas a la red municipal. A partir de esta norma federal se han creado diferentes normas locales.

I.4.4 LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR MUNICIPAL

Se debe conocer la localización del colector municipal sobre la calle para ubicar el punto donde descargarán las aguas residuales y pluviales de la edificación canalizando el albañal interior hacia dicho punto.

I.4.5 DIÁMETRO DEL COLECTOR MUNICIPAL

El diámetro del colector del alcantarillado municipal generalmente es suficiente para recibir la descarga de agua residual y pluvial; sin embargo, cuando la magnitud de la edificación es considerablemente grande, el diámetro del colector podría resultar insuficiente para recibir las aguas residuales provenientes de ella. El mismo caso podría presentarse en época de lluvia cuando los gastos de precipitación que se presentan durante una tormenta en gastos “pico” son considerablemente mayor comparados con los gastos durante secas o tormentas moderadas. Ambas situaciones traerían consigo la saturación del colector municipal, imposibilitando la evacuación de las aguas.

Para facilitar la descarga tanto de aguas residuales como pluviales, se puede disponer de cárcamos de aguas residuales y tanques de tormentas respectivamente, cuyas finalidades es permitir la concentración de las aguas en dichos depósitos por un determinado tiempo sin saturar el colector municipal, para posteriormente descargar el agua más lentamente hacia él, por gravedad, si la cota del colector municipal lo permite o mediante un equipo de bombeo para hacer llegar el agua a la cota requerida para su elevación.

I.4.6 COTA DEL COLECTOR MUNICIPAL

Se requiere conocer la cota del colector municipal en referencia de la cota del albañal interior para determinar si las aguas provenientes de la edificación podrán ser descargadas al colector municipal por gravedad siguiendo una pendiente mínima del 1.5 %.

La cota del colector municipal se puede conocer midiendo el nivel de la plantilla existente en el pozo de visita ubicado más próximo al punto de descarga al colector municipal, o bien, cuando el punto de descarga se encuentre aproximadamente a la misma distancia de dos pozos de visita, la cota de dicho punto se conocerá en relación a la diferencia del nivel de plantilla en ambos pozos y la distancia a uno de ellos.

Cuando la cota de albañal interior se encuentra más abajo que la cota del colector municipal, no es posible que se lleve a cabo la descarga de aguas residuales y pluviales por gravedad, por lo que se dispone de un cárcamo de aguas residuales o tanque de tormentas en el caso de aguas pluviales con equipo de bombeo, para que las aguas concentradas en dichos depósitos sean elevadas a niveles de la cota del colector municipal.

I.4.7 OTRAS FORMAS DE ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Cuando la edificación se encuentra ubicada en lugares fuera del perímetro de la redes de alcantarillado municipal, se permite la instalación de tanques sépticos (fosa séptica) o plantas de tratamiento de aguas residuales siempre y cuando cumpla con la reglamentación vigente y el terreno presente las características adecuadas para su buen funcionamiento .

El grado de tratamiento al que se debe someter las aguas residuales, se deberá considerar en cada caso particular de acuerdo a las exigencias de calidad que se requieran para su reutilización o a la capacidad de las aguas receptoras para asimilar el afluente; así mismo para cumplir con las normas de calidad existentes a nivel federal que controlan las descargas de aguas residuales a un cuerpo receptor como puede ser el suelo, cualquier masa de agua, etc.

Los tanque sépticos representan un tipo de tratamiento primario recomendable para edificaciones pequeñas y para aquellos lugares en que se disponga de un terreno lo suficientemente permeable para instalar uno o más pozos de absorción, o con la permeabilidad y área necesaria para construir un campo de infiltración.

Por otra parte, la instalación de plantas de tratamiento debe considerarse para edificaciones grandes y aquellos lugares en que no se disponga de terreno para eliminarse por filtración el efluente de fosas sépticas, ya que el afluente será reutilizado o bien, descargada directamente a una corriente superficial.

Las aguas pluviales no requieren pasar por un sistema de fosa séptica o planta de tratamiento cuando no exista red de alcantarillado público; se tratará en lo posible que éstas aguas escurran superficialmente siempre y cuando no ocasionen molestias en el entorno. Aún cuando en general las aguas pluviales no se infiltran se puede optar por la utilización de pozos de absorción cuando el caudal no sea demasiado grande que ocasione la saturación del pozo.

I.5 ALCANCES DEL PROYECTO

Este tema se refiere al proceso, tiempos de entrega del proyecto hidrosanitaria, enmarcando responsabilidades del mismo proyectista y el responsable de las diferentes disciplinas, para que las entregas de información se hagan en tiempo y forma. La coordinación será fundamental para abarcar las necesidades del proyecto, en la medida que se cuenten con los conceptos de arquitecturas e ingenierías el proyecto adquirirá la etapa de ejecución, es decir, quien se encargue de la ejecución de la obra no tenga ninguna duda.

En los siguientes incisos se desarrollan el Proyecto Conceptual, el Proyecto Básico y la Ingeniería de Detalle.

I.5.1 PROYECTO CONCEPTUAL

Es aquel en que únicamente se dan los lineamientos generales en todas las etapas del proyecto, su interpretación y desarrollo sólo podría realizarse con técnicos muy especializados a nivel licenciatura que tengan experiencia, amplios conocimientos y criterio de la materia, para evitar que su seguimiento pueda representar costos adicionales.

I.5.2 PROYECTO BÁSICO

La elaboración de los proyectos a este nivel, es aquella en donde se lleva acabo el estudio, solución, dibujos y especificaciones en forma completa o genérica, que permita realizar las instalaciones en obra, aclarando que todavía a este nivel, su interpretación deberá ser a través de técnicos especializados, pues aunque tiene indicados recorridos, solamente se dan lineamientos o detalles de aquellas instalaciones que pudieran tener problemas en su conexión o colocación de materiales o equipos.

Por su contexto, la cuantificación de los materiales y alcances de mano de obra, pueden variar dependiendo de las experiencias del personal técnico empleado para ello, y el resultado de la instalación puede tener variación en su costo final.

I.5.3 INGENIERÍA DE DETALLE

Este sistema como lo describe el concepto, deberá ir el proyecto en todas sus fases, que no debe quedar lugar a duda para su construcción en la instalación, pues aquí se indican en planos de alzado, plantas, cortes. Todas y cada una de las características, capacidades, dimensiones debidamente acotadas a los niveles de circulación, alturas, separaciones, así como se representarán a escala mayores todos y cada uno de los detalles de equipos y materiales a instalar, indicando soportería, interferencias, dimensionamiento, apoyos y características físicas de todas y cada una de las partes que componen la instalación.

Las especificaciones deben ser claras, precisas, concisas, indicando los pasos a seguir en las instalaciones, tanto en la adquisición de equipos y materiales como los procedimientos de instalación, pruebas y balanceo.

Por su nivel y alcance, su cuantificación e interpretación puede evitar gastos innecesarios y el costo final de la instalación es más exacto.

Para elaborar los proyectos a este nivel, es necesario contar con toda la información completa de los planos arquitectónicos y todas las definiciones indispensables tanto técnicas, como administrativas y de operación, para lograr el fin correspondiente.

Este documento define con precisión las etapas de trabajo, los alcances generales y particulares del proyecto hidrosanitario, pluvial y contra-incendio así como los criterios para la edición computarizada de los planos los cual se verá en el siguiente capítulo.

Los conceptos vertidos en este documento deben ser respetados durante cada una de las etapas del proyecto, a fin de garantizar la eficiencia, uniformidad y calidad de los resultados.

Los anteriores puntos son tratados en el Capítulo II “Metodología para el Diseño de las Instalaciones” con más énfasis, en este capítulo se dan las secuencias para lograr el fin común, para ello se tendrán en cuenta las responsabilidades de cada una de las partes.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

CAPITULO II

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIÓN

Este tema contiene los elementos necesarios para la ejecución de un proyecto ejecutivo en lo que se refiere a la especialidad hidrosanitaria, pluvial y contra incendio, así como, la coordinación con las diferentes disciplinas de la ingeniería (eléctrica, voz y datos, estructural, etc.), la importancia de la relación proyecto y ejecución en campo, tiempo–costo y los reglamentos vigentes para la ejecución de este proyecto, El proyecto arquitectónico debe entenderse como el conjunto de documentos, cálculos, especificaciones y gráficos que expresan las soluciones arquitectónicas requeridas para satisfacer las necesidades definidas por el Programa Arquitectónico.

II.1 INFORMACIÓN BÁSICA

Para el diseño y cálculo adecuado de las instalaciones hidráulicas y sanitarias se requiere contar con cierta información básica que consiste, por una parte, en el conocimiento de las necesidades y limitaciones propias de la edificación y por otra, en la identificación de factores externos determinados por la zona donde se localiza el predio, como son: reglamentación vigente, existencia o no de las redes de abastecimiento y de alcantarillado municipal, intensidad de precipitación en la zona, etcétera.

Los datos anteriores, entre otros, intervienen en la elección de los criterios más apropiados para el diseño racional de las instalaciones.

II.1.1 PLANOS ARQUITECTÓNICOS

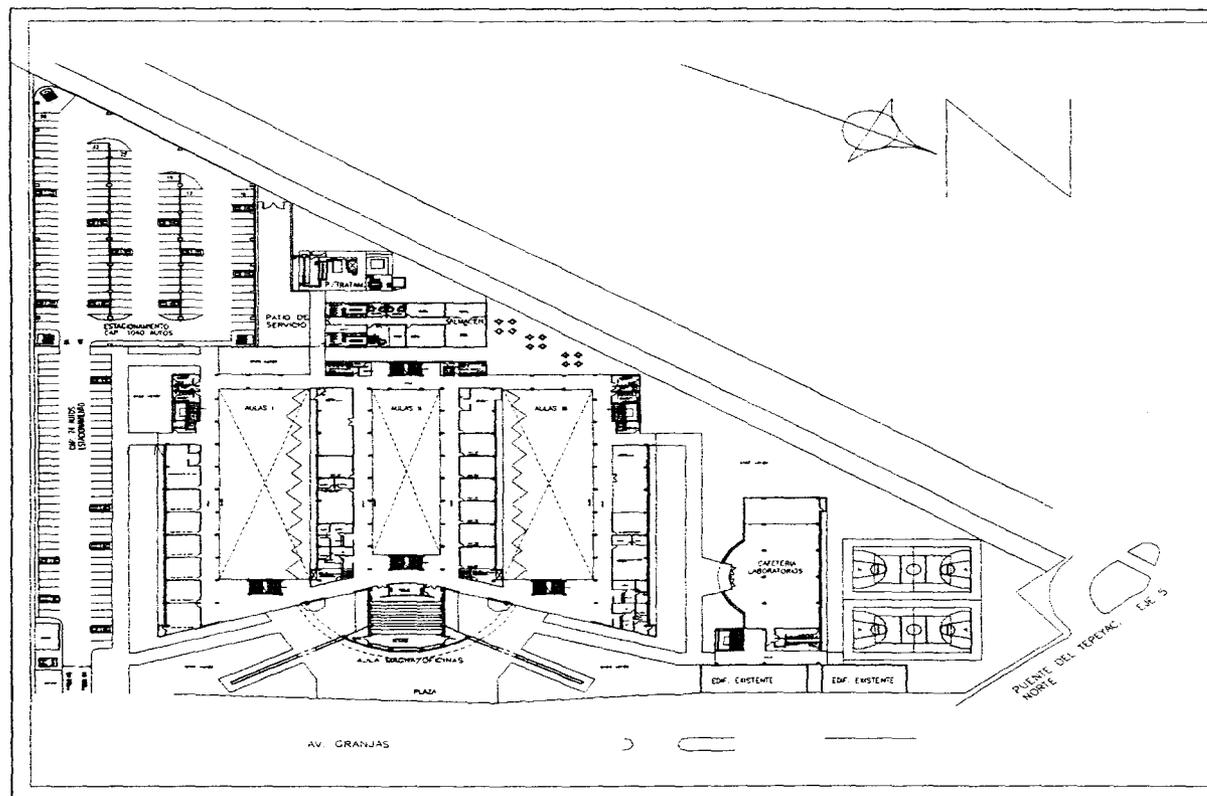
Los planos arquitectónicos son la base de todo proyecto de instalaciones para edificios. Sobre los planos arquitectónicos se traza la red de distribución y el sistema de evacuación de agua, de acuerdo con la distribución de los diferentes muebles y aparatos a servir.

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO

Se requiere disponer de planos arquitectónicos en planta, planos de azotea para su desagüe, planos en corte para señalar los pasos de las tuberías a través de la estructura y plano de conjunto para la ubicación del cuarto de máquinas y cisterna, en caso de existir, así como para el trazo de la línea de alimentación de agua desde la toma hasta la cisterna y del albañal de salida hacia donde tendrá lugar la descarga de las aguas residuales y pluviales.

Las escalas y formatos que se aplican a dichos planos son los siguientes: el papel es de 90 x 60 cm y de 120 x 90 cm, en papel bond o albanene, quedando la escala en función del tamaño del papel, en caso de que no sean legibles los espacios disponibles para las instalaciones hidráulicas y sanitarias, entonces se hace un detalle de dicha zona, ajustando la escala al tamaño del papel antes mencionado.

FIGURA II.1 “PLANTA DE CONJUNTO”



II.1.2 PLANOS TOPOGRÁFICOS

Las cotas del predio influyen en la ubicación de los diferentes elementos del sistema como son la línea de alimentación a la edificación y el sistema de evacuación de aguas residuales y pluviales.

El albañal de salida de aguas residuales se trazará tendiendo a la parte más baja del límite del predio para facilitar el escurrimiento del agua por gravedad siempre y cuando la atarjea municipal se encuentre en esa dirección. En algunos casos, la atarjea del alcantarillado municipal se encuentra en una cota más alta con respecto al albañal interior, por lo que se requiere aplicar una solución alterna como permitir que las aguas residuales se concentren en un cárcamo de bombeo para a partir de esta elevarlas hasta alcanzar la cota de la atarjea municipal.

II.1.3 SUPERFICIE DEL INMUEBLE

El dato de la superficie del inmueble permite determinar el número de muebles sanitarios que deben existir en cada inmueble en relación a su superficie. Así, se tienen las siguientes especificaciones:

- a) Para viviendas con una superficie de menos de 45 m² se requerirá como mínimo de dos excusados, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero.
- b) Para viviendas con una superficie de 45 m² o mayor, debe contar como mínimo con cuatro excusado, una regadera, un lavadero, un lavabo y un fregadero

Los locales de trabajo y comercios que tengan una superficie hasta de 120 m² y hasta 15 trabajadores o usuarios, tendrán como mínimo un excusado y un lavabo o vertedero.

II.1.4 DESTINO DEL INMUEBLE

La normatividad vigente establece las dotaciones mínimas a satisfacer, así como el número total de muebles requeridos, con base en el destino del inmueble, como se muestra a continuación en la Tabla II.1 "Dotación mínima en relación al tipo de inmueble"

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA II.1 "DOTACIÓN MÍNIMA EN RELACIÓN AL TIPO DE INMUEBLE"

TIPO DE EDIFICACIÓN	DOTACIÓN MÍNIMA (En litros)
HABITACIONAL	
Vivienda	150 litros/habitante/día
COMERCIAL	
Abastecimiento y almacenamiento	
Mercados públicos	100 litros/puesto/día
Locales comerciales en general	6 litros/m ² /día
Baños públicos	300 litros/bañistas/día
Servicios sanitarios	300 litros/bañistas/día
Lavanderías	40 litros/kilogramo ropa seca
Agencias y talleres	100 litros/trabajador/día
SERVICIOS	
Administración	
Oficinas de cualquier tipo	50 litros/persona/día
Otros servicios	100 litros/trabajador/ día
Hospitales y centros de salud	
Atención medica a usuarios externos	12 litros/sitio/paciente
Atención medica a usuarios internos	800 litros/cama/día
Asilos y orfanatos	300 litros/huésped/día
Asistencia animal	
Dotación por animal en su caso	25 litros/animal/día
Educación e institutos científicos	
Educación preescolar	20 litros/alumno/turno
Educación básica y media básica	25 litros/alumno/turno
Educación media superior y superior	25 litros/alumno/turno
Instituto de investigación	50 litros/persona/día
Exhibición e información	
Museos y centros de información	10 litros/asistente/día
Instituciones religiosas	
Lugares de culto: Templos, iglesias y sinagogas	10 litros/concurrente/día
Alimentos y bebidas	
Cafés, restaurantes, bares etc.	12 litros/comensal/día
Recreación social	
Centros comunitarios, sociales, culturales, salones de fiestas	25 litros/asistente/día
Alojamiento	
Hoteles, moteles, albercas y casas de huéspedes	300 litros/huésped/día
Campamentos para remolques	200 litros/huésped/día
Policía y bomberos	
Policía y bomberos	200 litros/persona/día

Esta tabla continúa en la página siguiente

TABLA II.1 “DOTACIÓN MÍNIMA EN RELACIÓN AL TIPO DE INMUEBLE”
(Continúa de la página anterior)

TIPO DE EDIFICACIÓN	DOTACIÓN MÍNIMA (En litros)
RECLUSORIOS	
Centros de readaptación social, de integración familiar y reformatorios	200 litros/interno/día
FUNERARIOS	
Agencia funeraria	10 litros/sitio/visitantes
Cementerios, crematorios y mausoleos	100 litros/trabajador/día
Visitantes a cementerios, crematorios y mausoleos	3 litros/visitante/día
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	
Estacionamientos	8 litros/cajón/día
Sitios, paraderos y estacionamientos de transferible.	100 litros/trabajador/día
Terminales de autobuses foráneos	10 litros/pasajero/día
Estaciones del sistema de transporte colectivo	2 litros/m ² /día
INDUSTRIA	
Todo tipo de industria	100 litros/trabajador/día
INFRAESTRUCTURA	
Equipamiento e infraestructura Aplica las necesidades de uso y funcionamiento y además los índices de los locales correspondientes	100 litros/trabajador/día
ESPACIOS ABIERTOS	
Jardines y parques	100 litros/trabajador/día
	5 litros/m ² /día
ENTRENAMIENTOS	
Espectáculos y reuniones	10 litros/asistente/día
DEPORTES RECREATIVOS	
Practicas deportiva con baños y vestidores	150 litros/asistente/día
Espectáculos deportivas	10/asientos/día

Nota: Las dotaciones presentadas son tomadas del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente, en lo que se refiere a las dotaciones de mínimas para un inmueble

II.1.5 NÚMERO DE HABITANTES

En función del número de habitantes y el destino del inmueble se requiere cierta cantidad de muebles mínimos dentro de una edificación, tomando en consideración como se muestra en la Tabla II.2 “Número de muebles por habitante y destino del inmueble”

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA II.2 "NÚMERO DE MUEBLES POR HABITANTE
Y DESTINO DEL INMUEBLE"**

TIPOLOGÍA	MAGNITUD	EXCUSADOS	LAVABOS	REGADERAS
COMERCIAL				
Todo tipo de comercio bodegas	Hasta 25 empleados	2	2	0
	De 26 a 50	3	2	0
	De 51 a 75	4	2	0
	De 76 a 100	5	3	0
	Cada 100 adicionales fracción	3	2	0
Bodegas y almacenes mayores a 200 m ² donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto deceso	Hasta 25 empleados	2	2	2
	De 26 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción	3	3	3
Venta y renta de vehículos	Hasta 100 empleados	2	2	0
	De 101 a 200	3	2	0
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	0
Baños públicos	De 5 a 10 usuarios	2	2	1
	De 11 a 20 usuarios	3	3	4
	De 21 a 50 usuarios	4	4	8
	De 51 adicionales o fracción	3	3	4
HOSPITALES Y SERVICIOS DE SALUD Y ASISTENCIA				
Salas de espera	Hasta 100 empleados	2	2	0
	De 101 a 200	3	2	0
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	0
Cuarto de cama	Hasta 10 camas	1	1	1
	De 11 a 25 camas	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1

Esta tabla continúa en la página siguiente

**TABLA II.2 “NÚMERO DE MUEBLES POR HABITANTE
Y DESTINO DEL INMUEBLE”**

(Continúa de la página anterior)

TIPOLOGÍA	MAGNITUD	EXCUSADOS	LAVABOS	REGADERAS
Empleados	Hasta 25 empleados	2	2	0
	De 26 a 50	3	2	0
	De 51 a 75	4	2	0
	De 76 a 100	5	3	0
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	0
EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN				
Educación preescolar, Básica y Media básica Media superior y Superior	Cada 50 alumnos	2	2	0
	Hasta 75 alumnos	3	2	0
	Cada 75 adicionales o fracción	4	2	0
Instituto investigación	Hasta 100 personas	2	2	0
	De 101 a 200	3	2	0
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	0
Centro culturales, clubes sociales, salones de fiesta y para banquetes.	Hasta 100 personas	2	2	0
	De 101 a 200	4	4	0
	Cada 100 adicionales o fracción	2	2	0
Deportes y recreación (centros deportivos, estadios, hipódromos, gimnasios)	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 200	4	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción	2	2	2
ALOJAMIENTO				
Hoteles, moteles y albercas	Hasta 10 huéspedes	2	2	0
	De 11 a 25	4	4	0
	Cada 25 adicionales o fracción	2	2	0

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA II.2 “NÚMERO DE MUEBLES POR HABITANTE
Y DESTINO DEL INMUEBLE”**

(Continúa de la página anterior)

TIPOLOGÍA	MAGNITUD	EXCUSADOS	LAVABOS	REGADERAS
POLICÍA Y BOMBEROS				
Centro de policías,	Hasta 10 personas	1	1	1
Estación de bomberos y cuarteles	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
RECLUSORIOS				
Centros de readaptación social, integración familiar y reformatorios			Director responsable de obra	
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES				
Estacionamientos de transporte	Empleados	1	1	0
	Públicos	2	2	0
	Hasta 100 personas	2	2	0
	De 101 a 200	3	2	0
	Cada 200 adicionales	2	1	0
INDUSTRIA				
Industria donde se manipulen materiales y sustancias de peligro	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 25 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	5	5
	Otras industrias	Cada 100 adicionales o fracción	3	3
Otras industrias	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 25 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	5	5
		Cada 100 adicionales o fracción	3	3

Esta tabla continúa en la página siguiente

**TABLA II.2 “NÚMERO DE MUEBLES POR HABITANTE
Y DESTINO DEL INMUEBLE”**

(Continúa de la página anterior)

TIPOLOGÍA	MAGNITUD	EXCUSADOS	LAVABOS	REGADERAS
ESPACIOS ABIERTOS				
Jardines y parques	Hasta 100 personas	2	2	0
	De 101 a 400	4	4	0
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	0
ENTRETENIMIENTO				
Auditorio, teatros, cines, Salas de concierto, centros de convenciones	Hasta 100 asistentes	2	2	—
	De 101 a 200	4	4	—
	Cada 100 adicionales o fracción	2	2	—

II.1.6 CRITERIOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO

La Dirección de Proyectos y Construcción de la empresa contratista, coordinará los proyectos de instalaciones separando el desarrollo en dos fases anteproyecto y proyecto ejecutivo, para ello la coordinadora contemplará los puntos de vista de todas las ingenierías involucradas, por lo que, se formaran criterios a seguir en cada ramo.

De conformidad con los requerimientos en materia inmobiliaria, los proyectos se clasifican en Obra Nueva, Ampliación y Reacondicionamiento.

- Las modalidades de Obra Nueva y Ampliación, se definen como el conjunto de acciones para construir de origen, un proyecto de obra inscrito en un programa predeterminado y debidamente autorizado.
- La modalidad de Reacondicionamiento se define como el conjunto de acciones para modificar los espacios o instalaciones existentes, incluyendo la reparación mayor y la sustitución parcial o total de sus elementos constructivos.

Para efecto de estas Normas Técnicas, las fases que conforman los proyectos arquitectónicos, así como los valores porcentuales correspondientes a cada una de ellas son los siguientes:

**TABLA II.3 “FASES QUE CONFORMAN LOS PROYECTOS
ARQUITECTÓNICOS, Y VALORES PORCENTUALES”**

CLAVE	FASES DEL TRABAJO	VALORES PORCENTUALES %	
		Obra Nueva/Ampliación	Reacondicionamiento
1	Anteproyecto	35	35
1.1	Estudios preliminares	5	5
1.2	Planos	28	28
1.3	Complementos	2	2
2	Proyecto	65	57
2.1	Planos	60	52
2.2	Complementos	5	5
3	Coordinación del proyecto ejecutivo	-----	-----
	Alcances totales del proyecto arquitectónico	100	92

La siguiente fase es el Anteproyecto que comprende el conjunto de gráficos y documentos que proporcionan la idea general del proyecto de obra, respondiendo a las condiciones establecidas en el programa arquitectónico, las características del terreno seleccionado, el entorno y los reglamentos a los cuales debe sujetarse.

II.1.7 ANTEPROYECTO

- a) Revisión de planos de proyectos arquitectónicos
- b) Determinación y localización de la fuente de abastecimiento de agua potable.
- c) Localización y diseño por parte del proyectista hidráulico de los depósitos de almacenamiento de agua potable y reserva contra incendio, agua tratada y riego, así como el diseño del cuarto para bombas, indicando accesos a cisternas, cuarto de bombas, cárcamos de succión, pendiente, pasos de tuberías en muros y losas en plantas y cortes con escalas legibles. El cálculo estructural estará a cargo del diseñador correspondiente.
- d) Determinación de los sistemas de evacuación de aguas residuales y pluviales. Investigación el tipo de colectores que pasan por las calles

colindantes al predio: diámetro, pendiente, sentido de escurrimiento, cotas de arrastres de tuberías y posos de visitas próximos.

Si se requieren tanques de tormentas, tanques sépticos o planta de tratamiento de aguas residuales.

- e) Determinación de los sistemas de abastecimiento de agua a servicios del Campus bajo las siguientes opciones: Hidroneumático con compresor de aire, Hidroneumático con tanques con membrana pre-cargados de aire, sistema por gravedad, etc.
- f) Tipo de muebles sanitarios y accesorios: Taza con fluxómetro, inodoros con tanque bajo, mingitorios con fluxómetro, con llave de resorte o de paso, Lavabos de Ovalyn chico o grande, Lavabo redondo chico o grande, Llaves para lavabos economizadoras mecánicas o electrónicas, calentadores, filtros con purificadores de agua. Especificando marca y modelo de quipos, muebles y accesorios.
- g) Selección de materiales a usar: tuberías, conexiones, válvulas, coladeras, marcas y modelos.
- h) Selección de equipos de bombeo contra incendio, con motor eléctrico y auxiliar de combustión interna. Marcas y modelos. Diseño y cálculo de equipos de bombeo principal con motor eléctrico, bombeo auxiliar con motor de combustión interna, este equipo se requiere en caso de falla ó interrupción del sistema de energía eléctrica; por lo regular en un conato de incendio este servicio se interrumpe manualmente. Por lo que debe contar con un tablero electrónico para el arranque automático del motor de combustión por caída de presión en la red, dicho tablero debe contar con cargador de batería y tanque de combustión integrado al motor.
El sistema de bombeo con motor eléctrico y motor de combustión, debe ser automático, operando con caída de presión en la red. Además debe contar con su control manual–fuera–automático
- i) El diseñador hidráulico, proporcionará las cargas eléctricas de los motores de bombas que intervienen en su diseño al proyectista eléctrico.

II.1.8 ESTUDIOS PRELIMINARES

Comprenden el análisis e interpretación de la Información Básica necesaria para el desarrollo de los proyectos arquitectónicos, la inspección del sitio y la definición de los lineamientos de proyecto. Dicha Información Básica será proporcionada directamente por la Dirección General Obra Civil, salvo que esta disponga la contratación de especialistas o del mismo proyectista para su desarrollo. Los datos básicos que sustentarán el anteproyecto arquitectónico comprenderán los siguientes conceptos:

- a) Programa Arquitectónico
- b) Datos del Terreno
- c) Servicios de Infraestructura
- d) Levantamiento Topográfico
- e) Estudio de Mecánica de Suelos
- f) Levantamiento del Estado Actual
- g) Marco Financiero de Referencia (Techo Financiero)

II.1.9 FASE DEL PROYECTO

Una vez consumada la Fase I, en coordinación con la Dirección de Arquitectura y las demás especialidades que intervienen, el proyectista de las instalaciones hidrosanitarias elaborará los siguientes **planos ejecutivos**, contando desde luego con el proyecto arquitectónico definitivo y guías mecánicas de equipos especiales aprobados:

- 1) Plan Maestro Redes de Distribución de Agua Potable y Tratada
- 2) Plan Maestro Redes de Riego
- 3) Plan Maestro Colectores de Aguas Pluviales Estacionamiento descubierto
- 4) Planos de Detalles de Cisternas y cuartos para bombas
- 5) Planos de Detalles de Registros y Pozos de Visita
- 6) Plan Maestro de Albañales Aguas Residuales y Aguas Pluviales

En el Edificio de Aulas se tendrá los siguientes planos ejecutivos.

II.1.9.1 EDIFICIOS DE AULAS

- 1) Planos de Instalación Hidráulica: Plantas Bajas, Primer Nivel, Segundo Nivel, Tercer Nivel, etc. y Azoteas.
- 2) Planos de Instalación Sanitaria: Plantas Baja, Primer Nivel, Segundo Nivel, Tercer Nivel y Azoteas.
- 3) Planos de Detalles Sanitarios Planta Baja o Primer Nivel. Escala 1:25 ó 1:10
- 4) Planos de detalles Sanitarios Plantas Tipo. Escala 1:25 ó 1:10
- 5) Planos de Detalles colocación de Muebles Sanitarios, Coladeras en Azoteas y Bajada de Aguas Pluviales (BAP): Escala 1:10
- 6) Planos Isométricos Instalación Hidráulica Núcleos de Sanitarios Escala 1:40 y 1:25
- 7) Planos Isométricos Instalación Sanitaria: Plantas Baja, Primer Nivel.
Segundo Nivel, Tercer Nivel y Azoteas con Bajadas Pluviales

II.1.9.2 EDIFICIO DE CAFETERÍA

- 1) Plano Instalación Hidráulica Planta Cafetería
- 2) Plano Instalación Hidráulica Planta Cocina
- 3) Plano de Detalles Cuarto de equipos de generación y almacenamiento de agua caliente. Colocación de Muebles Sanitarios y Accesorios
- 4) Plano Isométrico Instalación hidráulica Sanitarios y Cocina Cafetería Escala 1:40 y 1:20
- 5) Plano Instalación Sanitaria Planta Cafetería
- 6) Plano Instalación Sanitaria Planta Cocina
- 7) Plano Instalación Sanitaria de Azoteas
- 8) Plano Isométrico Instalación Sanitaria de Sanitarios y Cocina, Escala 1:40 y 1:25
- 9) Plano Isométrico de Bajadas de Aguas Pluviales

10) Planos de Detalles Colocación de muebles sanitarios y coladeras.

II.1.10 CATÁLOGO DE ESPECIFICACIONES GENERALES Y CÁLCULO DE LOS SISTEMAS

Exclusivo para el Campus que se trate, procurando que en la descripción de los sistemas, las trayectorias de tuberías, ubicación de válvulas y coladeras, se refieran a los ejes del proyecto arquitectónico; para una mejor comprensión, tanto para el Instalador como el Supervisor.

II.1.11 CATÁLOGO DE CONCEPTOS CON CANTIDADES DE OBRA

Siguiendo el orden de integración del proyecto y especificaciones, para facilidad de revisión, coordinación, supervisión y estimación de los trabajos ejecutados y terminados.

II.1.12 PRESUPUESTO DE INSTALACIONES

Para licitar la ejecución de las Instalaciones; la Dirección de Construcción deberá integrar a las bases de la misma los siguientes documentos:

Proyecto ejecutivo de las instalaciones del Campus.

Catálogo de especificaciones generales de materiales, muebles sanitarios y equipos.

Catálogo de conceptos con cantidades de obra, el cual debe entregar el concursante con precios unitarios, con sus respectivos análisis. (Material, mano de obra, indirectos y utilidad).

Programa de la Obra Civil indicando tiempo de las actividades; en base a éste, el concursante de instalaciones entregará sus programas de avance de obra y erogaciones. Para la asignación de la obra, no sólo se tomará en cuenta la propuesta económica más baja, sino que además la experiencia en cuanto a calidad y tiempo de entrega de los trabajos ejecutados.

II.1.13 EJECUCIÓN DE OBRA

Una vez asignada la obra, la Dirección de Construcciones designará para la misma un técnico con suficiente conocimiento para supervisar, coordinar, tomar

decisiones, revisar y autorizar estimaciones en base a generadores de trabajos ejecutados y terminados.

Cuidando que las instalaciones se lleven a cabo de acuerdo con el proyecto, especificaciones y catálogo de conceptos que formarán parte del contrato.

Los trabajos a ejecutar se resumen en las siguientes partidas:

II.1.14 TOMA MUNICIPAL

Para la tramitación de la toma ante las autoridades correspondientes, la dirección de proyectos proporcionará al gestor el croquis de localización acotando la acometida con la esquina más próxima al acceso de servicios de la unidad. El cuadro de la toma se ubicará en uno de los muros laterales del acceso de servicios indicado en el proyecto.

El proyectista de instalaciones, proporcionará el cálculo hidráulico como justificación técnica del diámetro solicitado, si lo requieren las autoridades.

Para el llenado de la o las cisternas, se instalará una válvula con flotador de alta presión, válvula de control tipo globo dentro del cuarto de bombas con el diámetro indicado en proyecto.

II.1.15 CABEZAL DE SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS

Es muy importante tomar las precauciones necesarias contra posibles filtraciones e inundaciones en el cuarto de equipos de bombeo, cuando este va junto a la cisterna; procurando que los cabezales de succión cuenten con arandelas con placas de acero de 1/4" de espesor con dimensiones de 0.20 x 0.20 m en tubos de 51 y 64 mm de diámetro, de 0.30 x 0.30 m, en tubos de 75 y 102 mm de diámetro; de 0.45 x 0.45 m en tubos de 150, 200 y 250 mm.

Todos los cabezales se harán con tuberías y conexiones de acero al carbón soldable cédula 40 sin costura y deberán colarse integralmente con el muro que colinda la cisterna y el cuarto de bombas para evitar posibles filtraciones.

Los pasos para tuberías de llenado y controles eléctricos en la cisterna se harán por losa tapa de la misma, si la bombas tienen succión negativa y son con succión positiva, estos tubos se ubicarán a 0.10 m abajo de la losa tapa de la cisterna.

Como medida de seguridad, en caso de que llegara a fallar el flotador mecánico de la válvula de llenado de la cisterna y ésta no cerrará, se instalará un rebosadero para cada celda, formado con tubería de PVC hidráulico RD-26 con diámetro de 102 mm; este rebosadero descargará a un cárcamo con dimensiones mínimas de 0.80 x 0.80 x 0.80 m con una bomba sumergible para su achique, de acuerdo con el proyecto.

En la succión y descarga de bombas, se instalarán mangueras antivibratorias de acero inoxidable, tramado y adaptadores a base de bridas en diámetros de 51 mm y mayores. El cabezal de descarga de los equipos, contará con elementos para la absorción del golpe de ariete y eliminación de ruidos en las tuberías.

II.1.16 REDES DE DISTRIBUCIÓN

Las redes de distribución de agua a servicios sanitarios e hidrantes contra incendio, cuando van enterradas serán de acero al carbón soldables cédula 40 sin costura y protegidas contra corrosión exterior, mediante una emulsión asfáltica especial para este caso, si son con diámetros mayores de 102 mm (4"), y menores de 102 mm serán de cobre rígido Tipo "M".

Las tuberías aéreas llevarán soportes adecuados, diseñados con la mejor práctica de ingeniería, considerando su peso propio y cargado con agua, tomando en cuenta la reacción de la tubería por la presión del agua, fenómenos sísmicos oscilatorios y trepidatorios. En las juntas constructivas, se instalarán mangueras flexibles de acero inoxidable con tramado y adaptadores a base de bridas, con longitud de acuerdo con el diámetro de la tubería, estas mangueras servirán para absorber exclusivamente los movimientos diferenciales de hasta 100 mm (4").

II.1.17 ALIMENTACIONES DE AGUA A SERVICIOS

De la red de distribución, saldrán los ramales secundarios para los núcleos de servicios sanitarios, lavabos y regaderas. De acuerdo con el proyecto de esta Tesis.

A continuación se presenta la Evacuación de Aguas Residuales y doble ventilación.

II.1.18 EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y DOBLE VENTILACIÓN

Comprende las tuberías de desagües y doble ventilación en el interior de los núcleos sanitarios. Los drenajes interiores tendrán una pendiente mínima del 2 %, en albañales exteriores la pendiente será de 1 % a 0.5 %, dependiendo de los diámetros. Los planos de instalación sanitaria contendrán lo siguiente: Datos de proyecto, notas constructivas y de referencia, trazos de la red municipal existente de la cual se conectarán, indicando diámetro, cotas de arrastre y nombre de la calle sobre la cual se ubica.

II.1.19 SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Las precipitaciones pluviales en las azoteas, patios de maniobras y estacionamiento, serán recolectadas por coladeras con cuerpo y rejilla de hierro colado, de acuerdo con las marcas y modelos indicados en planos y especificaciones.

El proyectista de instalaciones, deberá presentar una memoria descriptiva y cálculo, indicando lo siguiente: Desglose del Método Racional Americano, recomendado por la extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), hoy Sistema de Aguas del Distrito Federal, con sus parámetros (coeficiente de escurrimiento y régimen pluviométrico del lugar) y cálculo del gasto pluvial.

Si el proyecto no cumple con el Artículo 77 del reglamento de la extinta Dirección General Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) hoy Sistema de Aguas del Distrito Federal, se deberá considerar:

- a) La topografía del predio
- b) La profundidad de localización del nivel freático (venero) de la zona
- c) Tipo de suelo y subsuelo, determinando su capacidad de absorción.
- d) Cotas de arrastre de los colectores municipales colindantes y diámetros.
- e) Localización y Cotas de Pozos de Visita.

Una vez obtenida la información anterior, se propondrán las siguientes alternativas:

- 1) Tanque de Tormentas vertiendo su caudal al colector municipal

- 2) Tanque de Tormentas con bombeo
- 3) Tanque de Tormentas con descarga a redes de infiltración y pozos de absorción.
- 4) Tanque de Tormentas con almacenamiento aprovechable.

Una vez escogida la alternativa, el diseño del sistema será por cuenta del proyectista hidráulico.

II.2 COORDINACIÓN CON LAS INGENIERIAS RELACIONADAS

El proyecto visualizado en todas los campos de la ingeniería para llegar a un fin común es la esencia de la coordinación de un proyecto, para ello en este tema citaremos las diferentes etapas de un proyecto ejecutivo en el marco de la hidráulica y la relación con las demás ingeniería.

Esta actividad consiste en vincular el proceso de ejecución del proyecto hidrosanitario, con el desarrollo de otras especialidades como son la ingeniería estructural y las instalaciones electromecánicas entre otras, con el fin de plantear soluciones congruentes e integrales que incluyan las previsiones espaciales y constructivas requeridas por los equipos, conducciones y accesorios de cada especialidad.

La coordinación forma parte de los alcances básicos del proyecto hidrosanitario y debe realizarse durante cada una de las etapas de trabajo. El proyectista es el responsable de llevarla a cabo, aun en el caso de que la Dirección General de Obra Civil asigne el desarrollo parcial o total de las especialidades a otro contratista.

Definir la participación de cada uno de los proyectos de instalaciones electromecánicas, para evitar duplicidad de funciones y coordinar acciones con las demás especialidades, proporcionándole un marco de referencia, alentando su creatividad en la planeación y diseño, con el fin de obtener el resultado optimo de sus experiencias profesionales; enfocando hacia la aplicación de tecnología de punta y uso racional de la energía. Los especialistas en el diseño de las instalaciones electromecánicas deben participar desde el inicio del anteproyecto arquitectónico, para influir oportunamente en la integración coherente de las

previsiones estructurales y de los requerimientos de espacios que deben considerarse en la solución arquitectónica. En la primera junta de coordinación, los proyectistas deben recabar la información preliminar siguiente:

- Copia de la Cédula de Servicios incluida en la Guía del Proyectista, Dirección General de Obras y Conservación (DGOOC/UNAM), la cual debe llenarse recabando la información requerida.
- Copia del proyecto arquitectónico autorizado de todas las áreas y todos los niveles, incluyendo plantas, cortes, fachadas, guías mecánicas, necesidades y factores de utilización de los diferentes tipos de cargas eléctricas.

El diseño de las Instalaciones Electromecánicas de los inmuebles universitarios debe contar con la responsiva del corresponsable en cada una de las especialidades.

La empresa contratista se responsabiliza del diseño de las ingenierías ante las Unidades Verificadoras de la Secretaría de Economía, en las instalaciones Eléctricas, de Gas y Telecomunicaciones. En caso de existir errores los deberá corregir a satisfacción de la Dirección General de Obras y Conservación y la Unidad Verificadora correspondiente.

II.2.1 JUNTAS DE COORDINACIÓN

La concentración de los medios, esfuerzos, etc. de todas las especialidades de la ingeniería para un fin común (la conclusión del proyecto en conjunto), para ello es necesario además de la información básica, los criterios básicos de las demás ingenierías para posteriormente determinar los siguientes puntos:

1) Trayectorias.

Estas deben conciliar con las trayectorias que deben llevar las canalizaciones eléctricas, telefónicas, gas, redes de cómputo, así como garantizar los gastos y presiones requeridos para cualquier mueble o equipo que lo requiera.

En virtud de aumentar eficiencias de equipos y con el fin de aminorar costos se plantean trayectorias cortas y de fácil acceso para su posterior mantenimiento.

2) Control de calidad.

Los materiales y equipos especificados deberán ser nuevos, excepto cuando la Dirección de proyectos y Construcción aprueben otros materiales y se encuentren en óptimas condiciones al momento de su instalación.

Los materiales especificados para las instalaciones, deberán ser de fabricación nacional. Las capacidades de equipos y diámetros de tuberías se deben respetar rigurosamente, para no afectar la eficiencia de funcionamiento de los sistemas.

3) Capacidades de Equipos, Almacenamientos y Desalojos de Agua.

La información que vaya surgiendo en la memoria de cálculo, tendrá que ser difundida entre las ingenierías que le competa completar el proyecto en sus diferentes ramas, todo ello será canalizado por la Dirección de Proyectos y Construcción.

II.2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica de controles y motores de bombas, será ejecutado bajo la supervisión y dirección del contratista que suministre e instale hidráulicamente los equipos. Considerando estos trabajos a partir de un interruptor termomagnético general, suministrado, colocado y energizado por el contratista eléctrico, con el objeto de que el proveedor e instalador de los equipos los entregue totalmente funcionando y operando a las presiones de Arranque y Paro, de acuerdo con las especificaciones del diseño.

II.3 NORMAS Y REGLAMENTOS

Es fundamental conocer los reglamentos que norman los proyectos de instalaciones hidráulicas y sanitarias en el predio en cuestión, su cumplimiento es necesario para la obtención de la licencia de construcción por parte de las autoridades correspondientes y los criterios que establecen son la base para el diseño del sistema.

En todo el país rige el Reglamento de Ingeniería Sanitaria relativo a edificios. Además, en el Distrito Federal debe considerarse el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y el Reglamento de Agua y Drenaje del Distrito Federal.

Por otra parte, en aplicaciones específicas pueden ser de utilidad la información y criterios contenidos en las Normas de Diseño de Ingeniería en Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Gases Medicinales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); es pertinente aclarar que dichas normas están orientadas a proyectos de instalaciones en hospitales.

Los reglamentos vigentes para la elaboración de los proyectos hidrosanitarios y contra-incendio se adecuarán a las nuevas demandas sociales y a nuevos procesos administrativos, de seguridad y técnica para ser más eficientes.

En todo reglamento que es de carácter urbano, se pretende determinar una responsabilidad ética que vaya mas allá de la obtención de una simple licencia se trata de hacer más segura la edificación con esta responsiva, en toda rama de la ingeniería.

Las normas y reglamentos que rigen al proyecto tendrán como objetivo, establecer las obligaciones y requerimientos, así como los lineamientos institucionales que sirva para la elaboración de los proyectos de las instalaciones hidráulicas, sanitarias especialidades de una manera racional y uniforme.

Para lograr el objetivo arriba mencionado queda a criterio del proyectista seguir los lineamientos básicos que marcan los reglamentos y normas vigentes, para ello deberá justificar por medio de notas y cálculos técnicos las sugerencias para el enriquecimiento del proyecto.

En base a lo anterior se designan volúmenes y gastos requeridos en manuales de operación y en la experiencia propia del proyectista, ya que en algunas ocasiones las normas designan cantidades muy conservadoras y poco eficientes para el cálculo, lo cual encarece el proyecto. En materia de uniformidad, tendrá que especificarse materiales compatibles entre si, por lo que en la etapa de coordinación deberán designarse materiales que cumplan con normar y especificaciones requeridas.

Hacer que el motivo principal de esta norma sea, el disponer de información confiable y sistemática, para que el proyectista encause su integración automática a la especialidad y establecer con ello los medios de apoyo prioritarios, para que el diseño de proyectos técnico económicos de Instalaciones.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Ejercer la ingeniería con mentalidad ecológica, previendo los medios de captación; de todas las posibles fugas de aceite, combustibles y demás desechos contaminantes, de posibles fugas de transformadores, interruptores plantas de emergencia, tanques de combustibles, bancos de baterías etc. Para que sean controlados responsablemente y evitar que deterioren el equilibrio, de los complejos ecosistemas. Así como tomar medidas correctivas para evitar el ruido de las máquinas; por ser la contaminación más difícil de eludir. Los proyectos de Instalaciones Electromecánicas, deben apearse a los siguientes puntos del "Programa de Control Ecológico".

- a) Uso Eficiente de Energía
- b) Manejo de Residuos Sólidos
- c) Manejo Adecuado del Agua

Todo proyecto debe considerar el consumo de energía que implica el uso de las instalaciones, por lo cual debe elegir un diseño que utilice dispositivos que permitan el ahorro y uso eficiente de la energía. Como ejemplo se puede mencionar el de balancear una cantidad adecuada de luz natural con una mínima carga térmica, evitando un exceso de luz artificial y equipo de acondicionamiento de aire; los dispositivos deben tener alta eficiencia energética como son las lámparas ahorradoras, motores de alta eficiencia, etc., sin detrimento de la funcionalidad de las instalaciones.

- Todo proyecto debe estar inducido a causar un mínimo impacto ambiental, así como el criterio para seleccionar equipos y materiales que minimicen la contaminación.
- Todos los proyectos de ingeniería electromecánica deben coordinarse con cada una de las especialidades del proyecto ejecutivo, para que las canalizaciones, equipo, luminarias, accesorios, dispositivos, ductos, rejillas, etc. resulten convenientemente localizadas.
- Dentro de los proyectos deben quedar establecidos los medios para la interconexión interior con las instalaciones exteriores, para adecuarse a construcciones programadas a futuro, acorde al plan maestro de la UNAM.

- Debe considerarse la ubicación de las juntas constructivas.
- Los equipos y materiales deben ser de fabricación nacional, y existentes en el mercado. Cuando la Dirección General de Obras y Conservación lo requiera, deberá entregarse la información técnica y catálogos de los productos propuestos.
- En laboratorios de cualquier tipo, las tuberías y canalizaciones deben ser aparentes.
- Todas las tuberías y registros de instalaciones deben estar identificadas con colores y señales, de acuerdo a lo establecido por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-026-STPS-1998 "Colores y Señales de Seguridad, Higiene e identificación de Riesgos por Fluidos Conducidos en Tuberías", NOM-018-STPS-1993 "Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Substancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo" y en el "Manual de Señalización Interna y Externa para Inmuebles Universitarios", Dirección General de Obras y Conservación.
- Deben preverse los espacios requeridos por las instalaciones a partir de la etapa preliminar del anteproyecto arquitectónico.
- Deben integrarse en la estructura del proyecto arquitectónico, los espacios correspondientes a tableros, registros de teléfonos e intercomunicaciones, subestación, planta de emergencia, torres de enfriamiento, calderas, y equipo que lo requiera, sin que por ello se incrementen innecesariamente las dimensiones de las áreas de circulación y alturas de entresijos. Deben considerarse el uso de sistemas estructurales que faciliten el acomodo de las instalaciones y reduzcan en su caso la altura de los edificios.
- La casa de máquinas debe observar los siguientes lineamientos de proyecto:
 - a) Que se ubique en una zona que pueda absorber futuro crecimiento.
 - b) Se ubicará cerca de locales de servicio, estacionamiento y preferentemente con acceso de vehículos y considerando su centro de cargas eléctricas, hidráulicas y de aire acondicionado.

- c) La estructura de la casa de máquinas debe ser capaz de absorber y soportar las vibraciones producidas por los equipos sin propagarlas a través de los mantos freáticos.
 - d) El local para bancos de batería debe contar con ventilación natural.
- La casa de máquinas, debe diseñarse considerando las áreas requeridas por los equipos de las diversas instalaciones demandadas por el edificio, en soluciones diversificadas en variantes de uno o varios niveles, con una diversidad de opciones de coordinación a la solución arquitectónica, integrada en mayor o menor grado por los locales de:
 - a) Subestación eléctrica.
 - b) Planta de emergencia y tanque diesel.
 - c) Equipo de Suministro, Ininterrumpido de Energía Eléctrica y banco de baterías (ESIEE).
 - d) Cuarto termo de Bióxido de Carbono (CO₂) interrelacionado a una instalación permanente para extinción de incendio por inmersión total.
 - e) Registro de canalizaciones subterráneas.
 - f) Depósito de captación de posibles fugas de aceite y diesel de los equipos.
 - g) Equipo hidroneumático, bombas contra incendio y cisterna.
 - h) Local de aire acondicionado con intercambiadores de calor en la azotea.
 - i) Andén opcional de acceso, que es complementado con mecanismos permanentes para maniobras de subir o bajar los equipos a todos los niveles.
- La casa de máquinas debe ser una construcción aislada con una sección estructural independiente, adaptable a un edificio o proyectada en un área prevista en el mismo inmueble, siendo su solución la que más convenga al proyecto arquitectónico.

- El ó los locales de la subestación, planta de emergencia y tanque diesel y Equipo de Suministro, ininterrumpido de Energía Eléctrica y banco de baterías no deben estar atravesados por instalaciones ajenas a la eléctrica (para evitar con ello fugas de agua, vapor con concentraciones de calor indeseables, inundaciones de aguas negras o pluviales). Se restringirá el acceso al personal de mantenimiento de otras instalaciones por los riesgos inherentes y los daños que se puedan causar al equipo, con interrupciones en el suministro de energía eléctrica y la costosa paralización consecuente de los servicios.
- El local para alojar el equipo hidroneumático, bomba contra incendio y cisterna debe contar con celosías, con el fin de lograr una buena ventilación además de contar con la ventaja adicional de que en caso de fugas de agua, éstas salen sin problema por las celosías evitando encharcamientos internos.
- En los proyectos se deben establecer criterios para acortar los recorridos de las instalaciones y propiciar condiciones adecuadas de regulación de la tensión eléctrica y presión hidráulica, sin que por ello se incrementen las secciones de los conductores y tuberías; con lo cual se abaten costos, problemas de mantenimiento y se hacen factibles ampliaciones a futuro.

CAPÍTULO III

IMPACTO URBANO EN MATERIA HIDROSANITARIA

CAPITULO III

IMPACTO URBANO

EN MATERIA HIDROSANITARIA

En los últimos años la Ciudad de México ha presentado un constante crecimiento en su población y con ello la demanda de servicios, vías de comunicación, centros comerciales, centros recreativos, centros educativos, etc. En este sentido con la finalidad de atender la demanda educativa a nivel medio y superior se llevó a cabo la construcción de un Centro Educativo el cual contempla la existencia de aulas, laboratorios, centro electrónico de cálculo, biblioteca, aulas magnas, oficinas académicas y administrativas, talleres, cafetería, espacios abiertos y áreas deportivas. Así como un edificio de estacionamientos.

Al respecto para el cumplimiento con lo dispuesto en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y a la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y su Reglamento, se llevó a cabo el estudio de Impacto Urbano, a fin de evaluar la influencia o alteración causada por la construcción del centro educativo en estudio, que por su funcionamiento, forma o magnitud rebasará las capacidades de infraestructura hidráulica y drenaje del área o zona.

Por lo anterior en este Capítulo III “Impacto urbano en Materia Hidrosanitaria” se presentan los lineamientos generales, para quienes pretendan llevar a cabo una obra, una instalación o un aprovechamiento urbano, público o privado, dando cumplimiento con lo establecido en la Ley de Desarrollo Urbano y a lo establecido en la Ley Ambiental del Distrito Federal y su reglamento vigente.

III.1 TRAMITOLOGÍA PARA EL DISEÑO HIDROSANITARIO

En la actualidad para llevar a cabo una obra, instalación o aprovechamiento urbano, público o privado, se debe presentar previamente a la solicitud de las licencias, autorizaciones o manifestaciones que correspondan en los términos de esta Ley y su reglamentación, el estudio de impacto urbano o urbano–ambiental.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Siendo el Impacto Urbano el título de este capítulo, cabe señalar con base en lo establecido en la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, que el Impacto Urbano, es la influencia o alteración causada por alguna obra pública o privada, que por su funcionamiento, forma o magnitud rebase las capacidades de la infraestructura o de los servicios públicos del área o zona donde se pretenda ubicar; afecte negativamente el espacio, imagen o paisaje urbano, y/o la estructura socioeconómica; al generar fenómenos de especulación inmobiliaria o de bienes y servicios; signifique un riesgo, para la salud, la vida o los bienes de la comunidad; o que signifique su desplazamiento o expulsión paulatina, o para el patrimonio cultura, histórico, arqueológico o artístico de la Ciudad de México.

Los proyectos que requieren presentar el estudio de impacto urbano o urbano-ambiental, son los siguientes:

- I) Cuando se rebasen en forma significativa las capacidades de la infraestructura y los servicios públicos del área o zona donde se pretenda ejecutar.
- II) Cuando su ejecución genere afectaciones en otras áreas o zonas del Distrito Federal.
- III) Cuando pueda afectarse negativamente el espacio, la imagen y el paisaje urbano y el paisaje natural, así como a la estructura socioeconómica; y
- IV) Cuando signifique un riesgo para la vida o bienes de la comunidad o al patrimonio cultural, histórico, arqueológico o artístico.

Para realizar el estudio de Impacto Urbano en modalidad Hidráulica, inicialmente se deberá reconocer la zona de influencia, mediante la información contenida en el Plan Hidráulico de la delegación correspondiente, en planos de infraestructura hidráulica de agua potable y drenaje de la Delegación, en planos de red primaria y red secundaria de la zona en estudio. Con la información obtenida, se procederá a realizar los trabajos de verificación en campo como en gabinete, a fin de confirmar la información señalada en los planos de infraestructura hidráulica y llevar a cabo la medición de presiones en predios vecinos al del estudio, además se realizará el

diagnostico del estado en que se encuentra la infraestructura hidráulica en la Delegación y en el área de influencia del proyecto.

El análisis integral en materia de agua potable considera el estudio de las fuentes de abastecimiento actuales de la zona en estudio, su capacidad de suministro y el análisis de sus conductos, para determinar la oferta de agua potable, la capacidad de los conductos y la conformación de las redes secundarias y primarias.

Para el caso del sistema de drenaje, se evaluará la capacidad de conducción de las redes primarias y secundarias y su descarga a un punto principal del sistema general de desagüe del Distrito Federal.

III.2 EVALUACIÓN DEL PROYECTO HIDROSANITARIO

El dictamen de Impacto Urbano tiene por objeto evaluar y dictaminar las posibles influencias o alteraciones negativas causadas al entorno urbano o al medio ambiente por alguna obra pública o privada en el área donde se pretenda realizar, con el fin de establecer las medidas adecuadas para la prevención, mitigación y/o compensación. Al respecto es preciso señalar que de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, se requiere dictamen de impacto urbano para la obtención de autorización, licencia o registro de manifestación, cuando se pretendan ejecutar alguno de los siguientes proyectos:

- I) De uso habitacional de más de diez mil metros cuadrados de construcción.
- II) De uso no habitacional de más de cinco mil metros de construcción.
- III) De usos mixtos de cinco mil o más metros cuadrados de construcción.
- IV) Estaciones de servicio de combustibles para carburación como gasolina, diesel, gas LP y gas natural, para el servicio público y/o autoconsumo.
- V) Crematorios.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 78 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, los promoventes de las obras o proyectos deben presentar un informe preliminar ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, para que ésta defina el tipo de estudio a que estará sujeto o, en su caso,

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

por las características del proyecto emita dictamen de que no requiere de Estudio de Impacto Urbano. El informe preliminar debe contener:

- I) Certificado de zonificación de uso del suelo específico vigente o Certificado de Zonificación de uso del suelo por derechos adquiridos o Certificado emitido a través del Sistema de Información Geográfica relativo al uso y factibilidades del predio.
- II) Memoria descriptiva.
- III) Planos arquitectónicos.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 79 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda elaborará los formatos y lineamientos Técnicos en los que se detalle el contenido mínimo, de acuerdo al tipo de estudio de que se trate.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal en su artículo 80, como parte del proceso de evaluación y cuando el tipo de obra o actividad lo requiera, podrá solicitar la opinión técnica de alguna Dependencia, Órgano Desconcentrado, Delegación, Entidad o Unidad Administrativa, sin que ello sea impedimento para que emita el dictamen. El tiempo de respuesta para que las instancias correspondientes puedan emitir su opinión no debe exceder de quince días a partir de la recepción de la petición, en caso contrario se entenderá como opinión favorable.

En todos los casos, la Secretaría debe recabar la opinión de:

- a) La Dirección General de Protección Civil.
- b) Las instancias correspondientes de los Órganos Político-Administrativos responsables del equipamiento urbano, de las obras y servicios compatibles con el proyecto que se presente.

Para la emisión del dictamen, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda considera de acuerdo a lo establecido en el artículo 82 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, lo siguiente:

- I) La información contenida en el estudio de impacto urbano o impacto urbano-ambiental, complementos y anexos presentados, la ingresada por el solicitante, la resultante de la visita de verificación.
- II) Los Programas de Desarrollo Urbano.
- III) Normas y ordenamientos.
- IV) Los derechos adquiridos.
- V) Las autorizaciones, licencias o permisos emitidos.
- VI) Las opiniones emitidas por las Dependencias, Órganos Desconcentrados, Delegaciones, Entidades o Unidades Administrativas en su caso.
- VII) La opinión vecinal que se integró en la consulta pública de los respectivos instrumentos de planeación urbana o ambiental.
- VIII) En su caso, los proyectos de alternativas de adecuación o modificación al proyecto original.

En el artículo 83 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal vigente se establece que la Secretaría determinará en la emisión del dictamen lo siguiente:

- I) La procedencia de la inserción de una obra o proyecto en el entorno urbano, para lo cual podrá imponer las medidas de mitigación o compensación necesarias para evitar o minimizar los efectos negativos que pudiera generar, pudiéndose, en su caso, determinar el pago de aprovechamientos de la estructura urbana, conforme al Código Financiero del Distrito Federal.
- II) La improcedencia de la inserción de una obra o proyecto en su entorno urbano considerando que:
 - a) Los efectos no puedan ser minimizados a través de las medidas de mitigación y compensación propuestas y, por consecuencia, se genere afectación al espacio público o a la estructura urbana.
 - b) El riesgo a la población en su salud o sus bienes no pueda ser evitado por las medidas propuestas en el estudio o por la tecnología constructiva y de sus instalaciones.

- c) Existe falsedad en la información presentada por los solicitantes o desarrolladores.
- d) El proyecto altera de forma significativa la estructura urbana.

Lo antes mencionado permite tener un panorama más amplio de lo que es un estudio de impacto urbano, y que para este caso en particular trataremos en modalidad hidrosanitaria. Es decir que para el Centro Educativo en Estudio y motivo de la presente Tesis, se revisarán los impactos a la infraestructura hidráulica que pudiera generar y en su caso las medidas de mitigación necesarias para mantener o mejorar los servicios hidráulicos de la zona. A continuación se mencionan los puntos comprendidos para la integración del estudio de impacto urbano en modalidad hidrosanitaria:

1) Antecedentes.

- 1.1 Ubicación del predio.
- 1.2 Descripción del proyecto a desarrollar.

2) Metodología del estudio.

- 2.1 Recopilación de la Información.
- 2.2 Trabajos de campo.

3) Infraestructura de agua potable en la Delegación Política correspondiente.

- 3.1 Fuentes de abastecimiento.
- 3.2 Líneas de interconexión principales.
- 3.3 Almacenamiento y bombeo.
 - 3.3.1 Tanques de almacenamiento.
 - 3.3.2 Plantas de bombeo.
- 3.4 Distribución.
 - 3.4.1 Red Primaria de agua potable.
 - 3.4.2 Red secundaria de agua potable.

4) Descripción del funcionamiento de agua potable en la zona.

- 4.1 Determinación de demandas del desarrollo de acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
 - 4.1.1 Cálculo de consumos.
 - 4.1.2 Cálculo del diámetro de la toma.
 - 4.1.3 Volumen de la cisterna de agua potable.
 - 4.1.4 Reserva contra incendio.
- 4.2 Capacidad de dotación de la red de distribución de agua potable al desarrollo.
 - 4.2.1 Cálculo de gastos máximos y de diseño.
- 4.3 Impacto de demandas del desarrollo en la infraestructura existente.
- 4.4 Medidas de mitigación de agua potable.

5) Infraestructura actual del drenaje en la Delegación Política correspondiente.

- 5.1 Redes.
 - 5.1.1 Red Secundaria.
 - 5.1.2 Red Primaria.
- 5.2 Plantas de bombeo.

6) Determinación de descarga del desarrollo.

- 6.1 Drenaje sanitario.
- 6.2 Drenaje pluvial.
- 6.3 Cálculo del diámetro de la descarga de drenaje.
- 6.4 Capacidad de los conductos para recibir las aportaciones del desarrollo.
 - 6.4.1 Impacto del gasto de descarga del desarrollo en la red municipal.
 - 6.4.2 Medidas de mitigación de drenaje.

1) Antecedentes. Para la integración del estudio de impacto urbano se debe indicar de manera precisa el lugar donde se pretende desarrollar la obra. Así como las características del predio.

En lo que respecta a la descripción del proyecto, se debe describir la obra a desarrollar, desde las características del terreno hasta el uso final.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Para hacer mas claro como integrarlo para el estudio de impacto urbano, a continuación se presenta la información presentada para el caso específico del centro educativo en estudio:

1.1) Ubicación del predio. El proyecto pretende ubicarse en Prolongación Granjas 83, Colonia Ferrería, Delegación Azcapotzalco, México Distrito Federal.

El terreno correspondiente cuenta con 29,618.06 m², en su mayor parte se encuentra baldío. Existiendo construcciones con 900 m², en dos niveles explanada y estacionamiento, los cuales se utilizan actualmente para albergar instalaciones de un sector policiaco.

Anteriormente este terreno era ocupado como corrales de un rastro, en la actualidad aún existen algunas estructuras fuera de uso.(corrales del rastro).

1.2) Descripción del Proyecto. La superficie total del terreno es 29,618.06 m² con las siguientes colindancias:

Al norte, un lindero de 39.37 metros.

Al oriente, un lindero de 221.715 metros.

Al sur, un lindero de 206.373 metros en colindancia con un predio particular.

Al poniente, un lindero de 309.086 metros en colindancia con un predio particular.

De los 29,618.06 m² de superficie del predio, se contempla la utilización de un área de desplante de 12,372 m² (41.77 % del total) con un máximo de hasta 7 niveles de altura. Esto tendrá como resultado un total de 70,911 m² de construcción. El proyecto contempla la existencia de aulas, laboratorios, centro electrónico de cálculo, biblioteca, aulas magnas, oficinas académicas y administrativas, talleres, cafetería, espacios abiertos y áreas deportivas. Así como un edificio de estacionamientos con capacidad para 1,040 autos.

A la superficie mencionada se sumará 2,255 m² (7.61 % de la superficie total) para estacionamiento, a nivel de calle con una capacidad para 74 vehículos, de los cuales, aproximadamente 90 cajones darán servicio a la planta de profesores, mientras que el resto cubrirá el requerimiento de los 1,114 cajones de

estacionamiento que plantea el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Por lo anterior habrá 6 cajones excedentes al requerimiento solicitado.

En la etapa de operación, por la naturaleza del proyecto no habrá producción de bienes, sino servicios educativos. En este sentido, el proyecto pretende absorber la demanda de nivel Preparatoria y Profesional de aproximadamente 3,000 alumnos por turno, y prevé el crecimiento de esta población hasta alcanzar los 9,000 alumnos, además de contar con el apoyo de 450 empleados. La superficie del terreno presenta una topografía sensiblemente plana.

A continuación se describe puntualmente el estudio de impacto urbano en modalidad hidráulica para el desarrollo del Centro Educativo en estudio.

2) Metodología de estudio. Para realizar el estudio de Impacto Urbano en materia Hidrosanitaria se debe reconocer primeramente la zona de los trabajos, mediante información contenida en el Plan Hidráulico de la Delegación Política correspondiente, en planos de infraestructura Hidráulica de agua potable y drenaje de la Delegación Política correspondiente, así como la contenida en los planos de red primaria y secundaria de la zona de estudio. Con toda la información anterior, entonces se procederá a realizar trabajos de campo a fin de verificar la información señalada en los planos, para posteriormente llevar a cabo la medición de presiones en predios vecinos al lugar del proyecto, con lo que se determinará el estado en que se encuentra la infraestructura hidráulica en el área de influencia cercana al predio en estudio.

2.1) Recopilación de Información. Se llevaron a cabo diversas actividades de campo, reconociendo las instalaciones de abastecimiento de agua potable existente en la zona, así como las redes de drenaje circundantes. Se localizó la red primaria de abastecimiento de agua potable de 1,000 y 1,500 mm de diámetro.

2.2) Trabajos de campo (topográficos y medición de presión aledaña al predio). Los trabajos realizados en campo consistieron en la verificación de la red de agua potable y la medición de la presión aledaña al predio, la primera lectura

se realizó a las 11:00 horas con una presión de 0.425 kg/cm^2 , se tomó una segunda lectura a las 16:30 horas encontrando una presión de 0.8 kg/cm^2 .

3) Infraestructura actual de los Servicios de Agua Potable de la Delegación Azcapotzalco. Entre la infraestructura se puede tener los siguientes aspectos.

3.1) Fuente de Abastecimiento. En la actualidad se encuentra un abastecimiento de agua potable a través de una tubería de 1" (25 mm) sobre el Eje 5 Norte.

3.2) Red primaria de agua potable. Se localiza en la acera opuesta al predio sobre Avenida de las Granjas una tubería primaria con diámetros de 1,000 mm y 1,500 mm.

3.3) Red secundaria de agua potable. La extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), actualmente Sistema de Aguas del Distrito Federal. Llevó a cabo la instalación de una red con diámetro de 12" (300 mm) en la calle Avenida de las Granjas. Para continuar el tendido por las calles aledañas, para que se conecten de la red primaria localizada en Avenida de las Granjas con diámetros de 36" (900 mm) y 60" (1,500 mm). Que sería la red secundaria de agua potable aledaña al predio.

4) Descripción del funcionamiento de Agua Potable en la Zona de Estudio. Para la descripción de este funcionamiento se tienen los siguientes conceptos.

4.1) Determinación de demandas del desarrollo de acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente. El abastecimiento de agua potable se hará a partir de la red municipal, la toma domiciliaria de 75 mm (3") con una velocidad de 1 m/seg, abastecerá una cisterna ubicada bajo los talleres de mantenimiento, donde alimentará todos los muebles sanitarios, empleando boosters de bombeo, dividiendo el sistema en dos equipos de presión.

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente se utilizarán muebles de bajo consumo y dispositivos economizadores en fluxómetros, llaves para lavabos y regaderas y de acuerdo con el uso de agua

potable para estos edificios, se estima un consumo diario de 300,000 litros, con un gasto máximo diario de 3.47 lt/seg.

De este consumo, se prevé tener un consumo diario de agua tratada de 180,000 litros, es decir, un gasto máximo diario de 2.15 lt/seg.

Para el consumo diario de agua potable, se prevé 120,000 litros, correspondiente a un gasto máximo diario de 1.39 lt/seg.

4.1.1) Criterio para el proyecto. El sistema propuesto para el abastecimiento de agua potable, será a partir de una tubería de la red pública que pasa sobre la Avenida de las Granjas.

El suministro de agua para riego de áreas verdes, será con un sistema separado de aguas tratadas, a razón de 5 lt/m²/día. De acuerdo con áreas indicadas en proyecto, se obtiene: Reserva para riego = 8,600 x 5 = 43,000 litros

4.1.2) Determinación de gastos requeridos. El cálculo de gastos se realizó con base en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente y los Lineamientos oficiales de la extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, evaluando la demanda exclusivamente por uso del servicio, tomando en consideración que es inapropiado disponer de agua potable para el uso de estacionamientos y áreas verdes.

4.1.2.1) Cálculo de Gastos. A continuación se presenta el cálculo de gastos:

TABLA III.1 “DOTACIÓN DE AGUA POTABLE”

USO	CANTIDAD	DOTACIÓN
Alumnos	10,000	25 lt/alumno/día

FUENTE: Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y el Manual de Hidráulica Urbana de la extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), hoy Sistema de Aguas del Distrito Federal.

TABLA III.2 “CONSUMO DE AGUA POTABLE POR DÍA”

USO	CANTIDAD	DOTACIÓN	CONSUMO
Alumnos	10,000	25 lt/alumno/día	250,000 litros

Gasto medio diario (Q_{ma}) = $250,000/86400 = 2.89$ lt/seg.

Gasto máximo diario (Q_{md})

$$Q_{md} = Q_{ma} \times 1.2$$

Donde: 2.89 = Gasto medio diario

1.2 = Coeficiente de variación diaria

$$Q_{md} = 2.89 \times 1.2 = 3.47 \text{ lt/seg.}$$

Gasto máximo horario (Q_{mh})

$$Q_{mh} = Q_{md} \times 1.5$$

Donde: 3.47 = Gasto medio

1.5 = Coeficiente de variación horaria

$$Q_{mh} = 3.47 \times 1.5 = 3.99 \text{ lt/seg.}$$

4.1.2.2 Volumen de Almacenamiento. El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal considera que el volumen total de almacenamiento sea el correspondiente a la demanda de dos días, por lo que se tiene lo siguiente:

Capacidad de Almacenamiento	=	$3.47 \times 86400 = 299,808 \times 2 = 600 \text{ m}^3$
Capacidad de Cisterna de Agua Tratada	=	360 m^3
Almacenamiento para un día de riego	=	43 m^3
Suma		$\underline{403 \text{ m}^3}$
Capacidad de Cisterna A. Potable	=	240 m^3
Reserva Contra Incendio	=	50 m^3
Suma		$\underline{290 \text{ m}^3}$

Se propone la construcción de dos cisternas: Una con capacidad de 403 m^3 para agua tratada y otra con capacidad de 290 m^3 para agua potable; con las siguientes dimensiones: cisterna agua tratada, área 201 m^2 con tirante útil de 2 m; cisterna agua potable, área 135 m^2 , con tirante útil de 2 m, con espacio libre de 2.40 m de piso terminado de la cota más alta del fondo de las cisternas al lecho bajo de losa tapa o trabe. Ver planos "III.1 IH-09" y "III.2 IH-10" en el Anexo I Planos que se encuentra al final de este trabajo.

4.2) Capacidad de dotación de la red de distribución de agua potable al desarrollo. La capacidad de dotación de la red de distribución de agua potable, se calcula con el gasto máximo diario, con una velocidad mínima de 1 m/seg.

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.00347}{3.1416 \times 1}} = 0.0664 m$$

- Donde:
- d = Diámetro de la toma en mm
 - Q = Gasto proyecto en m³/seg.
 - V = Velocidad en la toma en m/seg.
 - π = 3.1416, adimensional

El diámetro determinado fue de 66.4 mm, por lo que se escoge el diámetro comercial inmediato superior de 75 mm que será el diámetro de la toma, y que admite un gasto de 4.56 lt/seg, a una velocidad de 1 m/seg mayor que el gasto máximo diario de proyecto requerido (3.47 lt/seg).

4.2.1) Cálculo de Gastos Máximos y de Diseño. Para el inmueble en estudio, los muebles sanitarios se suministraran de agua potable y tratada. Al respecto el cálculo de los gastos máximos y de diseño se obtendrán en función de Unidades Mueble (método de Hunter):

TABLA III.3 “CÁLCULO DE GASTOS MÁXIMOS Y DE DISEÑO”

EDIFICIO	AGUA	
	TRATADA	POTABLE
Aulas I Sanitarios Hombres	144	24
Aulas I Sanitarios Mujeres	144	36
Aulas II Sanitarios Hombres	240	42
Aulas II Sanitarios Mujeres	252	42
Aulas III Sanitarios Hombres	144	24
Aulas III Sanitarios Mujeres	144	36
Planta Física y Bodega	40	24
Cafetería y Laboratorio	60	28
TOTAL	1,168	256

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Una vez obtenido el número de unidades mueble se procederá a determinar el valor del gasto máximo instantáneo de acuerdo con los valores obtenidos por el Doctor Roy B. Hunter.

Agua tratada: Total de unidades mueble (U.M.) = 1,168

Gasto máximo instantáneo (Qmi)

$$Q_{mi} = 15.10 \text{ lt/seg}$$

Gasto de diseño (Qd)

$$Q_d = 12 \text{ lt/seg}$$

Agua potable: Total de unidades mueble (U.M.) = 256

Gasto máximo instantáneo (Qmi)

$$Q_{mi} = 5 \text{ lt/seg}$$

Gasto de diseño (Qd)

$$Q_d = 3.98 \text{ lt/seg}$$

4.2.1.1) Descripción del funcionamiento de agua potable en la Zona de Estudio.

Para la descripción del funcionamiento, se manejan los siguientes conceptos.

4.2.1.1.1) Demanda de Agua. De acuerdo al Reglamento de Construcciones de Distrito Federal, se determina que el consumo diario de agua, se debe considerar una reserva de un día más, se diseñan dos cisternas como sigue:

Cisterna para agua tratada para dos días	360 m ³
Almacenamiento para un día de riego.	<u>43 m³</u>
Suma	403 m ³
Cisterna para agua potable, para dos días.	240 m ³
Reserva contra incendio.	<u>50 m³</u>
Suma	290 m ³

En base al gasto máximo diario de 3.47 lt/seg y considerando una velocidad mínima en la toma de 1 m/seg. Se requiere un diámetro de 75 mm (3") que proporciona un gasto de 4.56 lt/seg con una velocidad de 1 m/seg, mayor que el gasto máximo diario requerido.

4.2.1.1.2) Red de Distribución del Desarrollo. Los sistemas de distribución de agua potable y tratada, para alimentar los servicios sanitarios del desarrollo, cuentan con diámetros, gastos y presión requeridos para el buen funcionamiento de los muebles sanitarios y equipos especiales considerados. Ver planos "III.3 PMH-01" en el Anexo I Planos que se encuentra al final de este estudio.

4.3) Impacto de demanda del desarrollo en la infraestructura. De acuerdo a verificaciones llevadas a cabo en las calles aledañas al Centro Educativo, se observa lo siguiente:

En Avenida de las Granjas, se localiza una tubería primaria con diámetros de 42" (1,000 mm) y 60" (1,500 mm), en una caja de operación de válvulas de 3.4 m por 6.35 m, ubicada a 67 m aproximadamente en la acera opuesta al límite izquierdo del predio para el Centro Educativo. Ver "III.3 PMH-01" en el Anexo I Planos.

4.4) Impacto de demanda del desarrollo en la infraestructura. La extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Distrito Federal (DGCOH), instaló una tubería de conducción de agua potable con diámetro de 12" (300 mm). Además se continuó el tendido de esta tubería por las calles que permitían dejar cerrado el circuito como se indica en el plano "III.3 PMH-01" en el Anexo I Planos, con esta solución no habrá un impacto considerable en la infraestructura existente que permitiera prever medidas de mitigación.

5) Infraestructura actual del drenaje de la Delegación Política correspondiente.

Para esta infraestructura se tienen los siguientes conceptos.

5.1) Red secundaria. Existe un colector con diámetros de 12" (300 mm). Con cuatro pozos de visita aledaños al predio con cota de arranque de (-2.320 m) en el pozo 1 y de (-2.750 m) en el pozo 4.

5.2) Determinación de descargas del desarrollo (Gastos en sanitarios, gastos de aguas pluviales, diámetro de descarga evaluando parámetros de diseño). Durante la etapa de demolición y construcción solamente se generarán aguas

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

residuales por causa de las necesidades fisiológicas de los trabajadores. Este tipo de desechos será responsabilidad de la empresa que rentará sanitarios móviles bajo la supervisión del promovente, por lo que se considera que en esta etapa el proyecto no generará residuales.

Para el funcionamiento de los edificios del Centro Educativo, se instalará un sistema de tratamiento para los flujos de desecho, cuyo destino final será el de riego y para re-uso de los sanitarios. Se utilizarán en el proyecto muebles que economicen el gasto de agua, se estima que el gasto de aguas negras por número de unidades mueble será de 1,394, con lo que se tendrá un gasto medio anual de 13.50 lt/seg, y un gasto máximo diario de 16.20 lt/seg y un gasto máximo instantáneo de 24.30 lt/seg

Para los inodoros de los sanitarios públicos se tendrá una red alternativa alimentada con agua tratada que funcionará eventualmente, de acuerdo con el nivel de agua tratada obtenida de la planta de tratamiento.

Por la magnitud del proyecto, se ha previsto utilizar un sistema de drenaje separado, a fin de tener la posibilidad de regular las aguas pluviales mediante la utilización de un tanque de tormentas y evitar la saturación de la red municipal que pasa en la Avenida de las Granjas.

La eliminación de las aguas residuales será por gravedad, basados en el proyecto topográfico (curvas de nivel con una equidistancia vertical de 1 m como mínimo).

Se prevé la descarga de aguas negras de los edificios Aulas III, Cafetería, Laboratorio y Oficinas existentes, con diámetros de 15 cm y 20 cm, hasta el Pozo de Visita 1 (cabeza de atarjea) existente con cota de salida de (-2.32 m) y diámetro de tubería de 30 cm y para los edificios Aulas I, Aulas II y Planta Física un colector con diámetros de 15 cm y 20 cm, para descargar al Pozo de Visita 3 existente con cota de arrastre de (-2.65 m) y con un diámetro de llegada de salida de 30 cm, localizado en Avenida de las Granjas, esta opción corresponde a la primera Etapa (provisional), mientras se construye la Planta de tratamiento y el tanque de tormentas para las aguas pluviales. Dos de forma independiente y que concurren en un mismo punto antes de entrar a la planta de tratamiento; dichos

colectores se encuentran ubicados en los exteriores de los edificios I, II y III, la planta de tratamiento se ubicará en la parte interior del predio.

La infraestructura descrita para posible conexión de descarga de este Centro Educativo, fue detectada mediante un levantamiento físico, levantando brocales de pozos de visita, así se pudo verificar cotas de arrastre y diámetro del colector como se indica en el plano "III.4 PMS-01" en el Anexo I Planos.

5.2.1) Método de cálculo aplicado. Para el cálculo del gasto sanitario se utilizó el Método de Hunter, el cual se basa en la determinación del gasto máximo instantáneo mediante la cuantificación de los valores de unidades de descarga de todos y cada uno de los muebles sanitarios considerados.

A continuación se presenta en la Tabla III.4 "Cálculo de Unidades Mueble (U.M.)" el cálculo del gasto sanitario máximo instantáneo en función de las unidades de descarga de los muebles sanitarios que se indican en cada edificio:

TABLA III.4 "CÁLCULO DE UNIDADES MUEBLE (U.M.)"

Edificio	Mueble	Cantidad	U.M.	Total U.M.
AULAS I SANITARIOS DE HOMBRES	Taza con fluxómetro	12	6	72
	Mingitorio con fluxómetro	18	4	72
	Lavabo	24	1	24
	Subtotal	----	----	168
AULAS I SANITARIOS DE MUJERES	Taza con fluxómetro	24	6	144
	Lavabo	24	1	24
	Subtotal	----	----	168
AULAS II SANITARIOS DE HOMBRES	Taza con fluxómetro	24	6	144
	Mingitorio con fluxómetro	24	4	96
	Lavabo	30	1	30
	Vertedero	6	2	12
	Subtotal	----	----	282
AULAS II SANITARIOS DE MUJERES	Taza con fluxómetro	42	6	252
	Lavabo	30	1	30
	Vertedero	6	2	12
	Subtotal	----	----	294
AULAS III SANITARIOS DE HOMBRES	Taza con fluxómetro	12	6	72
	Mingitorio con fluxómetro	18	4	72
	Lavabo	24	1	24
	Subtotal	----	----	168

Esta tabla continúa en la página siguiente

TABLA III.4 “CÁLCULO DE UNIDADES MUEBLE (U.M)”
(Continúa de la página anterior)

Edificio	Mueble	Cantidad	U.M.	Total U.M.
AULAS III SANITARIOS DE MUJERES	Taza con fluxómetro	24	6	144
	Lavabo	24	1	24
	Lavadero	6	2	12
	Subtotal	----	----	180
PLANTA FÍSICA Y BODEGA	Taza con fluxómetro	6	6	36
	Mingitorio con fluxómetro	1	4	4
	Lavabo	8	1	8
	Regadera	8	2	16
	Subtotal	----	----	64
CAFETERÍA Y LABORATORIO	Taza con fluxómetro	6	6	36
	Mingitorio con fluxómetro	3	4	12
	Lavabo	8	1	8
	Lavadero	1	2	2
	Subtotal	----	----	58
			Total	1,382

De acuerdo con los resultados de la Tabla III.4 “Cálculo de Unidades Mueble (U.M)” y en base a la Tabla 2.3 “Gastos en Función de Unidades-Mueble”, del método de Hunter-Nielsen, se tiene los siguientes resultados para cada edificio:

Aulas I Sanitarios Hombres: 168 Unidades Mueble con un gasto máximo de 5.21 lt/seg.

Aulas I Sanitarios Mujeres: 168 Unidades Mueble con un gasto máximo de 5.21 lt/seg.

Aulas II Sanitarios Hombres: 282 Unidades Mueble con un gasto máximo de 6.72 lt/seg.

Aulas II Sanitarios Mujeres: 294 Unidades Mueble, con un gasto máximo de 6.85 lt/seg.

Aulas III Sanitarios Hombres: 168 Unidades Mueble con un gasto máximo de 5.21 lt/seg.

Aulas III Sanitarios Mujeres: 180 Unidades Mueble con un gasto máximo de 5.38 lt/seg.

Planta física y bodega: 64 Unidades Mueble con un gasto máximo de 3.48 lt/seg.

Cafetería y Laboratorio: 58 Unidades Mueble con un gasto máximo de 3.36 lt/seg.

Total de unidades mueble: $1,382 \times 0.70 = 968$

Gasto máximo (Q_{máx}): $Q_{máx} = 12.85$ lt/seg.

Gasto de diseño (Q_d): $Q_d = 10.3$ lt/seg.

5.3) Capacidad de los conductos para recibir las aportaciones del desarrollo.

Antes del cruce de Avenida de las Granjas, se localiza un Pozo de Visita 1, cabeza de atarjea con cota de arrastre de (-2.32 m) y diámetro de salida de 12" (300 mm) a 55.67 m se localiza el Pozo de Visita 2 con cota de llegada y salida de (-2.50 m) con diámetro de 12", de este punto a 55.60, se localiza el Pozo 3 con cota de llegada y salida de (-2.650 m) con diámetro de 12" (300 mm), de este punto a 55.60 m se localiza el Pozo 4 con cota de llegada y salida de (-2.75 m), hasta este punto se verificaron las cotas y diámetros de los pozos y de tuberías. Ver plano "III.4 PMS-01" en el Anexo I Planos.

El sistema de alcantarillado sanitario esta constituido por una tubería de concreto simple de 20 cm de diámetro e interconectada por medio de registros de 40 x 60 cm hasta una profundidad de 1.20 m. De acuerdo a las pendientes obtenidas y los gastos de los diferentes cuerpos arquitectónicos, se proyectó la tubería apoyados en Manning.

5.3.1) Aguas Pluviales. El drenaje pluvial se estima con un área de aportación de 18,275 m² con un coeficiente de escurrimiento de 0.8. El agua pluvial se captará a través de cunetas pluviales y el área de aportación restante a través de Bajadas de Agua Pluvial (BAP) y coladeras pluviales. La intensidad de lluvia se calcula en 24.9 mm/h que se obtiene de las isoyetas de la zona en estudio, por lo que el gasto máximo pluvial se calcula en 84.27 lt/seg que serán enviados a la planta de tratamiento.

El tratamiento interno de las aguas generadas y recolectadas por el proyecto, representa un impacto benéfico tanto para el funcionamiento interno de la preparatoria como para la zona de influencia, ya que en la red de alcantarillado no se incluirán estos gastos y no se generarán impactos negativos.

5.3.2) Sistema de Evacuación de Aguas Pluviales. Las precipitaciones pluviales en las azoteas y claustro, serán recolectadas por coladeras con cuerpo y rejilla de hierro fundido marca Helvex, modelo 444-X, y se conectarán a bajadas formadas con tubería y conexiones de hierro colado Tisa-Tar con diámetros de 150 y 200

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

mm, las cuales irán alojadas en ductos verticales como se indica en los planos "III.5 IS-01" y "III.6 IS-04" en el Anexo I Planos.

Para el desagüe de limpiezas de pasillos, se instalarán coladeras marca Helvex modelo 632-H con rejilla rectangular cromada, cuerpo de bronce cromado y conexión inferior roscada de 51 mm. Cada dos coladeras de limpieza, concurrirán a una bajada con diámetro de 64 mm, con tubería de acero al carbón soldable cédula 40 sin costura, en los desagües horizontales que reciben las coladeras se usará tubería y conexiones de cobre soldables tipo "M". El patio del Claustro, se drenará mediante rejillas planas con bisagras de 0.4m x 0.40 m, marca Mymaco, colocadas en el brocal de registros de mampostería. Y colectores formados con tubería y conexiones Tisa-Tar, en diámetros de 250, 200, 150 y 100 mm. Ver plano "III.5 IS-01" en el Anexo I Planos que se encuentra al final de este trabajo. El sistema de drenaje pluvial se dividió para su funcionamiento en infiltración en zonas de jardines y almacenamiento con regularización para su vertido al colector municipal.

5.3.3) Método de cálculo aplicado. El cálculo del gasto pluvial, se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), hoy Sistema de Aguas del Distrito Federal, para lo cual se utilizó el Método Racional Americano.

Fórmula: $Q_p = 2.315CiA$

Donde:

- Q_p = Gasto pluvial en lt/seg.
- C = Coeficiente de escurrimiento ponderado
- i = Intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración en mm/hr, que de acuerdo a las isoyetas de la zona en estudio es igual a 24.9 mm/hr
- A = Área de aportación, en hectáreas
- 2.315 = Coeficiente que toma en cuenta las unidades

5.3.4) Método de cálculo aplicado determinación del coeficiente de escurrimiento

Este coeficiente se obtiene como un valor ponderado de los valores específicos de escurrimiento que tienen las diferentes superficies en contacto con agua de lluvia.

La captación y drenaje de las aguas en las azoteas de edificios de Aulas, Existentes, Planta Física, Cafetería y Estacionamiento a cubierta, se toma como valor del coeficiente de escurrimiento de $C = 0.80$.

El sistema de drenaje pluvial, se dividió para su cálculo y funcionamiento como se observa en la Tabla III.5 "Cálculo del Gasto Pluvial"

TABLA III.5 "CÁLCULO DEL GASTO PLUVIAL"

EDIFICIO	AREA DE APORTACIÓN En m ²	GASTO PLUVIAL $Q_p = 2.315CiA$ En lt/seg
AZOTEA AULAS I	3,000	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.30 = 13.83$
AZOTEA AULAS II	3,351	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.335 = 15.45$
AZOTEA AULAS III	3,000	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.30 = 13.83$
AZOTEA AUDITORIO 250 PERSONAS	226	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.0226 = 1.04$
AZOTEA CAFETERIA Y LABORATORIO	1,214	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.1214 = 5.60$
AZOTEA PLANTA FÍSICA Y ALMACÉN	570	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.057 = 2.63$
AZOTEAS EXISTENTES	441	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.044 = 2.03$
AZOTEA ESTACIONAMIENTO	3,855	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.3855 = 17.77$
ESTACIONAMIENTO PARA 74 AUTOS.	2,310	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.231 = 10.65$
AZOTEA PLANTA DE TRATAMIENTO	308	$2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.030 = 1.42$

5.3.5) Cálculo capacidad de tanque de tormentas. Para el diseño de la red que conduce al tanque de tormentas se consideró el efecto de regulación de la lluvia durante la tormenta, el resto será infiltrado en zonas de jardines como se indica en la descripción del Sistema.

Se considera la utilización de estructuras denominadas Tanques de Tormentas, que en términos generales funcionan como tanques de almacenamiento y regularización, con el fin de regular el agua de lluvia durante la tormenta; la capacidad del tanque será calculada en función del gasto final que llega a éste para almacenar el volumen que se genera para una duración de 30 minutos de la

tormenta. Las canchas y andadores descubiertos, serán drenados de manera directa hacia las zonas de jardines, cuya capacidad de absorción sea suficiente para que esta agua se infiltre.

5.3.5.1) Intensidad de precipitación. La intensidad de precipitación, es función de la duración de lluvia y del período de retorno, para calcularla se utiliza la expresión siguiente:

$$I (t_c) = \frac{t_c h_p (t_r, t_c)}{d}$$

Donde: $I (t_c)$ = Intensidad, en mm/hr
 $h_p (t_r, t_c)$ = Precipitación media para el período de retorno (t_r) y la duración (t_c) en mm
 t_c = Tiempo de concentración, en minutos
 d = Duración de la tormenta, en minutos

Pero sabemos que la precipitación media es igual a:

$$h_p (t_r, d) = h_p (5, 30) (F_{t_r}) (F_d) (F_a)$$

Donde: $h_p (t_r, d)$ = Altura de precipitación, en mm para un período de retorno, duración y área determinada.

$h_p (5, 30)$ = Altura de precipitación, en mm

Para un período de retorno de 5 años y una duración de 30 minutos.

F_{t_r} = Factor de ajuste del período de retorno, adimensional.

F_d = Factor de ajuste por duración, adimensional.

F_a = Factor de reducción por área, adimensional.

5.3.5.1.1) Precipitación. La altura de precipitación para un período de retorno de 5 años y 30 minutos de duración se obtiene de la gráfica de isoyetas de la zona en estudio con las que cuenta la extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), actualmente Sistema de Aguas del Distrito Federal. $h_p (5, 30) = 30$ mm.

Período de retorno. Se definió para el presente cálculo un período de retorno de la avenida máxima de 3 años, y con la ayuda de la gráfica anexa se obtuvo un factor:

$$F_{tr} = 0.83$$

5.3.5.1.2) Factor de ajuste por duración. Este factor se obtiene utilizando la gráfica anexa, requiriéndose como dato el tiempo de concentración para cada tramo analizado.

Factor de ajuste por área. Se ha considerado la utilización de un valor factor de ajuste = 1.

Los valores obtenidos se sustituyen en las ecuaciones antes mencionadas, considerando para el cálculo de la intensidad de lluvia la duración igual al tiempo de concentración.

La capacidad del tanque de Tormentas se determina en función del gasto final que llega a éste, para almacenar el volumen que se genera para una duración de 30 minutos.

$$Q_{P.TOTAL} = Q_{P1} + Q_{P2} + Q_{P3} + Q_{P4} + Q_{P5} + Q_{P6} + Q_{P7} + Q_{P8} + Q_{P9} + Q_{P10}$$

$$Q_{P.TOTAL} = 13.83 + 15.45 + 13.83 + 1.04 + 5.60 + 2.63 + 2.03 + 17.77 + 10.65 + 1.42$$

$$Q_{P.TOTAL} = 84.25 \text{ lt/seg.}$$

Para una duración de 30 minutos de la tormenta, se requiere de un tanque con la siguiente capacidad: $\text{Capacidad} = 84.25 \times 60 \times 30 / 1,000 = 150 \text{ m}^3$

Con las dimensiones indicadas en los planos "III.4 PMS-01" y "III.5 PMS-02" en el Anexo I Planos que se encuentra al final de este trabajo.

5.6) Impacto del gasto de descarga del desarrollo en la red municipal. Se considera suficiente un colector que reciba las aportaciones de descargas de Aguas Residuales del Centro Educativo con dos descargas de 200 mm (8") de diámetro aún sin contar con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

5.7) Medidas de mitigación de drenaje. Por lo que respecta a las aguas pluviales, se considera una conexión de 200 mm para el vertido y achique del tanque de tormentas con capacidad de 150 m^3 al colector de 300 mm de diámetro

localizado en Avenida de las Granjas. Por lo anterior, se considera que no son necesarios eventos de mitigación del drenaje.

III.3 FACTIBILIDAD DE LAS DEMANDAS DEL PROYECTO HIDROSANITARIO

De acuerdo con lo establecido en la Ley de Aguas para el Distrito Federal, la prestación de los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado y en su caso de tratamiento de aguas residuales y re-uso, constituye un servicio público que el gobierno del Distrito Federal presta a través de la dependencia encargada.

Por ello, para verificar la factibilidad de este proyecto se realizó el estudio de impacto urbano en la modalidad hidráulica en donde se reconoció la zona de influencia de acuerdo al Plan Hidráulico y planos de la infraestructura de agua potable y drenaje de la Delegación y en el área del proyecto, además de verificar la información con trabajos de campo y de gabinete con la medición de presiones en predios vecinos al lugar en estudio.

Por lo anterior, se determina que si es factible la demanda de este proyecto hidrosanitario, porque las fuentes de abastecimiento de la zona, su capacidad de suministro y el análisis de sus conductos de agua potable y drenaje de las redes primarias y secundarias cubren las ofertas de la demanda de este proyecto, además de tener poca influencia ó alteración negativa al entorno urbano y al medio ambiente, con lo que se toman medidas de prevención, mitigación para compensar dichas alteraciones.

Por lo tanto, en virtud del análisis que se hizo de este proyecto, se observó que el Impacto Ambiental no sufriría ninguna situación de anormalidad en el entorno urbano, por lo que no requería un estudio más profundo y dado que el proyecto se realizó en un predio ya habitado como corrales de un rastro, no hubo degradación, por lo que se concluye que si fue factible realizar este proyecto hidrosanitario en dicho predio en estudio.

III.4 IMPACTO AMBIENTAL

A continuación en este Capítulo se presenta el manifiesto de Impacto Ambiental. La presentación del estudio cumple con los objetivos prioritarios que es prevenir y

controlar el deterioro ambiental que pudiera generarse con el establecimiento de obras, actividades y servicios dentro de esta jurisdicción.

Para detallar los conceptos fundamentales del estudio de Impacto Ambiental, se inicia con las siguientes definiciones:

III.4.1 MODIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Es cualquier modificación o alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del medio ambiente, causada por cualquier forma de materia o energía resultante de actividades humanas o de la misma naturaleza, que directa o indirectamente afecten al aire, agua superficial o subterránea, suelo, flora, fauna, paisaje y/o sociedad (salud y bienestar).

III.4.2 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Procedimiento a través del cual las autoridades autorizan la procedencia ambiental de proyectos específicos, así como las condiciones a las que se sujetarán los mismos para la realización de las obras, actividades o aprovechamientos del proyecto, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos en el equilibrio ecológico o el medio ambiente.

III.4.3 MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial, que generaría, de realizarse, una obra, actividad o aprovechamiento, así como la forma de evitarlo o atenuarlo, en caso de que sea negativo.

III.4.4 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Es el instrumento de política ambiental cuyo objetivo es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

La evaluación de Impacto Ambiental por ejecución de obras de urbanización y construcción de este Centro Educativo se realiza desde el punto de vista de los

posibles efectos provocados por las actividades productivas a realizarse en la zona, buscando alternativas menos dañinas para el medio ambiente y que satisfaga el propósito y las necesidades del emprendimiento.

El propósito de esta evaluación ambiental es asegurarse que los recursos naturales, los aspectos socioeconómicos y culturales involucrados, aún indirectamente, puedan ser reconocidos antes del inicio de las obras para protegerlos con una buena planificación tomando las decisiones adecuadas, lo que permite utilizar las tecnologías mas adecuadas para proteger tres puntos fundamentales, que son:

- 1) Las condiciones estéticas y sanitarias del medio ambiente
- 2) La salud, la seguridad y el bienestar público
- 3) La calidad de los recursos

El Gobierno de la República Mexicana, a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, ha establecido un nuevo marco regulatorio ambiental que reconoce, favorece y alienta los proyectos productivos sustentables con una nueva relación entre las organizaciones civiles y el gobierno; lo anterior, con fundamento en el pleno respeto a la pluralidad y autonomía, y reconociendo la capacidad de respuesta de la sociedad que complementa y multiplica la acción pública.

La Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable establece políticas de planeación ambiental; considera a los ecosistemas como patrimonio común de la sociedad, incorpora contenidos ecológicos y ambientales en los diversos niveles y modalidades de la educación; regula tanto el ordenamiento ecológico del territorio estatal como municipal, considerando el aprovechamiento de los recursos naturales relacionados con los asentamientos humanos; norma la autorregulación de las empresas, creando la figura jurídica de la auditoría ambiental e introduce, en título especial, la participación social, su registro y reconocimiento, además de que plantea el otorgamiento de estímulos fiscales, el cumplimiento al derecho a la información ambiental y la atención a la denuncia popular.

Entre otras atribuciones, se debe asumir en esta Ley el prevenir y controlar la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas, la de crear y administrar zonas de preservación ecológica, parques urbanos y jardines públicos, así como la de participar con la autoridad en la evaluación de Impacto Ambiental.

Como ya se mencionó anteriormente respecto de este capítulo, se describen específicamente los lineamientos que se realizaron para presentar un estudio de Impacto Urbano y Ambiental en la modalidad Hidráulica, a fin de descartar y en su caso mitigar los impactos negativos que se presentarían en la línea de conducción de agua potable y drenaje de la zona donde se desarrolló el Centro Educativo en estudio, para hacer la evaluación correspondiente.

Cualquier acción encaminada a la construcción u operación de la obra, requerirá un estudio de impacto ambiental, cuyo alcance sea conforme a alguno de los tres niveles en que se clasifica la afectación del entorno.

- **Informe preventivo:** Cuando la actividad cumpla los límites fijados en el ordenamiento ecológico.
- **Estudio de impacto ambiental:** Cuando afecte a recursos naturales o requiera de sistemas y medidas especiales para cumplir con el ordenamiento ecológico.
- **Estudio de riesgo:** Cuando se tengan más de 10,000 m² de construcción.

En virtud del análisis de este proyecto, se observa que el Impacto Ambiental no sufriría ninguna situación de anormalidad y no requeriría un estudio más profundo y dado que el proyecto se realizó en un predio que anteriormente era ocupado como corrales de un rastro, se resume que no hubo degradación.

Por lo anterior, en este Capítulo III "Impacto Urbano en Materia Hidrosanitaria" se presentaron los lineamientos generales que se siguieron para la realización de esta obra para obtener un aprovechamiento urbano, dando cumplimiento con la ya establecido en la Ley de Desarrollo Urbano y en la Ley Ambiental del Distrito Federal en su reglamento vigente.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO

CAPITULO IV

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO

El diseño de las instalaciones son llevadas a cabo como se mencionó en el Capítulo II “Metodología para el Diseño para el Diseño de las Instalaciones” de este trabajo, en el apartado de II.1.6 “Criterios a considerar en el Diseño” se ve la evolución de un proyecto, en este capítulo se ve la realización técnica del proyecto ejecutivo como tal, para lo cual, se hace mención de los capítulos anteriores.

El suministro del agua potable corre a cargo de la delegación política Azcapotzalco, como se mostró en el Capítulo III “Impacto Urbano en Materia Hidrosanitaria”, las necesidades las cuales requiere el proyecto así como la factibilidad para cumplir con las necesidades del proyecto ejecutivo, como son:

- Diámetro de la Toma de Agua: 66.4 mm
- Almacenamiento de Agua:
 - 1) Cisterna Agua Potable **290 m³**
 - 2) Cisterna Agua Tratada **403 m³**
- Los diámetros de las des cargas de Aguas Negras y Pluviales son:
 - 1) Diámetro del Colector de Aguas Negras **200 mm**
 - 2) Diámetro del Colector de Aguas Pluviales **300 mm**

Este último dirige sus descargas a un tanque de tormentas, dicho tanque funciona como un amortiguador de para no saturar el colector municipal pues no tiene el diámetro suficiente para el gasto requerido para el desalojo de las aguas pluviales, el cálculo y la capacidad de este tanque de tormentas se ve en el apartado de IV.5 “Instalación para la evacuación de las Aguas Pluviales” de este capítulo.

Una vez recopilado esta información se da paso a la explicación técnica del proyecto ejecutivo, para ello la clasificación que a continuación se presenta, es de gran ayuda para explicar al lector la filosofía y el alcance del proyecto:

- 1) Agua Potable

- 2) Agua Tratada
- 3) Agua para Riego
- 4) Agua para Reserva Contra Incendio
- 5) Agua Negras
- 6) Agua Pluviales

IV.1 INSTALACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

La instalación para el servicio de agua potable es referente al cálculo de los equipos el cual suministran agua exclusivamente a los lavabos así como a las tarjas y equipos especiales los cuales tengan que cumplir con la calidad de agua potable y que pudiera ingerir el ser humano sin causarle ninguna infección.

El cálculo de los diámetros de las tuberías esta basado en el "Método de Hunter-Nielsen" donde se cita a las Normas de Diseño en Instalaciones Hidrosanitarias para Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente, estas Normas y Reglamentos cumplen con los estatutos y necesidades vigentes para el diseño de un Centro Educativo.

Se comienza calculando los diámetros de tuberías, con la finalidad de tener los gastos mínimos necesarios para que operen los accesorios y equipos designados en cada uno de las áreas correspondientes:

- a) Edificio Aulas I
- b) Edificio Aulas II
- c) Edificio Aulas III
- d) Edificio Planta Física Bodega
- e) Edificio Cafetería y Laboratorio

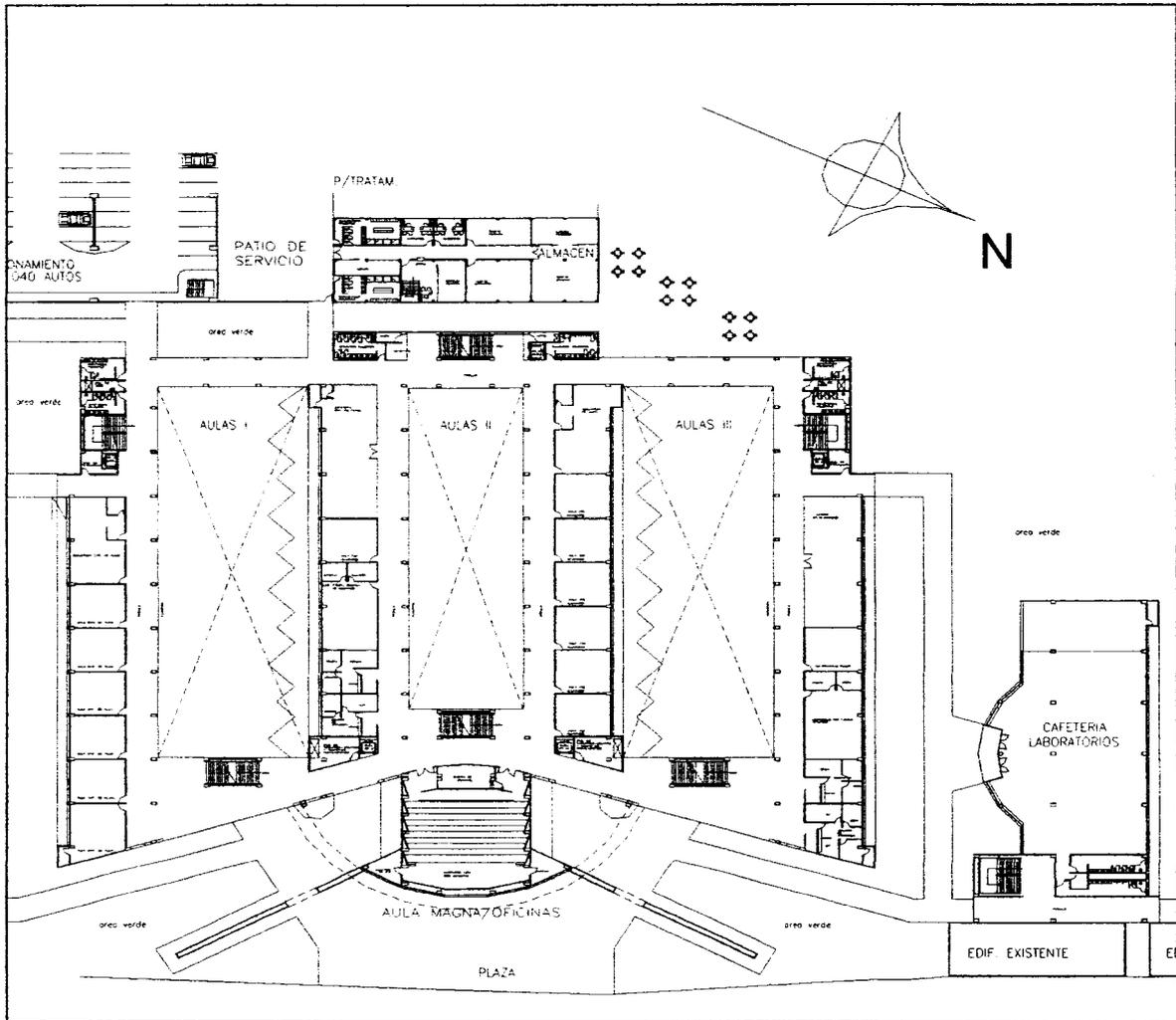
Para el cálculo del suministro de agua potable en esta área se clasifican las necesidades debido a su género:

- Baño Hombres
- Baño Mujeres

Como muestra la Figura IV.1 "Clasificación de Zonas", dicha figura muestra el número de áreas a los cuales se tendrá que suministrar agua potable, así como

los accesorias que tengan que cumplir con especificaciones para su buen funcionamiento, las que son indicadas en las fichas técnicas del accesorio, como son las presiones mínimas necesarias, gastos y formas de instalación, esto último se verá en el Capítulo V "Sistema Operativo y Mantenimiento de las Instalaciones"

FIGURA IV.1 "CLASIFICACIÓN DE ZONAS"



Cada una de las zonas especificadas tendrá una elevación de máximo 6 niveles en los que se refiere a edificios y las demás zonas tendrán las necesidades por planta ya que son casos singulares (laboratorios y cafetería), el cálculo se realizará analizando el elemento más desfavorable, es decir el mueble más alejado de el equipo de bombeo para el buen funcionamiento del accesorio.

El siguiente paso es cuantificar el número de necesidades, es decir cuantos muebles necesitan agua potable, lo cual conlleva al cálculo de Diámetros-Gastos-

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Pérdidas, en el cálculo se multiplica por 0.70 es un coeficiente de operación el cual es adimensional, ya que si calculamos los Diámetros–Gastos–Pérdidas al 100% el cálculo arrojaría diámetros grandes, además de que es poco probable de que todos los accesorios operen simultáneamente.

IV.1.1 CÁLCULO DE GASTOS MÁXIMOS Y DE DISEÑO

Utilizando la Tabla 2.3. Gasto en Función de Unidades Mueble del método de Hunter–Nielsen tomada de la Norma de Diseño de Ingeniería de Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) que se presentan en el Anexo II de este estudio, el cálculo se lleva a cabo teniendo en cuenta la situación más crítica, el cual se presenta en último mueble, por lo que el cálculo se comienza de arriba para abajo.

a) EDIFICIO AULAS I

a.1) Sanitarios Hombres

NIVEL: 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	2	6	-----
Mingitorio con fluxómetro	3	4	-----
Lavabo	4	1	4
Total	-----	-----	4

Agua Potable = $4 \times 0.70 \approx 3$

$Q_{\text{máx.}} = 0.31 \text{ lt/seg.}$ $d = 25 \text{ mm}$ $h_f = 1.84 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 0.25 \text{ lt/seg.}$ $d = 19 \text{ mm}$ $h_f = 4.48 \%$

NIVELES: 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	4	6	-----
Mingitorio con fluxómetro	6	4	-----
Lavabo	8	1	8
Total	-----	-----	8

Agua Potable = $8 \times 0.70 \approx 6$

$Q_{\text{máx.}} = 0.50 \text{ lt/seg.}$ $d = 32 \text{ mm}$ $h_f = 1.62 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 0.42 \text{ lt/seg.}$ $d = 25 \text{ mm}$ $h_f = 3.16 \%$

NIVELES: 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	6	6	-----
Mingitorio con fluxómetro	9	4	-----
Lavabo	12	1	12
Total	-----	-----	12

Agua Potable = $12 \times 0.70 \approx 9$

$Q_{\text{máx.}} = 0.65 \text{ lt/seg.}$ $d = 32 \text{ mm}$ $h_f = 2.59\%$
 $Q_{\text{diseño}} = 0.54 \text{ lt/seg.}$ $d = 32 \text{ mm}$ $h_f = 1.86\%$

NIVELES: 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	8	6	-----
Mingitorio con fluxómetro	12	4	-----
Lavabo	16	1	16
Total	-----	-----	16

Agua Potable = $16 \times 0.70 \approx 11$

$Q_{\text{máx.}} = 0.79 \text{ lt/seg.}$ $d = 32 \text{ mm}$ $h_f = 3.69\%$
 $Q_{\text{diseño}} = 0.61 \text{ lt/seg.}$ $d = 32 \text{ mm}$ $h_f = 2.31\%$

NIVELES: 2, 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	10	6	-----
Mingitorio con fluxómetro	15	4	-----
Lavabo	20	1	20
Total	-----	-----	20

Agua Potable = $20 \times 0.70 = 14$

$Q_{\text{máx.}} = 0.93 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 2.20\%$
 $Q_{\text{diseño}} = 0.72 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 1.37\%$

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO

NIVELES: 1, 2, 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	12	6	-----
Mingitorio con fluxómetro	18	4	-----
Lavabo	24	1	24
Total	-----	-----	24

Agua Potable = $24 \times 0.70 \approx 17$

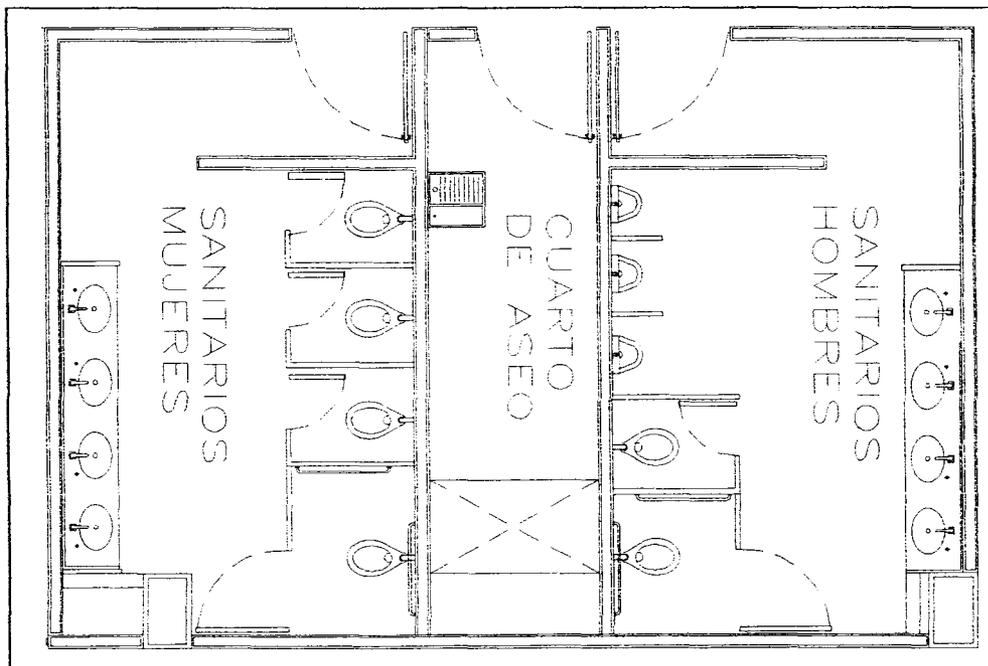
$Q_{\text{máx.}} = 1.07 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 3.00 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 0.79 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 1.60 \%$

A continuación se muestra la planta tipo del Edificio Aulas I, en esta figura se muestra el número de muebles a los cuales se les suministra agua potable exclusivamente, para ello se cuentan 4 lavabos y se hace la conversión a unidad mueble, dando pie al cálculo de Diámetros-Gastos-Pérdidas.

En la Figura IV.2 "Ubicación de Baños Edificio Aulas I Sanitarios de Hombres" se muestra una planta tipo.

FIGURA IV.2 "UBICACIÓN DE BAÑOS EDIFICIO AULAS I SANITARIO HOMBRES"



a.2) Sanitarios Mujeres

NIVEL: 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	4	6	-----
Lavabo.	4	1	4
Lavadero	1	2	2
Total	-----	-----	6

Agua Potable = $6 \times 0.70 \approx 4$

$Q_{\text{máx.}} = 0.42 \text{ lt/seg.}$ $d = 25 \text{ mm}$ $h_f = 3.16 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 0.31 \text{ lt/seg.}$ $d = 25 \text{ mm}$ $h_f = 1.84 \%$

NIVELES: 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	8	6	-----
Lavabo	8	1	8
Lavadero	24	2	4
Total	-----	-----	12

Agua Potable = $12 \times 0.70 \approx 8$

$Q_{\text{máx.}} = 0.65 \text{ lt/seg.}$ $d = 32 \text{ mm}$ $h_f = 2.59 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 0.50 \text{ lt/seg.}$ $d = 32 \text{ mm}$ $h_f = 1.50 \%$

NIVELES: 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	12	6	-----
Lavabo	12	1	12
Lavadero	3	2	6
Total	-----	-----	18

Agua Potable = $18 \times 0.70 \approx 13$

$Q_{\text{máx.}} = 0.86 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 1.87 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 0.68 \text{ lt/seg.}$ $d = 32 \text{ mm}$ $h_f = 2.81 \%$

NIVELES: 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	16	6	-----
Lavabo	16	1	16
Lavadero	4	2	8
Total	-----	-----	24

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO

Agua Potable = $24 \times 0.70 \approx 17$

$Q_{\text{máx.}} = 1.07 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 2.77 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 0.82 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 1.74 \%$

NIVELES: 2, 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	20	6	-----
Lavabo	20	1	20
Lavadero	5	2	10
Total	-----	-----	30

Agua Potable = $30 \times 0.70 = 21$

$Q_{\text{máx.}} = 1.28 \text{ lt/seg.,}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 3.90 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 0.96 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 2.31 \%$

NIVELES: 1, 2, 3, 4, 5 y 6

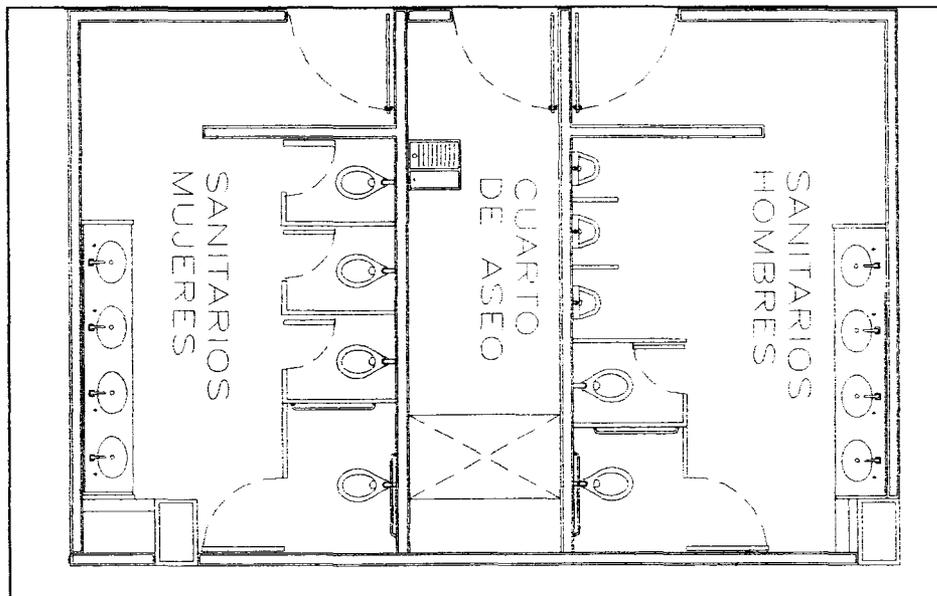
MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con Fluxómetro	24	6	-----
Lavabo	24	1	24
Lavadero	6	2	12
Total			36

Agua Potable = $36 \times 0.70 \approx 25$

$Q_{\text{máx.}} = 1.46 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 4.96 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 1.10 \text{ lt/seg.}$ $d = 38 \text{ mm}$ $h_f = 2.90 \%$

FIGURA IV.3 "UBICACIÓN DE BAÑOS EDIFICIO AULAS I SANITARIO DE MUJERES"

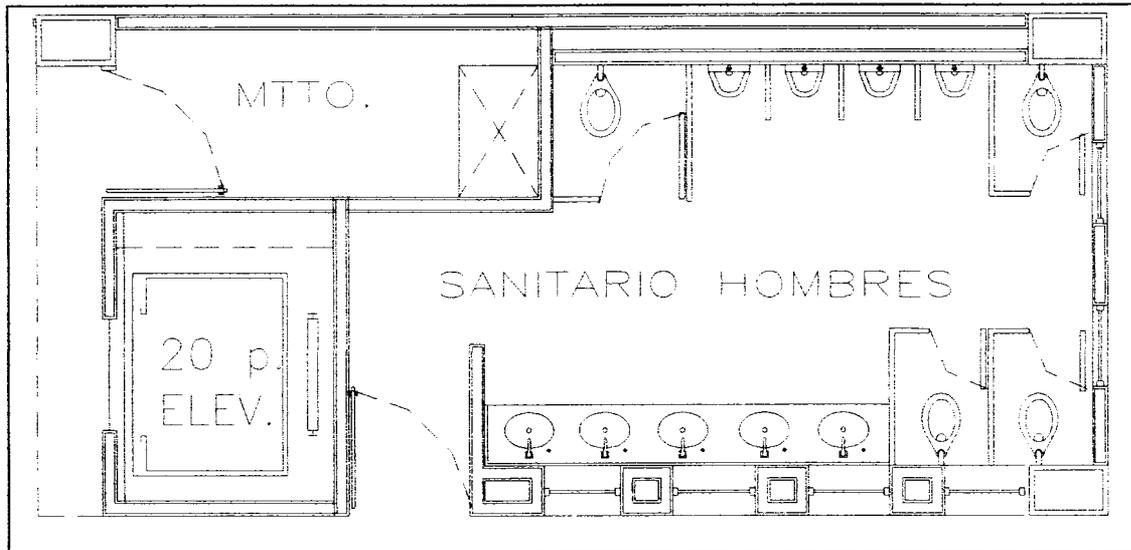


EDIFICIO AULAS II

b.1) Sanitarios Hombres

Planta tipo

FIGURA IV.4 "UBICACIÓN DE BAÑOS EDIFICIO AULAS II"



El método empleado para el cálculo de los de Diámetros-Gastos-Pérdidas es repetitivo se presenta a continuación una tabla resumen:

**TABLA IV.1 "TABLA RESUMEN DIÁMETROS-GASTOS-PÉRDIDAS
UBICACIÓN DE BAÑOS HOMBRES EDIFICIO AULAS II"**

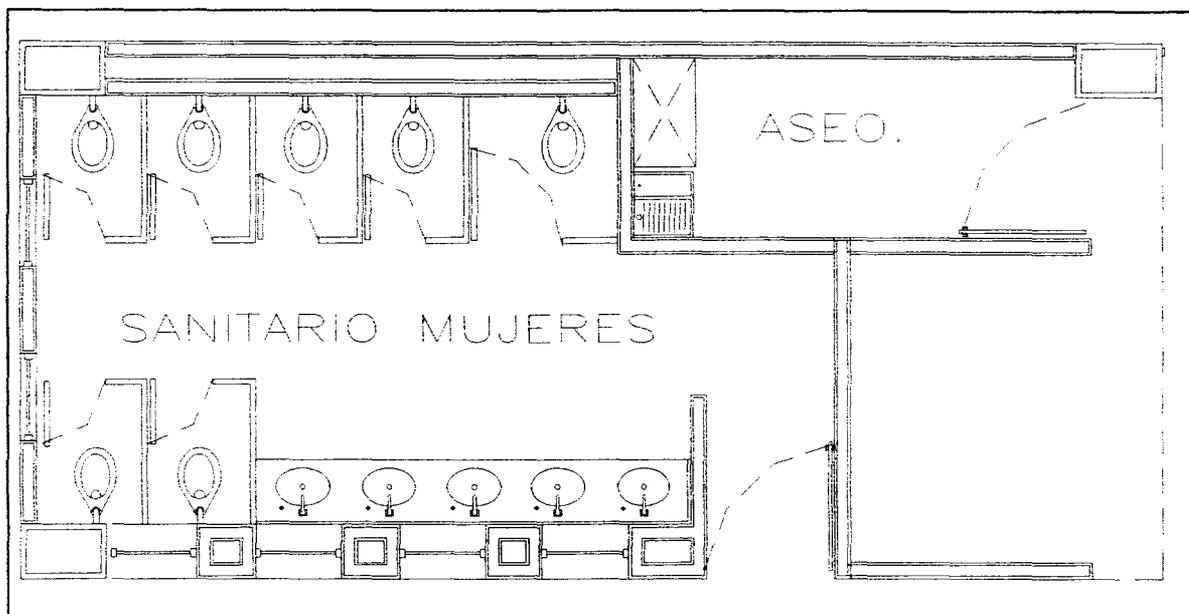
NIVEL	TIPO DE MUEBLE	NÚMERO DE MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	U.M. TOTALES	U.M. ACUMULADO	ϕ mm	Q lt/seg	h_f %
6	LAVABOS	5	1	5	7	25	0.46	3.72
	LAVADERO	1	2	2			0.37	2.52
5	LAVABOS	5	1	5	14	32	0.72	3.21
	LAVADERO	1	2	2			0.58	2.11
4	LAVABOS	5	1	5	21	32	0.96	5.26
	LAVADERO	1	2	2			0.75	3.34
3	LAVABOS	5	1	5	28	38	1.21	3.5
	LAVADERO	1	2	2			0.93	2.22
2	LAVABOS	5	1	5	35	38	1.43	4.75
	LAVADERO	1	2	2			1.10	2.96
1	LAVABOS	5	1	5	42	38	1.64	6.1
	LAVADERO	1	2	2			1.28	3.9

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO

b.1) Sanitarios Mujeres

Planta tipo

FIGURA IV.5 "UBICACIÓN DE BAÑOS EDIFICIO II"



En este caso en particular se cuentan con dos cuartos de aseo para la limpieza de cada uno de los baños, ya que en este edificio se tiene contemplado albergar oficinas para empresas que se interesen en alumnos de alto rendimiento, para ello se quiere contar con instalaciones propias para este fin.

TABLA IV.2 "TABLA RESUMEN DIÁMETROS-GASTOS-PÉRDIDAS UBICACIÓN DE BAÑOS MUJERES EDIFICIO II"

NIVEL	TIPO DE MUEBLE	NÚMERO DE MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	U.M. TOTALES	U.M. ACUMULADO	ϕ mm	Q lt/seg	h_f %
6	LAVABOS	5	1	5	7	25	0.46	3.72
	LAVADERO	1	2	2			0.37	2.52
5	LAVABOS	5	1	5	14	32	0.72	3.21
	LAVADERO	1	2	2			0.58	2.11
4	LAVABOS	5	1	5	21	32	0.96	5.26
	LAVADERO	1	2	2			0.75	3.34
3	LAVABOS	5	1	5	28	38	1.21	3.5
	LAVADERO	1	2	2			0.93	2.22
2	LAVABOS	5	1	5	35	38	1.43	4.75
	LAVADERO	1	2	2			1.10	2.96
1	LAVABOS	5	1	5	42	38	1.64	6.1
	LAVADERO	1	2	2			1.28	3.9

c) EDIFICIO AULAS III

c.1) Sanitarios Hombres

Planta tipo

FIGURA IV.6 "UBICACIÓN DE BAÑOS EDIFICIO AULAS III"

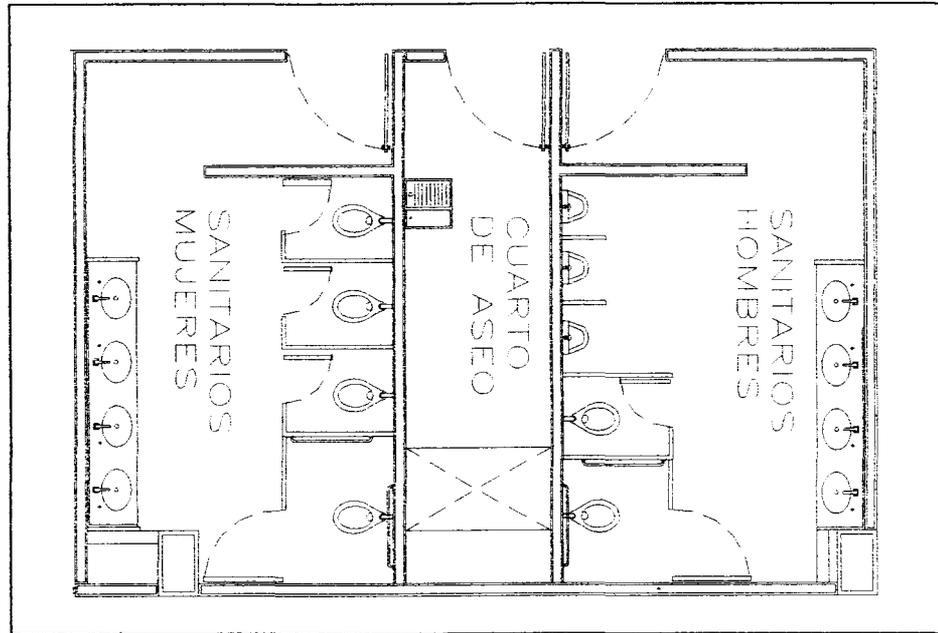


TABLA IV.3 "TABLA RESUMEN DIÁMETROS-GASTOS-PÉRDIDAS SANITARIO DE HOMBRES EDIFICIO AULAS III"

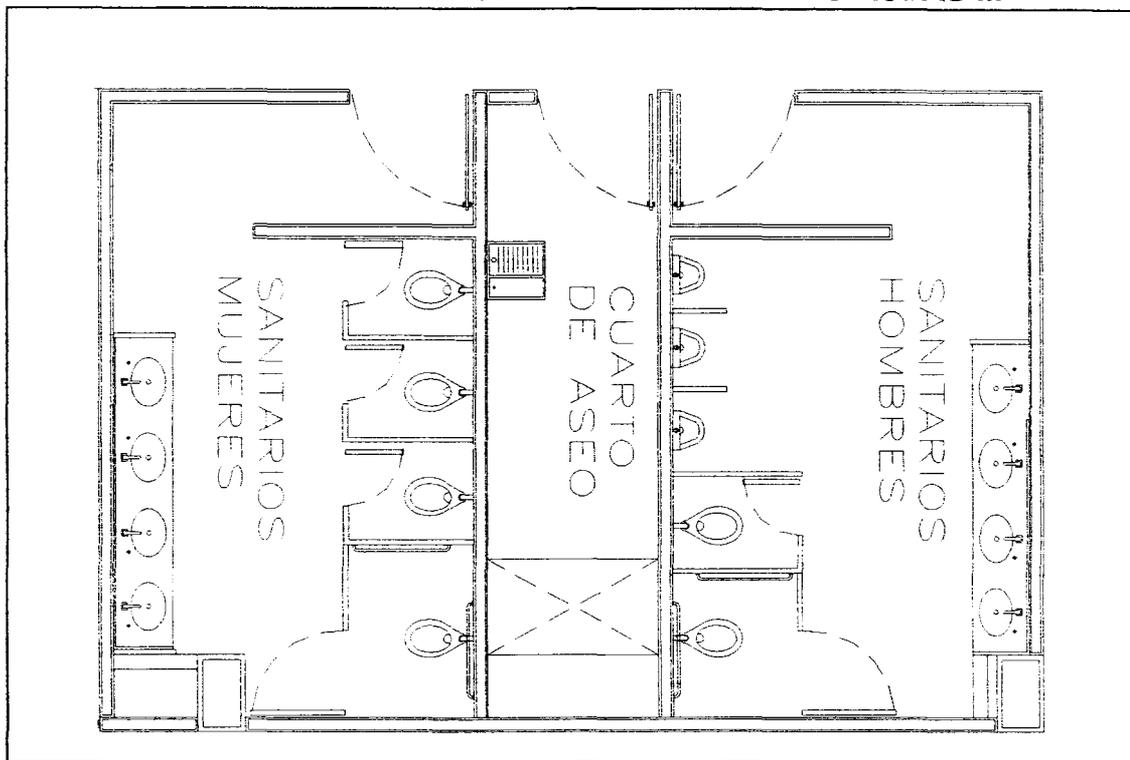
NIVEL	TIPO DE MUEBLE	NÚMERO DE MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	U.M. TOTALES	U.M. ACUMULADO	ϕ mm	Q lt/seg	h_f %
6	LAVABOS	5	1	5	5	25	0.31	1.84
							0.25	4.48
5	LAVABOS	5	1	5	10	32	0.5	1.62
							0.42	3.16
4	LAVABOS	5	1	5	15	32	0.65	2.59
							0.54	1.86
3	LAVABOS	5	1	5	20	38	0.79	3.69
							0.61	2.31
2	LAVABOS	5	1	5	25	38	0.93	2.2
							0.72	1.37
1	LAVABOS	5	1	5	30	38	1.07	3
							0.79	1.6

c) EDIFICIO AULAS III

c.2) Sanitarios Mujeres

Planta tipo

FIGURA IV.7 "UBICACIÓN DE BAÑOS EDIFICIO AULAS III"



**TABLA VI.4 "TABLA RESUMEN DIÁMETROS-GASTOS-PÉRDIDAS
SANITARIOS DE MUJERES EDIFICIO AULAS III"**

NIVEL	TIPO DE MUEBLE	NÚMERO DE MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	U.M. TOTALES	U.M. ACUMULADO	ϕ mm	Q lt/seg	h_f %
6	LAVABOS	4	1	4	6	25	0.42	3.16
	LAVADERO	1	2	2			0.31	1.84
5	LAVABOS	4	1	4	12	32	0.65	2.59
	LAVADERO	1	2	2			0.5	1.5
4	LAVABOS	4	1	4	18	32	0.86	1.87
	LAVADERO	1	2	2			0.68	2.81
3	LAVABOS	4	1	4	24	38	1.07	2.77
	LAVADERO	1	2	2			0.82	1.74
2	LAVABOS	4	1	4	30	38	1.28	3.9
	LAVADERO	1	2	2			0.96	2.31
1	LAVABOS	4	1	4	36	38	1.46	4.96
	LAVADERO	1	2	2			1.1	2.9

c) EDIFICIO PLANTA FÍSICA-BODEGAS

c.1) Sanitarios Hombres

FIGURA IV.8 “UBICACIÓN DE BAÑOS PLANTA FÍSICA-BODEGAS”

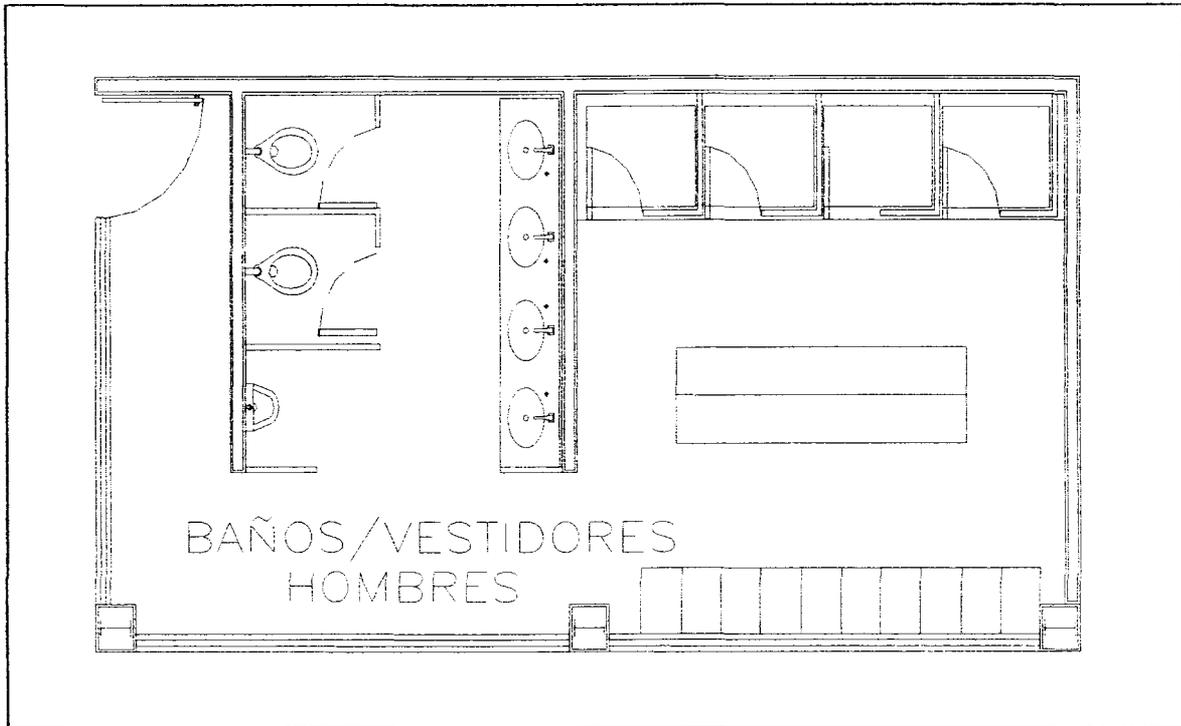


TABLA IV.5 “TABLA RESUMEN DIÁMETROS-GASTOS-PÉRDIDAS SANITARIOS DE HOMBRES PLANTA FÍSICA-BODEGAS”

NIVEL	TIPO DE MUEBLE	NÚMERO DE MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	U.M. TOTALES	U.M. ACUMULADO	ϕ mm	Q lt/seg	h_f %
P.B.	LAVABOS	4	1	4	12	32	0.65	2.6
	REGADERA	4	2	8			0.42	1.86

Este concepto contempla baños y vestidores, es decir el uso de agua caliente, este concepto se tocará de forma somera, ya que el tema de este trabajo se enfoca al funcionamiento hidráulico-sanitario del complejo, sin embargo se toman los puntos esenciales del cálculo de una caldera, dichos cálculos se presentarán más adelante en este capítulo.

Como se mencionó este es un caso singular del proyecto ya que se trata de una zona NO TIPO, es decir se trata de un concepto singular.

c) EDIFICIO PLANTA FÍSICA-BODEGAS

c.2) Sanitarios Mujeres

FIGURA IV.9 "UBICACIÓN DE BAÑOS PLANTA FÍSICA-BODEGAS"

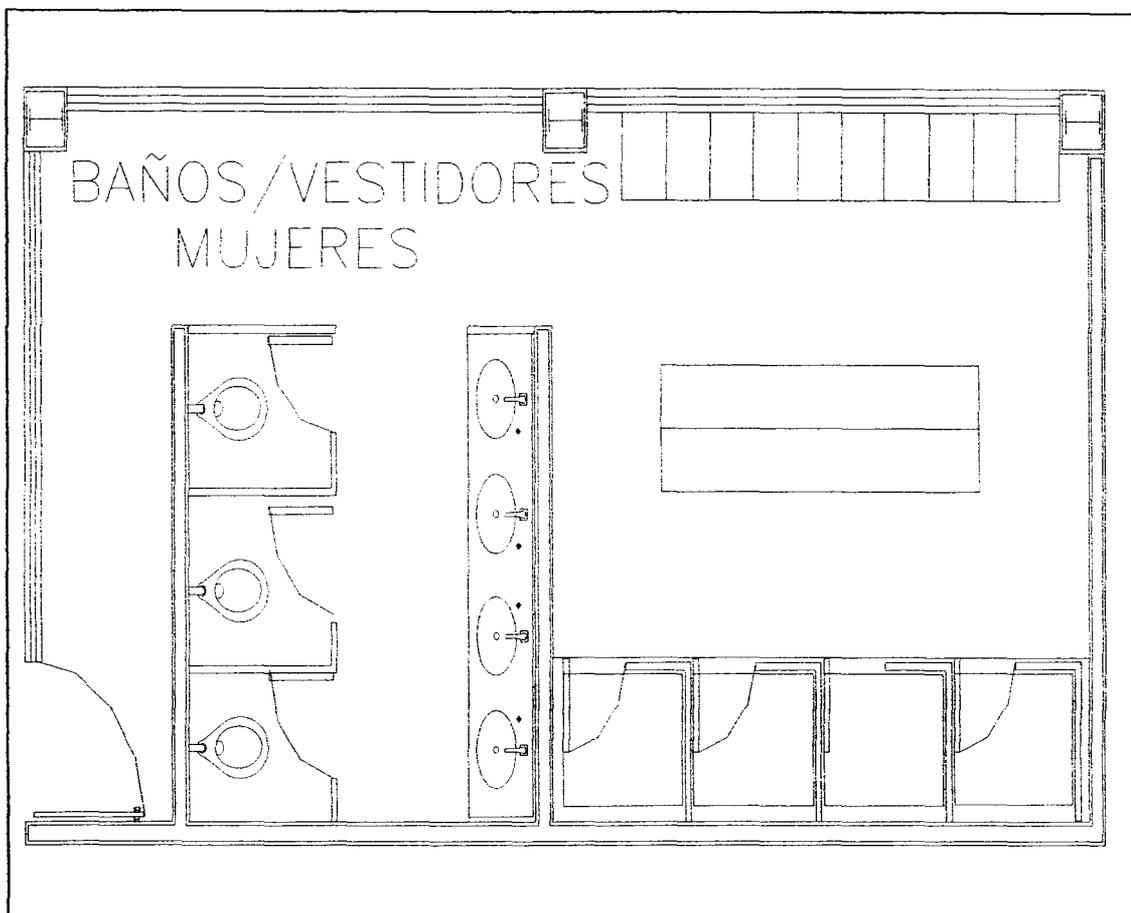


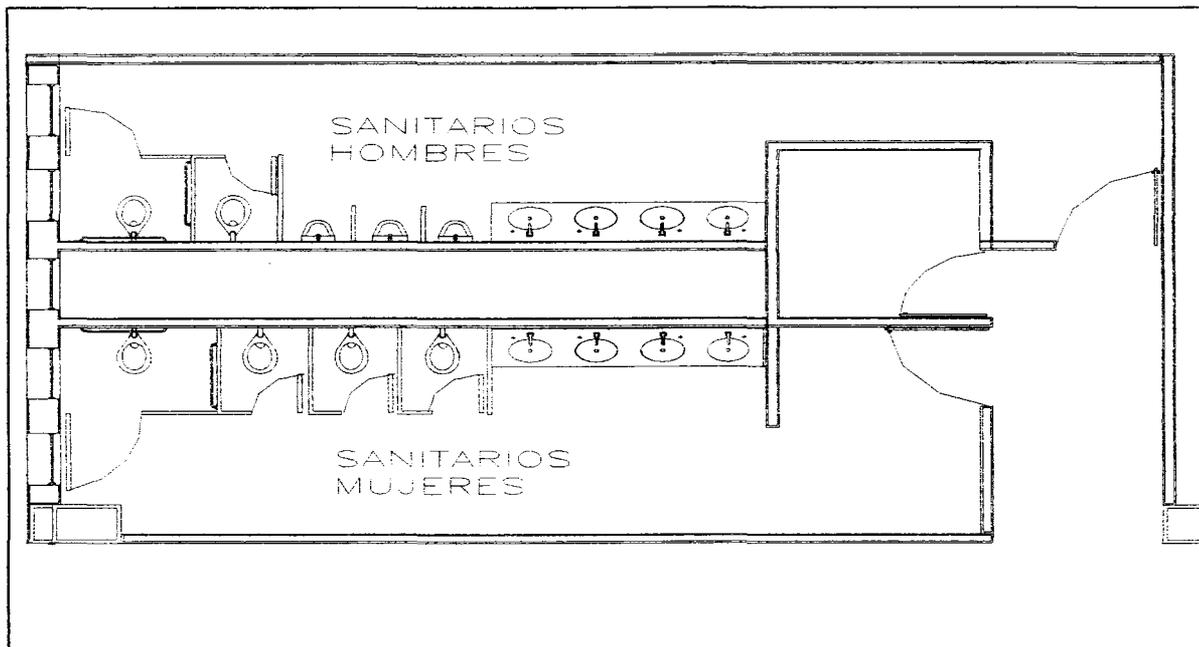
TABLA IV.6 "TABLA RESUMEN DIÁMETROS-GASTOS-PÉRDIDAS
SANITARIOS DE MUJERES PLANTA FÍSICA-BODEGAS"

NIVEL	TIPO DE MUEBLE	NÚMERO DE MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	U.M. TOTALES	U.M. ACUMULADO	ϕ mm	Q lt/seg	h_f %
P.B.	LAVABOS	4	1	4	12	51	0.65	2.6
	REGADERA	4	2	8			0.54	1.86

b) CAFETERÍA-LABORATORIO

c.1) Sanitarios Hombres y Mujeres

FIGURA IV.10 "CAFETERÍA-LABORATORIO"



**TABLA IV.7 "TABLA RESUMEN DIÁMETROS-GASTOS- PÉRDIDAS
SANITARIO HOMBRES"**

NIVEL	TIPO DE MUEBLE	NÚMERO DE MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	U.M. TOTALES	U.M. ACUMULADO	ϕ mm	Q lt/seg	h_f %
P.B.	LAVABOS	4	1	4	4	25	0.31	1.8
							0.25	4.5

**TABLA IV.8 "TABLA RESUMEN DIÁMETROS-GASTOS-PÉRDIDAS
SANITARIO MUJERES"**

NIVEL	TIPO DE MUEBLE	NÚMERO DE MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	U.M. TOTALES	U.M. ACUMULADO	ϕ mm	Q lt/seg	h_f %
P.B.	LAVABOS	4	1	4	6	25	0.42	1.8
	LAVADERO	1	2	2			0.31	4.5

CÁLCULO DE CRUCEROS

Tramo de cruceros L – P

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	1	6	-----
Regadera	1	2	2
Lavabo	1	1	1
Vertedero	6	2	12
Total	-----	-----	15

Agua Potable: $21 \times 0.70 = 15 \text{ U.M}$

$$Q_{\text{máx.}} = 0.96 \text{ l/seg.}$$

$$d = 38 \text{ mm} \quad h_f = 2.3 \%$$

$$Q_{\text{diseño}} = 0.75 \text{ l/seg.}$$

$$d = 38 \text{ mm} \quad h_f = 1.5 \%$$

Tramo cruceros H – L

Tramo L–P: Agua Potable = 36
 Agua Potable = $\frac{21}{57} \times 0.70 = 40 \text{ U.M}$

$$Q_{\text{máx.}} = 2.00 \text{ lt/seg.}$$

$$d = 51 \text{ mm} \quad h_f = 2.3 \%$$

$$Q_{\text{diseño}} = 1.58 \text{ lt/seg.}$$

$$d = 38 \text{ mm} \quad h_f = 5.7 \%$$

TABLA IV.9“GASTOS TOTALES EN FUNCIÓN DE UNIDADES MUEBLES”

ZONA	CONCEPTO	GASTO lt/seg
EDIFICIO AULAS I	SANITARIO DE HOMBRES	24
	SANITARIO DE MUJERES	36
EDIFICIO AULAS II	SANITARIO DE HOMBRES	42
	SANITARIO DE MUJERES	42
EDIFICIO AULAS III	SANITARIO DE HOMBRES	24
	SANITARIO DE MUJERES	36
PLANTA FISICA- BODEGA	SANITARIO DE HOMBRES	24
	SANITARIO DE MUJERES	
CAFETERÍA- LABORATORIO	SANITARIO DE HOMBRES	28
	SANITARIO DE MUJERES	
TOTAL		256

Agua Potable: $Q_{\text{máx.}} = 5 \text{ lt/seg.}$

$$Q_{\text{diseño}} = 3.98 \text{ lt/seg.}$$

IV.2 INSTALACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE AGUA TRATADA

Utilizando la tabla 2.3. Gasto en función de Unidades Mueble del método de Hunter-Nielsen tomada de la Norma de Diseño de Ingeniería del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), del Anexo II, se hace el siguiente cálculo:

a) EDIFICIO AULAS I

a.1) Sanitarios Hombres

NIVEL: 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA TRATADA
Taza con fluxómetro	2	6	12
Mingitorio con fluxómetro	3	4	12
Lavabo	4	1	-----
Total	-----	-----	24

Agua Tratada = $24 \times 0.70 \approx 24$

$Q_{\text{máx.}} = 2.37 \text{ lt/seg.}$ $d = 51 \text{ mm}$ $h_f = 3.12 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 2.08 \text{ lt/seg.}$ $d = 51 \text{ mm}$ $h_f = 2.46 \%$

NIVELES: 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	4	6	24
Mingitorio con fluxómetro	6	4	24
Lavabo	8	1	-----
Total	-----	-----	48

Agua Tratada = $48 \times 0.70 \approx 34$

$Q_{\text{máx.}} = 3.15 \text{ lt/seg.}$ $d = 51 \text{ mm}$ $h_f = 5.25 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 2.73 \text{ lt/seg.}$ $d = 51 \text{ mm}$ $h_f = 4.08 \%$

NIVELES: 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	6	6	36
Mingitorio con fluxómetro	9	4	36
Lavabo	12	1	-----
Total	-----	-----	72

Agua Tratada = $72 \times 0.70 \approx 50$

$Q_{\text{máx.}} = 3.64 \text{ lt/seg.}$ $d = 64 \text{ mm}$ $h_f = 2.38 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 3.20 \text{ lt/seg.}$ $d = 64 \text{ mm}$ $h_f = 1.81 \%$

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

NIVELES: 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	8	6	48
Mingitorio con fluxómetro	12	4	48
Lavabo	16	1	-----
Total	-----	-----	96

Agua Tratada = $96 \times 0.70 \approx 67$

$Q_{\text{máx.}} = 4.12 \text{ lt/seg.}$ $d = 64 \text{ mm}$ $h_f = 2.96 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 3.65 \text{ lt/seg.}$ $d = 64 \text{ mm}$ $h_f = 2.38 \%$

NIVELES: 2, 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	10	6	60
Mingitorio con fluxómetro	15	4	60
Lavabo	20	1	-----
Total	-----	-----	120

Agua Tratada = $120 \times 0.70 \approx 84$

$Q_{\text{máx.}} = 4.50 \text{ lt/seg.}$ $d = 64 \text{ mm}$ $h_f = 3.50 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 3.88 \text{ lt/seg.}$ $d = 64 \text{ mm}$ $h_f = 2.65 \%$

NIVELES: 1, 2, 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	12	6	72
Mingitorio con fluxómetro	18	4	72
Lavabo	24	1	-----
Total	-----	-----	144

Agua Tratada = $144 \times 0.70 \approx 100$

$Q_{\text{máx.}} = 4.86 \text{ lt/seg.}$ $d = 64 \text{ mm}$ $h_f = 4.03 \%$

$Q_{\text{diseño}} = 4.20 \text{ lt/seg.}$ $d = 64 \text{ mm}$ $h_f = 3 \%$

a) EDIFICIO AULAS I

a.2) Sanitarios Mujeres

NIVEL: 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	4	6	24
Lavabo.	4	1	-----
Lavadero	1	2	-----
Total	-----	-----	24

Agua Tratada = $24 \times 0.70 \approx 16$

$$Q_{\text{máx.}} = 2.37 \text{ lt/seg} \quad d = 51 \text{ mm} \quad h_f = 3.50 \%$$

$$Q_{\text{diseño}} = 2.03 \text{ lt/seg} \quad d = 51 \text{ mm} \quad h_f = 2.35 \%$$

NIVELES: 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	8	6	48
Lavabo	8	1	-----
Lavadero	24	2	-----
Total	-----	-----	48

Agua Tratada = $48 \times 0.70 \approx 34$

$$Q_{\text{máx.}} = 3.15 \text{ lt/seg} \quad d = 51 \text{ mm} \quad h_f = 5.25 \%$$

$$Q_{\text{diseño}} = 2.73 \text{ lt/seg} \quad d = 51 \text{ mm} \quad h_f = 4 \%$$

NIVELES: 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con Fluxómetro	12	6	72
Lavabo	12	1	-----
Lavadero	3	2	-----
Total	-----	-----	72

Agua Tratada = $72 \times 0.70 \approx 50$

$$Q_{\text{máx.}} = 3.64 \text{ lt/seg.} \quad d = 64 \text{ mm} \quad h_f = 2.38 \%$$

$$Q_{\text{diseño}} = 3.20 \text{ lt/seg.} \quad d = 64 \text{ mm} \quad h_f = 1.87 \%$$

NIVELES: 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	16	6	96
Lavabo	16	1	-----
Lavadero	4	2	-----
Total	-----	-----	96

Agua Tratada = $96 \times 0.70 \approx 67$

$$Q_{\text{máx.}} = 4.12 \text{ lt/seg.} \quad d = 64 \text{ mm} \quad h_f = 3 \%$$

$$Q_{\text{diseño}} = 3.55 \text{ lt/seg.} \quad d = 64 \text{ mm} \quad h_f = 2.26 \%$$

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

NIVELES: 2, 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con Fluxómetro	20	6	120
Lavabo	20	1	-----
Lavadero	5	2	-----
Total	-----	-----	120

Agua Tratada = $120 \times 0.70 \approx 84$

$$Q_{\text{máx.}} = 4.50 \text{ lt/seg.} \quad d = 64 \text{ mm} \quad h_f = 3.50 \%$$

$$Q_{\text{diseño}} = 3.88 \text{ lt/seg.} \quad d = 64 \text{ mm} \quad h_f = 2.64 \%$$

NIVELES: 1, 2, 3, 4, 5 y 6

MUEBLES	CANTIDAD	U.M.	AGUA POTABLE
Taza con fluxómetro	24	6	144
Lavabo	24	1	-----
Lavadero	6	2	-----
Total	-----	-----	144

Agua Tratada = $144 \times 0.70 \approx 100$

$$Q_{\text{máx.}} = 4.86 \text{ lt/seg} \quad d = 64 \text{ mm} \quad h_f = 4.05 \%$$

$$Q_{\text{diseño}} = 4.20 \text{ lt/seg} \quad d = 64 \text{ mm} \quad h_f = 3.08 \%$$

El cálculo de Diámetros–Gastos–Pérdidas para agua tratada es similar al de agua potable, así como también los gastos totales en función de unidades mueble.

IV.3 INSTALACIÓN PARA EL SISTEMA DE RIEGO

Se considera el sistema de riego totalmente independiente al abastecimiento de agua a edificios y viviendas, ya que este considera el suministro a jardines y campos deportivos principalmente.

Dotación de agua para riego.

- a) Riego de jardines 5 litros/m²

IV.3.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO.

- a) Se debe procurar que el abastecimiento de agua para riego, sea de agua tratada, si el municipio cuenta con una red de distribución adecuada
- b) Se aprovecharán las aguas pluviales para el riego.

- c) De existir en el sitio algún tipo de tratamiento de aguas negras, las aguas producto de este tratamiento se deben utilizar para riego.
- d) De no poder suministrar agua con los procedimientos anteriores el riego a jardines se debe efectuar con agua potable, previa autorización de la Dirección de Proyectos de la Universidad Autónoma de México.

IV.3.2 TIPO DE RIEGO

1) Riego con manguera

- a) Para propósito de proyecto se considera que la longitud de las mangueras debe ser de 15 m.
- b) La manguera se debe instalar en una válvula de acoplamiento rápido.

2) Riego por aspersión

- a) Debe utilizarse principalmente en jardines con superficies mayores a 5,000 m², campos deportivos al aire libre, campos de fútbol, campos de golf, etc.
- b) Equipo fijo, con aspersores superficiales o subterráneos.
- c) Equipo móvil, con aspersores montados sobre ruedas
- d) Equipo fijo con válvulas de acoplamiento rápido.

IV.3.2.1 ACCESORIOS

1) Válvulas de Conexión

- a) Se deben utilizar válvulas de acoplamiento rápido de 19 mm de diámetro, con tapa de hule para campos deportivos.
- b) Se debe utilizar acoplador de 19 mm.
- c) Se utilizar codo giratorio para conectar manguera de 19 mm de diámetro.

2) Válvulas Seccionadoras

Con el objeto de que los equipos de bombeo sean de capacidades mínimas, el riego se dividirá en circuitos, seccionándolos con válvulas de compuerta.

3) Aspersores

- a) Aspersores de impacto visibles para riego en arco entre 25° y 330°.
- b) Aspersores de impacto visibles de círculo completo.
- c) Aspersores en base de patín para conectar a manguera de 19 mm de diámetro.

- d) Aspersores en base de estaca para conectar a manguera de 19 mm de diámetro.
- e) Aspersor de 19 mm en base con ruedas, para conectar a manguera de 19 mm de diámetro.
- f) Aspersores subterráneos. La característica de estos aspersores, es su montaje en una caja protectora, se instala a nivel del terreno natural y se conecta a la red de distribución. Con la entrada del agua y la presión resultante, se elevan para proceder al riego y vuelven a su posición cuando se interrumpe el suministro de agua.
- g) Aspersores de gran alcance y volumen para campos deportivos, como campos de fútbol.

IV.3.2.2 GASTOS

1) Gasto de mangueras y aspersores

- a) Gasto por manguera de 19 mm de diámetro 0.30 lt/seg, considerándose una simultaneidad de operación 3 a 5 mangueras.
- b) Gasto por rociador. Para un rociador de círculo completo de 19 mm de diámetro con boquilla de 3/16" x 1/8" (0.476 cm x 0.317 cm), se tiene un gasto de 0.5 lt/seg, a una presión de trabajo de 21 metros.

2) Gasto de Diseño de las Líneas

- a) El gasto de diseño de las líneas será igual a la suma de los gastos de las mangueras y aspersores a las que da servicio en probable uso simultáneo.

IV.3.2.3 CARGA DE TRABAJO

1) Carga de trabajo en mangueras y aspersores

- a) Se considerará de 17 metros de columna de agua, para mangueras, de los cuales 15 metros corresponden a la carga efectiva de trabajo y 2 metros por pérdida de carga fricción en la propia manguera.
- b) Para los aspersores, la carga de trabajo será de 21 metros de columna de agua, una vez descontadas las pérdidas por fricción.

IV.3.2.4 MÁXIMA PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN

La máxima pérdida de carga, tentativa, por fricción en la línea de descarga debe ser de 2.5 % de longitud entre la bomba y la válvula de acoplamiento o el aspersor más lejano, debiéndose ajustar a los diámetros supuestos con las características de la bomba más pequeña que se acerqué a las condiciones de gasto y carga requeridas.

IV.3.2.5 VOLUMEN REQUERIDO PARA RIEGO

Para calcular el volumen requerido para riego se deben tomar en consideración los siguientes conceptos para su determinación:

- a) Clase de siembra
- b) Área por regar
- c) Tipo de suelo
- d) Clima
- e) Horas de bombeo diarias
- f) Espaciamiento entre riegos.

IV.3.2.6 CONTROLES

Control Automático. En los lugares que determine los controles automáticos, consistente en lo siguientes:

- a) Aparato de control y dirección
 - Con reloj, diario y semanal
 - Conexión para circuitos de riego
 - Operación manual o automática
- b) Válvula principal
- c) Válvula de dirección

En el proyecto se considera la instalación de una red de riego por aspersión en circuitos y red abierta, con operación automática, seleccionando Aspersores Surgentes con los alcances y de acuerdo a la configuración de las áreas por regar. Para el cálculo de gasto y carga de trabajo de los aspersores, se consideraron los datos técnicos del catálogo del fabricante de acuerdo a los aspersores seleccionados.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

El gasto de bombeo, es igual al del circuito que requiera mayor gasto, procurando que el gasto sea sensiblemente igual para todos los circuitos.

A continuación se presenta la Tabla IV.10 “Gastos de Bombeo”

TABLA IV.10 “GASTOS DE BOMBEO”

ZONA	MODELO	RADIO m	PRESION kg/cm ²	GASTO lt/min	CANTIDAD	GASTO TOTAL lt/min
A	T300-H	8.5	3.5	17.4	10	174
B	T300-H	8.5	3.5	17.4	8	139.2
C	T300-H	8.5	3.5	17.4	6	104.4
D	T300-H	8.5	3.5	17.4	11	191.4
E	T300-F	8.5	3.5	20.4	1	20.4
	T300-H	8.5	3.5	17.4	2	34.8
F	T300-H	8.5	3.5	17.4	8	139.2
G	T300-H	8.5	3.5	17.4	13	226.2

Carga dinámica total:

$$h_{suc.} = 0$$

$$h_{desc.} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Desarrollo} = 575 \text{ m}$$

$$h_f = 17 \text{ m}$$

$$H_T = h_{suc.} + h_{desc.} + h_f + P_r = 0 + 3 + 17 + 35 = 55 \text{ m}$$

$$H_T = 5.50 \text{ kg/cm}^2$$

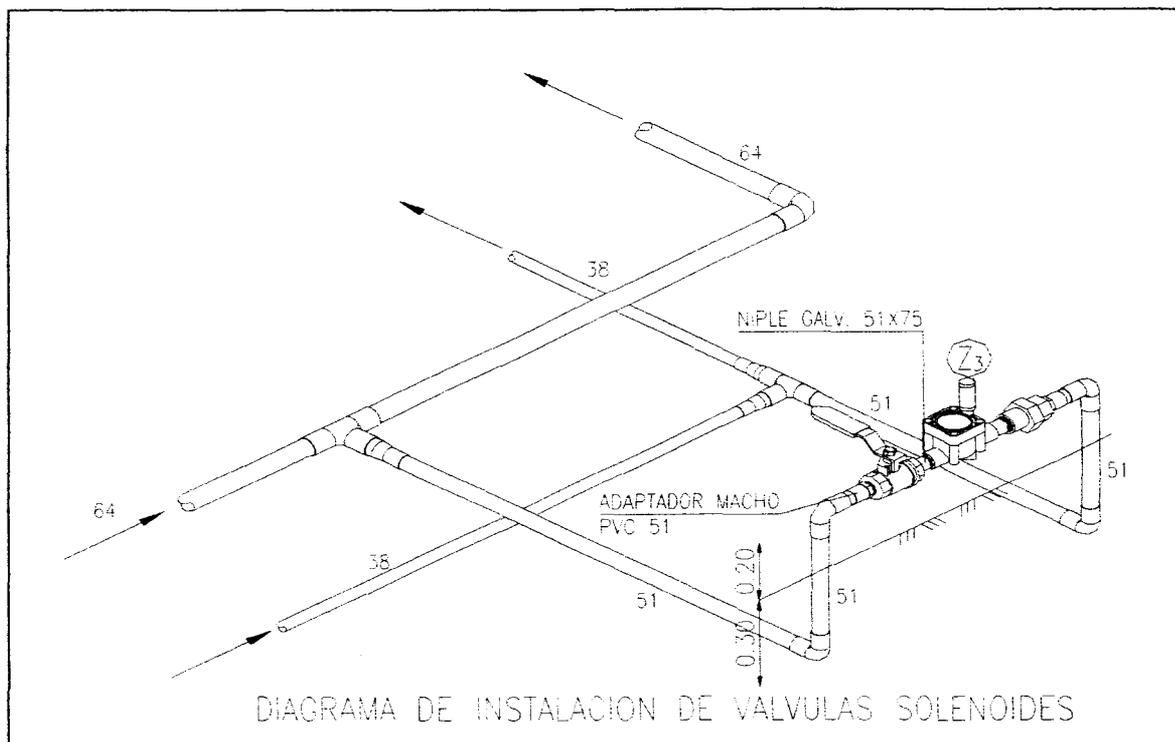
Considerando que las zonas su funcionamiento se programará en diferentes tiempos y ocasionalmente dos en forma simultánea, el diámetro de la red principal será de 64 mm.

En la Figura IV.10 “Estación de Válvulas Solenoides” se muestra la instalación típica de un sistema de riego automatizado, en ella se muestra (Z₃), una válvula solenoide, esta válvula es conectada eléctricamente a un control de riego el cual programa la hora y tiempo a regar.

Es importante hacer hincapié en las medidas mínimas necesarias para una correcta instalación con una profundidad de 0.30 y 0.20 arriba del nivel piso terminado.

Ver plano PMR-01 del Anexo I Planos, el proyecto de riego.

FIGURA IV.10 "ESTACIÓN DE VÁLVULAS SOLENOIDES"



IV.4 INSTALACIÓN PARA LA EVACUACIÓN Y VENTILACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Por la magnitud del proyecto, se ha previsto utilizar un sistema de drenaje separado, a fin de tener la posibilidad de regular las aguas pluviales mediante la utilización de un tanque de tormentas y evitar la saturación de la red de la Delegación Política que pasa en la Avenida de las Granjas.

La eliminación será por gravedad, basados en el proyecto topográfico (curvas de nivel con una equidistancia vertical de 1 m, como mínimo).

Se prevé la descarga de aguas negras de los edificios Aulas III, Cafería-Laboratorio y Oficinas existentes, con diámetros de 15 y 20 cm, hasta el Pozo de Visita 1 (cabeza de atarjea) existente con cota de salida de (-2.32) y diámetro de tubería de 30 cm. y para los edificios Aulas I, Aulas II y Planta Física un colector con diámetros de 15 y 20 cm, para descargar al Pozo de Visita 3 existente con cota de arrastre de (-2.65 m) y diámetro de llegada y de salida de 30 cm, localizado en Avenida de las Granjas, esta opción corresponde a la primera Etapa (provisional), mientras se construye la Planta de Tratamiento y el Tanque de

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

tormentas para las aguas pluviales. Dos de forma independiente y que concurren en un mismo punto antes de entrar a la planta de tratamiento; dichos colectores se encuentran ubicados en los exteriores de los edificios I, II y III, la planta de tratamiento se ubicará en la parte interior del predio. Ver Plano PMS-01 del Anexo I Planos, que se encuentra al final de este estudio.

La infraestructura descrita para posible conexión de descarga de este Centro Educativo, fue detectada mediante un levantamiento físico.

Para el cálculo del gasto sanitario se utilizó el Método de Hunter, el cual se basa en la determinación del gasto máximo instantáneo mediante la cuantificación de los valores de unidades de descarga de todos y cada uno de los muebles sanitarios considerados.

A continuación se presenta el cálculo del gasto sanitario máximo instantáneo en función de las unidades de descarga de los muebles sanitarios que se indican en cada edificio:

a) EDIFICIO AULAS I.

Sanitarios Hombres.

Taza con fluxómetro	12	6	72
Mingitorio con fluxómetro	18	4	72
Lavabo	24	1	<u>24</u>
			168 U.M.

En base a los valores tabulados (Tabla 2.3 Gastos en función de Unidades-Mueble). Método Hunter-Nielsen, a 186 U.M., le corresponde un gasto máximo de 5.21 lt/seg.

Sanitarios Mujeres

Taza con fluxómetro	24	6	144
Lavabo	24	1	<u>24</u>
			168 U.M.

En base a los valores tabulados (Tabla 2.3 Gastos en función de Unidades Mueble). Método Hunter-Nielsen, a 168 U.M., le corresponde un gasto máximo de 5.21 lt/seg.

b) EDIFICIO AULAS II.

Sanitarios Hombres

Taza con fluxómetro	24	6	144
Mingitorio con fluxómetro	24	4	96
Lavabo	30	1	30
Vertedero	6	2	12
			282 U.M

En base a los valores tabulados 282 U.M., le corresponde un gasto de 6.72 lt/seg.

Sanitarios Mujeres

Taza con fluxómetro	42	6	252
Lavabo	30	1	30
Lavadero	6	2	12
			294 U.M.

En base a los valores tabulados 294 U.M., le corresponde un gasto de 6.85 lt/seg.

c) EDIFICIO AULAS III.

Sanitarios Hombres

Taza con fluxómetro	12	6	72
Mingitorio con fluxómetro	18	4	72
Lavabo	24	1	24
			168 U.M.

En base a los valores tabulados 168 U.M., le corresponde un gasto de 5.21 lt/seg.

Sanitarios Mujeres

Taza con fluxómetro	24	6	144
Lavabo	24	1	24
Lavadero	6	2	12
			180 U.M.

En base a los valores tabulados 180 U.M., la corresponde un gasto de 5.38 lt/seg.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

d) EDIFICIO PLANTA FÍSICA Y BODEGA

Taza con fluxómetro	6	6	36
Mingitorio con fluxómetro	1	4	4
Lavabo	8	1	8
Regadera	8	2	16
			64 U.M.

En base a los valores tabulados 64 U.M., le corresponde un gasto de 3.48 lt/seg.

e) EDIFICIO CAFETERÍA – LABORATORIO

Taza con fluxómetro	6	6	36
Mingitorio con fluxómetro	3	4	12
Lavabo	8	1	8
Lavadero	1	2	2
			58 U.M.

En base a los valores tabulados 58 U.M., le corresponde un gasto de 3.36 lt/seg.

TOTAL DE UNIDADES MUEBLE. $1,382 \times 0.70 = 968$

$$Q_{\text{máx.}} = 16.85 \text{ lt/seg.}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 13.50 \text{ lt/seg.}$$

El sistema de alcantarillado sanitario estará constituido por tubería de concreto simple hasta 20 cm de diámetro y estará interconectada por medio registros de 40 x 60 cm hasta una profundidad de 1.20 m. Ver Plano PMS-01 del Anexo I Planos. De acuerdo a las pendientes obtenidas y los gastos de los diferentes cuerpos arquitectónicos, se proyectó la tubería apoyados en el nomograma de Manning.

IV.5 INSTALACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Las precipitaciones pluviales en las azoteas y claustro, serán recolectadas por coladeras con cuerpo y rejilla de hierro fundido de la marca HELVEX, modelo 444-X, las cuales se conectarán a bajadas formadas con tubería y conexiones de hierro colado TISA-TAR con diámetros de 150 y 200 mm, las cuales irán alojadas

en ductos verticales como se indica en los planos: IS-01 y el IS-04 del Anexo I Planos, que se encuentra al final de este estudio.

Para el desagüe de limpiezas de pasillos, se instalarán coladeras marca HELVEX modelo 632-H con rejilla rectangular cromada, cuerpo de bronce cromado y conexión inferior roscada de 51 mm. Cada dos coladeras de limpieza, concurrirán a una bajada con diámetro de 64 mm, con tubería de acero al carbón soldable cédula 40 sin costura, en los desagües horizontales que reciben las coladeras se usará tubería y conexiones de cobre soldables tipo "M". El patio del Claustro, se drenará mediante rejillas planas con bisagras de 0.40 x 0.40 m, marca MYMACO, colocadas en el brocal de registros de mampostería. Y colectores formados con tubería y conexiones TISA-TAR en diámetros de 250, 200, 150 y 100 mm, ver plano IS-01 del Anexo I Planos, que se encuentra al final de este estudio.

El sistema de drenaje pluvial se dividió para su funcionamiento en infiltración en zonas de jardines y almacenamiento con regularización para su vertido al colector municipal.

Método de cálculo aplicado

El cálculo del gasto pluvial, se realizó de acuerdo al Método Racional Americano. Además, para el diseño de la red que conduce al tanque de tormentas se consideró el efecto de regulación de la lluvia durante la tormenta, el resto será infiltrado en zonas de jardines como se indica en la descripción del Sistema.

El sistema de drenaje pluvial, se dividió para su cálculo y funcionamiento como sigue:

- | | |
|--|----------------------|
| 1) Azoteas edificios Aulas I. | 3,000 m ² |
| $Q_{p1} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.30 =$ | 13.93 lt/seg |
| 2) Azotea edificio Aulas II. | 3,351 m ² |
| $Q_{p2} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.335 =$ | 15.45 lt/seg |
| 3) Azotea edificio Aulas III | 3,000 m ² |
| $Q_{p3} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.30 =$ | 13.83 lt/seg |

4) Azotea edificio Auditorio con capacidad de 250 Personas 226 m²

$$Q_{p4} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.0226 = 1.04 \text{ lt/seg}$$

5) Azotea edificio Cafetería y Laboratorio 1,214 m²

$$Q_{p5} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.1214 = 5.60 \text{ lt/seg}$$

6) Azotea edificio Planta Física y Almacén 570 m²

$$Q_{p6} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.057 = 2.63 \text{ lt/seg}$$

7) Azoteas edificios existentes 441 m²

$$Q_{p7} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.044 = 2.03 \text{ lt/seg}$$

8) Azotea edificio Estacionamiento 3,855 m²

$$Q_{p8} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.3855 = 17.77 \text{ lt/seg}$$

9) Estacionamiento, con capacidad de 74 Autos. 2,310 m²

$$Q_{p9} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.231 = 10.65 \text{ lt/seg}$$

10) Azotea edificio Planta de Tratamiento 308 m²

$$Q_{p10} = 2.315 \times 0.8 \times 24.9 \times 0.030 = 1.42 \text{ lt/seg}$$

IV.5.1 CÁLCULO DE CAPACIDAD DE TANQUE DE TORMENTAS

Se considera la utilización de estructuras denominadas Tanques de Tormentas, las cuales, en términos generales funcionan como tanques de almacenamiento y regularización, con el fin de regular el agua de lluvia durante la tormenta; la capacidad del tanque será calculada en función del gasto final que llega a éste para almacenar el volumen que se genera para una duración de 30 minutos de la tormenta. Las canchas y andadores descubiertos, serán drenados de manera directa hacia las zonas de jardines, cuya capacidad de absorción sea suficiente para que esta agua se infiltre. El cálculo del gasto pluvial se realiza de acuerdo con las recomendaciones del Método Racional Americano, como se muestra a continuación.

Fórmula: $Q_p = 2.315CiA$

Donde:

Q_p = Gasto pluvial en lt/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento ponderado

i = Intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración que es igual a 24.9 mm/hr

A = Área de aportación, en hectáreas (ha)

2.315 = Coeficiente que toma en cuenta las unidades

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Dicho coeficiente se obtiene como un valor ponderado de los valores específicos de escurrimiento que tienen las diferentes superficies en contacto con el agua de lluvia. La captación y drenaje de las aguas en las azoteas de edificios de Aulas, Existentes, Planta Física, Cafetería y Estacionamiento a cubierta, se toma como valor del coeficiente de escurrimiento de $C = 0.80$.

INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación, es función de la duración de lluvia y del período de retorno, para calcularla se utiliza la expresión siguiente:

$$I(t_c) = \frac{t_c h_p(t_r, t_c)}{d}$$

donde:

$I(t_c)$ = intensidad, en mm/hr.

$h_p(t_r, t_c)$ = Precipitación media para el período de retorno (t_r) y la duración (t_c) en mm.

t_c = Tiempo de concentración, en minutos

d = Duración de la tormenta, en minutos

Pero se sabe que la precipitación media es igual a:

$$h_p(t_r, d) = h_p(5,30)(F_t)(F_d)(F_a)$$

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Donde:

$h_p(t_r, d)$ = Altura de precipitación, en mm. Para un período de retorno, duración y área determinada.

$h_p(5,30)$ = Altura de precipitación, en mm. Para un período de retorno de 5 años y una duración de 30 minutos.

F_{t_r} = Factor de ajuste del período de retorno, adimensional.

F_d = Factor de ajuste por duración, adimensional.

F_a = Factor de reducción por área, adimensional.

a) Precipitación

La altura de precipitación para un período de retorno de 5 años y 30 minutos de duración se obtiene de la gráfica de isoyetas de la zona en estudio con las que cuenta la extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), actualmente Sistema de Aguas del Distrito Federal, $h_p(5,30) = 30$ mm

b) Período de retorno.

Se definió para el presente cálculo un período de retorno de la avenida máxima de 3 años, y se obtuvo un factor:

$$F_{t_r} = 0.83$$

c) Factor de ajuste por duración.

Este factor se obtiene utilizando la gráfica anexa, requiriéndose como dato el tiempo de concentración para cada tramo analizado.

d) Factor de ajuste por área.

Se ha considerado la utilización de un valor $F_a = 1$

Los valores obtenidos se sustituyen en las ecuaciones antes mencionadas, considerando para el cálculo de la intensidad de lluvia la duración igual al tiempo de concentración. La capacidad del tanque de Tormentas se determina en función del gasto final que llega a éste, para almacenar el volumen que se genera para una duración de 30 minutos.

$$Q_{P.TOTAL} = Q_{P1} + Q_{P2} + Q_{P3} + Q_{P4} + Q_{P5} + Q_{P6} + Q_{P7} + Q_{P8} + Q_{P9} + Q_{P10}$$

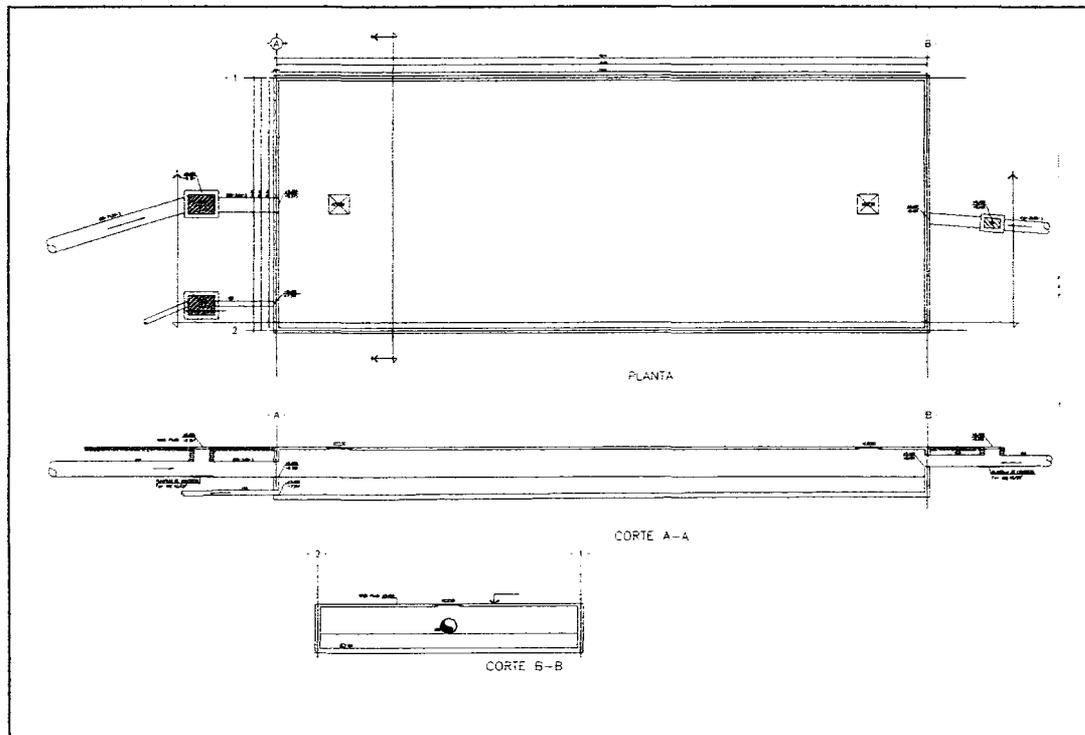
$$Q_{P.TOTAL} = 13.83 + 15.45 + 13.83 + 1.04 + 5.60 + 2.63 + 2.03 + 17.77 + 10.65 + 1.42 = 83.25 \text{ lt/seg}$$

Para una duración de 30 minutos de la tormenta, se requiere de un tanque con la siguiente capacidad:

$$\text{CAPACIDAD} = 83.25 \times 60 \times 30 = 150 \text{ m}^3$$

Con las dimensiones indicadas en los Planos en la Figura IV.11 "Tanque de Tormentas"

FIGURA IV.11 "TANQUE DE TORMENTAS"



IV.6 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

La descripción de la red de distribución de agua potable se verá en el plano PMH-01 del Anexo I Planos, en la Figura IV.12 "Red de Distribución de Agua".

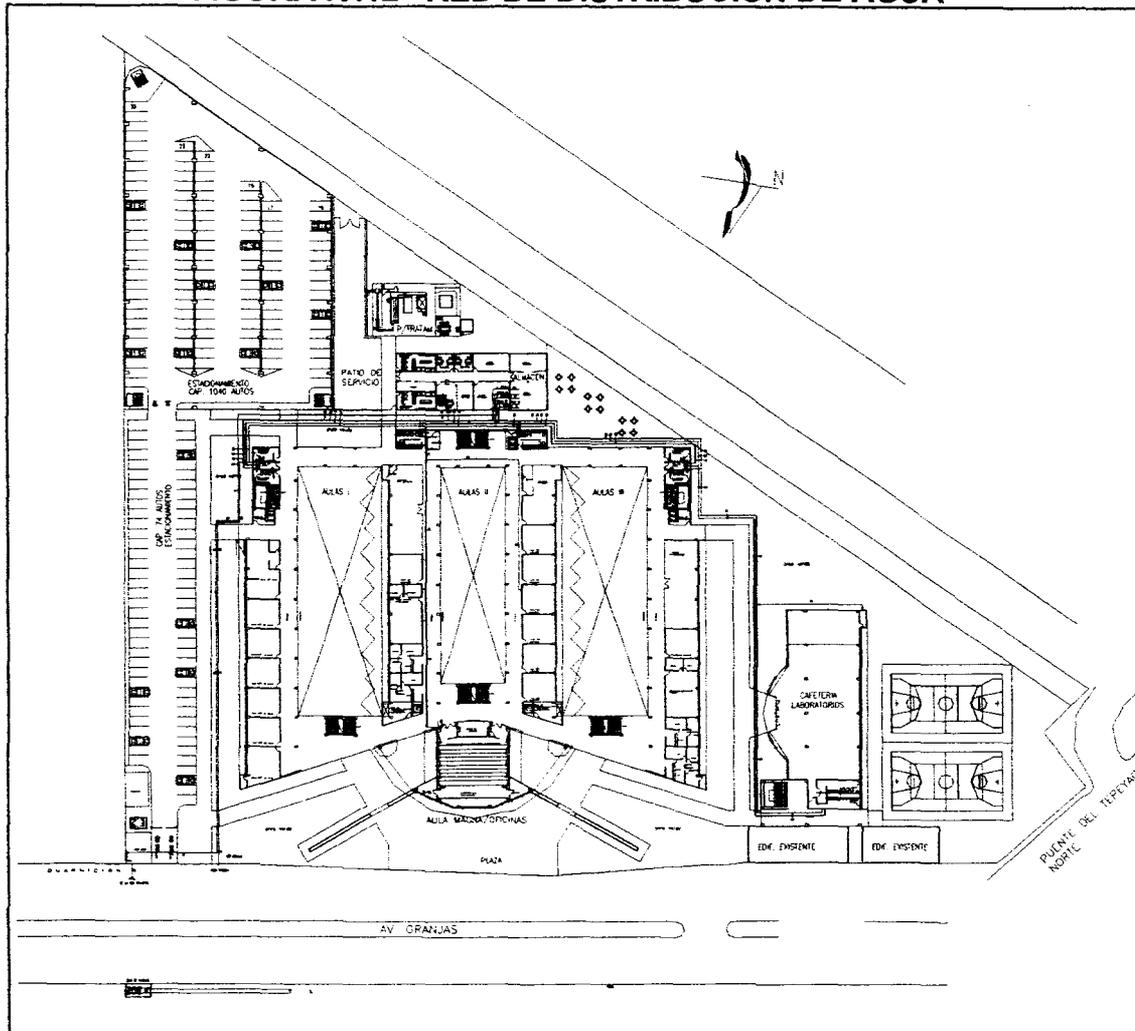
La distribución de la red de agua quedará distribuida de la siguiente manera:

- 1) Red de agua potable
- 2) Red de agua tratada
- 3) Red de contra incendio
- 4) Red de Riego

IV.7 CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Anteriormente se hizo el cálculo de las redes de distribución de agua potable, agua tratada y riego, es por ello que se dará paso al cálculo de la red de contra incendio.

FIGURA IV.12 "RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA"



IV.7.1 CÁLCULO DE LA RED CONTRA INCENDIO

De acuerdo con la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) dicho volumen será el necesario para abastecer a dos hidrantes trabajando simultáneamente durante dos horas con el gasto de diseño de los mismos.

$$V_{ci} = 169 \times 2 \times 120 = 40,560 \text{ litros}$$

De acuerdo con las Normas de Instalaciones Sanitarias, Hidráulicas y Especiales del IMSS. ND-01-IMSS-1997.

El número de hidrantes que se consideraran en uso simultáneo, se basará en el área construida de acuerdo con la siguiente tabla:

ÁREA CONSTRUIDA m ²	HIDRANTES EN USO SIMULTÁNEO
2,500 – 5,000	2
5,001 – 7,500	3
Más de 7,500	4

Si la unidad se compone de varios cuerpos y estos están separados entre sí más de 15 metros, considerar únicamente el cuerpo de mayor área construida.

Para el cálculo de este volumen, se tienen dos criterios: el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y el de la Asociación de Instituciones de Seguros, representando los resultados que se obtengan en el segundo criterio citado y sólo si el inmueble será asegurado contra este tipo de eventos, el límite inferior del volumen de agua que deberá reservarse para la protección contra incendio.

Según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, se deberá considerar un volumen igual al resultado de multiplicar el área destinada para uso de oficinas y de estacionamientos por una dotación de 5 lts/m², lo cual da como resultado lo siguiente:

Distribución de hidrantes con mangueras.

De acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, relativo a CLASIFICACIÓN DE RIESGOS. En el artículo 117 del Reglamento se agrupan de la siguiente manera:

- 3.1.1 De riesgo menor
- De riesgo mayor
- 3.25 Edificaciones de riesgo mayor.
- 37. Centros de reunión (para más de 250 personas)
- 37.45 Escuelas
- 37.49 Institutos y Universidades

El proyecto cumple con lo indicado en los incisos: a, b, c, d, e y f, de la Fracción 1 del artículo 122 y lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, se transcribe el inciso d: en cada piso, gabinetes con salidas contra incendios dotados con conexiones para

mangueras, las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra un área de 30 m de radio y su separación no sea mayor de 60 m. Uno de los gabinetes estará lo más cercano posible a los cubos de las escaleras.

Los hidrantes interiores están localizados de tal manera que entre unos y otros cubren perfectamente la superficie del riesgo a proteger, en la cual se consideraron las trayectorias posibles, sobre planos a escala, de una manguera de 30 m.

En los edificios Aulas I y III, los tres gabinetes proyectados se encuentran a menos de 45 m de distancia uno de otro; considerando la trayectoria del portador del chiflón, librando los elementos arquitectónicos (construcciones existentes), los chorros de las mangueras se traslapan operando las dos mangueras de una planta. Para el edificio Aulas II, se ubican en cada Planta cuatro gabinetes, Ver Planos: IH-01, IH-02 y el IH-03 que se encuentran en el Anexo I Planos.

IV.8 EQUIPO DE BOMBEO

En este capítulo se verán las formas de cálculo de los equipos hidroneumáticos, así como la designación de los mismos, para ello también se citarán los planos donde se muestra su ubicación y la forma en como instalarlos.

IV.8.1 EQUIPO DE BOMBEO PARA AGUA POTABLE

La Carga Dinámica Total (CDT) en el caso de un equipo hidroneumático, es el punto de Arranque de la bomba y es equivalente a la presión de trabajo.

$$CDT = H_{succ.} + H_{desc.} + h_f + Pr$$

Donde:

$$H_{succión} = 0$$

$$H_{descarga} = 25 \text{ m}$$

$$\text{Desarrollo total de tubería} = 201 \text{ m}$$

$$h_f = 8 \text{ m (perdida por fricción)}$$

$$Pr = \text{Presión requerida en el mueble más alto}$$

$$CDT = 0 + 25 + 8 + 3 = 36 \text{ m}$$

CDT, en el caso de un equipo hidroneumático, es el punto de **arranque** de las bombas y es equivalente a la presión de trabajo. Por tanto el punto de selección de la bomba para Agua Tratada es:

$$Q_{\text{diseño}} = 4 \text{ lt/seg.} = 240 \text{ lt/min} \quad H = 36 \text{ m}$$

En un equipo hidroneumático, el diferencial de presión entre al **arranque** y el **paro** de las bombas es de 20 lb/pulg² (1.4 kg/cm²), para un equipo que arranca a 50 lb/pulg² (3.52 kg/cm²).

Por lo que:

$$P_{\text{paro}} = 50 \text{ mca} = 166 \text{ pies} = 71 \text{ lb/pulg}^2$$

$$\text{CDT} = 36 \text{ mca} = 120 \text{ pies} = 51 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_{\text{paro}} = 50 \text{ kg/cm}^2 = 166 \text{ pies} = 71 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_{\text{arranque}} = 3.6 \text{ kg/cm}^2 = 120 \text{ pies} = 51 \text{ lb/pulg}^2$$

Por lo que:

$$P_{\text{paro}} = 50 \text{ mca} = 166 \text{ pies} = 71 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_{\text{arranque}} = 71 - 20 = 51 \text{ lb/pulg}^2 = 36 \text{ mca}$$

Con los datos anteriores y de acuerdo a la curva de rendimiento de una bomba centrífuga de alta presión, marca BARNES modelo IB-11/2-5-2, acoplada a motor eléctrico horizontal de 5 HP., operando a 3,450 rpm, 3 fases, 60 cps, 220/440 volts, con el siguiente rendimiento:

A 36 m, Gasto de 454 lt/min 189 % del gasto de diseño.

A 51 m, Gasto de 170 lt/min 65 % del gasto de diseño

Por lo que se selecciona un equipo hidroneumático con tres bombas acopladas a motores eléctricos de 5 HP.

IV.8.1.1 CÁLCULO DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO

El cálculo del tanque hidroneumático, se efectuó considerando 15 ciclos/hr y un nivel máximo de agua en el tanque equivalente al 40 %.

La extracción está dada por la fórmula:

$$E = \frac{P_p - P_a}{P_a + P_{at}} (100 - N_{\text{máx}}) = \% \text{ lb/pulg}^2$$

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Donde:

- E = Extracción
P_p = Presión de paro en lb/pulg²
P_a = Presión atmosférica en lb/pulg²
N_{máx.} = Nivel máximo de agua

De donde:

$$E = \left[\frac{57 - 37}{37 + 14.7} \right] (100 - 40) = \frac{20}{51.7} \quad (60)$$
$$= 0.3868 \times 60\% = 23 \%$$

$$E = 23$$

Con este porcentaje de extracción, el volumen del tanque se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$V = F \frac{Q_{\text{máx}} + Q_{\text{min}}}{2}$$

Donde:

$$F = 15/nE$$

Q_{máx} = Gasto de diseño en galones por minuto

Q_{min} = Gasto mínimo de la bomba antes de trabajar en zona de turbulencia en galones por minuto

n = ciclos /hr.

E = Extracción

Donde:

$$V = \frac{15}{nE} \left[\frac{Q_{\text{máx}} + Q_{\text{min}}}{2} \right]$$

$$V = \frac{15}{15 \times 0.23} \left[\frac{65 + 40}{2} \right] = 4.34 \times 52.5 = 228 \text{ galones}$$

$$V = 228 \text{ galones} = 862 \text{ litros}$$

Volumen Comercial = 1,000 litros.

Dimensiones 0.87 m de diámetro por 1.52 m de altura entre costuras, con altura aproximada de 2.20 m.

Cálculo de espesor de la placa del cuerpo cilíndrico

Con la fórmula $t = \frac{P r_i}{962.5 (\epsilon f + 0.60 P)}$ Donde t está en mm.

P = Presión máxima de 7 kg/cm².

r_i = Radio interior del tanque

ε f = Eficiencia de la soldadura 85%

Por tanto

$$t = \frac{7 \times 460}{962.5 \times 0.85 + 0.6 \times 7} = \frac{3,220}{818.125 + 4.20} =$$

$$t = \frac{3,220}{822.32} = 3.91 \text{ mm} = 4.8 \text{ mm (3/16")}$$

Se recomienda la fabricación de un tanque cilíndrico vertical con capacidad de 1,000 litros, de 0.87 m de diámetro por 1.52 m de parte cilíndrica de costuras a costuras, con espesor de placa de 4.76 mm (3/16"), construido como sigue: Tapas semielíptica, así con espesor de 6.35 mm (1/4") en placa de acero al carbón A-36 con una vena interior en tubo de cobre de 75 mm (3") de diámetro, patas, primario exterior y coples cristal de nivel, porta electrodos e inyección de aire. Ver diseño en planos IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos, que se encuentra al final de este estudio.

IV.8.1.2 CÁLCULO DEL COMPRESOR

Q_{compresor} = Capacidad nominal tanque x 0.02 (ciclos /hr)

De donde:

Q_{compresor} = Gasto del compresor en lt/hr.

Ciclos/hr = Frecuencia de operación del tanque hidroneumático

por tanto Q_{comp} = 1620 x 0.02 x 15 = 486 lt/hr.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Se selecciona una Motocompresora de aire libre de aceite con motor eléctrico de 1 CP marca EVANS con un cilindro de 1 3/4" (4.45 cm) de diámetro. Una válvula solenoide marca JEFFERSON Tipo NC 2 vías para 220 volts.

IV.8.1.3 EQUIPO SELECCIONADO PARA AGUA POTABLE

Hidroneumático Dúplex, Consta de: Dos bombas centrífugas horizontales marca BARNES, modelo IB-11/2-5-2, acoplada a motor eléctrico horizontal marca ABB o SIEMENS de 5 CP, 3 fases, 3,450 rpm, 60 cps, para 220/440 volts.

Un Tanque cilíndrico vertical con capacidad de 1,000 litros, diámetro de 0.92 m, por 1.52 m de parte cilíndrica de costuras a costuras con espesor de placa de 4.76 mm (3/16)". Tapas semielípticas con espesor de 6.4 mm (1/4") en placa de acero al carbón A-36, con conexiones de entrada y salida de agua de 75 mm (3"), con una vena interior formada con tubería de cobre tipo M, con diámetro de 75 mm por 1.20 m de largo, soldada al tubo de entrada superior del tanque, cople para conexiones de vidrio nivel, inyección de aire y porta electrodos. Ver diseño en planos IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos.

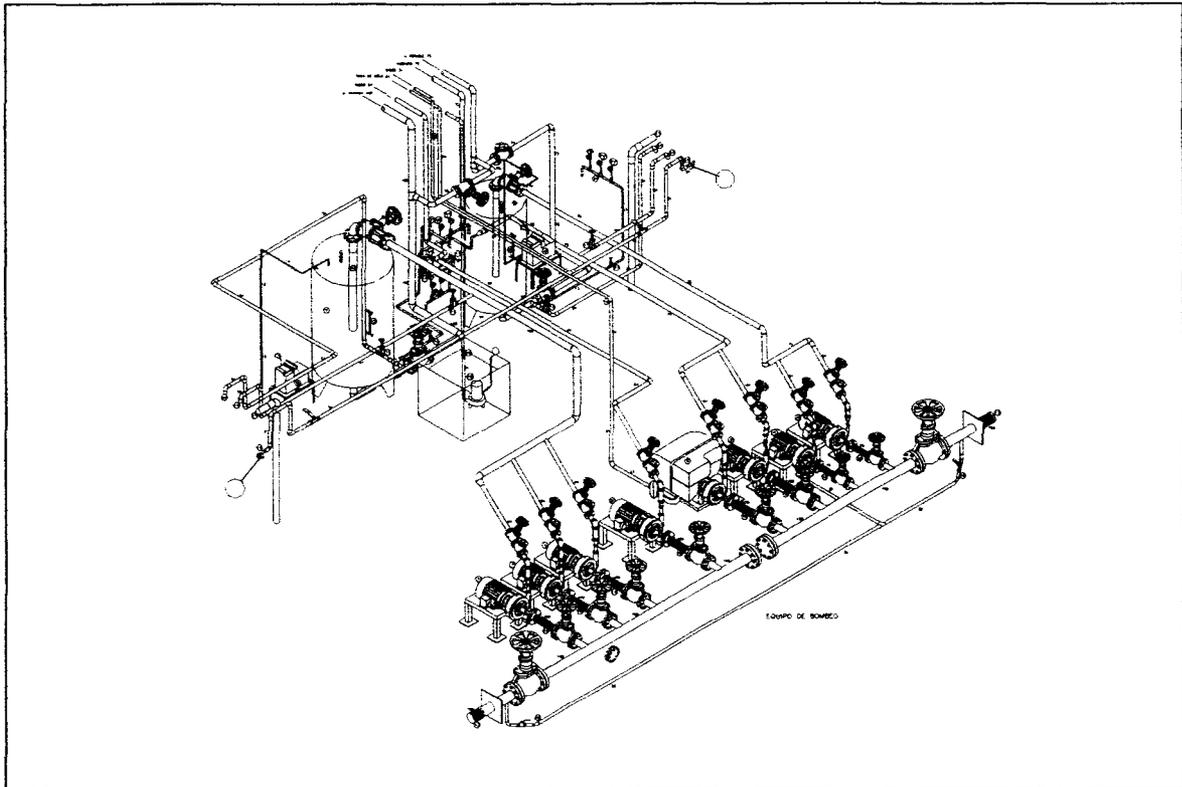
Una Motocompresora de aire libre de aceite, con motor eléctrico de 1 CP, marca EVANS con un cilindro de 1 3/4" de diámetro. Una válvula solenoide marca JEFFERSON Tipo NC 2 vías para 220 volts.

Un Tablero de Control Electrónico marca Line, modelo LIN-DPX-HNM 5 CP, montado en gabinete NEMA 1, para operar a 440 volts., interconectados totalmente dentro del gabinete los siguientes elementos:

Dos interruptores termomagnéticos. Dos arrancadores electromagnéticos. Dos protecciones térmicas (relevadores bimetálicos). Una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, electrodos en cisternas. Dos luces piloto grandes indicadoras de bombas en operación. Dos selectores grandes de tres posiciones: manual-fuera - automático. Una luz roja que indicará falta de agua en la cisterna, cuando esto pasa, el equipo deja de trabajar y vuelve a operar cuando el agua cubre el electrodo más alto. Un dispositivo electrónico que opera las bombas automáticamente por presiones, cuenta con señal de arranque al bajar la presión de agua en la red; alterna y simultanea las bombas y cuenta con protección por

bajo nivel de cisterna. Montados en un manifold: Dos interruptores de presión con rango de ajuste de 0 a 10 kg/cm² marca Saginomiya y un manómetro indicador de presión con carátula de 64 mm (2 1/2") con graduación de 0 a 10 kg/cm² marca Wika con glicerina.

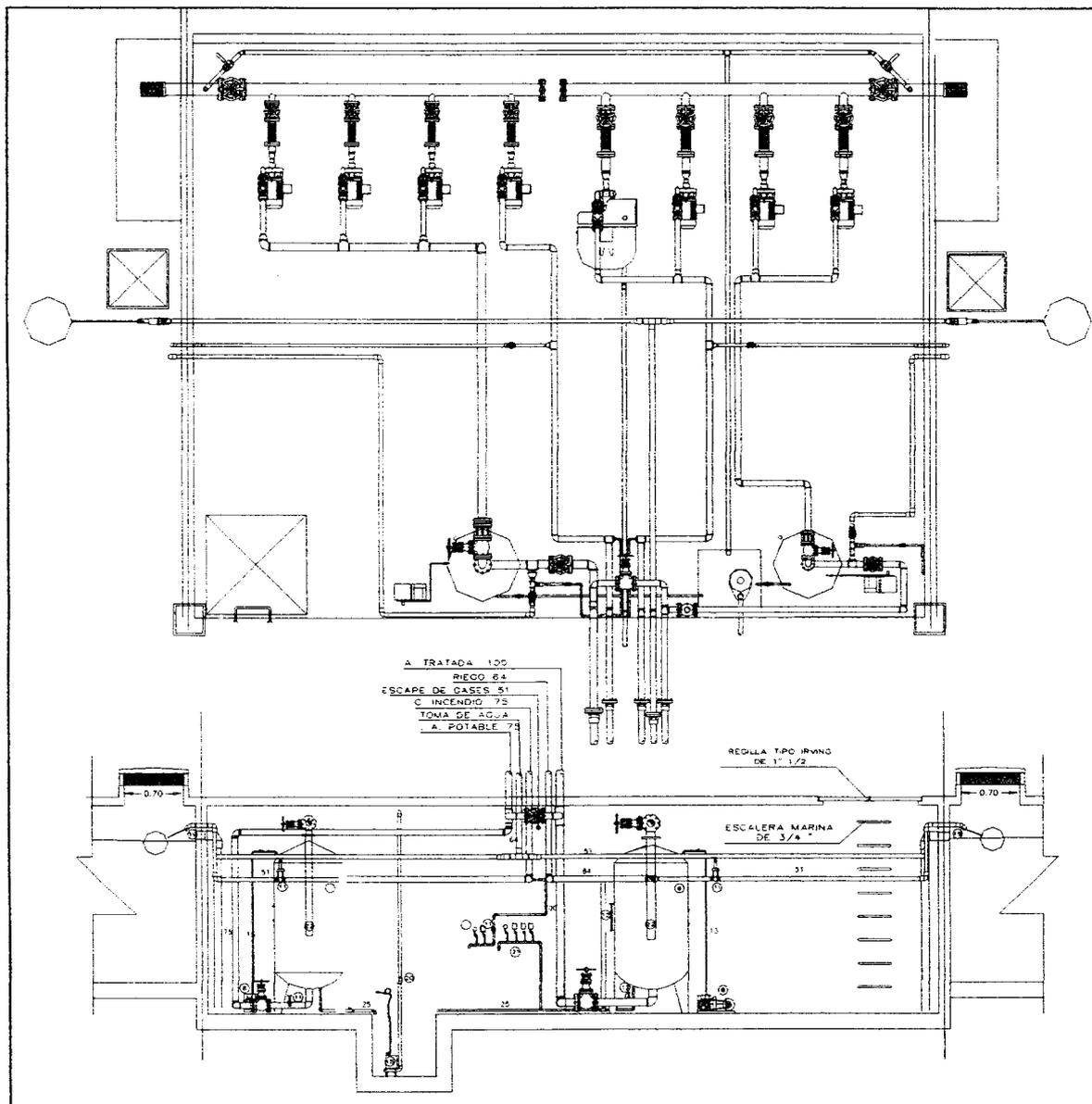
FIGURA IV.13 "EQUIPO DE AGUA POTABLE"



En la Figura VI.13 "Equipo de Agua Potable" y en la Figura VI.14 "Equipo de Agua Potable", se muestra la geometría de los equipos tanto en isométrico como en planta y corte, en éstas se observa un by-pass es decir una conexión que en su momento podría suministrar agua al edificio funcionando un equipo, para ello se utiliza una válvula del tipo bridada para mantener separadas el sistema de agua tratada del agua potable.

En el siguiente sub-tema se ve el tema de los equipos de bombeo de agua tratada.

FIGURA IV.14 "EQUIPO AGUA POTABLE"



IV.8.2 EQUIPO DE BOMBEO PARA AGUA TRATADA

La Carga Dinámica Total (CDT) en el caso de un equipo hidroneumático, es el punto de Arranque de la bomba y es equivalente a la presión de trabajo.

$$CDT = H_{succ.} + H_{desc.} + h_f + Pr$$

Donde:

$$H_{succión} = 0$$

$$H_{descarga} = 25 \text{ m}$$

$$\text{Desarrollo total de tubería} = 85 \text{ m}$$

$$h_f = 4.25 \text{ m (perdida por fricción)}$$

Pr = Presión requerida en el mueble más alto.

$$\text{CDT} = 0 + 25 + 8 + 10 = 43 \text{ m}$$

CDT, en el caso de un equipo hidroneumático, es el punto de **arranque** de las bombas y es equivalente a la presión de trabajo. Por tanto el punto de selección de la bomba para agua tratada es:

$$Q_{\text{diseño}} = 12 \text{ lt/seg.} \quad H = 43 \text{ m} = 81 \text{ pulgadas}$$

En un equipo hidroneumático, el diferencial de presión entre al **arranque** y el **paro** de las bombas es de 20 lb/pulg² (1.4 kg/cm²), y para un equipo que arranca es de 50 lb/pulg² (3.52 kg/cm²).

Por lo que:

$$\begin{aligned} P_{\text{paro}} &= 57 \text{ mca} &= 190 \text{ pies} &= 81 \text{ lb/pulg}^2. \\ \text{CDT} &= 43 \text{ mca} &= 143 \text{ pies} &= 61 \text{ lb/pulg}^2. \\ P_{\text{paro}} &= 5.70 \text{ kg/cm}^2 &= 190 \text{ pies} &= 81 \text{ lb/pulg}^2. \\ P_{\text{arranque}} &= 4.30 \text{ kg/cm}^2 &= 143 \text{ pies} &= 61 \text{ lb/pulg}^2. \end{aligned}$$

Por lo que:

$$\begin{aligned} P_{\text{paro}} &= 57 \text{ mca} = 190 \text{ pies} = 81 \text{ lb/pulg}^2 \\ P_{\text{arranque}} &= 81 - 20 = 61 \text{ lb/pulg}^2 = 43 \text{ mca} \end{aligned}$$

Con los datos anteriores y de acuerdo a la curva de rendimiento de una bomba centrífuga de alta presión, marca BARNES modelo IA-11/2-7.5-2, acoplada a motor eléctrico horizontal de 7.5 CP, operando a 3,450 rpm, 3 fases, 60 cps, 220/440 volts, con el siguiente rendimiento:

A 43 m se tiene un Gasto de 430 lt/min, 55 % del gasto de diseño.

A 81 m se tiene un Gasto de 170 lt/min, 25 % del gasto de diseño

Por lo que se selecciona un equipo hidroneumático con tres bombas acopladas a motores eléctricos de 7.5 CP.

IV.8.2.1 CÁLCULO DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO

El cálculo del tanque hidroneumático, se efectuó considerando 15 ciclos/hr y un nivel máximo de agua en el tanque equivalente al 40%.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

La Extracción está dada por la fórmula:

$$\frac{P_p - P_a}{P_a + P_{atm}}$$

Donde:

E = Extracción

P_p = Presión de paro en psi.

P_a = Presión atmosférica en lb/pulg²

N_{máx.} = Nivel máximo de agua

De donde:

Con este porcentaje de extracción, el volumen del tanque se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$V = F \left[\frac{Q_{máx} + Q_{min}}{2} \right]$$

de donde

$$F = 15 / nE$$

Q_{máx} = Gasto de diseño en galones por minuto

Q_{min} = Gasto mínimo de la bomba antes de trabajar en zona de turbulencia en galones por minuto

n = ciclos /hr.

E = extracción

De donde:

$$V = \left[\frac{15}{nE} \frac{Q_{máx} + Q_{min}}{2} \right]$$

$$V = \frac{15}{15 \times 0.23} \left[\frac{113 + 45}{2} \right] = 4.34 \times 79 = 342 \text{ galones.}$$

$$V = 342 \text{ galones} = 1,297 \text{ litros.}$$

Volumen comercial = 1,200 litros

Dimensiones 0.92 m de diámetro por 1.52 m de altura entre costuras, con altura aproximada de 2.20 m.

Cálculo de espesor de la placa del cuerpo cilíndrico con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P_t i}{962.5 (e f) + 0.60 P} \text{ Donde } t \text{ está en mm.}$$

P = Presión máxima 4 kg/cm².

f_i = Radio interior del tanque

e_f = Eficiencia de la soldadura 85%

Por tanto

$$t = \frac{7 \times 460}{962.5 \times 0.85 + 0.6 \times 7} = \frac{3,220}{818.125 + 4.20}$$

$$t = \frac{3,220}{822.32} = 3.91 \text{ mm} = 4.8 \text{ mm (3/16")}$$

Se recomienda la fabricación de un tanque cilíndrico vertical con capacidad de 1,200 litros, de 0.92 m de diámetro por 1.52 m de parte cilíndrica de costuras a costuras, con espesor de placa de 4.76 mm (3/16"), construido con tapas semielípticas, con espesor de 6.35 mm (1/4") en placa de acero al carbón A-36.

IV.8.2.2 CÁLCULO DEL COMPRESOR

Q_{compresor} = Capacidad nominal del tanque x 0.02 (ciclos /hr)

De donde:

Q_{compresor} = Gasto del compresor en lt/hr.

Ciclos/hr = Frecuencia de operación del tanque hidroneumático

por tanto Q_{comp} = 1620 x 0.02 x 15 = 486 lt/hr.

Se selecciona una motocompresora de aire libre de aceite con motor eléctrico de 1 CP, marca EVANS con un cilindro de 1 3/4" de diámetro. Una válvula solenoide marca JEFFERSON Tipo NC 2 vías para 220 volts.

IV.8.2.3 EQUIPO SELECCIONADO PARA AGUA TRATADA

Hidroneumático Triplex, Consta de: Tres bombas centrífugas horizontales, marca BARNES, modelo IA-11/2-7.5-2, acoplada a motor eléctrico horizontal marca ABB o SIEMENS de 7.5 HP, 3 fases, 3,450 rpm, 60 cps, 440 volts.

Un Tanque cilíndrico vertical con capacidad de 1,200 litros, diámetro de 0.92 m, por 1.52 m de parte cilíndrica de costuras a costuras con espesor de placa de 4.76 mm (3/16"). Tapas semielípticas con espesor de 6.4 mm (1/4") en placa de acero al carbón A-36, con conexiones de entrada y salida de agua de 102 mm (4"), coples para conexiones de vidrio nivel, inyección de aire y porta electrodos, en su

interior se instalará una vena formada por tubería de cobre tipo M con diámetro de 102 mm (4") conectado al cople de entrada de agua al tanque mediante conector cobre rosca exterior del mismo diámetro. Ver diseño en planos IH-10 y el IH-11 del Anexo I Planos, que se encuentra al final de este estudio.

Una Motocompresora de aire libre de aceite, con motor eléctrico de 1 CP, marca EVANS con un cilindro de 1 3/4" de diámetro. Una válvula solenoide marca JEFFERSON Tipo NC 2 vías para 220 volts.

Un Tablero de Control Electrónico marca LINE, modelo LIN-DPX-HNM 7.5 CP, montado en gabinete NEMA 1, para operar a 440 volts., interconectados totalmente dentro del gabinete los siguientes elementos:

Tres interruptores termomagnéticos. Tres arrancadores electromagnéticos. Tres protecciones térmicas (relevadores bimetálicos). Una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, electrodos en cisternas. Tres luces piloto grandes indicadoras de bombas en operación; Tres selectores grandes de tres posiciones: manual-fuera-automático. Una luz roja que indicará falta de agua en la cisterna, cuando esto pasa, el equipo deja de trabajar y vuelve a operar cuando el agua cubre el electrodo más alto. Un dispositivo electrónico que opera las bombas automáticamente por presiones, cuenta con señal de arranque al bajar la presión de agua en la red; alterna y simultánea las bombas y cuenta con protección por bajo nivel de cisterna. Montados en un manifold: Tres interruptores de presión con rango de ajuste de 3 a 6 kg/cm² marca Saginomiya y un manómetro indicador de presión con carátula de 64 mm (2 1/2") con graduación de 0 a 10 kg/cm² marca Wika con glicerina.

IV.8.2.4 EQUIPO CONTRA INCENDIO

Las edificaciones de más de 25m de altura, o más de 250 ocupantes o más de 3000 m², y además, las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud, que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo, deben disponer, además de extintores, con una red de hidrantes.

Los sistemas de hidrantes son un conjunto de equipos y accesorios fijos con gran capacidad de extinción, de los cuales debe disponerse cuando hayan sido

insuficientes los equipos portátiles, o extintores, para combatir un conato de incendio. Consiste en el equipo de bombeo y la red de tuberías necesarias para alimentar, con el gasto y la presión requerida, a los hidrantes de la unidad que se pueda considerar en uso simultáneo.

Se conoce con el nombre de hidrantes, a las salidas de descarga de una red de tubería, equipos y accesorios fijos con gran capacidad de extinción contra incendio alimentada con agua a presión desde una fuente de abastecimiento. La presión se puede originar por medio de un tanque elevado o de un equipo de bombeo. Las salidas de descarga deben estar conectadas a un conjunto de accesorios contra incendio contenidos en un gabinete metálico.

IV.8.2.5 EQUIPO DE BOMBEO SIMPLEX ELÉCTRICO

Se proyectan dos bombas principales, una con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna, ambas con succión positiva. El gasto de las bombas para protección contra incendio, se determina tomando como base la Norma de la AMIS (Asociación Mexicana del Instituciones de Seguros).

$Q_1 = 284 \text{ lt/min} = 75 \text{ galones por minuto a } 100\% \text{ a presión máxima. Con un rendimiento de } 150\% \text{ de su capacidad normal. A una presión de } 6.4 \text{ kg/cm}^2$

$Q_2 = 450 \text{ lt/min} = 119 \text{ galones por minuto mayor o igual } (\geq 65\%) \text{ de presión normal. A una presión de } 4.8 \text{ kg/cm}^2$

La carga dinámica para el cálculo de la potencia del motor eléctrico y de combustión interna, se determinó de acuerdo al desarrollo de la tubería de distribución al hidrante más alejado indicado en el proyecto.

$$CDT = H_{succ.} + H_{desc.} + h_{fm} + P$$

$$H_{succ.} = 0$$

$$H_{desc.} = 25 \text{ m}$$

$$h_{fm} = \text{pérdidas por fricción en la manguera} = 10 \text{ m.}$$

$$P = \text{presión en el chiflón} = 25 \text{ m} = 2.5 \text{ kg/cm}^2.$$

Desarrollo total 130 m, aproximadamente, por lo que $h_f = 130 (0.03) = 3.90 \text{ m.}$

$$CDT = 0 + 25 + 3.90 + 10 + 25 = 63.90 \text{ mca}$$

De donde el punto de selección de la bomba es:

$P_1 = 284 \text{ lt/m} = 75 \text{ galones por minuto contra una carga de } 63.90 \text{ mca} = 213 \text{ pies}$

$P_2 = 450 \text{ lt/m} = 118 \text{ galones por minuto contra una carga de } 48 \text{ mca} = 160 \text{ pies}$

IV.8.2.6 EQUIPO SELECCIONADO

La bomba seleccionada es la modelo IA 1 1/2 x 9R, centrífuga de alta presión marca BARNES. Acoplada directamente a motor eléctrico cerrado marca ABB o SIEMENS de 15 CP, 3 fases, 3500 rpm 60 cps para corriente eléctrica de 440 volts. Con un tablero de control electrónico marca LINE, modelo TDC – CIE. montado en gabinete Nema 1 para operar a 440 volts, conteniendo los siguientes elementos totalmente interconectados: un interruptor termomagnético para motor de 15 CP; un arrancador electromagnético; una protección térmica (relevador bimetalico); una tablilla de conexiones (B. Kulka); un selector de tres posiciones manual–fuera–automático; una luz indicadora de bomba en operación; una luz roja que indica cuando la cisterna tiene poco agua, dejando el equipo de trabajar y opera cuando el agua cubre el electrodo más alto; un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente cuando se abate la presión en la red, retarda el paro de la bomba y cuenta con protección por falta de agua en la cisterna. Montados en un manifold: un interruptor de presión marca Saginomiya ajustado de 3 a 6 kg/cm² y un manómetro con carátula de 2 1/2" (64 mm), y rango de 0 a 10 kg/cm². Ver Planos IH–10 y el IH–11 del Anexo I Planos.

La presión máxima en la descarga de bomba será de 6.8 kg/cm² (68 mca).

IV.8.2.7 EQUIPO DE BOMBEO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA VOLKSWAGEN

Motor marca VOLKSWAGEN de 30 HP de 1,600 cm³ a la altura de la Ciudad de México, modelo 126, acoplada a bomba centrífuga horizontal marca BARNES, modelo IA –1 1/2, con succión de 51 mm y descarga de 38 mm. Con una tablero de control electrónico marca LINE, modelo TCI–VW.2F–12V, montado en gabinete, integrado por lo siguientes elementos totalmente interconectados: con seis intentos de arranque, una alarma audible indicadora de falla, luz indicadora de falla de arranque, protección por baja presión de aceite, amperímetro indicador de carga de batería, cargador de batería (carga flotante), luz indicadora de falla para

baja presión de aceite, botón para restablecer el equipo en caso de falla, luz piloto grande indicadora de bomba en operación, selector grande de tres posiciones: manual–fuera–automático, retardador de 0 a 60 segundos (para el paro de la bomba) y un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente al bajar la presión en la red de hidrantes. Todo esto totalmente armado, se incluye batería y tanque de gasolina. Montados en un manifold: un interruptor de presión marca Saginomiya con rango de 30 a 50 ó 70 a 100 lb/pulg² (el adecuado), un manómetro con glicerina con carátula de 2 1/2" (64 mm) y rango de 0 a 10 kg/cm². Ver planos IH–10 y el IH–11 del Anexo I Planos.

IV.8.2.8 SELECCIÓN DE EQUIPO PARA RIEGO

El Sistema de Riego propuesto, es a base de aspersores con programadores y electro válvulas marca HUNTER modelo SRV, distribuidos en Circuitos en exteriores y por Zonas, como se indica en plano de proyecto, PMR–01 del Anexo I Planos, que se encuentra al final de este estudio.

Para la selección del equipo de bombeo, se escoge como gasto de diseño y carga dinámica de la **Zona E**.

$$Q_{\text{máx.}} = 229.20 \text{ lt/min.} = 3.82 \text{ lt/seg.} = 60 \text{ galones por minuto}$$

$$\text{CDT} = 55 \text{ m} = 5.50 \text{ kg/cm}^2$$

IV.8.2.9 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO SIMPLEX

Con los datos anteriores y de acuerdo a la curva de rendimiento de una bomba centrífuga de alta presión marca BARNES, modelo IA–1 1/2–5–2, acoplada a motor eléctrico cerrado de 5 CP, 3 fases, 3,500 rpm, 60 cps, 440 volts. Succión de 51 mm y descarga de 38 mm, tiene el siguiente rendimiento:

A 43 m	341 lt/min.	149 %
A 55 m	261 lt/min.	114 %

Como se observa, la bomba proporciona con la presión de trabajo de 5.5 kg/cm², más de 100 % del gasto de diseño; por lo que se considera adecuada la selección de un equipo de bombeo simplex con las características descritas en el primer párrafo de este capítulo.

CAPÍTULO V

SISTEMA OPERATIVO Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

CAPITULO V

SISTEMA OPERATIVO Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Es de vital importancia para la Ingeniería Civil el buen funcionamiento del sistema operativo de las instalaciones hidrosanitarias para cualquier proyecto de este tipo. Por ello, el estudio y diseño en los detalles de los procedimientos constructivos, ofrece pautas suficientes para determinar el comportamiento de las instalaciones hidrosanitarias en determinado proyecto.

V.1 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS EN EL MARCO HIDROSANITARIO

A continuación, se describen los procedimientos constructivos tanto de la red de agua potable como del alcantarillado que se siguieron en el marco hidrosanitario de este proyecto.

Comprende la ejecución de los siguientes trabajos:

- 1) Replanteo y nivelación geométrica del terreno a lo largo de las trazas de los conductos
- 2) Limpieza y desbroce de las áreas que así se requiera
- 3) Excavación del suelo a las profundidades que indiquen los planos IH-01 del Anexo I Planos y nivelación del fondo de la zanja que consiste en la remoción de rocas sueltas, gravas, raíces y materiales extraños que pudieran dañar la tubería o su revestimiento
- 4) Las zanjas tendrán el ancho no menor a 0.55 m, en las conexiones de servicio de agua y no menores a 1 m en las conexiones de alcantarillado correspondientes según el diámetro de las tuberías usadas
- 5) Excavación de las cámaras de inspección para las conexiones de colectores de alcantarillado
- 6) Construcción de soportes laterales que requiera la zanja para mantenerla estable.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

- 7) La eliminación del agua freática o de lluvia mediante bombeos para garantizar el mantenimiento de la zanja libre de agua durante el tiempo necesario para la instalación de las cañerías y la aprobación de la prueba de la misma.
- 8) El material procedente de la excavación que no sea apropiado para la colocación de la tubería deberá ser separado y almacenado en lugar aparte, para así asegurarse que la tubería descansa sobre terreno apropiado, que permita un buen asiento del tubo.
- 9) Sobre-excavación en la zanja antes de bajar el tubo para el alojamiento de la junta en el fondo de la zanja y permitir el correcto ensamblaje asegurando que el peso del tubo lo soporta el propio tubo y no el manguito o copa.
- 10) Relleno a mano y mecanizado de la zanja y colocación de la cama de arena de 10 cm preparada, además de su compactación en capas de los costados de 15 cm donde primeramente es el encostillado de la tubería, humedeciendo y compactando.
- 11) El material de relleno de la zona entre los tubos debe compactarse con la misma clase de compactación que el material entre el tubo y la pared de la zanja.
- 12) Transporte y descarga del material sobrante en los lugares preestablecidos, incluyendo su desparramo. Que consiste en el acondicionamiento del material excavado fuera del área de las zanjas para evitar posibles accidentes a los trabajadores y peatones.

V.1.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA RED DE AGUA POTABLE

Se detalla a continuación el procedimiento constructivo del agua potable:

- 1) Las pruebas de presión que se hicieron fueron de 7 a 8 kg/cm² durante 48 horas y si el tiempo no lo permitía, la presión fue de 10 a 12 kg/cm² durante 12 horas con lo que se garantizaba la red de agua potable y que se encuentran en condiciones de máxima hermeticidad; para lo cual se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- 2) Óptimo manejo en el transporte y descarga de las tuberías. Como a continuación se explica:
- No dejar caer la tubería.
 - Para tuberías mayores de 18" (450 mm) que no pueden ser manejadas manualmente (mayores de 50 kg en peso) utilizar un cabestrillo de nylon y una retroexcavadora. Levantar tubería en dos puntos, separados a tres metros.
 - Levantar tubería de 36" (914 mm) y mayor diámetro con un cabestrillo en dos puntos con una separación de 10 pies o 3 metros. Diámetros menores necesitan este cabestrillo en un punto.
 - Asistencia al contratista es requerida para descargar tubería no paletizada.
 - Favor no usar un "boom" o montacarga directamente sobre o dentro del tubo.
- 3) Correcto almacenaje en la obra. A continuación se dan las siguientes recomendaciones:
- Tubería no paletizada puede ser almacenada temporalmente en pilas estando en una superficie plana y despejada.
 - Utilizar pedazos de madera o bloques para asegurar que la tubería no se mueva.
 - Al no asegurar la tubería, la tubería apilada puede deslizarse ocasionando daños en la tubería o en personas.
 - No apilar tubería a más de 1.8 metros de altura.
 - Tratar de que las longitudes de tubería sean soportadas equilibradamente, alternando campanas y espigas por fila de tubería.
 - Para prevenir daños a la campana o espiga cuando se mueva la tubería, no arrastre o golpee las terminaciones del tubo contra nada.
- 4) Llenado de agua y la expulsión del aire perfectamente efectuados.
- 5) Las tuberías deberán quedar perfectamente asentadas en el fondo de la zanja para evitar flexiones.

V.1.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

El procedimiento constructivo que se siguió en la ejecución de los drenajes tanto pluvial como sanitario es el mismo y la secuencia se detalla a continuación:

- I) Se traza en el terreno de la red del drenaje de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- II) Se excavan las zanjas de acuerdo a las dimensiones necesarias para alojar los diámetros de las tuberías correspondientes, las cuales dependen de las condiciones que permite la topografía del terreno.
- III) Se tiende la tubería de acuerdo a las cotas y pendientes de proyecto, haciéndolo siempre aguas abajo colocando los tubos en dirección a la cota más elevada (aguas arriba).

V.2 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS

Todos los materiales y equipos estipulados bajo estas especificaciones están limitados regularmente a productos manufacturados en la República Mexicana y recomendados por los fabricantes para la aplicación que se les intenta dar. Estos materiales y equipos tendrán capacidades y características suficientes para cumplir ampliamente con las especificaciones y requisitos del proyecto.

Las especificaciones para un buen funcionamiento hidrosanitario serán fundamental en este proyecto, por ello a continuación se mencionan dichas especificaciones:

V.2.1 REFERENCIA A REGLAMENTOS Y NORMAS

Los trabajos relativos a las instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, deberán ajustarse a lo indicado por estas especificaciones, además de lo establecido por reglamentos en vigor de la Construcción y Servicios Urbanos y normas de la extinta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), actualmente Sistema de Aguas del Distrito Federal, en tanto que las instalaciones especiales de plomería, se sujetarán a los reglamentos y normas que se señalan en los conceptos de trabajos correspondientes.

En cualquier caso y siempre que no exista contradicción en lo previsto por estas especificaciones y los Reglamentos antes citados, los trabajos en cuestión deberán sujetarse a las Normas de Plomería de los Estados Unidos de Norteamérica (National Plumbing Code) y Factory Mutual.

Los trabajos relativos a las instalaciones hidráulicas y sanitarias deberán ajustarse a lo indicado por estas especificaciones y a lo establecido por los Reglamentos en vigor en el Distrito Federal o en la localidad donde se ejecuten los trabajos.

V.2.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Por lo que se refiere a la calidad de los materiales, deberá cumplirse además de lo indicado por estas especificaciones, en lo establecido al efecto en las normas de la extinta Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, independientemente de lo anterior, el Contratista deberá llevar a cabo las pruebas de calidad que para cada caso ordene la Dirección de Obra.

Cuando en las presentes Especificaciones Generales de Construcción se haga mención a determinadas marcas o modelos comerciales deberá entenderse invariablemente, que sólo se pretende definir una calidad o diseño determinado. De acuerdo a lo señalado en el punto anterior, se autorizarán tuberías, materiales, conexiones, válvulas, equipos, muebles, etc., de una marca diferente solamente cuando se demuestre, con pruebas de laboratorio, que se trata de materiales de calidad equivalente a la solicitada, en las cuales se comprobarán diámetros interiores, espesor de paredes, peso por metro o por pieza, etc.

V.2.3 AMPLITUD DE LOS TRABAJOS

A continuación se describe la amplitud que tendrán los trabajos para desarrollar correctamente el sistema operativo así como el mantenimiento de las instalaciones como pueden ser a través de los siguientes conceptos.

V.2.3.1 LOCALIZACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Todas las tuberías horizontales, necesarias para el servicio interior de los edificios, deberán instalarse abajo del nivel de la losa del piso al que dan servicio.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Las redes principales se localizarán entre el plafón y la losa, en las zonas de circulaciones del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento. De preferencia para el paso de las tuberías en lugares como: sanitarios, cuartos de máquinas, etc.

Debe evitarse instalar tuberías sobre equipos eléctricos ó lugares que puedan ser peligrosos para los operarios al efectuar los trabajos de mantenimiento.

V.2.3.2 RELACIONES CON LA ESTRUCTURA

Ninguna tubería deberá quedar ahogada en elementos estructurales, como trabes, losas, columnas, etc., pero se podrán cruzar a través de dichos elementos, en cuyo caso, será indispensable dejando preparaciones para tuberías de alimentación de diámetros de 75 mm y menores, se harán dejando camisas que compartan una holgura igual a dos diámetros de la tubería mayor, en el sentido horizontal, y un diámetro de la tubería mayor en el sentido vertical; en todos los casos se obtendrá la autorización de la Dirección General de Obras y Conservación correspondiente.

La tubería de la red de riego deberá colocarse mínimo a 30 cm bajo el nivel de jardín.

V.2.3.3 PRUEBAS DE HERMETICIDAD

Hermeticidad es la característica de una red de conductos de no permitir el paso del agua a través de sus juntas.

Las instalaciones hidráulicas deberán ser probadas con agua potable al doble de la presión de trabajo, pero en ningún caso a una presión menor de 8.8 kg/cm^2 (125 lb/pulg^2). La duración mínima de las pruebas será de tres horas, y después de ella, deberán dejarse cargadas soportando la presión de trabajo hasta la instalación de muebles y equipo, para detectar posibles fugas.

Las tuberías para desagüe y ventilación, deberán ser probadas a la presión de 1 kg/cm^2 (10 metros de columna de agua). La duración mínima de la prueba, será de 30 minutos. Podrán hacerse estas pruebas por secciones, con objeto de obtener fácilmente la presión de prueba y para evitar que se prolongue la duración de la misma, lo cual puede ser perjudicial para las tuberías de fierro fundido

V.2.3.4 PRUEBAS FINALES PARA RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Al concluir la instalación hidráulica y sanitaria incluyendo la instalación y conexión de equipos, muebles y/o válvulas, se realizarán pruebas de rutina con objeto de verificar el funcionamiento adecuado de los sistemas completos, por ejemplo: que los equipos y válvulas operen normalmente, que entreguen la presión de trabajo especificada, los fluxómetros estén debidamente calibrados, que no existan fugas en la conexión de la instalación a las salidas, ni obstrucciones en las tuberías (líneas de alimentación, ramaleos, bajadas de agua pluvial, etc.)

V.3 TOMA DE AGUA POTABLE Y LLENADO DE CISTERNAS

Las especificaciones formaron parte del Contrato correspondiente y se enfocaron a los siguientes conceptos, son los que a continuación se mencionan:

V.3.1 TUBERÍA: A partir del cuadro de Medidor como se indica en plano PMH-01 del Anexo I Planos, se usará tuberías de cobre tipo M de las fabricadas por la Compañía Nacional de Cobre, S.A., de acuerdo con las Normas DGN-B67-1953 y DGN-E62-1966, con diámetros de 64 y 51 mm

V.3.2 CONEXIONES: Se usó conexiones soldables de bronce fundido de la marca Urrea ó cobre forjado de la marca Imperial Eastman, de acuerdo con las Normas de fabricación DGN-B11-1960, ASTM-B30, ANSI-B-16, 18.

V.3.3 MATERIALES DE UNIÓN: Se usó soldadura al 50 % de estaño y 50 % de plomo, deberá ser soldadura de carrete en cordón de 3 mm de diámetro de la marca Zeta, fundente, lija, cortador para tubo de cobre, gas LP o gasolina blanca. Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo, se realizó con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm), para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de 5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-acetileno) a las presiones que

corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura es marca Aga o Infra.

V.3.4 VÁLVULAS: Para diámetros de 51 mm y menores se usó válvulas con cuerpo e interiores de bronce marca Urrea de bola figura 580, con flotador de alta presión marca Velezzi, para control de llenado de cisterna. Ver planos IH-09, IH-10 y el IH-11 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio.

V.3.5 SOPORTERÍA: Las tuberías horizontales dentro de la construcción, serán soportadas de losas y trabes, mediante abrazaderas marca Clevis, figuras: 65, 260 y 269. Empleando varillas cold-rolled y barrenanclas 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) como elementos de sujeción a las estructuras. La tubería tendida en zona de jardín, deberá enterrarse en zanja con profundidad mínima de 0.40 m, y protegida contra la corrosión exterior con cinta polikent.

V.4 CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS

Para el cabezal de succión de bombas se tienen los siguientes conceptos.

V.4.1 TUBERÍA: Para diámetros nominales mayores de 64 mm, se usará tubería de acero al carbón soldable con extremos lisos sin costura cédula 40.

V.4.2 CONEXIONES: En tuberías de acero al carbón, se usó conexiones de acero soldables cédula 40 sin costura con extremos lisos. Se usarán bridas forjadas de acero del tipo traslape, deslizables en diámetros de 150, 102, 75 y 64 mm, roscadas en diámetros de 102, 75 y 64 mm.

V.4.3 MATERIALES DE UNIÓN: Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo se realizará con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm) para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de 5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-

acetileno) a las presiones que corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura podrá ser de la marca Aga o Infra.

V.4.4 VÁLVULAS: Todas las válvulas que se instalen serán de fabricación nacional, en diámetros de 64, 75, 102 y 150 mm, marca Walworth compuerta figura 726-F y retenciones figura 928-F. De acuerdo con la Norma ASTM-126-B. Los tornillos y tuercas de acero al carbón de acuerdo con la Norma ASTM-307 grado B. 2.5

V.4.5 SOPORTERÍA: El cabezal será soportado cada 1.50 m, con un soporte hecho en obra con ángulo de 12" x 12" x 1/4", tubo de acero de 2 1/2" (63.5 mm) soldado a la placa y media caña de tubo de acero de 8" (203 mm) Ver diseño en plano DS-01 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio.

V.5 SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE

Para succión y descarga de bombas de equipo hidroneumático para agua potable se manejan los siguientes conceptos.

V.5.1 TUBERÍA: Para diámetros nominales mayores de 64 mm, se usará tubería de acero al carbón soldable con extremos lisos sin costura cédula 40.

V.5.2 CONEXIONES: En tuberías de acero al carbón, se usó conexiones de acero soldables cédula 40 sin costura con extremos lisos. Se usarán bridas forjadas de acero del tipo traslape, deslizables en diámetros de 150, 102, 75 y 64 mm, roscadas en diámetros de 102, 75 y 64 mm.

V.5.3 MATERIALES DE UNIÓN: Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo se realizará con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm) para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de

5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-acetileno) a las presiones que corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura podrá ser de la marca Aga o Infra.

V.5.4 VÁLVULAS: Todas las válvulas que se instalen serán de fabricación nacional, en diámetros de 64, 75, 102 y 102 mm, marca Walworth compuerta figura 726-F y retenciones figura 928-F. De acuerdo con la Norma ASTM-126-B. Los tornillos y tuercas de acero al carbón de acuerdo con la Norma ASTM-307-grado B. 2.5.

V.5.5 MANGUERAS ANTIVIBRATORIAS: En la succión de bombas, se instalaron mangueras antivibratorias de acero inoxidable con tramado y adaptadores a base de bridas de 150 lb/pulg² (10.5 kg/cm²) marca Manguera Flex o similar.

V.5.6 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal) marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm), barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.6 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDAS EDIFICIOS

La red de distribución proyectada, parte de la descarga del tanque hidroneumático con diámetro de 75 mm, variando su diámetro de 75, 64, 51 y 38 mm hasta su acometida a los edificios (Ver planos PMH-01, IH-09, IH-10 e HI-11 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio).

V.6.1 TUBERÍA: A partir del cuadro de medidor como se indica en plano PMH-01 del Anexo I Planos, se usará tuberías de cobre tipo M de las fabricadas por la

Compañía Nacional de Cobre, S.A., de acuerdo con las Normas DGN-B67-1953 y DGN-E62-1966, con diámetros de 64 y 51 mm.

V.6.2 CONEXIONES: Se usó conexiones soldables de bronce fundido de la marca Urrea ó cobre forjado de la marca Imperial Eastman, de acuerdo con las Normas de fabricación DGN-B11-1960, ASTM-B30, ANSI B-16, 18.

V.6.3 MATERIALES DE UNIÓN: Se usó soldadura al 50 % de estaño y 50 % de plomo, deberá ser soldadura de carrete en cordón de 3 mm de diámetro de la marca Zeta, fundente, lija, cortador para tubo de cobre, gas LP o gasolina blanca. Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo, se realizó con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm), para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de 5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-acetileno) a las presiones que corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura es marca Aga o Infra.

V.6.4 VÁLVULAS: Para diámetros de 51 mm y menores se usó válvulas con cuerpo e interiores de bronce marca Urrea de bola figura 580, con flotador de alta presión marca Velezzi, para control de llenado de cisterna. Ver planos IH-09, IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio.

V.6.5 SOPORTERÍA: Las tuberías horizontales dentro de la construcción, serán soportadas de losas y trabes, mediante abrazaderas marca Clevis, figuras 65, 260 y 269. Empleando varillas cold-rolled y barrenanclas 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) como elementos de sujeción a las estructuras. La tubería tendida en zona de jardín, deberá enterrarse en zanja con profundidad mínima de 0.40 m, y protegida contra la corrosión exterior con cinta polikent.

V.7 ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS

De las acometidas a cada Edificio, se inician las columnas y redes de alimentación de agua a los servicios de lavabos, fregaderos, filtros y purificadores de agua para bebederos; con diámetros de 51, 38, 32, 25, 19 y 13 mm. Ver Planos de proyectos desde el IH-01 hasta el IH-08 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio.

De cada núcleo de sanitarios, laboratorios y cafetería. Las columnas se rematan en las azoteas con válvula eliminadora de aire de la marca Sarco de 19 mm de diámetro.

V.7.1 TUBERÍA: En columnas y redes interiores instaladas en plafones, ductos verticales de instalaciones en diámetros de 51, 38, 32, 25, 19 y 13 mm, se usará tubería de cobre Tipo M, de la fabricada por la Compañía Nacional de Cobre, S.A. de acuerdo con las normas DGN-B61-1953.

V.7.2 CONEXIONES: Se usó conexiones soldables de bronce fundido de la marca Urrea ó cobre forjado de la marca Imperial Eastman, de acuerdo con las Normas de fabricación DGN-B11-1960, ASTM-B30, ANSI B-16, 18, para diámetros de 51 mm y menores.

V.7.3 VÁLVULAS: Para el control de cada cuarto de sanitarios hombres y mujeres, se instaló válvula de bola para 200 lb/pulg² (14 kg/cm²), flujo completo, con cuerpo de bronce cromado, cierre de bronce a teflón, extremos roscados, en diámetros 13 a 51 mm. En la azotea se instaló válvula eliminadora de aire con cuerpo de hierro marca Sarco figura 13 W de 19 mm de diámetro con válvula de control tipo globo figura 95.

V.7.4 MATERIALES DE UNIÓN: Para tuberías y conexiones de cobre soldables, que conduzca agua fría, se usará soldadura al 50 % de plomo y 50 % de estaño. Deberá ser soldadura de carrete en cordón de 3 mm diámetro El punto de fusión de esta soldadura no será menor de 180 °C (292 °F) ni mayor de 212 °C

(350 °F). La soldadura deberá ser de la marca Zeta de Estaño Electro, S. A., ó equivalente sin alma con fundente.

V.7.5 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal) marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm), barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.7.6 LLAVE PARA LAVABO: Economizadora marca Helvex TV-105

V.7.7 FILTROS Y PURIFICADORES PARA BEBEDEROS: Filtro cabezal y vaso con cartucho, con equipo Purotek modelo W-004-BTC; a instalarse bajo cubierta de lavabos de sanitarios Hombres y Mujeres, para disponer de agua garantizada potable y desbacterizada perecederos, hasta 600 litros por hora, para bebederos en pasillos.

V.7.8 BEBEDEROS: Bebedero con equipo de refrigeración en gabinete de acero inoxidable marca Portinox, Modelo PO-001.

V.8 SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA

En el tema de succión y descarga de bombas del equipo hidroneumático para agua tratada se manejan los siguientes conceptos.

V.8.1 TUBERÍA: Para diámetros nominales mayores de 64 mm, se usará tubería de acero al carbón soldable con extremos lisos sin costura cédula 40.

V.8.2 CONEXIONES: En tuberías de acero al carbón, se usó conexiones de acero soldables cédula 40 sin costura con extremos lisos. Se usarán bridas

forjadas de acero del tipo traslape, deslizables en diámetros de 150, 102, 75 y 64 mm, roscadas en diámetros de 102, 75 y 64 mm.

V.8.3 MATERIALES DE UNIÓN: Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo se realizará con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm) para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de 5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-acetileno) a las presiones que corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura es de la marca Aga o Infra.

V.8.4 VÁLVULAS: Todas las válvulas que se instalen serán de fabricación nacional, en diámetros de 64, 75, 102 Y 150 mm, marca Walworth compuerta figura 726-F y retenciones figura 928-F. De acuerdo con la Norma ASTM-126-B. Los tornillos y tuercas de acero al carbón de acuerdo con la Norma ASTM-307-grado-B 2.5

V.8.5 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal) marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm), barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.9 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA TRATADA DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS

En redes de distribución de agua tratada del cuarto de bombas a acometida a edificios se tienen los siguientes conceptos.

V.9.1 TUBERÍA: A partir del cuadro de Medidor como se indica en plano PMH-01, se usará tuberías de cobre tipo M de las fabricadas por la Compañía Nacional

de Cobre, S.A., de acuerdo con las Normas DGN-B67-1953 y DGN-E62-1966, con diámetros de 64 y 51 mm

V.9.2 CONEXIONES: Se usó conexiones soldables de bronce fundido de la marca Urrea ó cobre forjado de la marca Imperial Eastman, de acuerdo con las Normas de fabricación DGN-B11-1960, ASTM-B30, ANSI B-16, 18.

V.9.3 MATERIALES DE UNIÓN: Se usó soldadura al 50 % de estaño y 50 % de plomo, deberá ser soldadura de carrete en cordón de 3 mm de diámetro de la marca Zeta, fundente, lija, cortador para tubo de cobre, gas LP o gasolina blanca. Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo, se realizó con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm), para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de 5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-acetileno) a las presiones que corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura es marca Aga o Infra.

V.9.4 VÁLVULAS: Para diámetros de 51 mm y menores se usó válvulas con cuerpo e interiores de bronce marca Urrea de bola figura 580, con flotador de alta presión marca Velezzi, para control de llenado de cisterna. Ver planos IH-09, IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio.

V.9.5 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal) marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm), barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.10 ALIMENTACIÓN DE AGUA TRATADA EN SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES

En alimentación de agua tratada en sanitarios de hombres y mujeres se tratan los siguientes conceptos.

V.10.1 TUBERÍA: En columnas y redes interiores instaladas en plafones, ductos verticales de instalaciones en diámetros de 51, 38, 32, 25, 19 y 13 mm, se usará tubería de cobre Tipo M, de la fabricada por la Compañía Nacional de Cobre, S.A. de acuerdo con las normas DGN-B61-1953.

V.10.2 CONEXIONES: Se usó conexiones soldables de bronce fundido de la marca Urrea ó cobre forjado de la marca Imperial Eastman, de acuerdo con las Normas de fabricación DGN-B11-1960, ASTM-B30, ANSI B-16, 18, para diámetros de 51 mm y menores.

V.10.3 MATERIALES DE UNIÓN: Para Tuberías y conexiones de cobre soldables, que conduzca agua fría, se usará soldadura al 50 % de plomo y 50 % de estaño. Deberá ser soldadura de carrete en cordón de 3 mm diámetro El punto de fusión de esta soldadura no será menor de 180 °C (292 °F) ni mayor de 212 °C (350 °F). La soldadura deberá ser de la marca Zeta de Estaño Electro, S. A., ó equivalente sin alma con fundente.

V.10.4 VÁLVULAS: Para el control de cada cuarto de sanitarios hombres y mujeres, se instaló válvula de bola para 200 lb/pulg² (14 kg/cm²), flujo completo, con cuerpo de bronce cromado, cierre de bronce a teflón, extremos roscados, en diámetros 13 a 51 mm. En la azotea se instaló válvula Eliminadora de Aire con cuerpo de hierro marca Sarco figura 13 W de 19 mm de diámetro con válvula de control tipo globo figura 95.

V.10.5 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal) marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para

canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm), barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.10.6 FLUXÓMETRO PARA TAZA: Marca Helvex modelo 117-38. Para W.C. de manija

V.10.7 FLUXÓMETRO PARA MINGITORIO: Marca Helvex modelo 185-19 de manija.

V.11 SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

En el tema de succión y descarga de bombas contra incendio se tratan los siguientes conceptos.

V.11.1 TUBERÍA: Para diámetros nominales mayores de 64 mm, se usará tubería de acero al carbón soldable con extremos lisos sin costura cédula 40.

V.11.2 CONEXIONES: En tuberías de acero al carbón, se usó conexiones de acero soldables cédula 40 sin costura con extremos lisos. Se usarán bridas forjadas de acero del tipo traslape, deslizables en diámetros de 150, 102, 75 y 64 mm, roscadas en diámetros de 102, 75 y 64 mm.

V.11.3 MATERIALES DE UNIÓN: Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo se realizará con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm), para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de 5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-acetileno) a las presiones que corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura podrá ser de la marca Aga o Infra.

V.11.4 VÁLVULAS: Todas las válvulas que se instalen serán de fabricación nacional, en diámetros de 64, 75, 102 Y 150 mm, marca Walworth Compuerta figura 726-F y retenciones figura 928-F. De acuerdo con la Norma ASTM-126-B. Los tornillos y tuercas de acero al carbón de acuerdo con la Norma ASTM-307-grado-B 2.5

V.11.5 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal) marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm), barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.12 RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A HIDRANTES EDIFICIO II

En la red contra incendios del cuarto de bombas a hidrantes del edificio II se tienen los siguientes conceptos.

V.12.1 TUBERÍA: A partir del cuadro de Medidor como se indica en plano PMH-01 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio, se usará tuberías de cobre tipo M de las fabricadas por la Compañía Nacional de Cobre, S.A., de acuerdo con las Normas DGN-B67-1953 y DGN-E62-1966, con diámetros de 64 y 51 mm

V.12.2 CONEXIONES: Se usó conexiones soldables de bronce fundido de la marca Urrea ó cobre forjado de la marca Imperial Eastman, de acuerdo con las Normas de fabricación DGN-B11-1960, ASTM-B30, ANSI B-16, 18.

V.12.3 MATERIALES DE UNIÓN: Se usó soldadura al 50 % de estaño y 50 % de plomo, deberá ser soldadura de carrete en cordón de 3 mm de diámetro de la marca Zeta, fundente, lija, cortador para tubo de cobre, gas LP o gasolina blanca.

Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo, se realizó con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm), para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de 5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-acetileno) a las presiones que corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura es marca Aga o Infra.

V.12.4 VÁLVULAS: Para diámetros de 51 mm y menores se usó válvulas con cuerpo e interiores de bronce marca Urrea de bola figura 580, con flotador de alta presión marca Velezzi, para control de llenado de cisterna. Ver planos IH-09, IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio

V.12.5 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal) marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm), barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.13 SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS PARA RIEGO

Entre succión y descarga de bombas para riego se tratan los siguientes conceptos.

V.13.1 TUBERÍA: Para diámetros nominales mayores de 64 mm, se usará tubería de acero al carbón soldable con extremos lisos sin costura cédula 40.

V.13.2 CONEXIONES: En tuberías de acero al carbón, se usó conexiones de acero soldables cédula 40 sin costura con extremos lisos. Se usarán bridas forjadas de acero del tipo traslape, deslizables en diámetros de 150, 102, 75 y 64 mm, roscadas en diámetros de 102, 75 y 64 mm.

V.13.3 MATERIALES DE UNIÓN: Para tuberías y conexiones de acero soldable, se usó soldadura eléctrica, empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías del tipo E-6010 para corriente directa y polaridad invertida. El punteado y fondeo se realizará con electrodos 6011 de 1/8" (3.17 mm), para una penetración total. El paso caliente, relleno y acabados con electrodos de 5/32" (3.96 mm). Los cortes y boquillas se practicarán con soplete (equipo oxi-acetileno) a las presiones que corresponda, dependiendo del espesor y características del material. La soldadura podrá ser de la marca Aga o Infra.

V.13.4 VÁLVULAS: Todas las válvulas que se instalen serán de fabricación nacional, en diámetros de 64, 75, 102 Y 150 mm, marca Walworth compuerta figura 726-F y retenciones figura 928-F. De acuerdo con la Norma ASTM-126-B. Los tornillos y tuercas de acero al carbón de acuerdo con la Norma ASTM-307-grado B 2.5

V.13.5 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal) marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm), barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.14 RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)

En la red de riego por aspersion y válvula de acoplamiento rápido se manejan los siguientes conceptos.

V.14.1 TUBERÍA: Del paño exterior del edificio Planta Física, se inició la red de distribución empleando tubería de PVC hidráulico RD-26, con diámetros de 64, 51, 38, 32, 25 y 19 mm.

V.14.2 CONEXIONES: De PVC hidráulico para cementar.

V.14.3 MATERIALES DE UNIÓN: Limpiador Tangit y Cemento Tangit Toda Presión.

V.14.4 ASPERSORES: Surgente giratorio modelos T300-F, de círculo completo y T300-H, de medio círculo, con radio de cobertura de 8.50 m. Modelo H-13 Sur, de marca Aspersores Tinsa, S. A. ó similar. Ver plano PMR-01 del Anexo I Planos.

V.15 SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJES Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA

En el tema de suministro, maniobras, montajes y puesta en marcha de equipo hidroneumático para agua tratada se tratan los siguientes conceptos.

V.15.1 HIDRONEUMÁTICO TRÍPLEX: Consta de: Tres bombas centrífugas horizontales marca Barnes, modelo IA-11/2-7.5-2, acoplada a motor eléctrico horizontal marca ABB o Siemens de 7.5 CP, 3 fases, 3,450 rpm, 60 cps, 440 volts. Un tanque cilíndrico vertical con capacidad de 1,200 litros, diámetro de 0.92 m, por 1.52 m de parte cilíndrica de costuras a costuras con espesor de placa de 4.76 mm (3/16"). Tapas semielípticas con espesor de 6.4 mm (1/4") en placa de acero al carbón A-36, con conexiones de entrada y salida de agua de 102 mm (4"), cople para conexiones de vidrio nivel, inyección de aire y porta electrodos, en su interior se instalará una vena formada por tubería de cobre tipo M con diámetro de 102 mm (4") conectado al cople de entrada de agua al tanque mediante conector cobre rosca exterior del mismo diámetro. Ver diseño en planos IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos que se encuentra al final de este estudio.

Una motocompresora de aire libre de aceite, con motor eléctrico de 1 CP marca Evans con un cilindro de 1 3/4" (44.4 mm) de diámetro. Una válvula solenoide marca Jefferson tipo NC de 2 vías para 220 volts.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Un tablero de control electrónico, marca Lin, modelo LIN-DPX-HNM 7.5 CP, montado en gabinete Nema 1, para operar a 440 volts, interconectados totalmente dentro del gabinete los siguientes elementos: tres interruptores termomagnéticos. Tres arrancadores electromagnéticos. Tres protecciones térmicas (relevadores bimetalicos). Una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, electrodos en cisternas. Tres luces piloto grandes indicadoras de bombas en operación; Tres selectores grandes de 3 posiciones: manual-fuera-automático. Una luz roja que indicará falta de agua en la cisterna, cuando esto pasa, el equipo deja de trabajar y vuelve a operar cuando el agua cubre el electrodo más alto. Un dispositivo electrónico que opera las bombas automáticamente por presiones, cuenta con señal de arranque al bajar la presión de agua en la red; alterna y simultanea las bombas y cuenta con protección por bajo nivel de cisterna. Montados en un manifold: tres interruptores de presión con rango de ajuste de 3 a 6 kg/cm² marca Saginomiya y un manómetro indicador de presión con carátula de 64 mm (2 1/2") con graduación de 0 a 10 kg/cm² marca Wika con glicerina.

V.16 SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJES Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE

En el tema de suministro, maniobras, montajes y puesta en marcha de equipo hidroneumático para agua potable se manejan los siguientes conceptos.

V.16.1 HIDRONEUMÁTICO DÚPLEX: Consta de dos bombas centrífugas horizontales marca Barnes, modelo IB-11/2-5-2, acoplada a motor eléctrico horizontal marca ABB o Siemens de 5 CP, 3 fases, 3,450 rpm, 60 cps de 220/440 volts, un tanque cilíndrico vertical con capacidad de 1000 litros, diámetro de 0.92 m, por 1.52 m de parte cilíndrica de costuras a costuras con espesor de placa de 4.76 mm (3/16)", tapas semielípticas con espesor de 6.4 mm (1/4") en placa de acero al carbón A-36, con conexiones de entrada y salida de agua de 75 mm (3"), con una vena interior formada con tubería de cobre tipo M, con diámetro de 75 mm por 1.20 m de largo, soldada al tubo de entrada superior del tanque, coples para

conexiones de vidrio nivel, inyección de aire y porta electrodos. Ver planos IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio.

Una motocompresora de aire, libre de aceite con motor eléctrico de 1 CP marca Evans con un cilindro de 1 3/4" (44.4 mm) de diámetro. Una válvula solenoide marca Jefferson tipo NC de 2 vías para 220 volts.

Un tablero de control electrónico marca Line, modelo LIN-DPX-HNM 5 CP, montado en gabinete Nema 1, para operar a 440 volts., interconectados totalmente dentro del gabinete los siguientes elementos:

Dos interruptores termomagnéticos. Dos arrancadores electromagnéticos. Dos protecciones térmicas (relevadores bimetálicos). Una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, electrodos en cisternas. Dos luces piloto grandes indicadoras de bombas en operación. Dos selectores grandes de 3 posiciones: manual-fuera-automático. Una luz roja que indicará falta de agua en la cisterna, cuando esto pasa, el equipo deja de trabajar y vuelve a operar cuando el agua cubre el electrodo más alto. Un dispositivo electrónico que opera las bombas automáticamente por presiones, cuenta con señal de arranque al bajar la presión de agua en la red; alterna y simultanea las bombas y cuenta con protección por bajo nivel de cisterna. Montados en un manifold: Dos interruptores de presión con rango de ajuste de 3 a 6 kg/cm² marca Saginomiya y un manómetro indicador de presión con carátula de 64 mm (2 1/2") con graduación de 0 a 10 kg/cm² marca Wika con glicerina.

V.17 SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJES Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS CONTRA INCENDIO

En el tema de suministro, maniobras, montajes y puesta en marcha de equipos contra incendio se manejan los siguientes conceptos.

V.17.1 CONTRA INCENDIO CON MOTOR ELÉCTRICO: La bomba seleccionada es la modelo IA 1 1/2 x 9R, centrífuga de alta presión marca Barnes, acoplada directamente a motor eléctrico cerrado marca ABB o Siemens de 15 CP, 3 fases, 3,500 rpm. 60 cps para corriente eléctrica de 440 volts. Con un tablero de control electrónico marca Line, modelo TDC-CIE. Montado en gabinete Nema 1

para operar a 440 volts, conteniendo los siguientes elementos totalmente interconectados: Un interruptor termomagnético para un motor de 15 CP; un arrancador electromagnético; una protección térmica (relevador bimetálico); una tablilla de conexiones (B. Kulka); un selector de tres posiciones manual–fuera–automático; una luz indicadora de bomba en operación; una luz roja que indica cuando la cisterna tiene poco agua, dejando el equipo de trabajar y opera cuando el agua cubre el electrodo más alto; un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente, cuando se abate la presión en la red, retarda el paro de la bomba y cuenta con protección por falta de agua en la cisterna. Montados en un manifold: un interruptor de presión marca Saginomiya ajustado de 3 a 6 kg/cm² y un manómetro con carátula de 2 1/2" (6.35 cm) y rango de 0 a 10 kg/cm². Ver Planos IH–10 e IH –11 del Anexo I Planos.

V.17.2 EQUIPO DE BOMBEO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN

INTERNA VW: Motor marca Volkswagen de 30 HP de 1,600 cm³ a la altura de la Ciudad de México, modelo 126, acoplada a bomba centrífuga horizontal marca Barnes, modelo IA–1 1/2, con succión de 51 mm y descarga de 38 mm. Con un tablero de control electrónico marca Line, modelo TCI–VW–2F–12V, montado en gabinete, integrado por lo siguientes elementos totalmente interconectados: con seis intentos de arranque, una alarma audible indicadora de falla, luz indicadora de falla de arranque, protección por baja presión de aceite, amperímetro indicador de carga de batería, cargador de batería (carga flotante), luz indicadora de falla para baja presión de aceite, botón para restablecer el equipo en caso de falla, luz piloto grande indicadora de bomba en operación, selector grande de tres posiciones: manual–fuera–automático, retardador de 0 a 60 segundos (para el paro de la bomba) y un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente al bajar la presión en la red de hidrantes. Todo esto totalmente armado, se incluye batería y tanque de gasolina, montados en un manifold: un interruptor de presión marca Saginomiya con rango de 30 a 50 ó de 70 a 100 psi (el adecuado), un manómetro con glicerina con carátula de 2 1/2" (6.35 cm) y rango de 0 a 10 kg/cm². Ver planos IH–10 e IH–11 del Anexo I Planos que se encuentra al final de este estudio.

V.18 SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO PARA RIEGO Y BOMBA PARA ACHIQUE

Para el tema de suministro, maniobras, montaje y puesta en marcha de equipo para riego y bomba para achique se tienen los siguientes conceptos.

V.18.1 EQUIPO PARA RIEGO: Bomba centrífuga de alta presión marca Barnes, modelo IA-1 1/2-5-2, acoplada a motor eléctrico cerrado de 5 CP, 3 fases, 3,500 rpm, 60cps, 440 volts, succión de 51 mm y descarga de 38 mm, un tablero de control electrónico, marca Line, modelo RIE-5 HP, montado en gabinete Nema 1 para operar a 440 volts, con los siguientes elementos totalmente interconectados: un interruptor termomagnético para motor de 5 HP, un arrancador electromagnético para motor de 5 HP, una protección térmica (relevador bimetalico) para la bomba, una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, alimentación cisterna, un selector grande de tres posiciones: manual-fuera-automático; una luz piloto grande indicadora de bomba en operación, una luz roja indica cuando la cisterna tiene poca agua y cuando éste pasa el equipo deja de trabajar y opera cuando el agua cubre el electrodo más alto, un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente cuando se abate la presión en la red, retarda el paro de la bomba y cuenta con protección por falta de agua en la cisterna, montados en un manifold, un interruptor de presión Saginomiya ajustado de 3 a 6 kg/cm² y un manómetro con glicerina con carátula de 2 1/2" (6.35 cm) y graduación de 0 a 10 kg/cm². Ver Planos IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos que se encuentra al final de este estudio.

V.18.2 BOMBA PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO: Una bomba centrífuga vertical sumergible, marca Barnes, acoplada directamente a motor eléctrico totalmente cerrado de 0.5 CF, 3 fases, 1,750 rpm, 60 cps, 220 volts con descarga de 51 mm, un tablero de control electrónico, marca E-2000, modelo LIN-CAR de 0.5 CF, montado en gabinete Nema 1, para operar a 220 volts conteniendo los siguientes elementos totalmente interconectados: un interruptor termomagnético

marca ABB, un arrancador electromagnético marca ABB, una protección térmica (relevador bimetálico) para motor de 0.5 CF, una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, una luz piloto indicadora de bomba en operación, un selector de 3 posiciones: manual–fuera–automático, un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente por niveles, cuenta con señal de arranque al subir el nivel en el cárcamo y la protege por bajo nivel.

V.19 INSTALACIÓN DE BOMBAS PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO, REBOSADEROS Y DESAGÜES DE CISTERNAS

En el tema de instalación de bombas para achique de cárcamo, rebosaderos y desagües de sistemas tienen los siguientes conceptos:

V.19.1 TUBERÍA: Para diámetros nominales mayores de 51 mm, se usará tubería de acero al carbón soldable con extremos lisos sin costura cédula 40.

Para rebosaderos, PVC, hidráulico RD–26 con diámetro de 102 mm.

Para desagüe de cisternas, tubería y conexiones galvanizadas por inmersión cédula 40.

V.19.2 CONEXIONES: Para diámetros de 51 mm en tuberías de acero al carbón, se usó conexiones de acero soldables cédula 40 sin costura con extremos lisos. Se usarán bridas forjadas de acero del tipo traslape, deslizables en diámetros de 51 mm, roscadas en diámetros de 51 mm.

V.19.3 VÁLVULAS: Todas las válvulas que se instalen deberán ser de fabricación nacional, en diámetros de 75 mm, marca Walworth compuerta figura 726–F y retenciones figura 928–F. De acuerdo con la Norma ASTM–126–B. Los tornillos y tuercas de acero al carbón de acuerdo con la Norma ASTM–307–grado–B 2.5. En desagües de cisternas, marca Urrea, figura 580.

V.19.4 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal), marca Clevis figura GS–200, abrazaderas para

canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm) barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

V.20 BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y COLUMNAS DE DOBLE VENTILACIÓN

En el tema de bajadas de aguas negras y columnas de doble ventilación se tienen los siguientes conceptos.

V.20.1 TUBERÍA: De Tubería de Acoplamiento Rápido (TAR) consiste en unir tubería y conexiones de hierro vaciado sin campana, mediante un cople de neopreno y una abrazadera de acero inoxidable que se ajusta por medio de tornillos del mismo material. El acoplamiento de los tubos y conexiones se efectúa con gran facilidad, lo que elimina el uso de mano de obra especializada y economiza la instalación. Con diámetros de 102, 150 y 200 mm.

V.20.2 CONEXIONES: De acoplamiento rápido Tisa.

V.20.3 VENTILACIONES: Las columnas de ventilación con diámetros de 51 y 102 mm, serán con tubería y conexiones de PVC extremos lisos con conexiones tipo Anger marca Rex o Duralón.

V.20.4 SOPORTERÍA: Las tuberías horizontales serán soportadas de los elementos estructurales con abrazadera figura 260 y en columnas, se usarán abrazaderas figura 261 y 262 de la marca Clevis. Empleando varilla cold-rolled en colgantes con diámetros de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm), como elementos de sujeción a las estructuras barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm).

V.21 DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS EN LABORATORIOS Y COCINETAS

Los desagües individuales de los muebles sanitarios, serán de los siguientes diámetros: 25 mm para lavadero, 38 mm para lavabo, bebedero, vertedero y tarjas; 51 mm para mingitorio y coladeras en piso; 102 mm para inodoro y coladeras en cuarto de limpieza. El inodoro, se conectará al piso mediante una

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

extensión de plomo (casquillo) de 300 mm de longitud con diámetro de 102 mm, conectada a un codo de 90° del mismo diámetro por medio de un ferrul (casquillo de hierro fundido).

Dicho inodoro deberá montarse sobre un anillo de (junta Prohel) que se colocará en la extensión de plomo previamente abierto para cubrir la parte superior del piso terminado, fijándose finalmente al piso mediante pijas atornilladas, ahogadas con plomo dulce derretido en taladro de 13 mm (1/2") hecho previamente al piso.

Los desagües de lavabos y mingitorios, deberán hacerse por el muro que sirve de respaldo a estos muebles, dejando una conexión "T" a la altura donde se conectará el propio desagüe del mueble. El desagüe de lavadero de cuarto de aseo, se hará con un tubo de cobre de 25 mm, el cual descargará libremente a una coladera 2584-H con rejilla de latón cromado a la cual se soldará un casquillo de 0.10 cm de longitud con diámetro de 64 mm para recibir la descarga libre del desagüe del lavadero. Como el casquillo únicamente cubre el 25 % del área de la rejilla, el 75 % restante servirá para drenar el piso del cuarto de limpieza. Ver plano DT-01 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio.

V.21.1 TUBERÍA: La tubería a usar en desagües de 51, 38 y 25 mm será de cobre rígido Tipo "M" en diámetros de 102, 150 y 200 mm.

V.21.2 CONEXIONES: Para diámetros de 25, 38 y 51 mm, serán de cobre o bronce soldables para diámetros de 102, 150 y 200 mm.

V.21.3 VENTILACIONES: Las columnas de ventilación con diámetros de 50 y 40 mm, serán con tubería y conexiones de PVC extremos lisos con conexiones tipo Anger marca Rex o Duralón.

V.21.4 SOPORTERÍA: Se deberá fijar debidamente las tuberías mediante soportes y abrazaderas diseñadas con la mejor práctica de ingeniería, se usará canaleta galvanizada (unicanal), marca Clevis figura GS-200, abrazaderas para

canaleta figura SC-200, tipo estribo figura SC-65, clavos y cartuchos Hilti de 1/4" (6.35 mm) barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm) con tornillos y tuercas.

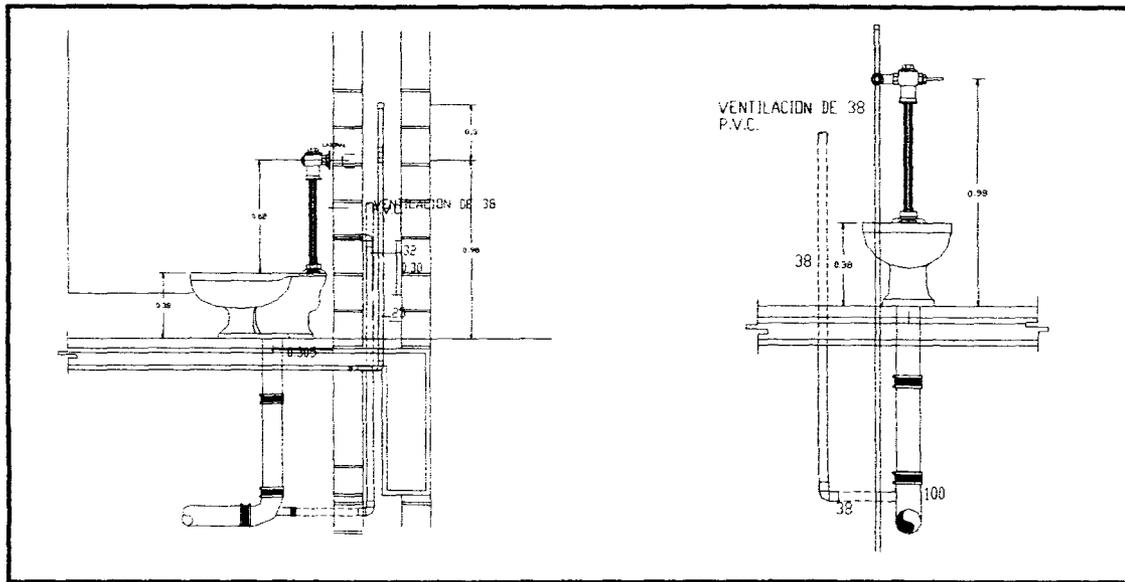
V.21.5 COLADERAS: Todas las coladeras para piso en interiores, tienen cuerpo de hierro fundido con aplicación de pintura anticorrosiva, Poseen un plato de doble drenaje con pequeños orificios conectados al interior de la coladera, que sirven para evitar que el agua se penetre por la junta de la rejilla y el piso provoque humedad en el piso inferior de la construcción.

Las contras con rejillas son ajustables, lo que permite colocarlas a diferentes alturas según el nivel del piso. Las tapas o rejillas y sus casquillos son removibles, lo que facilita su mantenimiento. Cuentan con un céspol integral el cual produce un sello hidráulico que evita los malos olores al interior del Sanitario. Las coladeras son de la marca Helvex, modelos 1342-35 en pisos de sanitarios y 2584-H en cuartos de aseo.

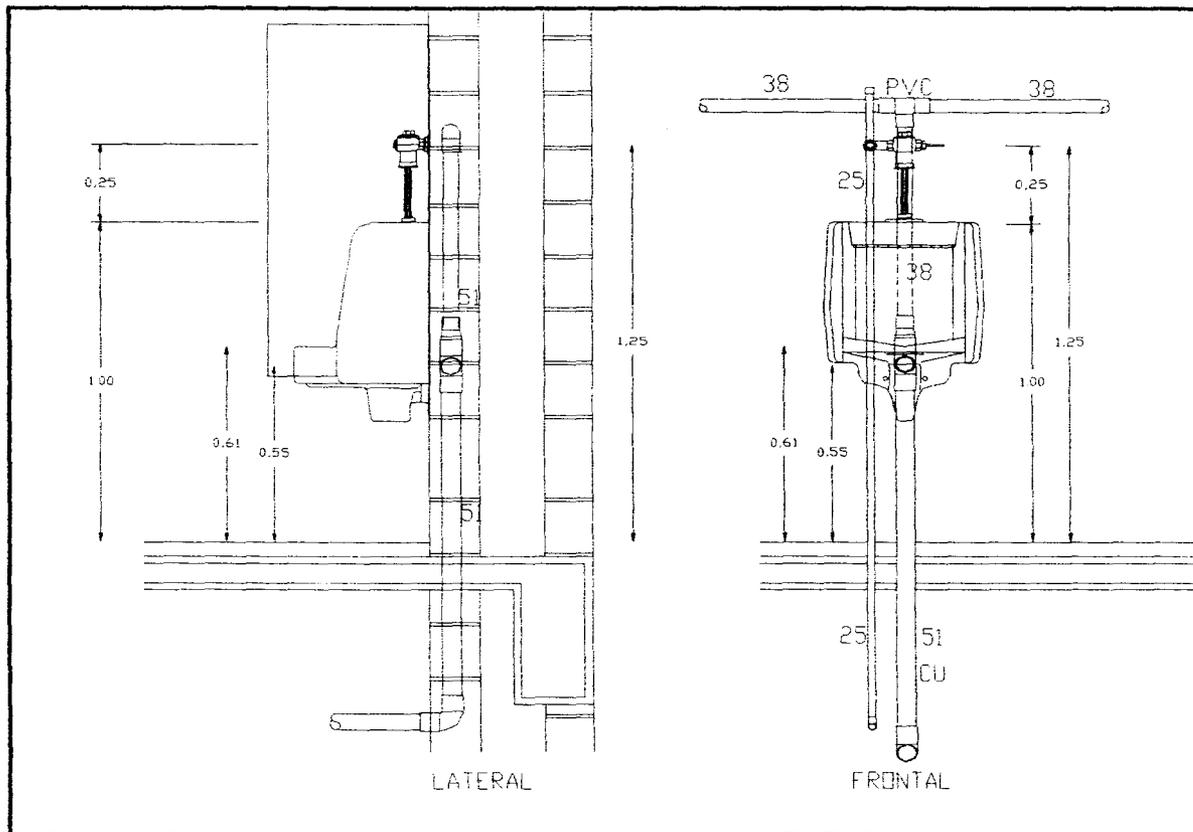
V.21.6 TAZA PARA FLUXÓMETRO: Marca Ideal Estándar, modelo Olímpico con spud de 32 mm en blanco, entrada superior con sifón sencillo para trabajar con una descarga de 6 litros. Deberá montarse sobre anillo de parafina ó junta Prohel, que se colocó en la extensión del plomo previamente abierto para cubrir la parte superior del piso terminado, fijándose mediante pijas afianzadas al piso con plomo o y atornilladas. Asiento Líder marca Ideal Estándar modelo M-230 Color Blanco sin tapa.

A continuación se presenta la figura de una taza para fluxómetro vista en forma lateral y en forma frontal.

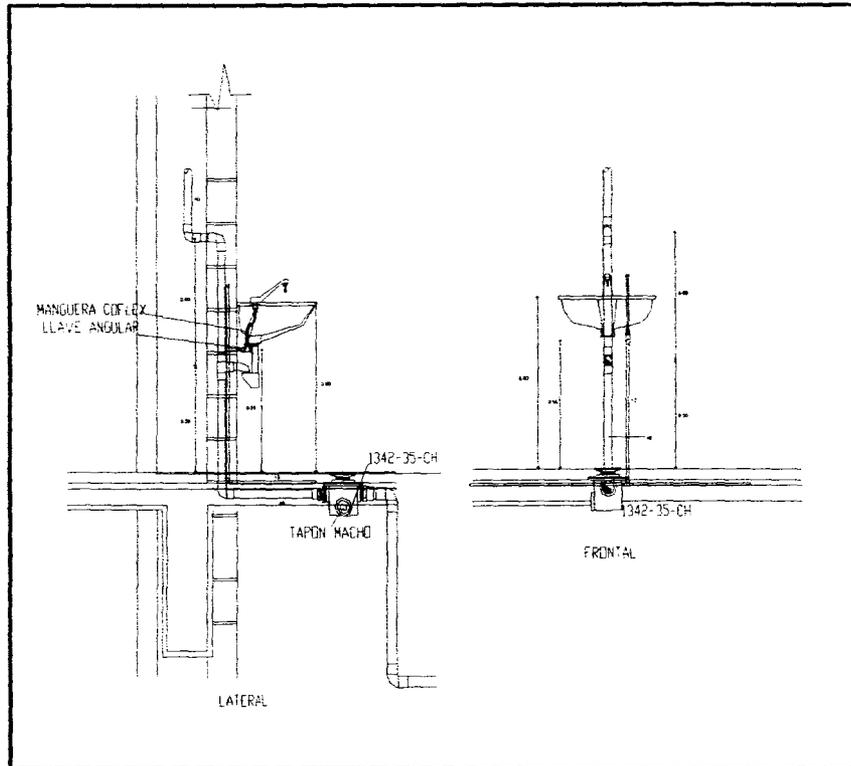
**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**



**V.21.7 MINGITORIO CON TRAMPA INTEGRAL: Marca Ideal Estándar,
modelo Colony para fluxómetro entrada superior spud de 19 mm en blanco.**



V.21.8 LAVABO: Ovalyn grande de bajo cubierta, marca Ideal Estándar en blanco. Césped TV-016 y Contra SH-058 marca Helvex.



V.22 COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES Y DESAGÜES DE PASILLOS

Las precipitaciones pluviales en las azoteas, serán recolectadas por coladeras con cúpula y canastilla en una sola pieza removible, con anillo especial para la colocación de impermeabilizante, marca Helvex modelos 446-X, las cuales se conectarán a bajadas formadas con columnas con diámetros de 150 y 200 mm. En los pasillos de los niveles 2 a 6, se instalarán coladeras con rejilla cromada marca Helvex modelo 632-H que desaguarán en tubos horizontales de 51 mm, conectándose a una bajada de aguas jabonosas de 64 mm ahogada en las columnas de los Ejes: F e I-11, 13, 15, 17 y 18.

V.22.1 TUBERÍA: A partir del cuadro de medidor como se indica en el plano PMH-01 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio, se usará

tuberías de cobre tipo M fabricadas por la Compañía Nacional de Cobre, S.A., de acuerdo con las Normas DGN-B67-1953 y DGN-E62-1966, con diámetros de 51 mm.

Para diámetros nominales mayores de 64 mm, se usará tubería de acero al carbón soldable con extremos lisos sin costura cédula 40.

De Tubería Acoplamiento Rápido (TAR) consiste en unir tubería y conexiones de hierro vaciado sin campana, mediante un cople de neopreno y una abrazadera de acero inoxidable que se ajusta por medio de tornillos del mismo material. El acoplamiento de los tubos y conexiones se efectúa con gran facilidad, lo que elimina el uso de mano de obra especializada y economiza la instalación. Con diámetros de 102, 150 y 200 mm.

V.22.2 CONEXIONES: Se usó conexiones soldables de bronce fundido de la marca Urrea ó cobre forjado de la marca Imperial Eastman, de acuerdo con las Normas de fabricación DGN-B11-1960, ASTM-B30, ANSI B-16, 18, diámetro de 51 mm.

En tuberías de acero al carbón, se usó conexiones de acero soldables cédula 40 sin costura con extremos lisos. Se usarán bridas forjadas de acero del tipo traslape, deslizables en diámetros de 64 mm, roscadas en diámetros de 102, 75 y 64 mm.

Diámetro de 102, 150 y 200 mm. Tubería de Acoplamiento Rápido (TISA), diámetro de 102, 150 y 200 mm.

V.22.3 SOPORTERÍA: Las tuberías horizontales serán soportadas de los elementos estructurales con abrazadera figura 260 y en columnas, se usarán abrazaderas figura 261 y 262 de la marca Clevis. Empleando varilla cold-rolled en colgantes con diámetros de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm), como elementos de sujeción a las estructuras barrenanclas de 3/8" (9.52 mm) y 1/2" (12.7 mm).

V.23 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO

La instalación eléctrica de controles y motores de las bombas, serán ejecutados bajo la supervisión y dirección del contratista que suministre e instale hidráulicamente los equipos. Considerando estos trabajos a partir de un Tablero I-

Line KA225M121A con interruptor principal de 3P, 150 Amperes marca Square D, alimentado eléctricamente por el contratista eléctrico general. Ver Plano IEE-01 del Anexo I Planos que se encuentra al final de este estudio. Empleando en la instalación tubería Condulet pared gruesa galvanizada, conexiones a motores y controles con tubo flexible licuatite y conductores THW, marca Condumex, procurando llevar a cabo estos trabajos con la mejor práctica de ingeniería; con el objeto de que el instalador de los equipos los entregue totalmente funcionando y operando con las presiones de arranque y paro de los mismos.

V.24 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PROGRAMADORES Y VÁLVULAS SOLENOIDES PARA RIEGO:

Empleando en la instalación tubería conduit PVC tipo pesado con cople de 13 y 19 mm, ducto cuadrado con bisagras de 10 x 10 x 152 cm, Condulet, contra y monitor, tubo flexible con conector, cable THW calibre 8, 10, 12 y 14 AWG, cable desnudo calibre 1, 12 y 14 AWG. Programación y puesta en marcha del sistema. Ver plano IER-01 del Anexo I Planos que se encuentra al final de este estudio.

V.25 GENERALIDADES:

Dentro de las generalidades se presentan los siguientes conceptos: Pruebas de tuberías, modificaciones y ampliaciones, albañilería, pasos para tuberías instalaciones en muros, válvulas, limpieza y herramientas que se describen a continuación.

V.25.1 PRUEBAS DE TUBERÍAS: Equipo y accesorios necesarios: bomba hidráulica manual equipada con manómetro de rango de 0 a 10 kg/cm² (0 a 142 lb/pulg²), válvula de retención, válvula de bola, figura 580, bote de 20 litros con agua, con el siguiente procedimiento: llenado de la tubería con agua a baja presión, lo cual tiene por objeto eliminar lentamente el aire del sistema y detectar las posibles fugas graves de la instalación. Aumento de la presión al doble de la presión de trabajo pero en ningún caso a una presión menor de 8.8 kg/cm² (125 lb/pulg²). La duración mínima de la prueba será de tres horas y la máxima de cinco. Después de realizada la prueba, deberán dejarse cargadas las tuberías

soportando la presión de trabajo hasta la colocación de muebles y equipos. Para verificar esto, deberán permanecer instalados los manómetros en lugares de fácil observación. Las pruebas deberán hacerse por secciones a medida que se vayan terminando éstas y antes de terminar los trabajos relativos a la albañilería, a fin de detectar las posibles fugas y corregirlas de inmediato. Se deberán colocar válvulas eliminadoras de aire u otros dispositivos adecuados al inicio de la prueba, con el objeto de que el aire que ocupe la tubería pueda ser eliminado para evitar averías en el sistema.

El sistema de desagües se probará con una presión equivalente a 3 m de columna de agua máxima, durante el tiempo necesario para efectuar una minuciosa revisión y que no sea menor de 2 horas, ni mayor de 5 horas, para evitar ser perjudicadas las retacadas de estopa y PC-4 de las tuberías de hierro fundido con campana.

Las tuberías de acero galvanizado, acero soldable, cobre, PVC y hierro fundido que no van empotradas en muros y pisos, serán pintadas con pintura de esmalte (dos manos) con bandas de color blanco, donde se indicará el sentido de escurrimiento y el color correspondiente al código para el sistema correspondiente. Las tuberías alojadas dentro de plafones llevarán una banda blanca cada 4 m, donde se indicará el sentido de escurrimiento con el color correspondiente al código.

V.25.2 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES: Las modificaciones o ampliaciones que por alguna circunstancia fuera necesaria ejecutar, podrán hacerse solamente son presupuesto aprobado por el representante de la Propietaria y deberá presentarse antes de realizar el trabajo.

V.25.3 ALBAÑILERÍA: Los trabajos de albañilería que se requieran para la total terminación de las instalaciones específicas, incluyendo entre otros perforaciones, ranuras, resanes, construcción de bases para equipos de bombeo, dados de concreto para sujeción de Válvulas de Acoplamiento Rápido (VAR) y aspersores para riego, etc. Estos trabajos deberán ajustarse a lo indicado por la

Dirección de Construcción y a las Especificaciones Generales de la Obra Civil correspondiente.

V.25.4 PASOS PARA TUBERÍAS: Ninguna tubería a presión deberá quedar ahogada en elementos estructurales o muros, tales como: trabes, losas, etc. En los casos donde dichos cruces sean requeridos, se dejarán pasos mediante tubos de hierro ó PVC, con dos diámetros mayores que la tubería a presión.

V.25.5 INSTALACIONES EN MUROS: Las tuercas de unión, bridas y válvulas, deberán quedar fuera de elementos estructurales o muros. Cuando se proyecten válvulas de control en zonas empotradas en muros, deberán quedar alojadas en cajas de lámina con puertas y bisagras, ejecutadas por otros Contratistas.

V.25.6 VÁLVULAS: Las válvulas deberán quedar localizadas en lugares accesibles y que permitan su fácil operación, no deberán instalarse con el vástago hacia abajo.

V.25.7 LIMPIEZA: Las tuberías deben conservarse limpias tanto en su exterior como en su interior, hasta la terminación total y entrega de los trabajos. Todas las bocas de las tuberías, válvulas, tuercas de unión y de accesorios, deberán dejarse taponadas hasta ser instalados los muebles sanitarios y equipos.

V.25.8 HERRAMIENTAS: Las válvulas, tuercas de unión y en general los accesorios, deberán ajustarse con herramientas apropiadas para evitar deterioros o marcas a los mismos.

A las subtema de Generalidades descritas también corresponden a los conceptos siguientes:

- a) Instalación de Tuberías de Cobre.
- b) Instalación de Tuberías de Acero Galvanizado por Inmersión cédula 40.
- c) Instalación de Tubería de Acero Soldable sin costura Cédula 40.

d) Instalación Tubería y Conexiones de PVC Hidráulico.

e) Instalación Sanitaria.

e.1) Instalación de Tubería y Conexiones Lisas de Acoplamiento Rápido

e.2) Instalaciones Interiores de Sanitarios.

Y se describen a continuación.

V.26 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE COBRE

Dentro de las instalaciones de tuberías de cobre se encuentran los siguientes conceptos.

V.26.1 CORTES: Las tuberías podrán cortarse con seguetas de diente fino o con cortador de cuchillas, en ambos casos el corte deberá ser perfectamente perpendicular al eje del tubo y deberá limarse los bordes del corte para evitar que se reduzca la sección del tubo.

V.26.2 AJUSTES DE CONEXIONES: Las tuberías de cobre soldable, deberán ajustarse correctamente en las conexiones, ambas deberán lijarse hasta obtener un perfecto ajuste (enchufe), la lija a emplear será del tipo esmeril.

V.26.3 SOLDADURAS: La soldadura debe llenar todo el espacio que tiene la conexión para recibir al tubo. Deberá aplicarse la cantidad necesaria para cada soldadura, evitando que escurra dentro de las tuberías cantidades excedentes.

V.26.4 SOBRECALENTAMIENTO: No deberán requemarse las conexiones ni el tubo durante el calentamiento. Las piezas requemadas deberán reponerse por otras nuevas.

V.26.5 DOBLECES: En ningún caso se aceptará dobleces en las tuberías de cobre, debiendo emplearse siempre conexiones soldables. La Dirección de Obra rechazará todas las tuberías que no estén instaladas rectas.

V.27 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE ACERO GALVANIZADO POR INMERSIÓN CÉDULA 40

El galvanizado por inmersión en caliente es una técnica de revestimiento de estructuras de acero desarrollada hace más de 100 años; las propiedades del zinc como material resistente a la corrosión ambiental.

El galvanizado por inmersión es un proceso que crea, por difusión térmica, una aleación metálica zinc-acero, a diferencia de las pinturas convencionales que implican colocar una capa simplemente adherida sobre la superficie del acero.

- Esto implica una extraordinaria adherencia que se mantiene inclusive al doblar o deformar la pieza de acero.
- El cinc metálico es mucho más resistente al desgaste por roce o abrasión que una película orgánica (pintura).
- El proceso de aplicar el zinc en forma de metal fundido permite que el mismo llegue a todas las áreas a revestir, independientemente de la geometría de la pieza o equipo.
- Por estas razones, el galvanizado por inmersión se ha convertido en un revestimiento muy utilizado en el ámbito petrolero cuando se requiere el cumplimiento de uno o más de los siguientes requerimientos:
 - Larga duración con mínimo mantenimiento.
 - Resistencia al desgaste por roce o abrasión.
 - Piezas de geometría irregular, difíciles de pintar.
 - Piezas o equipos de difícil acceso para mantenimiento.

V.27.1 CONEXIONES Y ACOPLAMIENTO: Conexiones roscadas con norma DGN B10 tipo A cédula 40, DGN B44–1951. En el acoplamiento se usó cinta teflón. Para el tarrajado de tubo deberá usarse la herramienta apropiada, equipo de sujeción para tubería, herramienta de corte (segueta), herramienta para hacer cuerdas (tarraja) hasta diámetro de 51 mm podrán usarse tarrajas de mano y para diámetros de 64 hasta 102 mm deberá usarse tarraja motorizada y herramienta menor: lima plana, cepillo de alambre, etc.

V.28 INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO SOLDABLE SIN COSTURA CÉDULA 40

En el tema de instalación de tubería de acero soldable sin costura cédula 40 se tienen los siguientes conceptos.

V.28.1 TUBERÍA: De acero soldable extremos lisos de fabricación nacional, deberá cumplir con la norma DGN-B10-1957 y ASTM-120 cédula 40.

V.28.2 CONEXIONES: Conexiones soldables cédula 40, sin costura y extremos lisos, se usarán bridas forjadas de acero del tipo traslape, ciegas, deslizables, con cuello soldable o roscable para 10.5 kg/cm^2 (150 lb/pulg^2).

V.28.3 ELEMENTOS DE UNIÓN: Se usará soldadura eléctrica empleando electrodos E-6010; el tamaño de soldadura deberá ser cuando menos el correspondiente al espesor de las tuberías. Empaques de plomo, teflón, tornillos, tuercas y rondanas.

V.28.4 VÁLVULAS: Para diámetros de 64 mm y mayores se usarán válvulas de extremos bridados, para 14 kg/cm^2 (199 lb/pulg^2); las válvulas de hierro deberán cumplir con la Norma ASTM-126-B. Los tornillos y tuercas de acero al carbón deberán cumplir la Norma ASTM-307-grado B.

V.28.5 EJECUCIÓN: El corte de tubería con equipo oxiacetilénico será permisible sólo cuando la superficie quede completamente lisa y libre de oxido causado por el corte. Los extremos de la tubería que van a ser soldados deberán ser biselados con máquina biseladora, con equipo oxiacetilénico o por otros medios mecánicos para formar un bisel semejante a los de fábrica de tipo americano; esto es, a 30 grados en cada superficie de los tubos de soldar. Las tuberías serán presentadas y alineadas mediante el punteo de soldadura, previo a la aplicación definitiva de soldadura.

V.29 INSTALACIÓN TUBERÍA Y CONEXIONES DE PVC HIDRÁULICO

Entre el tema de instalación de tubería y conexiones de PVC hidráulico se manejan los siguientes conceptos.

V.29.1 CEMENTADA: Cemento solvente especial para tubería PVC que cumpla con la Norma NOM E-30 y limpiador.

El corte de la tubería se hará con un serrucho de diente fino, eliminando las rebabas por dentro y fuera del corte. Posterior al corte es necesario hacer en el extremo del tubo un chaflán de 15 grados, usando una lima bastarda de media caña. Previo a la realización del acoplamiento de que se trate, se deberá limpiar las superficies de la espiga del tubo, como la campana del acoplamiento, verificando el ajuste correcto de ambas piezas. Para el caso de unión cementada, se insertarán las dos partes, debiendo penetrar el tubo sin forzarlo, por lo menos un tercio de su profundidad en el casquillo. Si el tubo no entra o queda holgado, el material está deforme y no será instalado. Previa la limpieza de las piezas a cementar, el cemento se aplicará con una brocha en el extremo del tubo y en el interior de la conexión. No se deberán mover las piezas durante 30 minutos.

Las tuberías para riego irán alojadas en terreno natural, por lo que la excavación tendrá una profundidad mínima de 40 cm y un ancho mínimo de 40 cm.

V.30 INSTALACIÓN SANITARIA: A continuación se menciona las instalaciones sanitarias, así como los cortes, soportes y acoplamientos respectivos.

V.30.1 INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y CONEXIONES LISAS DE

ACOPLAMIENTO RÁPIDO: El sistema de tubería de acoplamiento rápido, TISA-TAR, representa una magnífica alternativa al método tradicional de espiga y campana. Su diseño permite reducir sustancialmente el tiempo de instalación, lo que representa una gran economía en el costo total de la obra. El sistema consta de un cople de neopreno y una abrazadera de acero inoxidable

que se ajusta por medio de tornillos del mismo material, lo que le proporciona una excelente resistencia a la corrosión.

V.30.2 CORTE: En el caso de que no se utilicen las piezas completas, se medirá el tramo del tubo por emplear. Para el corte del tubo, con una lima triangular marcar alrededor de éste la longitud requerida; la marca servirá de guía para el corte. Se colocará el tubo en forma horizontal sobre una base de madera provista de apoyos laterales que evitará el movimiento del tubo. Se procederá al corte con una herramienta de corte con discos o bien con cincel y martillo.

V.30.3 ACOPLAMIENTO: Se procederá al acoplamiento colocando el junta de neopreno en una de las espigas de los tubos a unir o conexiones y deslizar la abrazadera de acero inoxidable sobre la otra espiga. Insertar la espiga que tiene la abrazadera dentro de la junta de neopreno colocada en la otra espiga. Se procede a unir los dos tubos hasta topar con la costilla central interior de la junta de neopreno. Se deslizará la abrazadera hasta cubrir completamente la junta de neopreno apretando en forma alternada los tornillos sin fin de los cinchos de la coraza de acero para lograr una presión uniforme.

V.30.4 SOPORTES: Para diámetros de 102, 150 y 200 mm, en tramos horizontales, se usarán soportes tipo estribo figura 260 y en diámetros de 38 a 75 mm, la figura 65 de Soportes Clevis. Colocando los soportes junto a los coples TAR cuando las dimensiones de la tubería de exceda de 1.50 m, cuando se empleen tuberías en tramos de 3 m se colocará además de la abrazadera indicada, una intermedia, ventilación de PVC (tubería de policloruro de vinilo), acoplamiento espiga-campana con anillo de hule (Anger).

El corte de los tubos con segueta o serrucho de diente fino a escuadra utilizando la guía de corte o caja de ingletes eliminando las rebabas tanto interiores como exteriores con una lima caña bastarda. Se hará un chaflán de aproximadamente 15 grados con la lima en el extremo de la espiga del tubo. Se procede a la prueba de ajuste del acoplamiento. Se limpiarán las piezas por unir, se introduce la espiga

en la campana sin colocar el anillo y se verifica que ésta entre y salga sin ningún esfuerzo. Se coloca el anillo en la ranura de la campana cuidando que su posición sea la correcta, se aplica el lubricante en la espiga del tubo por insertar desde el chaflán hasta la marca tope correspondiente a la profundidad del castillo de la campana medida previamente y marcada en la espiga del tubo por unir. Se colocan las piezas por acoplar en línea horizontal. Se empuja la espiga dentro de la campana con movimiento rápido hasta la marca tope, la cual deberá quedar visible, es decir a paño del borde superior de la campana, lo que garantiza el espacio para absorber la dilatación térmica. Para comprobar la correcta inserción se gira la espiga en ambos sentidos, lo que deberá lograrse fácilmente en caso contrario es que el anillo está colocado incorrectamente.

Para la unión de tubería de hierro centrifugado TAR, con tuberías de cobre o PVC, se usará cople de transición TAR: CK22 y CK215.

V.30.5 INSTALACIONES INTERIORES DE SANITARIOS: Las tuberías de desagüe vertical unitaria en muebles y coladeras, serán de cobre tipo M con diámetros de 38 y 51 mm todos los muebles sanitarios deberán contar con el sistema de ventilación; los tubos para tal fin serán de PVC y de hierro centrifugado de 102 mm en su salida a la azotea al unirse a la bajada de aguas con su remate en la azotea mediante dos codos Tar de 90 x 102 mm.

Los ramales horizontales y bajantes con diámetros de 102 y 150 mm, que reciben los desagües unitarios y grupo de muebles sanitarios, serán de hierro fundido centrifugado de Acoplamiento Rápido. Ver planos de proyectos: desde el IS-01 hasta el IS-09 y DI-01 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio.

V.30.6 SUCCIÓN Y DESCARGA DE EQUIPOS: Para que un fluido fluya de un punto a otro en un ducto cerrado o en una tubería, es necesario contar con una fuerza impulsora. Algunas veces, esta fuerza es la gravedad cuando hay diferencias de nivel. Por lo general, el dispositivo mecánico como una bomba o un ventilador, suministra la energía o la fuerza impulsora que incrementa la energía

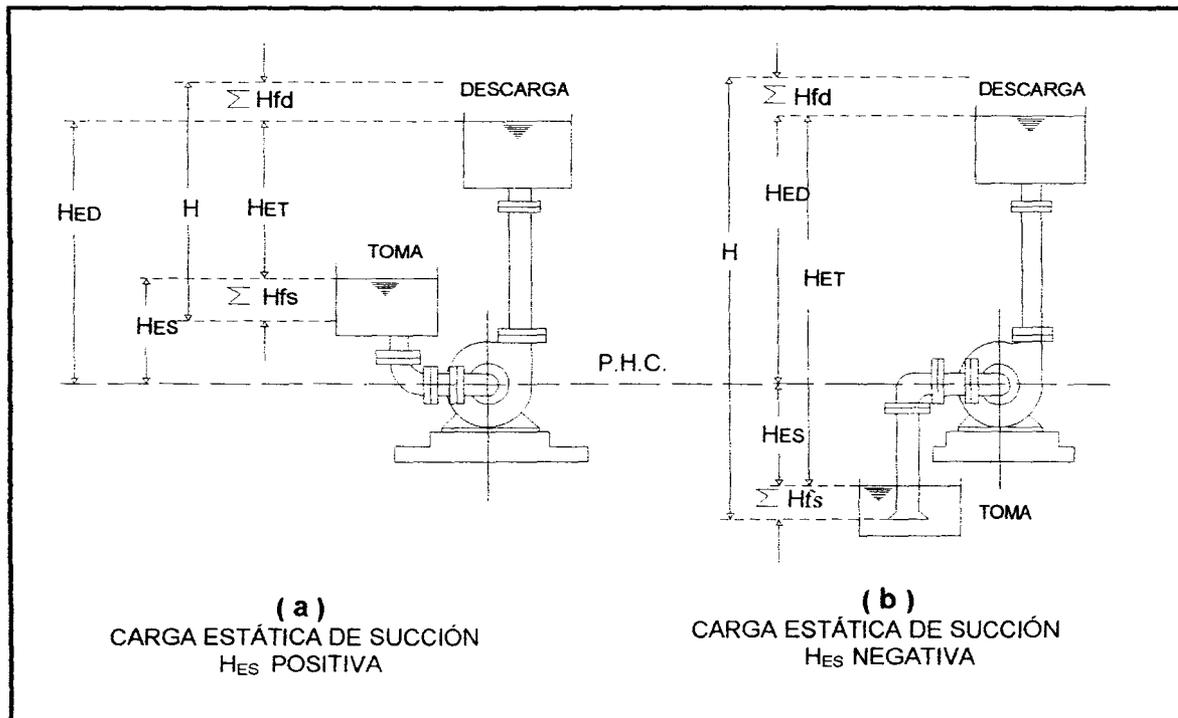
**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

mecánica del fluido. Esta energía se puede usarse para aumentar la velocidad, la presión o elevación del fluido, de acuerdo a la ecuación de Bernoulli que relaciona velocidad con presión, densidad y trabajo. En general, una bomba es una máquina o dispositivo que se usa para mover un líquido incomprensible, por medio de la adición de energía al mismo.

Básicamente existen dos formas de instalar una bomba y están relacionadas con su posición respecto a la toma.

Si el impulsor se encuentra sobre la superficie del agua en la toma llamado carga estática de succión H_{ES} negativa (Ver Figura V.1 “Tipos de Instalación de la Bomba”), ya que el hecho de que aparezcan bajas presiones en la rama de succión, hay el peligro que se presente el fenómeno de cavitación al haber bajas presiones, por lo que la forma de evitar éste fenómeno en el ojo del impulsor es cambiar la instalación a una de carga estática de succión H_{ES} positiva Ver Figura V.1.a “Tipos de Instalación de la Bomba”), es decir, colocar la bomba a un nivel inferior al de la superficie del agua en la toma.

FIGURA V.1 “TIPOS DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA”



Una bomba es una máquina capaz de transformar energía mecánica en hidráulica. Un tipo de bombas son las centrífugas que se caracterizan por llevar a cabo dicha transformación de energía por medio de un elemento móvil denominado impulsor, rodete o turbina, que gira dentro de otro elemento estático denominado cuerpo o carcasa de la bomba. Ambos disponen de un orificio anular para la entrada del líquido. Cuando el impulsor gira, comunica al líquido una velocidad y una presión que se añade a la que tenía a la entrada.

CONCEPTOS IMPORTANTES EN EL MANEJO DE LAS BOMBAS:

CARGA: Es la conversión equivalente de presión (en Pascal o lb/pulg²) en columnas de agua (m) a una gravedad específica igual a 1.

CARGA TOTAL: La carga total de un sistema contra la cual debe operar una bomba está compuesta de los siguientes componentes:

- 1) Carga estática: Se refiere a la diferencia de elevación. Hay tres tipos de carga estática:
 - Carga estática total, que es la diferencia entre el nivel del líquido de descarga y el nivel del líquido de succión.
 - Carga estática de succión, que es la diferencia entre la línea del centro de la bomba y el nivel del líquido de succión.
 - Carga estática de descarga, que es la diferencia entre el nivel del líquido de descarga y la línea del centro de la bomba.
- 2) Diferencia de presiones que existen en el líquido: como la presión de vapor.
- 3) Carga de fricción: Es la carga equivalente en metro de líquido bombeado, que es necesaria para vencer las pérdidas de fricción causadas por el flujo del líquido a través de la tubería incluyendo todos los accesorios. Varía con:
 - La cantidad de flujo
 - El tamaño, tipo y condición de la tubería y accesorios
 - El carácter del líquido bombeado
- 4) Pérdidas de entrada y salida: La mayor parte de veces, el líquido bombeado viene de un tanque de alguna forma; el punto de conexión de la tubería de

succión a la pared, se llama entrada de la tubería de succión, la pérdida por fricción en ese punto se llama "pérdida de entrada". Del mismo modo existe una "pérdida de salida" en el punto salida de la tubería de descarga.

- 5) Elevación correspondiente a la velocidad: Es la energía cinética de un líquido en cualquier punto ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{kg}$ líquido), si un líquido se está moviendo a cierta velocidad, la elevación correspondiente a la velocidad es equivalente a la distancia que la masa de agua tendría que caer para adquirir esa velocidad.

CARGA TOTAL DE SUCCIÓN Y ELEVACIÓN DE SUCCIÓN: (h_s) Se define como la carga estática en la línea de succión de la bomba arriba de la línea del centro de la bomba menos todas las pérdidas de carga por fricción para la capacidad que se considera, más cualquier presión que exista en el abastecimiento de la succión. La elevación de succión es la carga total de succión negativa medida abajo de la presión atmosférica.

CARGA DE DESCARGA: Es la altura de elevación medida en la boquilla de la descarga. Es la suma algebraica de la descarga estática, las pérdidas por fricción a la capacidad que se esta considerando, la pérdida de la salida en el extremo de la línea de descarga y la carga ternita o presión.

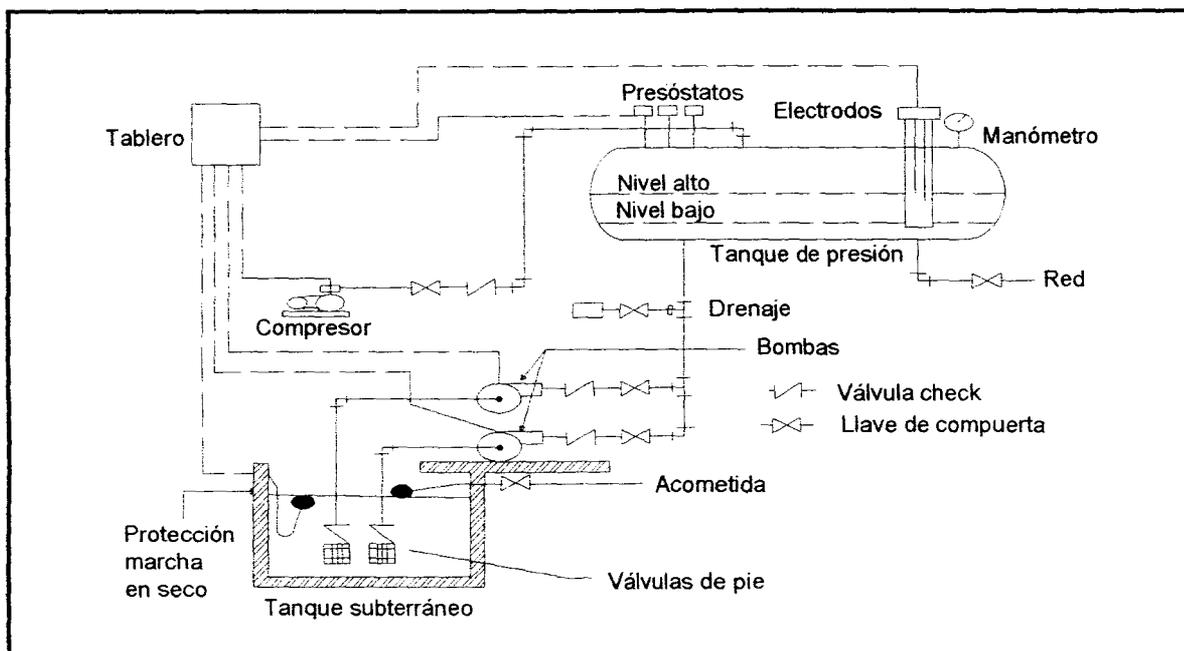
CARGA TOTAL: Es la energía impartida al líquido por la bomba, es decir, la diferencia entre la carga de descarga y la elevación de succión.

POTENCIA AL FRENO: Es la potencia requerida para mover la bomba generalmente se determina en caballos de fuerza y se llama potencia al freno.

V.31 EQUIPOS HIDRONEUMÁTICOS

Un equipo hidroneumático nos proporcionará con un gasto y presión correcta ó necesaria que requiere el mueble más desfavorable en un edificio, ya que en el hidroneumático se tiene presión de agua y aire y la carga requerida es la carga mínima que debe tener el hidroneumático y su rango de seguridad de presión es dicha carga requerida.

FIGURA V.2 "SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS"



V.31.1 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS:

Los sistemas hidroneumáticos se basan en el principio de compresibilidad o elasticidad del aire cuando es sometido a presión, ya que su funcionamiento se basa en la presurización del aire, y donde la proporción del aire y agua es 60 % aire y 40 % agua.

El sistema, el cual se representa en la Figura V.2 "Sistemas Hidroneumáticos", funciona como se explica a continuación:

El agua que es suministrada desde la fuente (acometida), es retenida en un tanque de almacenamiento; de donde, a través de un sistema de bombas, será impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red), y que contiene volúmenes variables de agua y aire. Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel de agua, al comprimirse el aire aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinados, se produce la señal de parada de la bomba y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red, cuando los niveles de presión bajan, a los mínimos preestablecidos, se acciona el mando de encendido de la bomba nuevamente.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

El Sistema Hidroneumático deberá estar construido y dotado de los componentes que se indican a continuación:

- 1) Un tanque de presión, el cual consta entre otros de un orificio de entrada y otro de salida para el agua (en este se debe mantener un sello de agua para evitar la entrada de aire en la red de distribución) y uno para la inyección de aire en caso de faltar el mismo.
- 2) Un número de bombas acorde con las exigencias de la red (una o dos para viviendas unifamiliares y dos o más para edificaciones mayores).
- 3) Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema, en caso de faltar el agua en el estanque (Protección contra marcha en seco).
- 4) Llaves de purga en las tuberías de drenaje.
- 5) Válvula de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al tanque Hidroneumático.
- 6) Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.
- 7) Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático; entre éste y el sistema de distribución.
- 8) Manómetro.
- 9) Válvula de seguridad.
- 10) Dispositivo para control automático de la relación aire/agua.
- 11) Interruptores de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima, arranque aditivo de la bomba en turno y control del compresor.
- 12) Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión, par a la indicación visual de la relación aire-agua.
- 13) Tablero de potencia y control de los motores.
- 14) Dispositivo de drenaje del tanque hidroneumático, con su correspondiente llave de paso.
- 15) Compresor u otro mecanismo que reponga el aire perdido en el tanque hidroneumático.
- 16) Filtro para aire, en el compresor o equipo de inyección.

V.31.2 PRESIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO:

PRESION MÍNIMA (P_{min}). La presión mínima de operación (P_{min}) del cilindro en el sistema hidroneumático deberá ser tal que garantice en todo momento, la presión requerida (presión residual) en la toma más desfavorable y podrá ser determinada por la fórmula siguiente:

$$P_{\min} = h + \Sigma hf + hr$$

Donde:

h = Altura geométrica (o diferencia de cotas) entre el nivel del tanque subterráneo y el nivel de la pieza más desfavorable.

Σhf = La sumatoria de todas las pérdidas (tanto en tubería recta como accesorios) que sufre el fluido desde la descarga del tanque hasta la toma más desfavorable.

hr = Presión residual.

V.31.3 REDES Y COLUMNAS DE AGUA POTABLE Y TRATADA:

Esquemáticamente toda red de distribución de agua potable ó tratada en el interior de un edificio, se puede dividir en tres partes principales:

- a) Distribuidores
- b) Tuberías maestras ó columnas
- c) Ramificaciones ó derivaciones

V.31.4 DISTRIBUIDORES HORIZONTALES: Los distribuidores están constituidos por el conjunto de las tuberías horizontales que conectan la canalización urbana con la red de distribución interna y además por las tuberías que empalman entre ellas y alimentan todas las columnas verticales.

Con el sistema a presión del suministro de agua, estos distribuidores horizontales están generalmente colocados en el techo del sótano o cuando menos en la planta más baja del edificio y desde éstos arrancan la columnas directas hacia lo alto.

Con el sistema de depósito de reserva, los distribuidores están colocados en la planta más alta del edificio, desde los depósitos hasta la extremidad superior de las columnas verticales que de aquella parten, descendiendo hacia abajo.

La red de los distribuidores horizontales puede tener dos formas:

- 1) Red ramificada
- 2) Red de circuito cerrado ó anillo

El primer sistema es menos costoso, pero presenta el inconveniente de tener que privar de agua a una gran parte de las tuberías, si hay que efectuar alguna reparación en el distribuidor.

El segundo sistema, por el contrario, mediante un juego de válvulas de compuerta oportunamente accionadas, permite la reparación de los distribuidores manteniendo alimentadas todas o casi todas las columnas; además, la distribución de agua es más uniforme y la disposición en circuito cerrado amortigua los efectos de los golpes de ariete.

V.31.5 COLUMNAS: Son todas las tuberías verticales que tienen origen en los distribuidores horizontales. Si estos están colocados en la parte superior del edificio, se tendrán las columnas descendentes, si por el contrario están en la parte más baja, las columnas serán ascendentes.

Se instalan éstas columnas empotradas en la pared, dentro de ranuras que se dejan a propósito en las paredes durante la construcción del edificio.

V.31.6 RAMIFICACIONES: Son el conjunto de tuberías que enlazan las columnas o los distribuidores con los grifos de servicio.

Las ramificaciones constituyen el último ramal de la red de distribución y están colocadas en los últimos departamentos de la utilización del agua.

En las ramificaciones se ha adoptado el empotrarlas en el pavimento ó paredes de la habitación, pero en construcciones de suelos de cemento se adopta el sistema de construcción de ejecutar los suelos de los cuartos sanitarios a una cota inferior a la del plano general, ya que la diferencia de cota entre estos cuartos y los otros departamentos del mismo piso, deben ser como mínimo de:

- 10 cm si el cuarto sólo hay lavabos, bidés, lavamanos
- 15 cm si hay urinarios colgados en la pared, fregaderos o bañeras
- 20 cm si hay WC, desagües en el pavimento o evacuadores
- 40 cm si hay retretes turcos o urinarios de pared vertical

De esta manera las ramificaciones vienen extendidas sobre el suelo de los cuartos, probadas y después recubiertas de material de construcción ligero (ladrillos, baldosas, sustancias esponjosas a base de piedra pómez, etc), de forma que coincidan con el nivel general del piso, colocando luego el pavimento.

V.32 REDES Y COLUMNAS DE CONTRA INCENDIO

Estas redes de distribución de agua deben ser completamente independientes de las de la instalación sanitaria y servir exclusivamente las bocas de incendio.

En el momento de realizar un diseño de sistemas de contra incendios se debe prever el tamaño del tanque de agua y la capacidad de la bomba que conjuntamente con este suministra agua a toda la instalación del edificio, el tanque de agua de incendio y de consumo de los habitantes de una edificación puede ser el mismo, es decir un solo tanque para las dos necesidades, o uno para cada una de ellas, en caso tal que sea un tanque en conjunto se debe calcular el consumo necesario por los individuos del edificio y la reserva que debe quedar en el tanque en caso de emergencia, en este tipo de tanque deben estar conectados dos tubos, uno de ellos que suministre agua a todo el edificio, el cual debe llegar hasta el límite de reserva y el otro desde este límite hacia abajo, de manera tal que no consuma la reserva para casos de emergencia.

V.32.1 EQUIPOS CONTRA INCENDIO: Sistema de Protección Contra Incendios. De acuerdo con la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) dicho volumen será el necesario para abastecer a dos hidrantes trabajando simultáneamente durante dos horas con el gasto de diseño de los mismos.

$$V_{ci} = 169 \times 2 \times 120 = 40,560 \text{ lts.}$$

De acuerdo con las Normas de Instalaciones Sanitarias, Hidráulicas y Especiales del IMSS. ND-01-IMSS-1997.

El número de hidrantes que se consideraran en uso simultáneo, se basará en el área construida de acuerdo con la tabla "Equipos contra incendio" que se encuentra en el Capítulo IV, de este estudio.

Según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, se deberá considerar un volumen igual al resultado de multiplicar el área destinada para uso de oficinas y de estacionamientos por una dotación de 5 l/m², lo cual da como resultado lo siguiente:

V.32.1.1 DISTRIBUCIÓN DE HIDRANTES CON MANGUERAS: De acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, relativo a clasificación de riesgos. En el Artículo 117 del Reglamento se agrupan de la siguiente manera:

- De riesgo menor
- De riesgo mayor

Edificaciones de riesgo mayor.

V.32.1.2 ESCUELAS, INSTITUTOS Y UNIVERSIDADES: El proyecto cumple con lo indicado en los incisos: a, b, c, d, e y f, de la Fracción 1 del Artículo 122 y lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento; se transcribe el inciso d).- En cada piso, gabinetes con salidas contra incendios dotados con conexiones para mangueras, las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra un área de 30 m de radio y su separación no sea mayor de 60 m, uno de los gabinetes estará lo más cercano posible a los cubos de las escaleras.

Los hidrantes interiores están localizados de tal manera que entre unos y otros cubren perfectamente la superficie del riesgo a proteger, considerándose las trayectorias posibles, sobre planos a escala, de una manguera de 30 m.

En los edificios Aulas I y III, los tres gabinetes proyectados se encuentran a menos 45 m de distancia uno de otro; considerando la trayectoria del portador del chiflón, librando los elementos arquitectónicos (construcciones existentes), los chorros de las mangueras se traslapan operando las dos mangueras de una planta. Para el

edificio Aulas II, se ubican en cada Planta cuatro gabinetes, Ver Planos: IH-01, IH-02 e IH-03 del Anexo I Planos al final de este capítulo.

V.32.1.3 EQUIPO DE BOMBEO SIMPLEX ELÉCTRICO: Se proyectan dos bombas principales, una con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna, ambas con succión positiva. El gasto de las bombas para protección contra incendio, se determina tomando como base la Norma de la AMIS (Asociación Mexicana del Instituciones de Seguros).

$Q_1 = 284 \text{ lt/min} = 75 \text{ galones por minuto a } 100 \% \text{ a presión máxima con un rendimiento de } 150 \% \text{ de su capacidad normal. A una presión de } 6.4 \text{ kg/cm}^2.$

$Q_2 = 450 \text{ lt/min} = 119 \text{ galones por minuto mayor o igual } (\geq) \text{ al } 65 \% \text{ de presión normal de } 4.8 \text{ kg/cm}^2.$

V.32.1.4 EQUIPO DE BOMBEO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA VOLKSWAGEN. Motor marca Volkswagen de 30 HP de 1,600 cm³ a la altura de la Ciudad de México, modelo 126, acoplada a bomba centrífuga horizontal marca Barnes, modelo IA-1 1/2, con succión de 51 mm y descarga de 38 mm. Con un tablero de control electrónico marca Line, modelo TCI-VW.2F-12V, montado en gabinete, integrado por lo siguientes elementos totalmente interconectados: con seis intentos de arranque, una alarma audible indicadora de falla, luz indicadora de falla de arranque, protección por baja presión de aceite, Amperímetro indicador de carga de batería, cargador de batería (carga flotante), luz indicadora de falla para baja presión de aceite, botón para restablecer el equipo en caso de falla, luz piloto grande indicadora de bomba en operación, selector grande de tres posiciones: manual-fuera-automático, retardador de 0 a 60 segundos (para el paro de la bomba) y un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente al bajar la presión en la red de hidrantes. Todo esto totalmente armado, se incluye batería y tanque de gasolina, montados en un manifold: un interruptor de presión marca Saginomiya con rango de 30 a 50 ó 70 a 100 psi (el adecuado), un manómetro con glicerina con carátula de 2 1/2" (63.5 mm) y rango de 0 a 10 kg/cm².

Ver planos IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos que se encuentra al final de este estudio.

V.32.2 HIDRANTE: Se conoce con el nombre de hidrante a las salidas de descarga de este sistema, las cuales deben estar conectadas mediante válvula angular, a un tramo de manguera con su chiflón de descarga, estando contenidos estos elementos dentro de un gabinete metálico.

V.32.2.1 SISTEMA DE HIDRANTES: El sistema con hidrantes, es un conjunto de equipos y accesorios fijos con gran capacidad de extinción, de los cuales debe disponerse cuando hayan sido insuficientes los equipos portátiles, o extintores, para combatir un conato de incendio. Consisten en equipo de bombeo y la red de tuberías necesarias para alimentar, con el gasto y la presión requerida a los hidrantes de la Unidad que se puedan considerar en uso simultáneo.

V.32.2.2 GABINETE DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO: Se denomina gabinete de protección contra incendio el conjunto formado por el gabinete metálico, la válvula angular de seccionamiento, la cuna para guardar la manguera plegada, la manguera con su chiflón y un extintor de polvo.

V.32.2.3 GABINETE METÁLICO: Debe ser fabricado con lámina de calibre 20, diseñado para empotrar en el muro, con marco y puerta en acabado de aluminio anodizado en champaña con bisagra de piano continua, manija tipo de tira y pestilla de leva para vidrio transparente. Las dimensiones del gabinete serán: 70 cm de ancho, 70 cm de alto y 21.6 cm de fondo. Habrá de tener una abertura circular en la parte arriba del costado izquierdo (viéndolo de frente) para introducir el tubo de alimentación. Deberá tener un acabado con una mano de pintura anticorrosiva (primario) y el marco del gabinete de pintarse de color rojo, para facilitar su localización en caso de emergencia.

V.32.2.4 VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO: Esta válvula es de globo del tipo angular de 50 mm de diámetro de entrada hembra y salida macho de 38 mm construida en bronce con asiento intercambiable de neopreno y probada al doble de la presión de trabajo como mínimo.

V.32.2.5 MANGUERA: La manguera es de material 100 % sintético con recubrimiento interior de neopreno a prueba de ácidos, hongos, etc. También deberá ser a prueba de torceduras y con expansión longitudinal y seccional mínima. El diámetro es de 38 mm y una longitud de 30 m en un solo tramo. Esta manguera debe plegarse sobre una cuna metálica dentro del gabinete, debe cumplir las siguientes especificaciones: presión de trabajo 14 kg/cm² (199 lb/pulg²) y presión de prueba 28 kg/cm² (398 lb/pulg²).

V.32.2.6 CHIFLÓN: Debe ser tipo niebla de 3 pasos, 38 mm de diámetro y construido de bronce con rosca hembra en la entrada.

V.32.2.7 EXTINTOR: Este será de polvo químico seco tipo ABC con capacidad de 6 kg.

V.33 LINEA DE RIEGO

La eficiencia de un método de riego se refiere a la cantidad de agua que queda almacenada en la zona radicular, en relación con la cantidad total de agua que se usa. En las líneas de riego, hay diferentes tipos, como se mencionan a continuación:

V.33.1 RIEGO POR GOTEO: El riego por goteo conduce el agua desde un depósito o fuente de abastecimiento a través de tuberías, y justo en el lugar donde se ubica la planta que se pretende irrigar libera gota a gota la cantidad necesaria para su desarrollo. El agua se filtra en el suelo y produce una zona húmeda restringida a un espacio concreto que funciona tanto vertical como horizontalmente formando un bulbo de humedad. Así, este método de aplicación de agua, nutrientes y agroquímicos trabaja directamente en la zona radicular de las plantas

en proporción controlada, lo que le permite obtener máximos resultado en lo que se refiere a minimizar el uso del agua y otros recursos.

VENTAJAS:

- I) No moja la totalidad del terreno.
- II) No moja las hojas por lo que no es tan exigente en calidad de agua.
- III) No tiene piezas móviles y es de fácil mantenimiento.
- IV) Gran uniformidad

V.33.2 CINTAS DE EXUDACIÓN: Las cintas de exudación son tuberías de material poroso que distribuyen el agua de forma continua a través de los poros, lo que da lugar a la formación de una franja continua de humedad, que las hace muy indicadas para el riego de cultivos en línea.

Las presiones de trabajo son menores que las de los goteros: 2 a 3 metros de columna de agua, e incluso escasos decímetros de presión. Esto hace necesario el empleo de reguladores de presión especial o micro limitadores de caudal. El régimen de trabajo suele ser laminar.

V.33.3 RIEGO POR ASPERSIÓN: Es un sistema de riego mediante el cual el agua se aplica a los cultivos en forma de lluvia, mojando la totalidad de la superficie cultivada. Se adapta muy bien a los cultivos extensivos, en los que los sistemas de riego localizado frecuentemente resultan inviables por razones técnicas o económicas. Tanto los caudales como las presiones de funcionamiento, así como los alcances de los aspersores, son mucho mayores que en micro aspersión, lo que permite una mayor separación entre dichos aspersores y, por tanto, el abaratamiento de las instalaciones. Otro factor de abaratamiento lo constituyen los elementos móviles y semimóviles (tuberías y aspersores), que pueden ser utilizados para el riego de varias parcelas. Sin embargo, esto último supone un encarecimiento en cuanto a manejo.

VENTAJAS:

- La conducción fuera del cuadro de cultivo se hace por tuberías sin pérdidas.
- La aplicación si el sistema está bien diseñado es muy uniforme.

- Los equipos móviles se prestan para la aplicación de riegos complementarios debido a que son desplazables y no precisan sistematización de los terrenos.

V.33.4 RIEGO POR MICRO ASPERSIÓN: Similar al anterior pero a escala muy reducida. Se disponen de una gran cantidad de mangueras de riego que recorren las líneas del cultivo con emisores individuales o para un grupo de plantas "micro aspersor" que con diferentes diseños moja una superficie relativamente pequeña.

VENTAJAS:

- No moja la totalidad del suelo.
- Permite el riego por debajo de las copas de las plantas sin mojarlas.

V.33.5 RIEGO SUBTERRÁNEO: Es uno de los métodos más modernos. Se está usando incluso para césped en lugar de aspersores y difusores en pequeñas superficies enterrando un entramado de tuberías.

Se trata de tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad, entre 5 y 50 cm. Según sea la planta a regar (hortalizas menos enterradas que árboles) y si el suelo es más arenoso o arcilloso.

VENTAJAS

- Menos pérdida de agua por no estar expuesto al aire.
- Menos malas hierbas porque la superficie se mantiene seca.
- Más estética.
- Permite el empleo de aguas residuales depuradas sin la molestia de malos olores.
- Duran más las tuberías por no estar expuestos al sol.

V.33.6 RIEGO POR DIFUSORES: Son parecidos a los aspersores pero más pequeños. Tiran el agua a una distancia de entre 2 y 5 metros, según la presión y la boquilla que utilizemos. El alcance se puede modificar abriendo o cerrando un tornillo que llevan muchos modelos en la cabeza del difusor.

Se utilizan para zonas más estrechas. Por tanto, los aspersores para regar superficies mayores de 6 metros y los difusores para superficies pequeñas.

Para este proyecto se usó el riego de aspersion como se explica a continuación.

V.34 RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO

El riego por aspersion se adapta particularmente bien a la condición en que la capa freática es alta, puesto que el regante puede hacer la aplicación con el volumen de agua que se determine. En el caso del riego por aspersion se usa menos agua que en el riego por inundación.

Se considera la instalación de una red de riego por aspersion en circuitos y red abierta, con operación automática, seleccionando Aspersores Surgentes con los alcances y de acuerdo a la configuración de las áreas por regar.

El gasto de bombeo, es igual al del circuito que requiera mayor gasto, procurando que el gasto sea sensiblemente igual para todos los circuitos.

V.34.1 SELECCIÓN DE EQUIPO PARA RIEGO: El Sistema de riego propuesto, es a base de Aspersores con Programadores y Electroválvulas marca Hunter modelo SRV, distribuidos en Circuitos en exteriores y por Zonas, como se indica en plano de proyecto, PMR-01 del Anexo I Planos.

V.34.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO SIMPLEX: Con los datos anteriores y de acuerdo a la curva de rendimiento de una bomba centrífuga de alta presión marca Barnes, modelo IA-1 1/2-5-2, acoplada a motor eléctrico cerrado de 5 CP, 3 fases, 3,500 rpm, 60cps, 440 volts. Succión de 51 mm y descarga de 38 mm, tiene el siguiente rendimiento:

Como se observa en la tabla del capítulo IV "Equipo de bombeo simplex", la bomba proporciona con la presión de trabajo 5.5 kg/cm^2 (78 lb/pulg^2), más de 100 % del gasto de diseño; por lo que se considera adecuada la selección de un equipo de bombeo simplex con las características descritas en el primer párrafo de este capítulo.

V.34.3 TABLERO DE CONTROL ELECTRÓNICO: Marca Line, modelo Rie-5 HP, montado en gabinete Nema 1 para operar a 440 volts, con los siguientes elementos totalmente interconectados: un interruptor termomagnético para motor de 5 HP, un arrancador electromagnético para motor de 5 HP, una protección térmica (relevador bimetálico) para la bomba, una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba alimentación cisterna, un selector grande de tres posiciones: manual-fuera-automático; una luz piloto grande indicadora de bomba en operación, una luz roja indica cuando la cisterna tiene poca agua y cuando esto pasa el equipo deja de trabajar y opera cuando el agua cubre el electrodo más alto, un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente cuando se abate la presión en la red, retarda el paro de la bomba y cuenta con protección por falta de agua en la cisterna. Montados en un manifold, un interruptor de presión Saginomiya ajustado de 3 a 6 kg/cm² (43 a 85 lb/pulg²) y un manómetro con glicerina con carátula de 2 1/2" (64 mm) y graduación de 0 a 10 kg/cm² (0 a 142 lb/pulg²). Ver Planos IH-10 e IH-11 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este trabajo.

V.35 COLECTORES Y BAJADAS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES

Para este proyecto se consideró que las instalaciones de desagüe de las aguas de lluvia, desde el tejado hasta la alcantarilla exterior del edificio, serán completamente separadas de los desagües de las aguas negras procedentes de la instalación sanitaria.

V.35.1 SISTEMA DE DRENAJE PROPUESTO: Por la magnitud del proyecto, se ha previsto utilizar un sistema de drenaje separado, a fin de tener la posibilidad de regular las aguas pluviales mediante la utilización de un tanque de tormentas y evitar la saturación de la red municipal que pasa en la Avenida Granjas.

La eliminación será por gravedad, basados en el proyecto topográfico (curvas de nivel con una equidistancia vertical de 1 m. como mínimo).

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

Se prevé la descarga de aguas negras de los edificios Aulas III, Cafetería-Laboratorio y Oficinas existentes, con diámetros de 15 y 20 cm., hasta el Pozo de Visita 1 (cabeza de atarjea) existente con Cota de salida de (-2.32) y diámetro de tubería de 30 cm. y para los edificios Aulas I, Aulas II y Planta Física un colector con diámetros de 15 y 20 cm, para descargar al Pozo de Visita 3 existente con cota de arrastre de (-2.65 m) y diámetro de llegada y de salida de 30 cm, localizado en la Avenida de las Granjas, esta opción corresponde a la primera Etapa (provisional), mientras se construye la Planta de Tratamiento y el Tanque de tormentas para las aguas pluviales. Dos de forma independiente y que concurren en un mismo punto antes de entrar a la planta de tratamiento; dichos colectores se encuentran ubicados en los exteriores de los edificios I, II y III, la planta de tratamiento se ubicará en la parte interior del predio.

Ver Plano PMS-01 del Anexo I Planos que se encuentran al final de este estudio La infraestructura descrita para posible conexión de descarga de este Centro Educativo, fue detectada mediante un levantamiento físico.

V.35.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA: El sistema de alcantarillado sanitario estará constituido por tubería de concreto simple hasta 20 cm de diámetro y estará interconectada por medio registros de 40 x 60 cm hasta una profundidad de 1.20 m. Ver Plano PMS-01 del Anexo I Planos. De acuerdo a las pendientes obtenidas y los gastos de los diferentes cuerpos arquitectónicos, se proyectó la tubería.

V.36 SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES:

Entre el Sistema de evacuación de aguas pluviales se hace la siguiente descripción del sistema.

V.36.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA: Las precipitaciones pluviales en las azoteas y claustro, serán recolectadas por coladeras con cuerpo y rejilla de hierro fundido de la marca Helvex, modelo 444-X, las cuales se conectarán a bajadas formadas con tubería y conexiones de hierro colado Tisa-Tar con diámetros de

150 y 200 mm, las cuales irán alojadas en ductos verticales como se indica en los planos: IS-01 y de IS-04 del Anexo I. Planos que se encuentra al final del estudio. Para el desagüe de limpiezas de pasillos, se instalarán coladeras marca Helvex modelo 632-H con rejilla rectangular cromada, cuerpo de bronce cromado y conexión inferior roscada de 51 mm. Cada dos coladeras de limpieza, concurrirán a una bajada con diámetro de 64 mm, con tubería de acero al carbón soldable cédula 40 sin costura, en los desagües horizontales que reciben las coladeras se usará tubería y conexiones de cobre soldables tipo "M". El patio del Claustro, se drenará mediante rejillas planas con bisagras de 0.40 x 0.40 m, marca Mymaco, colocadas en el brocal de registros de mampostería. Y colectores formados con tubería y conexiones Tisa-Tar en diámetros de 250, 200, 150 y 100 mm. Ver plano IS-01 del Anexo I Planos que se encuentra al final de este estudio.

El sistema de drenaje pluvial se dividió para su funcionamiento en infiltración en zonas de jardines y almacenamiento con regularización para su vertido al colector municipal.

CAPÍTULO VI

INGENIERÍA DE COSTOS

CAPITULO VI

INGENIERÍA DE COSTOS

La ingeniería de la actualidad no se limita a la solución de problemas en sus correspondientes campos del conocimiento, sino que toma en consideración todas las variables que pueden afectar la aplicación de las soluciones y el desarrollo de proyectos. Algunas de estas variables es la economía y los costos, lo que puede cambiar las tomas de decisión o la forma en la se deben plantear las soluciones, por esto se considera necesario que los ingenieros estén concientes de la importancia de la ingeniería de costos la que cada día adquiere mayor importancia.

La ingeniería de costos esta directamente relacionado con la percepción del proceso económico como motor fundamental en el desarrollo de proyectos.

La ingeniería de costos como estrategia administrativa, ofrece una alternativa para buscar la optimización del elemento humano en la operación del proyecto, iniciando una planeación minuciosa de toda la operación.

Costo es el precio que se aplica a los bienes que se pueden aumentar a voluntad. Se fundan en las estimaciones de valor de las partes del mercado. Constituyen un punto importante de partida para la valoración de las mercancías por parte de la oferta. A continuación se mencionan definiciones de costos:

Costo indirecto. Aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado. Es la suma de gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo.

Costo directo. Aquellos gastos que tienen aplicación a un producto determinado. Es la suma de material, mano de obra y equipos necesarios para la realización de un proceso productivo.

Costo indirecto o de operación. Es la suma de gastos que, por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado. (Año fiscal, año calendario, ejercicio, etc).

Costo indirecto de obra. Es la suma de todos los gastos que, por su naturaleza intrínseca, son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial.

Costo directo preliminar. Es la suma de gastos de material, mano de obra y equipos necesarios para la realización de un subproducto.

Costo directo final. Es la suma de gastos de material, mano de obra, equipo y subproductos para la realización de un producto.

VI.1 CATÁLOGO DE CONCEPTOS

El catálogo de conceptos de este proyecto a nivel ejecutivo de un centro educativo, en la elaboración se comienza por conformar por grandes rubros según las necesidades específicas del proyecto, las cuales contendrán aquellos conceptos que les sean afines denominadas partidas que se presentan en las tablas y mostradas más adelante.

VI.1.1 PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Es el punto de partida para la elaboración del costo directo, para llegar finalmente al presupuesto, se deben estudiar perfectamente todos los planos de cortes, isométricos, equipos, estructurales, instalaciones y de fachadas, así como las especificaciones que en ellos se proponen. Entre más detallados estén los planos, se tiene una mayor oportunidad de obtener el costo directo más preciso y, por ende, un presupuesto acertado.

VI.1.2 DETERMINACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE OBRA

Del estudio anterior se deduce el tipo de obra de que se trata para hacer una apreciación de las partidas y conceptos que en ella puedan intervenir. También el estudio anterior sirve para determinar el alcance de cada uno de los conceptos de obra, es decir, de acuerdo al procedimiento constructivo, es posible delimitar el alcance del concepto de obra, esto es, que incluye y que no se incluye. Por otra parte, el establecimiento de estos conceptos nos permiten realizar las correcciones necesarias, tanto a las especificaciones como a los mismos alcances de éstas para adaptarse correctamente a la obra en cuestión, entre más clara sea

la especificación y más definidos sus alcances, se tendrá una mejor herramienta para efectuar los análisis correspondientes.

VI.1.3 LISTA DE MATERIALES

Del estudio de los planos se obtiene la lista de materiales fijos, es decir, aquellos materiales que serán instalados y quedarán permanentes en la obra; del estudio de las especificaciones se obtiene la clase de material requerido, marcas, modelos y cantidad, también este estudio permite determinar el volumen de materiales de consumo necesario para realizar la instalación de los materiales permanentes, revisando que existan en el mercado y que sean fáciles de obtener.

VI.1.4 CUANTIFICACIÓN DE CONCEPTOS

Para la realización de esta actividad es necesario seguir un método que permita cuantificar los conceptos en una forma ordenada y precisa, así como verificar en forma directa las cantidades de obra obtenidas, ya que el que va cotizar no encuentre duda alguna en suministrar la marca especificada o el modelo.

VI.2 CATÁLOGO DE PRECIOS UNITARIOS

El presupuesto para el proyecto parte de un catálogo de conceptos y en el que aparecen las diferentes partidas, la unidad y la cantidad para cada concepto.

Estudiar un proyecto desde el punto de vista del costo mismo nos presenta un grave problema. El costo de un proyecto defínase como se defina no es un dato inamovible y certero, más parece una aproximación de entre muchas aproximaciones posibles. El modelo utilizado más comúnmente es el de precios unitarios.

VI.3 PROGRAMACIÓN

Una vez realizado el análisis de precios unitarios, la determinación del volumen de obra y todas las revisiones de precios, se establece el programa de ejecución.

Como proyecto es importante señalar hasta donde contribuimos y aclararle al cliente que se tiene un programa de obra para la construcción de las instalaciones y las erogaciones que se van teniendo de acuerdo con el tiempo que el cliente proponga, ya que el programa de ejecución se entiende la distribución del total de

la construcción dentro de un cierto lapso de tiempo. Del plazo fijado para la construcción se deduce la cantidad de obra que debe hacerse diariamente, y de aquí el sistema de ejecución, el orden de sucesión de los diferentes trabajos parciales, tamaño y clase de equipo y maquinaria necesarias, importancia de las instalaciones auxiliares, etcétera. Sólo cuando se ha adquirido en esta forma una visión de conjunto de la obra a ejecutar puede pasarse al estudio detallado de las diversas unidades.

VI.3.1 PROGRAMACIÓN DE FECHAS

. La programación, de fechas, o cronológicas, desempeña un papel principal en la ejecución de obras. Para obtener un programa confiable, debe dividirse al proyecto en sus actividades constituyentes. Luego se estima la duración de las actividades y se ordenan en su secuencia tecnológica para que formen una red a partir de la cual se obtiene el programa. Se tienen disponibles varios métodos para construir la red, incluyendo el método de la ruta crítica, el método de diagramación de precedencias, y la técnica de revisión y evaluación de programas.

El método de la ruta crítica es un sistema de construcción de una red lógica que presenta un método que permite planear un proyecto. La planeación global de un proyecto complicado requiere un ajuste adicional de la red para que proporcione un sistema de proyecto para la administración.

Una consideración adicional que se tiene que tomar en cuenta, junto con la programación cronológica y la planeación es la de los recursos que se usarán para lograr la terminación oportuna de un proyecto. Se requiere hacer una estimación de cuáles son los recursos necesarios y cuántos y cuándo se les necesita. Por otra parte, también es importante considerar en la programación, el tiempo de desarrollo de cada uno de los componentes del programa contra los costos relacionados estimados, tanto para la erogación como para la obtención del cobro sobre los avances de obra. (Véase Tabla VI.23 "Programa de Avance de la Obra", y la Tabla VI.24 "Programa de Erogaciones Quincenales de la Obra en pesos" correspondiente a este tema).

VI.4 PRESUPUESTO

Un presupuesto es la presentación ordenada y desglosada del costo de una obra. Se presenta relacionando y agrupando por áreas afines los diversos conceptos de obra que se llevaran a cabo; el conjunto forma el "catálogo de conceptos". El proceso para el cálculo del presupuesto se inicia con el análisis del precio de cada uno de los conceptos, desglosándolos en materiales, mano de obra equipo y herramienta, y algún otro cargo que forme parte de él. La cantidad obtenida es el costo directo, que, afectado del indirecto y la utilidad, da el precio unitario del concepto. Después al multiplicar cada uno de los conceptos por el número de unidades que tiene y por su precio unitario da el importe de él; la suma de todos los importes que integran una partida proporciona el monto de ésta: Sumando las partidas se tiene el importe total de la obra.

Presupuesto no es otra cosa que anticipar una serie de suposiciones con tendencias controladas a un tiempo inmediato. Cuando se utiliza el término ante presupuesto se está queriendo decir con esto, que las suposiciones son aun tiempo mediano. Por lo tanto, el presupuesto ideal sería aquel que estuviese integrado por variables controladas, que al serlo se convierten en constantes.

El presupuesto asigna los gastos a todos los recursos necesarios para terminar la obra física, ya que representa un plan de acción financiera para la gerencia que reflejan las distribuciones futuras de los recursos financieros necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto. Es importante mencionar que hay que tener un presupuesto base para que el cliente contribuya para el comienzo de la obra.

VI.4.1 COSTOS PRELIMINARES

Es la suma de materiales, mano de obra y equipo para obtener un subproducto. El término preliminar tiene como objetivo integrar bajo un mismo rango los elementos que forman parte de un gran número de productos, y se agrupan en esta terminología los costos que intervienen en una gran mayoría de costos finales.

VI.4.2 COSTOS FINALES

Son la suma de gastos de material, mano de obra, equipo y herramienta, así como, subproductos para la realización de un proceso constructivo, puede contener como integrante uno o varios costos preliminares.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

El costo final llega a constar de un gran número de conceptos que pueden reducirse según la importancia en el costo que se analiza, sin embargo, es recomendable que, en principio se apliquen todos o casi todos ellos, para conocer un rango de variación en cada costo analizado.

La utilidad en su concepción general, es el objeto y la razón de toda obra ejecutada, ya que es la justa valoración de los integrantes de un precio de venta que conlleva el cumplimiento estricto de las obligaciones fiscales y sociales, indispensables para sustentar una empresa. (Véase Tabla VI.25 "Presupuesto de la Obra").

A continuación se presentan las Tablas VI.1 hasta la VI.22 en donde se muestran las partidas y los Catálogos de Conceptos y en el que aparece la unidad y la cantidad para cada concepto para tener un presupuesto para el proyecto.

TABLA VI.1 "TOMA DE AGUA POTABLE Y LLENADO DE CISTERNAS"

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
1.01	Tubo de cobre de tipo "M" de 64 mm	m	238	\$296.37	\$ 70,536.06
1.02	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	18	\$154.43	\$ 2,779.74
1.03	Codo de cobre de 90 x 64 mm	pza	15	\$192.14	\$ 2,882.10
1.04	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	8	\$116.67	\$ 933.36
1.05	Codo de cobre de rosca interior de 90 x 51 mm	pza	3	\$210.68	\$ 632.04
1.06	Conector de cobre de rosca exterior de 51 mm	pza	5	\$102.40	\$ 512.00
1.07	Cople de cobre de 64 mm	pza	40	\$85.48	\$ 3,419.20
1.08	Cople de cobre de 51 mm	pza	3	\$52.32	\$ 156.96
1.09	Tee de cobre de 64 mm	pza	1	\$273.82	\$ 273.82
1.10	Reducción bushing de cobre de 64 x 51mm	pza	2	\$121.68	\$ 243.36
1.11	Niple galvanizado de 51 x 300 mm	pza	1	\$128.47	\$ 128.47
1.12	Niple galvanizado de 51 x 100 mm	pza	3	\$80.29	\$ 240.87
1.13	Niple galvanizado de 13 x 75 mm	pza	1	\$36.10	\$ 36.10
1.14	Codo galvanizado de 90 x 13 mm	pza	1	\$34.26	\$ 34.26
1.15	Cople galvanizado de 13 mm	pza	1	\$24.70	\$ 24.70
1.16	Tee galvanizada de 51 mm	pza	1	\$122.91	\$ 122.91
1.17	Tuerca unión galvanizada de 51 mm	pza	1	\$166.79	\$ 166.79
1.18	Reducción de campana galvanizada de 64 x 51 mm	pza	1	\$167.28	\$ 167.28
1.19	Reducción bushing galvanizada de 51 x 13 mm	pza	1	\$79.08	\$ 79.08
1.20	Válvula bola de marca Urrea figura 580 de 51 mm	pza	3	\$813.30	\$ 2,439.90
1.21	Válvula de flotador de Soporte Clewing de 51 mm	pza	2	\$1,388.33	\$ 2,776.66
1.22	Llave de manguera marca Urrea figura 19-CR de 13 mm	pza	1	\$124.52	\$ 124.52
1.23	Abrazadera marca Urrea figura SC-65 de 51 mm	pza	4	\$50.75	\$ 203.00
1.24	Abrazadera marca Urrea figura U-10 con unicanal de 64 mm	pza	8	\$68.66	\$ 549.28
1.25	Pintura de esmalte en tubería de 64 mm	m	24	\$27.72	\$ 665.28
1.26	Pintura de esmalte en tubería de 51 mm	m	10	\$23.69	\$ 236.90
SUBTOTAL TOMA DE AGUA POTABLE Y LLENADO DE CISTERNAS					\$ 90,364.64

TABLA VI.2" CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS"

C O N C E P T O					
<p><i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, empaques en bridas, tuercas y roldanas en bridas, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i></p>					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
2.01	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 150 mm	m	8	\$583.06	\$ 4,664.48
2.02	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 75 mm	m	2	\$253.43	\$ 506.86
2.03	Tubo de acero al carbón de 150 x 600 mm con placa de 12" x 12" x 1/4" como arandela	pza	2	\$1,020.77	\$ 2,041.54
2.04	Brida deslizante (slip-on) de 150 mm	pza	6	\$499.01	\$ 2,994.06
2.05	Brida deslizante (slip-on) de 75 mm	pza	8	\$295.68	\$ 2,365.44
2.06	Brida ciega de 150 mm	pza	2	\$585.44	\$ 1,170.88
2.07	Inserción de 75 en tubo de 150 mm	pza	8	\$265.27	\$ 2,122.16
2.08	Inserción de cople negro 38 en 150 mm	pza	2	\$175.19	\$ 350.38
2.09	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 150 mm	pza	2	\$3,972.72	\$ 7,945.44
2.10	Pichancho hecha en obra con malla galvanizada de 150 mm	pza	2	\$238.06	\$ 476.12
2.11	Soporte para cabezal de 150 mm hecho en obra con placa de 12" x 12" x 1/4" tubo negro de 2 1/2" soldado a la placa y media caña de tubo de 10"	pza	4	\$1,477.15	\$ 5,908.60
2.12	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos y conexiones de 150 mm, así como señalización del sentido de flujo del agua y rotulado	m	9	\$44.77	\$ 402.93
2.13	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos y conexiones de 75 mm	m	2	\$33.61	\$ 67.22
SUBTOTAL CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS					\$ 31,016.11

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.3 "SUCCIÓN Y DESCARGA DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO
PARA AGUA POTABLE"**

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, empaques en las bridas, tuercas y roldanas en bridas, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
3.01	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 75 mm	m	7	\$253.43	\$ 1,774.01
3.02	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 64 mm	m	3	\$208.06	\$ 624.18
3.03	Codo de acero al carbón de 90 x 75 mm	pza	9	\$221.59	\$ 1,994.31
3.04	Codo de acero al carbón de 45 x 64 mm	pza	2	\$177.17	\$ 354.34
3.05	Tee de acero al carbón de 75 mm	pza	2	\$403.85	\$ 807.70
3.06	Reducción concentrica de acero al carbón de 75 x 64 mm	pza	2	\$194.63	\$ 389.26
3.07	Reducción concentrica de acero al carbón de 75 x 51 mm	pza	1	\$194.63	\$ 194.63
3.08	Brida deslizable (slip-on) de 75 mm	pza	10	\$296.68	\$ 2,966.80
3.09	Brida deslizable (slip-on) de 64 mm	pza	2	\$242.08	\$ 484.16
3.10	Brida deslizable (slip-on) de 51 mm	pza	1	\$171.93	\$ 171.93
3.11	Brida roscada de 75 mm	pza	1	\$299.14	\$ 299.14
3.12	Brida roscada de 64 mm	pza	2	\$262.87	\$ 525.74
3.13	Brida roscada de 51 mm	pza	1	\$202.96	\$ 202.96
3.14	Niple galvanizado de 64 x 100 mm	pza	4	\$135.76	\$ 543.04
3.15	Niple galvanizado de 38 x 200 mm	pza	2	\$76.17	\$ 152.34
3.16	Codo galvanizado de 45 x 64 mm	pza	2	\$188.31	\$ 376.62
3.17	Reducción de campana galvanizada de 64 x 38 mm	pza	2	\$167.28	\$ 334.56
3.18	Cola de cochino (pig-tail) de 6 mm	pza	4	\$77.65	\$ 310.60
3.19	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	6	\$154.43	\$ 926.58
3.20	Tubo de cobre de tipo "M" de 25 mm	m	6	\$55.62	\$ 333.72
3.21	Tubo de cobre de tipo "M" de 13 mm	m	6	\$29.65	\$ 177.90
3.22	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	5	\$116.67	\$ 583.35
3.23	Codo de cobre de 90 x 25 mm	pza	5	\$45.48	\$ 227.40
3.24	Codo de cobre de 90 x 13 mm	pza	5	\$24.03	\$ 120.15
3.25	Conector de cobre de rosca exterior de 51 mm	pza	3	\$102.40	\$ 307.20
3.26	Conector de cobre de rosca exterior de 25 mm	pza	6	\$51.85	\$ 311.10
3.27	Conector de cobre de rosca exterior de 13 mm	pza	7	\$36.34	\$ 254.38
3.28	Conector de cobre de rosca interior de 13 mm	pza	3	\$37.83	\$ 113.49
3.29	Tee de cobre de 51 x 51 x 25 mm	pza	1	\$138.79	\$ 138.79
3.30	Tee de cobre de 25 x 25 x 13 mm	pza	2	\$64.36	\$ 128.72
3.31	Tuerca unión galvanizada de 13 mm	pza	2	\$55.55	\$ 111.10
3.32	Manguera antivibratoria de acero con tramado, extremos bridados de 75 x 300 mm (12")	pza	2	\$1,009.36	\$ 2,018.72
3.33	Check silencioso Picsa con bridas roscadas de 75 mm	pza	1	\$3,728.40	\$ 3,728.40
3.34	Check columpio bridado marca Urrea, figura 928 de 75 mm	pza	1	\$350.32	\$ 350.32
3.35	Válvula compuerta bridado marca Urrea figura 726 de 75 mm	pza	4	\$1,675.13	\$ 6,700.52

Esta tabla continúa en la página siguiente

**TABLA VI.3 "SUCCIÓN Y DESCARGA DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO
PARA AGUA POTABLE"**
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
3.36	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 64 mm	pza	2	\$1,569.85	\$ 3,139.70
3.37	Check columpio bridada marca Urrea figura 928 de 64 mm	pza	2	\$1,324.98	\$ 2,649.96
3.38	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 51mm	pza	1	\$704.23	\$ 704.23
3.39	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 25mm	pza	2	\$310.05	\$ 620.10
3.40	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 13mm	pza	2	\$209.99	\$ 419.98
3.41	Válvula de retorno de columpio de marca Urrea de la figura 85 - N de 13 mm	pza	2	\$112.75	\$ 225.50
3.42	Reducción bushing galvanizada de 13 x 6 mm	pza	3	\$27.84	\$ 83.52
3.43	Tapa capa galvanizado de 25 mm	pza	1	\$37.73	\$ 37.73
3.44	Interruptor de presión Saginomiya con rango de 3 a 6 kg/cm ²	pza	2	\$1,035.99	\$ 2,071.98
3.45	manómetro de glicerina marca Wika de 0 a 10 kg/cm ² con carátula de 64 mm	pza	1	\$528.83	\$ 528.83
3.46	Porta electrodo de inmersión de 13 mm	pza	2	\$651.60	\$ 1,303.20
3.47	Cristal de nivel con llaves de 13 mm	pza	1	\$1,788.71	\$ 1,788.71
3.48	Abrazadera figura SC-260 de 75 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquete expansivo	pza	3	\$84.31	\$ 252.93
3.49	Abrazadera figura SC-260 de 64 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquete expansivo	pza	2	\$82.28	\$ 164.56
3.50	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 75 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	5	\$33.61	\$ 168.05
3.51	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 64 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	3	\$27.72	\$ 83.16
3.52	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 51 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	6	\$23.69	\$ 142.14
3.53	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 25 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	6	\$14.94	\$ 89.64
3.54	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 13 mm., así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	6	\$13.38	\$ 80.28
3.55	Pintura para tanque de 1,000 litros, así como identificación y/o rotulado con pintura de este tanque	m ²	7	\$129.13	\$ 903.91
3.56	Base para bomba hecha en obra, a base de ángulo de 2" x 1/4", incluye: primario y pintura de esmalte a dos manos y taquetes expansivos	pza	3	\$370.45	\$ 1,111.35
SUBTOTAL SUCCIÓN Y DESCARGA DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE					\$ 45,597.62

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.4 "REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL
CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS"**

C O N C E P T O					
Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.					
CLAVE	C O N C E P T O	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
4.01	Tubo de cobre de tipo "M" de 75 mm	m	31	\$383.52	\$ 11,889.12
4.02	Tubo de cobre de tipo "M" de 64 mm	m	24	\$296.37	\$ 7,112.88
4.03	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	4	\$154.43	\$ 617.72
4.04	Codo de cobre de 90 x 75 mm	pza	10	\$248.57	\$ 2,485.70
4.05	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	4	\$116.67	\$ 466.68
4.06	Tee de cobre de 75 mm	pza	2	\$410.50	\$ 821.00
4.07	Tee de cobre de 64 mm	pza	2	\$273.82	\$ 547.64
4.08	Conector de cobre de rosca exterior de 75 mm	pza	1	\$270.76	\$ 270.76
4.09	Reducción bushing de cobre de 75 x 64 mm	pza	2	\$154.60	\$ 309.20
4.1	Reducción bushing de cobre de 64 x 51 mm	pza	3	\$121.68	\$ 365.04
4.11	Cople de cobre de 75 mm	pza	4	\$115.37	\$ 461.48
4.12	Cople de cobre de 64 mm	pza	4	\$85.48	\$ 341.92
4.13	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 75 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	10	\$71.35	\$ 713.50
SUBTOTAL REDES DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS					\$ 26,402.64

**TABLA VI.5 "ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS
DE HOMBRES Y MUJERES EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS"**

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreos, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
5.01	tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	24	\$154.43	\$ 3,706.32
5.02	tubo de cobre de tipo "M" de 38 mm	m	18	\$105.29	\$ 1,895.22
5.03	tubo de cobre de tipo "M" de 32 mm	m	61	\$80.27	\$ 4,896.47
5.04	tubo de cobre de tipo "M" de 25 mm	m	109	\$55.62	\$ 6,062.58
5.05	tubo de cobre de tipo "M" de 19 mm	m	42	\$42.11	\$ 1,768.62
5.06	tubo de cobre de tipo "M" de 13 mm	m	164	\$29.65	\$ 4,862.60
5.07	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	8	\$116.67	\$ 933.36
5.08	Codo de cobre de 90 x 32 mm	pza	6	\$61.89	\$ 371.34
5.09	Codo de cobre de 90 x 25 mm	pza	107	\$45.48	\$ 4,866.36
5.10	Codo de cobre de 90 x 19 mm	pza	2	\$30.58	\$ 61.16
5.11	Codo de cobre de 90 x 13 mm	pza	98	\$24.03	\$ 2,354.94
5.12	Codo de cobre de rosca interior de 90 x 25 mm	pza	1	\$78.72	\$ 78.72
5.13	Cople de cobre de 51 mm	pza	2	\$52.32	\$ 104.64
5.14	Cople de cobre de 38 mm	pza	2	\$39.54	\$ 79.08
5.15	Cople de cobre de 32 mm	pza	12	\$29.93	\$ 359.16
5.16	Cople de cobre de 25 mm	pza	15	\$27.16	\$ 407.40
5.17	Cople de cobre de 19 mm	pza	8	\$17.66	\$ 141.28
5.18	Cople de cobre de 13 mm	pza	28	\$15.59	\$ 436.52
5.19	Reducción bushing de cobre de 51 x 38 mm	pza	2	\$75.97	\$ 151.94
5.20	Reducción bushing de cobre de 51 x 32 mm	pza	1	\$75.97	\$ 75.97
5.21	Reducción bushing de cobre de 51 x 25 mm	pza	3	\$75.97	\$ 227.91
5.22	Reducción bushing de cobre de 32 x 25 mm	pza	2	\$44.58	\$ 89.16
5.23	Conector de cobre de rosca exterior de 32 mm	pza	2	\$65.42	\$ 130.84
5.24	Conector de cobre de rosca exterior de 25 mm	pza	24	\$51.85	\$ 1,244.40
5.25	Conector de cobre de rosca exterior de 13 mm	pza	12	\$36.34	\$ 436.08
5.26	Conector de cobre de rosca interior de 19 mm	pza	2	\$40.66	\$ 81.32
5.27	Conector de cobre de rosca interior de 13 mm	pza	68	\$37.83	\$ 2,572.44
5.28	Tapón de capa de cobre de 13 mm	pza	67	\$16.13	\$ 1,080.71
5.29	Tee de cobre de 51 x 51 x 32 mm	pza	1	\$146.00	\$ 146.00
5.30	Tee de cobre de 51 x 51 x 25 mm	pza	4	\$138.79	\$ 555.16
5.31	Tee de cobre de 38 x 38 x 25 mm	pza	4	\$107.63	\$ 430.52
5.32	Tee de cobre de 38 x 25 x 25 mm	pza	2	\$107.63	\$ 215.26
5.33	Tee de cobre de 32 x 32 x 25 mm	pza	1	\$78.51	\$ 78.51
5.34	Tee de cobre de 32 x 25 x 25 mm	pza	1	\$78.51	\$ 78.51
5.35	Tee de cobre de 25 x 25 x 19 mm	pza	12	\$64.36	\$ 772.32
5.36	Tee de cobre de 25 x 19 x 25 mm.	pza	2	\$66.12	\$ 132.24
5.37	Tee de cobre de 25 x 19 x 19 mm	pza	12	\$64.36	\$ 772.32
5.38	Tee de cobre de 25 x 25 x 13 mm	pza	2	\$64.36	\$ 128.72
5.39	Tee de cobre de 19 x 19 x 13 mm	pza	18	\$37.42	\$ 673.56

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.5 "ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS
DE HOMBRES Y MUJERES EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS"**
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
5.40	Tee de cobre de 19 x 13 x 19 mm	pza	2	\$37.26	\$ 74.52
5.41	Tee de cobre de 19 x 13 x 13 mm	pza	14	\$37.42	\$ 523.88
5.42	Tee de cobre de 13 mm	pza	67	\$32.33	\$ 2,166.11
5.43	Niple galvanizado de 19 x 200 mm	pza	2	\$47.36	\$ 94.72
5.44	Niple galvanizado de 19 x 100 mm	pza	4	\$42.29	\$ 169.16
5.45	Niple galvanizado de 13 x 150 mm	pza	2	\$38.82	\$ 77.64
5.46	Niple galvanizado de 13 x 75 mm	pza	6	\$36.10	\$ 216.60
5.47	Cola de cochino (pig-tail) de 6 mm	pza	2	\$77.65	\$ 155.30
5.48	Tee galvanizada de 19 mm	pza	2	\$42.07	\$ 84.14
5.49	Codo galvanizado de 90 x 25 mm	pza	1	\$55.11	\$ 55.11
5.50	Codo galvanizado de 90 x 13 mm	pza	2	\$34.26	\$ 68.52
5.51	Cople galvanizado de 13 mm	pza	2	\$24.70	\$ 49.40
5.52	Reducción bushing galvanizada de 19 x 13 mm	pza	2	\$31.32	\$ 62.64
5.53	Reducción bushing galvanizada de 13 x 6 mm	pza	2	\$27.84	\$ 55.68
5.54	Válvula de bola de marca Urrea de la figura 580 de 32 mm	pza	1	\$383.83	\$ 383.83
5.55	Válvula de bola de marca Urrea de la figura 580 de 25 mm	pza	12	\$283.47	\$ 3,401.64
5.56	Válvula de globo de marca Urrea de la figura 95 de 19 mm	pza	2	\$290.87	\$ 581.74
5.57	Válvula eliminadora de aire Spirax Sarco de 19 mm	pza	2	\$2,772.96	\$ 5,545.92
5.58	Manómetro Metrón de 0 a 7 kg/cm ² con carátula de 2 1/2"	pza	2	\$223.70	\$ 447.40
5.59	Llave angular para alimentador	pza	76	\$87.71	\$ 6,665.96
5.60	Alimentador marca Coflex para lavabo	pza	67	\$40.01	\$ 2,680.67
5.61	Alimentador marca Coflex para fregadero	pza	9	\$48.11	\$ 432.99
5.62	Llave economizadora marca Helvex modelo TV-105	pza	60	\$750.82	\$ 45,049.20
5.63	Llave sencilla de cuello de ganso con maneral de palanca de la marca Ideal Standard del modelo 61-180	pza	9	\$820.75	\$ 7,386.75
5.64	Regadera de presión niquelada de plato de 200 mm, alimentación de 38 mm y con llave de resorte y cadena de bronce niquelada	pza	1	\$1,366.74	\$ 1,366.74
5.65	Bebedero con enfriador en gabinete con cubierta de acero inoxidable marca Portinox del modelo FO-001	pza	12	\$10,241.54	\$ 122,898.48
5.66	Filtro-cabezal y vaso con cartucho, incluyendo equipo Purotek-W-004 BTC, de 9 l PM para instalarse bajo el lavabo para bebedero para disponer de agua garantizada potable y desbacterizar perecederos de hasta 600 litros por hora	pza	12	\$11,654.61	\$ 139,855.32
5.67	Llave de manguera marca Urrea de la figura 19-CR de 13 mm	pza	6	\$124.52	\$ 747.12
5.68	Abrazadera figura SC-65 de 32 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquete expansivo	pza	10	\$48.28	\$ 482.80
5.69	Abrazadera figura SC-65 de 25 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquete expansivo	pza	18	\$44.27	\$ 796.86
5.70	Abrazadera figura SC-65 de 19 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquete expansivo	pza	12	\$40.90	\$ 490.80

Esta tabla continúa en la página siguiente

**TABLA VI.5 “ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS
DE HOMBRES Y MUJERES EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS”**
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
5.71	Abrazadera figura SC-65 de 13 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales y taquete expansivo	pza	12	\$37.04	\$ 444.48
5.72	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 51 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	6	\$63.24	\$ 379.44
5.73	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 38 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	4	\$62.81	\$ 251.24
5.74	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 25 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	2	\$61.35	\$ 122.70
5.75	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 19 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	2	\$60.91	\$ 121.82
SUBTOTAL ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS HOMBRES Y MUJERES, EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS					\$ 387,846.98

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.6 "SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO
HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA"**

C O N C E P T O					
<p><i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, empaques en las bridas, tuercas y roldanas en bridas, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i></p>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
6.01	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 100 mm	m	6	\$357.99	\$ 2,291.14
6.02	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 75 mm	m	1	\$253.43	\$ 253.43
6.03	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 64 mm	m	4	\$208.06	\$ 832.24
6.04	Codo de acero al carbón de 90 x 100 mm	pza	7	\$295.12	\$ 2,065.84
6.05	Codo de acero al carbón de 90 x 75 mm	pza	1	\$221.59	\$ 221.59
6.06	Codo galvanizado de 45 x 64 mm	pza	3	\$188.31	\$ 564.93
6.07	Tuerca unión galvanizada de 13 mm	pza	2	\$55.55	\$ 111.10
6.08	Tapón capa galvanizado de 25 mm	pza	1	\$37.73	\$ 37.73
6.09	Tee de acero al carbón de 100 mm	pza	3	\$562.86	\$ 1,688.58
6.10	Reducción concéntrica de acero al carbón de 100 x 75 mm	pza	4	\$298.29	\$ 1,193.16
6.11	Reducción concéntrica de acero al carbón de 75 x 51 mm	pza	3	\$194.63	\$ 583.89
6.12	Reducción de campana galvanizada de 64 x 38 mm	pza	3	\$167.28	\$ 501.84
6.13	Reducción concéntrica de acero al carbón de 100 x 51 mm	pza	1	\$273.80	\$ 273.80
6.14	Reducción concéntrica de acero al carbón de 75 x 64 mm	pza	3	\$194.63	\$ 583.89
6.15	Reducción bushing galvanizado de 13 x 6 mm	pza	4	\$27.84	\$ 111.36
6.16	Niple galvanizado de 64 x 100 mm	pza	6	\$135.76	\$ 814.56
6.17	Niple galvanizado de 51 x 100 mm	pza	3	\$80.29	\$ 240.87
6.18	Niple galvanizado de 38 x 300 mm	pza	3	\$94.62	\$ 283.86
6.19	Cola de cochino (pig-tail) de 6 mm	pza	4	\$77.65	\$ 310.60
6.20	Brida deslizable (slip-on) de 100 mm	pza	9	\$394.71	\$ 3,552.39
6.21	Brida roscada de 100 mm	pza	3	\$418.14	\$ 1,254.42
6.22	Brida roscada de 64 mm	pza	3	\$262.87	\$ 788.61
6.23	Brida deslizable (slip-on) de 75 mm	pza	1	\$295.68	\$ 295.68
6.24	Brida deslizable (slip-on) de 64 mm	pza	3	\$242.08	\$ 726.24
6.25	Brida deslizable (slip-on) de 51 mm	pza	1	\$171.93	\$ 171.93
6.26	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	12	\$154.43	\$ 1,853.16
6.27	Tubo de cobre de tipo "M" de 25 mm	m	6	\$55.62	\$ 333.72
6.28	Tubo de cobre de tipo "M" de 13 mm	m	4	\$29.65	\$ 118.60
6.29	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	5	\$116.67	\$ 583.35
6.30	Codo de cobre de 90 x 25 mm	pza	6	\$45.48	\$ 272.88
6.31	Codo de cobre de 90 x 13 mm	pza	4	\$24.03	\$ 96.12
6.32	Conector de cobre de rosca exterior de 51 mm	pza	2	\$102.40	\$ 204.80
6.33	Conector de cobre de rosca exterior de 25 mm	pza	6	\$51.85	\$ 311.10
6.34	Conector de cobre de rosca exterior de 13 mm	pza	8	\$36.34	\$ 290.72
6.35	Conector de cobre de rosca interior de 13 mm	pza	4	\$37.83	\$ 151.32
6.36	Tee de cobre de 25 x 25 x 13 mm	pza	4	\$64.36	\$ 257.44
6.37	Tee de cobre de 51 x 51 x 25 mm	pza	1	\$138.79	\$ 138.79
6.38	Manguera antivibratoria de acero con tramado, extremos bridados de 75 x 300 mm. (12")	pza	3	\$1,009.36	\$ 3,028.08
6.39	Check silencioso Picsa con bridas roscadas de 75 mm	pza	1	\$3,728.40	\$ 3,728.40

Esta tabla continúa en la página siguiente

**TABLA VI.6 "SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO
HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA"**
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
6.40	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 100 mm	pza	2	\$2,303.32	\$ 4,606.64
6.41	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 75 mm	pza	4	\$1,675.13	\$ 6,700.52
6.42	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 64 mm	pza	3	\$1,569.85	\$ 4,709.55
6.43	Check columpio bridoso marca Urrea figura 928 de 64 mm	pza	3	\$1,324.98	\$ 3,974.94
6.44	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 51 mm	pza	1	\$704.23	\$ 704.23
6.45	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 25 mm	pza	2	\$310.05	\$ 620.10
6.46	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 13 mm	pza	2	\$209.99	\$ 419.98
6.47	Válvula de retorno de columpio de marca Urrea de la figura 85-N de 13 mm	pza	2	\$112.75	\$ 225.50
6.48	Interruptor de presión Saqinomiya con rango de 3 a 6 kg/cm ²	pza	3	\$1,035.99	\$ 3,107.97
6.49	Manómetro de glicerina marca Wika de 0 a 10 kg/cm ² con carátula de 64 mm	pza	1	\$528.83	\$ 528.83
6.50	Porta electrodo de inmersión de 13 mm	pza	2	\$651.60	\$ 1,303.20
6.51	Cristal de nivel con llaves de 13 mm	pza	2	\$1,788.71	\$ 3,577.42
6.52	Abrazadera figura SC-260 de 100 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	4	\$92.15	\$ 368.60
6.53	Abrazadera figura SC-260 de 64 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	3	\$82.28	\$ 246.84
6.54	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 100 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	8	\$39.56	\$ 316.48
6.55	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 64 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	4	\$27.72	\$ 110.88
6.56	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 51 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	12	\$23.69	\$ 284.28
6.57	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 25 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	6	\$14.94	\$ 89.64
6.58	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 13 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	4	\$13.38	\$ 53.52
6.59	Pintura para tanque de 1,200 litros, así como identificación y/o rotulado con pintura de este tanque	m ²	9	\$129.13	\$ 1,162.17
6.60	Base para bomba hecha en obra, a base de fierro de ángulo de 2" x 1/4", incluye: primario y pintura de esmalte a dos manos y taquetes expansivos	pza	4	\$370.45	\$ 1,481.80
SUBTOTAL SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA					\$ 65,715.25

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.7 "REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA TRATADA DEL
CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS"**

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	C O N C E P T O	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
7.01	Tubo de cobre de tipo "M" de 100 mm	m	55	\$631.15	\$ 34,713.25
7.02	Tubo de cobre de tipo "M" de 75 mm	m	3	\$383.52	\$ 1,150.56
7.03	Codo de cobre de 90 x 100 mm	pza	7	\$477.50	\$ 3,342.50
7.04	Codo de cobre de 90 x 75 mm	pza	6	\$248.57	\$ 1,491.42
7.05	Codo de cobre de 45 x 100 mm	pza	2	\$538.81	\$ 1,077.62
7.06	Codo de cobre de 45 x 75 mm	pza	4	\$281.26	\$ 1,125.04
7.07	Conector de cobre de rosca exterior de 100 mm	pza	1	\$491.73	\$ 491.73
7.08	Cople de cobre de 100 mm	pza	7	\$172.69	\$ 1,208.83
7.09	Cople de cobre de 75 mm	pza	2	\$115.37	\$ 230.74
7.10	Reducción bushing de cobre de 100 x 75 mm	pza	4	\$218.38	\$ 873.52
7.11	Tee de cobre de 100 mm	pza	3	\$813.21	\$ 2,439.63
7.12	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 100 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	10	\$64.05	\$ 640.50
7.13	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 100 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	23	\$39.56	\$ 909.88
SUBTOTAL REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA TRATADA DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS					\$ 49,695.22

**TABLA VI.8 "ALIMENTACIÓN DE AGUA TRATADA EN SANITARIOS
DE HOMBRES Y MUJERES"**

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
8.01	Tubo de cobre de tipo "M" de 75 mm	m.	12	\$383.52	\$ 4,602.24
8.02	Tubo de cobre de tipo "M" de 64 mm	m	18	\$296.37	\$ 5,334.66
8.03	tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	18	\$154.43	\$ 2,779.74
8.04	tubo de cobre de tipo "M" de 38 mm	m	122	\$105.29	\$ 12,845.38
8.05	tubo de cobre de tipo "M" de 32 mm	m	85	\$80.27	\$ 6,822.95
8.06	tubo de cobre de tipo "M" de 25 mm	m	260	\$55.62	\$ 14,461.20
8.07	Codo de cobre de 90 x 75 mm	pza	8	\$248.57	\$ 1,988.56
8.08	Codo de cobre de 90 x 38 mm	pza	72	\$77.40	\$ 5,572.80
8.09	Codo de cobre de 90 x 25 mm	pza	100	\$45.48	\$ 4,548.00
8.10	Codo de cobre de 45 x 75 mm	pza	4	\$281.26	\$ 1,125.04
8.11	Codo de cobre de 45 x 32 mm	pza	30	\$64.73	\$ 1,941.90
8.12	Codo de cobre de 45 x 25 mm	pza	30	\$50.94	\$ 1,528.20
8.13	Cople de cobre de 75 mm	pza	2	\$115.37	\$ 230.74
8.14	Cople de cobre de 64 mm	pza	2	\$85.48	\$ 170.96
8.15	Cople de cobre de 51 mm	pza	2	\$52.32	\$ 104.64
8.16	Cople de cobre de 38 mm	pza	24	\$39.54	\$ 948.96
8.17	Cople de cobre de 32 mm	pza	12	\$29.93	\$ 359.16
8.18	Cople de cobre de 25 mm	pza	45	\$27.16	\$ 1,222.20
8.19	Reducción bushing de cobre de 75 x 64 mm	pza	2	\$154.60	\$ 309.20
8.20	Reducción bushing de cobre de 75 x 38 mm	pza	2	\$154.60	\$ 309.20
8.21	Reducción bushing de cobre de 64 x 51 mm	pza	2	\$121.68	\$ 243.36
8.22	Reducción bushing de cobre de 64 x 38 mm	pza	4	\$121.68	\$ 486.72
8.23	Reducción bushing de cobre de 51 x 38 mm	pza	6	\$75.97	\$ 455.82
8.24	Reducción bushing de cobre de 38 x 25 mm	pza	12	\$59.02	\$ 708.24
8.25	Reducción bushing de cobre de 38 x 19 mm	pza	2	\$59.02	\$ 118.04
8.26	Reducción bushing de cobre de 32 x 19 mm	pza	24	\$44.58	\$ 1,069.92
8.27	Conector de cobre de rosca exterior de 38 mm	pza	24	\$77.75	\$ 1,866.00
8.28	Conector de cobre de rosca exterior de 25 mm	pza	180	\$51.85	\$ 9,333.00
8.29	Conector de cobre de rosca interior de 19 mm	pza	2	\$40.66	\$ 81.32
8.30	Tee de cobre de 75 mm	pza	2	\$410.50	\$ 821.00
8.31	Tee de cobre de 64 mm	pza	4	\$273.82	\$ 1,095.28
8.32	Tee de cobre de 51 mm	pza	4	\$148.88	\$ 595.52
8.33	Tee de cobre de 38 mm	pza	2	\$104.85	\$ 209.70
8.34	Tee de cobre de 38 x 38 x 32 mm	pza	12	\$107.63	\$ 1,291.56
8.35	Tee de cobre de 38 x 38 x 25 mm	pza	48	\$107.63	\$ 5,166.24
8.36	Tee de cobre de 38 x 25 x 25 mm	pza	6	\$107.63	\$ 645.78
8.37	Tee de cobre de 32 x 25 x 25 mm	pza	12	\$78.51	\$ 942.12
8.38	Tee de cobre de 25 mm	pza	90	\$58.33	\$ 5,249.70
8.39	Tee de cobre de rosca interior centro de 25 mm	pza	180	\$101.17	\$ 18,210.60

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.8 "ALIMENTACIÓN DE AGUA TRATADA EN SANITARIOS
DE HOMBRES Y MUJERES"**
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
8.40	Tapón capa de cobre de 25 mm	pza	90	\$29.61	\$ 2,664.90
8.41	Niple galvanizado de 25 x 200 mm	pza	90	\$54.78	\$ 4,930.20
8.42	Tapón capa galvanizado de 25 mm	pza	90	\$37.73	\$ 3,395.70
8.43	Niple galvanizado de 19 x 200 mm	pza	2	\$47.36	\$ 94.72
8.44	Niple galvanizado de 19 x 100 mm	pza	4	\$42.29	\$ 169.16
8.45	Niple galvanizado de 13 x 150 mm	pza	2	\$38.82	\$ 77.64
8.46	Cola de cochino (pig-tail) de 6 mm	pza	2	\$77.65	\$ 155.30
8.47	Tee galvanizada de 19 mm	pza	2	\$42.07	\$ 84.14
8.48	Codo galvanizado de 90 x 13 mm	pza	2	\$34.26	\$ 68.52
8.49	Reducción bushing galvanizado de 19 x 13 mm	pza	2	\$31.32	\$ 62.64
8.50	Reducción bushing galvanizado de 13 x 6 mm	pza	2	\$27.84	\$ 55.68
8.51	Válvula de bola de marca Urrea de la figura 580 de 38 mm	pza	12	\$547.68	\$ 6,572.16
8.52	Válvula de globo de marca Urrea de la figura 95 de 19 mm	pza	2	\$290.87	\$ 581.74
8.53	Válvula eliminadora de aire Spirax Sarco de 19 mm	pza	2	\$2,772.96	\$ 5,545.92
8.54	Manómetro Metrón de 0 a 7 kg/cm ² con carátula de 2 1/2"	pza	2	\$223.70	\$ 447.40
8.55	Abrazadera figura SC-65 de 38 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	40	\$50.18	\$ 2,007.20
8.56	Abrazadera figura SC-65 de 32 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	20	\$48.28	\$ 965.60
8.57	Abrazadera figura SC-65 de 25 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	20	\$44.27	\$ 885.40
8.58	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 64 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	4	\$68.66	\$ 274.64
8.59	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 51 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	4	\$63.24	\$ 252.96
8.60	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 38 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	2	\$62.81	\$ 125.62
8.61	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 19 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	2	\$60.91	\$ 121.82
8.62	Flujómetro de manija marca Helvex modelo 185-19	pza	24	\$1,669.99	\$ 40,079.76
8.63	Flujómetro de manija marca Helvex modelo 117-38	pza	66	\$1,623.47	\$ 107,149.02
SUBTOTAL ALIMENTACIÓN DE AGUA TRATADA EN SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES					\$ 292,563.49

TABLA VI.9 "SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO"

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, empaques en bridas, tuercas y roldanas en bridas, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	C O N C E P T O	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
9.01	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 75 mm	m	6	\$253.43	\$ 1,520.58
9.02	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 64 mm	m	3	\$208.06	\$ 624.18
9.03	Codo de acero al carbón de 90 x 75 mm	pza	4	\$221.59	\$ 886.36
9.04	Codo de acero al carbón de 45 x 64 mm	pza	2	\$177.17	\$ 354.34
9.05	Tee de acero al carbón de 75 mm	pza	2	\$403.85	\$ 807.70
9.06	Reducción concéntrica de acero al carbón de 75 x 64 mm	pza	2	\$194.63	\$ 389.26
9.07	Reducción concéntrica de acero al carbón de 75 x 51 mm	pza	2	\$194.63	\$ 389.26
9.08	Reducción de campana galvanizada de 64 x 38 mm	pza	2	\$167.28	\$ 334.56
9.09	Reducción concéntrica de acero al carbón de 75 x 51 mm	pza	1	\$194.63	\$ 194.63
9.10	Reducción bushing galvanizado de 25 x 13 mm	pza	2	\$38.36	\$ 76.72
9.11	Reducción bushing galvanizado de 13 x 6 mm	pza	2	\$27.84	\$ 55.68
9.12	Niple galvanizado de 64 x 100 mm	pza	4	\$135.76	\$ 543.04
9.13	Niple galvanizado de 51 x 100 mm	pza	2	\$80.29	\$ 160.58
9.14	Niple galvanizado de 38 x 200 mm	pza	2	\$76.17	\$ 152.34
9.15	Brida roscada de 75 mm	pza	4	\$299.14	\$ 1,196.56
9.16	Brida deslizable (slip-on) de 75 mm	pza	1	\$295.68	\$ 295.68
9.17	Brida roscada de 64 mm	pza	4	\$262.87	\$ 1,051.48
9.18	Brida deslizable (slip-on) de 64 mm	pza	2	\$242.08	\$ 484.16
9.19	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	4	\$154.43	\$ 617.72
9.20	Tubo de cobre de tipo "M" de 25 mm	m	1	\$55.62	\$ 55.62
9.21	Tee de cobre de 75 mm	pza	1	\$410.50	\$ 410.50
9.22	Tee de cobre de 25 mm	pza	2	\$58.33	\$ 116.66
9.23	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	3	\$116.67	\$ 350.01
9.24	Codo de cobre de 90 x 25 mm	pza	2	\$45.48	\$ 90.96
9.25	Codo de cobre de rosca interior de 90 x 25 mm	pza	1	\$78.72	\$ 78.72
9.26	Conector de cobre de rosca interior de 25 mm	pza	1	\$52.07	\$ 52.07
9.27	Conector de cobre de rosca interior de 13 mm	pza	2	\$37.83	\$ 75.66
9.28	Conector de cobre de rosca exterior de 51 mm	pza	2	\$102.40	\$ 204.80
9.29	Conector de cobre de rosca exterior de 25 mm	pza	3	\$51.85	\$ 155.55
9.30	Cola de cochino (pig-tail) de 6 mm	pza	3	\$77.65	\$ 232.95
9.31	Tapón capa galvanizado de 25 mm	pza	1	\$37.73	\$ 37.73
9.32	Reducción bushing de cobre de 75 x 51 mm	pza	1	\$154.60	\$ 154.60
9.33	Reducción bushing de cobre de 51 x 25 mm	pza	1	\$75.97	\$ 75.97
9.34	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 75 mm	pza	3	\$1,675.13	\$ 5,025.39
9.35	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 64 mm	pza	2	\$1,569.85	\$ 3,139.70
9.36	Check columpio bridoso marca Urrea figura 928 de 64 mm	pza	2	\$1,324.98	\$ 2,649.96
9.37	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 51 mm	pza	1	\$704.23	\$ 704.23

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA VI.9 "SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO"
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
9.38	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 25 mm	pza	1	\$310.05	\$ 310.05
9.39	Manguera antivibratoria de acero con tramado, extremos bridados de 75 x 300 mm (12")	pza	2	\$1,009.36	\$ 2,018.72
9.40	Abrazadera figura SC-260 de 75 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	4	\$84.31	\$ 337.24
9.41	Abrazadera figura SC-260 de 64 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	2	\$82.28	\$ 164.56
9.42	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 75 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	6	\$33.61	\$ 201.66
9.43	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 64 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	3	\$27.72	\$ 83.16
9.44	Interruptor de presión Saginomiya con rango de 3 a 6 kg/cm ²	pza	2	\$1,035.99	\$ 2,071.98
9.45	Manómetro de glicerina marca Wika de 0 a 10 kg/cm ² con carátula de 64 mm	pza	2	\$528.83	\$ 1,057.66
SUBTOTAL SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO					\$ 29,990.94

**TABLA VI.10 "RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A
HIDRANTES EDIFICIO II"**

C O N C E P T O					
Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreos, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
10.01	Tubo de cobre de tipo "M" de 75 mm	m	280	\$383.52	\$ 107,385.60
10.02	Tubo de cobre de tipo "M" de 64 mm	m	177	\$296.37	\$ 52,457.49
10.03	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	116	\$154.43	\$ 17,913.88
10.04	Tubo de cobre de tipo "M" de 19 mm	m	6	\$42.11	\$ 252.66
10.05	Codo de cobre de 90 x 75 mm	pza	20	\$248.57	\$ 4,971.40
10.06	Codo de cobre de 90 x 64 mm	pza	6	\$192.14	\$ 1,152.84
10.07	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	46	\$116.67	\$ 5,366.82
10.08	Codo de cobre de 45 x 75 mm	pza	4	\$281.26	\$ 1,125.04
10.09	Codo de cobre de 45 x 64 mm	pza	4	\$198.65	\$ 794.60
10.10	Codo de cobre de 45 x 51 mm	pza	6	\$109.00	\$ 654.00
10.11	Conector de cobre de rosca exterior de 75 mm	pza	2	\$270.76	\$ 541.52
10.12	Conector de cobre de rosca interior de 51 mm	pza	24	\$110.18	\$ 2,644.32
10.13	Conector de cobre de rosca interior de 19 mm	pza	4	\$40.66	\$ 162.64
10.14	Cople de cobre de 75 mm	pza	50	\$115.37	\$ 5,768.50
10.15	Cople de cobre de 64 mm	pza	30	\$85.48	\$ 2,564.40
10.16	Cople de cobre de 51 mm	pza	20	\$52.32	\$ 1,046.40
10.17	Reducción bushing de cobre de 75 x 64 mm	pza	4	\$154.60	\$ 618.40
10.18	Reducción bushing de cobre de 75 x 51 mm	pza	1	\$154.60	\$ 154.60
10.19	Reducción bushing de cobre de 64 x 51 mm	pza	23	\$121.68	\$ 2,798.64
10.20	Reducción bushing de cobre de 51 x 19 mm	pza	4	\$75.97	\$ 303.88
10.21	Tee de cobre de 75 mm	pza	4	\$410.50	\$ 1,642.00
10.22	Tee de cobre de 64 mm	pza	20	\$273.82	\$ 5,476.40
10.23	Tee de cobre de 51 mm	pza	4	\$148.88	\$ 595.52
10.24	Niple galvanizado de 75 x 300 mm	pza	2	\$265.62	\$ 531.24
10.25	Niple galvanizado de 19 x 100 mm	pza	8	\$42.29	\$ 338.32
10.26	Niple galvanizado de 19 x 200 mm	pza	4	\$47.36	\$ 189.44
10.27	Niple galvanizado de 13 x 150 mm	pza	4	\$38.82	\$ 155.28
10.28	Cola de cochino (pig-tail) de 6 mm	pza	4	\$77.65	\$ 310.60
10.29	Tapón capa galvanizado de 51 mm	pza	24	\$81.84	\$ 1,964.16
10.30	Tee galvanizada de 19 mm	pza	4	\$42.07	\$ 168.28
10.31	Reducción bushing galvanizado de 100 x 75 mm	pza	1	\$215.53	\$ 215.53
10.32	Reducción bushing galvanizado de 19 x 13 mm	pza	4	\$31.32	\$ 125.28
10.33	Reducción bushing galvanizado de 13 x 6 mm	pza	4	\$27.84	\$ 111.36
10.34	Brida roscada de 75 mm	pza	2	\$299.14	\$ 598.28
10.35	Toma siamesa de 64 mm cromada	pza	1	\$1,744.07	\$ 1,744.07

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.10 "RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A
HIDRANTES EDIFICIO II"**

(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
10.36	Gabinete contra incendio de sobreponer de lámina calibre 20, de 70 x 70 x 21 cm. con manguera de metros lineales de longitud y 38 mm de diámetro, incluye cristal de 3 mm, calcomanía en cristal, válvula angular, chiflón de bronce de tres posiciones y llave universal para ajustar coples; además se aplicará primario y pintura esmalte a dos manos.	pza	24	\$2,239.47	\$ 53,747.28
10.37	Check de columpio de bridas marca Urrea de la figura 928 de 75 mm	pza	1	\$350.32	\$ 350.32
10.38	Válvula de globo de marca Urrea de la figura 95 de 19 mm	pza	4	\$290.87	\$ 1,163.48
10.39	Manómetro Metrón de 0 a 7 kg/cm ² con carátula de 2 1/2"	pza	4	\$223.70	\$ 894.80
10.40	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 75 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	2	\$71.35	\$ 142.70
10.41	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 64 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	16	\$68.66	\$ 1,098.56
10.42	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 51 mm, incluye: varilla roscada de 13 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	30	\$63.24	\$ 1,897.20
10.43	Abrazadera figura SC-65 de 75 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	13	\$60.20	\$ 782.60
10.44	Abrazadera figura SC-65 de 64 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	36	\$58.28	\$ 2,098.08
10.45	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 75 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	115	\$33.61	\$ 3,865.15
10.46	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 64 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	123	\$27.72	\$ 3,409.56
10.47	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 51 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m.	6	\$23.69	\$ 142.14
10.48	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 19 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m.	6	\$16.13	\$ 96.78
SUBTOTAL RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A HIDRANTES EDIFICIO II					\$ 292,532.04

TABLA VI.11 "SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBA PARA RIEGO"

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, empaques en bridas, tuercas y roldanas en bridas, maniobras, elevación, fletes, acarreos, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
11.01	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 64 mm	m	6	\$208.06	\$ 1,248.36
11.02	Codo de acero al carbón de 90 x 64 mm	pza	5	\$180.98	\$ 904.90
11.03	Codo de acero al carbón de 45 x 64 mm	pza	1	\$177.17	\$ 177.17
11.04	Tee de acero al carbón de 64 mm	pza	2	\$333.37	\$ 666.74
11.05	Reducción bushing galvanizado de 64 x 51 mm	pza	1	\$132.65	\$ 132.65
11.06	Reducción bushing galvanizado de 64 x 25 mm	pza	1	\$151.88	\$ 151.88
11.07	Reducción bushing galvanizado de 25 x 13 mm	pza	1	\$38.36	\$ 38.36
11.08	Reducción bushing galvanizado de 13 x 6 mm	pza	2	\$27.84	\$ 55.68
11.09	Reducción de campana galvanizada de 64 x 38 mm	pza	1	\$167.28	\$ 167.28
11.10	Reducción de campana galvanizada de 75 x 51 mm	pza	1	\$204.34	\$ 204.34
11.11	Niple galvanizado de 75 x 100 mm	pza	1	\$159.22	\$ 159.22
11.12	Niple galvanizado de 64 x 100 mm	pza	2	\$135.76	\$ 271.52
11.13	Niple galvanizado de 64 x 200 mm	pza	2	\$166.31	\$ 332.62
11.14	Niple galvanizado de 51 x 100 mm	pza	1	\$80.29	\$ 80.29
11.15	Niple galvanizado de 38 x 200 mm	pza	1	\$76.17	\$ 76.17
11.16	Cola de cochino (pig-tail) de 6 mm	pza	2	\$77.65	\$ 155.30
11.17	Brida roscada de 75 mm	pza	1	\$299.14	\$ 299.14
11.18	Brida roscada de 64 mm	pza	4	\$262.87	\$ 1,051.48
11.19	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	6	\$154.43	\$ 926.58
11.20	Tubo de cobre de tipo "M" de 25 mm	m	2	\$55.62	\$ 83.43
11.21	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	3	\$116.67	\$ 350.01
11.22	Codo de cobre de 90 x 25 mm	pza	2	\$45.48	\$ 90.96
11.23	Codo de cobre de rosca interior de 90 x 25 mm	pza	1	\$78.72	\$ 78.72
11.24	Conector de cobre de rosca exterior de 51 mm	pza	3	\$102.40	\$ 307.20
11.25	Conector de cobre de rosca exterior de 25 mm	pza	2	\$51.85	\$ 103.70
11.26	Tee de cobre de 25 x 25 x 13 mm	pza	2	\$64.36	\$ 128.72
11.27	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 75 mm	pza.	1	\$1,675.13	\$ 1,675.13
11.28	Válvula de compuerta de bridas de marca Urrea de la figura 726 de 64 mm	pza	2	\$1,569.85	\$ 3,139.70
11.29	Check de columpio de bridas marca Urrea de la figura 928 de 64 mm	pza	1	\$1,324.98	\$ 1,324.98
11.30	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 51 mm	pza	1	\$704.23	\$ 704.23
11.31	Válvula de compuerta marca Urrea de la figura 29 de 25 mm	pza	1	\$310.05	\$ 310.05
11.32	Manguera antivibratoria de acero con tramado, extremos bridados de 75 x 300 mm (12")	pza	1	\$1,009.36	\$ 1,009.36
11.33	Interruptor de presión Saginomiya con rango de 3 a 6 kg/cm ²	pza	1	\$1,035.99	\$ 1,035.99
11.34	Manómetro de glicerina marca Wika de 0 a 10 kg/cm ² con carátula de 64 mm	pza	1	\$528.83	\$ 528.83

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA VI.11 "SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBA PARA RIEGO"
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
11.35	Abrazadera figura SC-65 de 64 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	4	\$58.28	\$ 233.12
11.36	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 64 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	6	\$27.72	\$ 166.32
11.37	Primario y pintura de esmalte a dos manos en tubos de 51 mm, así como identificación del sentido de flujo del agua y rotulado	m	6	\$23.69	\$ 142.14
SUBTOTAL SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBA PARA RIEGO					\$ 18,512.27

**TABLA VI.12 "RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE
ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)"**

C O N C E P T O					
Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, <i>incluye:</i> materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
12.01	Tubo de cobre de tipo "M" de 64 mm	m	24	\$296.37	\$ 7,112.88
12.02	Codo de cobre de 90 x 64 mm	pza	5	\$192.14	\$ 960.70
12.03	Codo de cobre de rosca interior de 90 x 64 mm	pza	1	\$335.80	\$ 335.80
12.04	Conector de cobre de rosca exterior de 64 mm	pza	1	\$224.77	\$ 224.77
12.05	Abrazadera de la figura U-10 con unicanal de 64 mm	pza	8	\$68.66	\$ 549.28
12.06	Pintura de esmalte en tubo de 64 mm	m	22	\$27.72	\$ 609.84
12.07	Tubo de PVC hidráulico RD26 de 64 mm	m	240	\$70.40	\$ 16,896.00
12.08	Tubo de PVC hidráulico RD26 de 51 mm	m	388	\$51.56	\$ 20,005.28
12.09	Tubo de PVC hidráulico RD26 de 38 mm	m	900	\$41.65	\$ 37,485.00
12.10	Tubo de PVC hidráulico RD13.5 de 25 mm	m	216	\$27.71	\$ 5,985.36
12.11	Tubo de PVC hidráulico RD13.5 de 19 mm	m	378	\$24.98	\$ 9,442.44
12.12	Codo de PVC hidráulico de 90 x 64 mm	pza	8	\$104.18	\$ 833.44
12.13	Codo de PVC hidráulico de 90 x 51 mm	pza	45	\$67.95	\$ 3,057.75
12.14	Codo de PVC hidráulico de 90 x 38 mm	pza	26	\$47.65	\$ 1,238.90
12.15	Codo de PVC hidráulico de 90 x 25 mm	pza	6	\$27.67	\$ 166.02
12.16	Codo de PVC hidráulico de 90 x 19 mm	pza	16	\$21.72	\$ 347.52
12.17	Codo de PVC hidráulico de 45 x 64 mm	pza	4	\$103.06	\$ 412.24
12.18	Codo de PVC hidráulico de 45 x 51 mm	pza	4	\$61.04	\$ 244.16
12.19	Codo de PVC hidráulico de 45 x 38 mm	pza	4	\$47.28	\$ 189.12
12.20	Codo de PVC hidráulico de 45 x 25 mm	pza	2	\$28.46	\$ 56.92
12.21	Codo de PVC hidráulico de 45 x 19 mm	pza	2	\$24.99	\$ 49.98
12.22	Cople de PVC hidráulico de 64 mm	pza	44	\$68.23	\$ 3,002.12
12.23	Cople de PVC hidráulico de 51 mm	pza	40	\$51.55	\$ 2,062.00
12.24	Cople de PVC hidráulico de 38 mm	pza	165	\$43.08	\$ 7,108.20
12.25	Cople de PVC hidráulico de 25 mm	pza	40	\$32.34	\$ 1,293.60
12.26	Cople de PVC hidráulico de 19 mm	pza	75	\$23.91	\$ 1,793.25
12.27	Adaptador de PVC hidráulico macho de 64 mm	pza	1	\$74.63	\$ 74.63
12.28	Adaptador de PVC hidráulico macho de 51 mm	pza	18	\$46.93	\$ 844.74
12.29	Adaptador de PVC hidráulico macho de 25 mm	pza	57	\$21.39	\$ 1,219.23
12.30	Adaptador de PVC hidráulico macho de 19 mm	pza	50	\$16.63	\$ 831.50
12.31	Reducción bushing de PVC hidráulico de 64 x 51 mm	pza	19	\$49.90	\$ 948.10
12.32	Reducción bushing de PVC hidráulico de 51 x 38 mm	pza	14	\$34.00	\$ 476.00
12.33	Reducción bushing de PVC hidráulico de 51 x 25 mm	pza	5	\$34.00	\$ 170.00
12.34	Reducción bushing de PVC hidráulico de 51 x 19 mm	pza	38	\$34.16	\$ 1,298.08
12.35	Reducción bushing de PVC hidráulico de 38 x 25 mm	pza	57	\$24.57	\$ 1,400.49
12.36	Reducción bushing de PVC hidráulico de 25 x 19 mm	pza	8	\$20.68	\$ 165.44
12.37	Tubo de cobre de tipo "M" de 25 mm	m	66	\$55.62	\$ 3,670.92
12.38	Tubo de cobre de tipo "M" de 19 mm	m	52	\$42.11	\$ 2,189.72

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.12 “RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE
ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)”**
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
12.39	Codo de cobre de 90 x 25 mm	pza	66	\$45.48	\$ 3,001.68
12.40	Codo de cobre de 90 x 19 mm	pza	60	\$30.58	\$ 1,834.80
12.41	Reducción bushing de cobre de 25 x 19 mm	pza	66	\$37.35	\$ 2,465.10
12.42	Reducción bushing de cobre de 19 x 13 mm	pza	30	\$31.83	\$ 954.90
12.43	Conector de cobre de rosca exterior de 25 mm	pza	66	\$51.85	\$ 3,422.10
12.44	Conector de cobre de rosca exterior de 19 mm	pza	20	\$40.07	\$ 801.40
12.45	Conector de cobre de rosca exterior de 13 mm	pza	30	\$36.34	\$ 1,090.20
12.46	Conector de cobre de rosca interior de 25 mm	pza	66	\$52.07	\$ 3,436.62
12.47	Conector de cobre de rosca interior de 19 mm	pza	54	\$40.66	\$ 2,195.64
12.48	Niple galvanizado de 51 x 100 mm	pza	18	\$80.29	\$ 1,445.22
12.49	Tuerca unión galvanizada de 51 mm	pza	9	\$166.79	\$ 1,501.11
12.50	Válvula de bola de marca Urrea de la figura 580 de 51 mm	pza	9	\$813.30	\$ 7,319.70
12.51	Válvula de acoplamiento rápido de marca Urrea de la figura V-20 de 19 mm	pza	18	\$345.71	\$ 6,222.78
12.52	Acoplador para válvula de acoplamiento rápido modelo V - 20 de 19 mm	pza	3	\$121.65	\$ 364.95
12.53	Válvula solenoide de riego marca Hunter de 51 mm	pza	9	\$1,148.30	\$ 10,334.70
12.54	Programador de riego de marca Hunter para 4 estaciones interperie, con sensor de lluvia	pza	3	\$3,660.99	\$ 10,982.97
12.55	Aspersor Tinsa del modelo T-300 F	pza	1	\$474.11	\$ 474.11
12.56	Aspersor Tinsa del modelo T-300 H	pza	65	\$479.20	\$ 31,148.00
12.57	Aspersor Surgente del modelo H-13 SUR (medio ciclo)	pza	30	\$169.90	\$ 5,097.00
SUBTOTAL RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VALVULA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)					\$ 228,844.40

TABLA VI.13 "SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA"

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
13.01	Equipo hidroneumático Triplex para agua tratada: tres bombas centrífugas horizontales marca Barnes, modelo IA-11/2-7.5-2, acoplada a motor eléctrico horizontal marca Abb o Siemens de 7.5 CP, 3 fases, 3,450 RPM, 60 CPS, 440 volts; se debe incluir base de hierro de ángulo de 2" x 1/4", con primario, dos manos de pintura esmalte, taquetes expansivos y tacones antivibratorios; así mismo se rotularán los motores eléctricos con pintura esmalte.	pza	3	\$8,615.37	\$ 25,846.11
13.02	Un tanque cilíndrico vertical con capacidad de 1,200 litros, diámetro de 0.92 m por 1.52 m de parte cilíndrica de costuras a costuras con espesor de placa de 3/16", tapas semielípticas con espesor de 4.76 mm (3/16") en placa de acero al carbón, con conexiones de entrada y salida de agua de 102 mm (4"), coples para conexiones de vidrio nivel, inyección de aire y porta electrodos con una vena interior formada con tubería de cobre tipo "M", con diámetro de 75 mm por 1.20 m de largo, soldada al tubo de entrada superior del tanque; se debe incluir rotulado de este tanque con pintura esmalte.	pza	1	\$12,022.37	\$ 12,022.37
13.03	Una motocompresora de aire libre de aceite, con motor eléctrico de 1 CP marca Evans con un cilindro de 1 3/4" de diámetro, una válvula solenoide marca Jefferson tipo NC 2 vías para 220 volts	pza	1	\$5,580.57	\$ 5,580.57
13.04	Un tablero de control electrónico marca Lin, modelo LIN-DPX-HNM 7.5 CP, montado en gabinete nema 1, para operar a 440 volts, interconectados totalmente dentro del gabinete los siguientes elementos: tres interruptores termomagnéticos, tres arrancadores electromagnéticos, tres protecciones térmicas (relevadores bimetalicos), una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, electrodos en cisternas, tres luces piloto grandes indicadoras de bombas en operación, tres selectores grandes de tres posiciones: manual-fuera-automático, una luz roja que indicará falta de agua en la cisterna, cuando esto pasa el equipo deja de trabajar y vuelve a operar cuando el agua cubre el electrodo más alto, un dispositivo electrónico que opera las bombas automáticamente por presiones, cuenta con señal de arranque al bajar la presión de agua en la red; alterna y simultánea las bombas y cuenta con protección por bajo nivel de cisterna, incluye bastidor de hierro unicanal para fijar tablero de control a muro del cuarto de máquinas y rotulado y/o identificación de tablero de control.	pza	1	\$11,077.78	\$ 11,077.78
SUBTOTAL SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA					\$ 54,526.83

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA VI.14 "SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE"

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
14.01	Equipo hidroneumático duplex agua potable: dos bombas centrífugas horizontales marca Barnes modelo IB-11/2-5-2, acoplada a motor eléctrico horizontal marca Abb o Siemens de 5 CP, 3 fases, 3,450 RPM, 60 CPS, para 440 volts; se debe incluir base de fierro ángulo de 2" x 1/4", con primario, dos manos de pintura esmalte, taquetes expansivos y tacones antivibratorios; así mismo se rotularán los motores eléctricos con pintura esmalte.	pza	2	\$5,682.15	\$ 11,364.30
14.02	Un tanque cilíndrico vertical con capacidad de 1,000 litros, diámetro de 0.87 m por 1.52 m de parte cilíndrica de costuras a costuras con espesor de placa de 3/16", tapas semielípticas con espesor de 4.76 mm (3/16") en placa de acero al carbón, con conexiones de entrada y salida de agua de 75 mm (3"), coples para conexiones de vidrio nivel, inyección de aire y porta electrodos con una vena interior formada con tubería de cobre tipo "M", con diámetro de 75 mm por 1.20 m de largo, soldada al tubo de entrada superior del tanque; se debe incluir rotulado de este tanque con pintura esmalte.	pza	1	\$9,716.15	\$ 9,716.15
14.03	Una motocompresora de aire libre de aceite, con motor eléctrico de 1 CP marca Evans con un cilindro de 1 3/4" de diámetro, una válvula solenoide marca Jefferson tipo NC 2 vías para 220 volts	pza	1	\$5,580.57	\$ 5,580.57
14.04	Un tablero de control electrónico marca Lin, modelo LIN-DPX-HNM 5 CP, montado en gabinete nema 1, para operar a 440 voltios, interconectados totalmente dentro del gabinete los siguientes elementos: dos interruptores termomagnéticos, dos arrancadores electromagnéticos, dos protecciones térmicas (relevadores bimetalicos), una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, electrodos en sistemas, dos luces piloto grandes indicadoras de bombas en operación, dos selectores grandes de tres posiciones: manual-fuera-automático, una luz roja que indicará falta de agua en la cisterna, cuando esto pasa el equipo deja de trabajar y vuelve a operar cuando el agua cubre el electrodo más alto, un dispositivo electrónico que opera las bombas automáticamente por presiones, cuenta con señal de arranque al bajar la presión de agua en la red, alterna y simultánea las bombas y cuenta con protección por bajo nivel de sistema, incluye bastidor de fierro unicanal de 2" x 2" para fijar tablero de control a muro del cuarto de máquinas y rotulado y/o identificación de tablero de control con pintura esmalte.	pza	1	\$10,119.03	\$ 10,119.03
SUBTOTAL SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE					\$ 36,780.05

TABLA VI.15 "SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO"

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
15.01	<i>CONTRA INCENDIO ELECTRICO</i>				
	Equipo contra incendio con motor eléctrico: una bomba modelo IA -1 1/2 x 9R, centrífuga de alta presión marca Barnes, acoplada directamente a motor eléctrico cerrado marca Abb o Siemens de 15 CP, 3 fases, 3,500 RPM, 60 CPS para corriente eléctrica de 440 volts con un tablero de control electrónico marca Line modelo TDC-CIE, montado en gabinete nema 1 para operar a 440 voltios, conteniendo los siguientes elementos totalmente interconectados: un interruptor termomagnético para motor de 15 HP, un arrancador electromagnético, una protección térmica (relevador bimetalico), una tablilla de conexiones (B. Kulka), un selector de tres posiciones manual-fuera-automático, una luz indicadora de bomba en operación, una luz roja que indica cuando la cisterna tiene poca agua, dejando el equipo de trabajar y opera cuando el agua cubre el electrodo más alto, un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente cuando se abate la presión en la red, retarda el paro de la bomba y cuenta con protección por falta de agua en la cisterna, incluyen bases para fijación de motor eléctrico y tablero de control, así como rotulado.	lote	1	\$19,289.87	\$ 19,289.87
15.02	<i>EQUIPO CONTRA INCENDIO CON MOTOR DE COMBUSTION INTERNA:</i>				
	Motor marca Volkswagen de 30 HP de 1600 cm ³ a la altura de la ciudad de México, modelo 126 acoplada a bomba centrífuga horizontal marca Barnes, modelo IA-1 1/2, con succión de 51 mm y descarga de 38 mm. con un tablero de control electrónico marca Lin, modelo TCI-VW 2f-12V montado en gabinete, integrado por lo siguiente totalmente interconectados: con seis intentos de arranque, una alarma audible indicadora de falla, luz indicadora de falla de arranque, protección por baja presión de aceite, ampermetro indicador de carga de batería, cargador de batería (carga flotante), luz indicadora de falla para baja presión de aceite, botón para restablecer el equipo en caso de falla, luz piloto grande indicadora de bomba en operación, selector grande de tres posiciones: manual-fuera-automático, retardador de 0 a 60 segundos (para el paro de la bomba), y un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente por; arranca el equipo al bajar la presión en la red de hidrantes, todo esto totalmente armado, se incluye batería y tanque de gasolina.	lote	1	\$72,024.53	\$ 72,024.53
SUBTOTAL SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO					\$ 91,314.40

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.16 "SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN
MARCHA DE EQUIPO PARA RIEGO Y BOMBA PARA ACHIQUE"**

CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
16.01	<i>EQUIPO DE BOMBEO PARA RIEGO</i>				
	Equipo de bombeo para riego: una bomba centrífuga de alta presión marca Barnes, modelo IA-1 1/2-5-2, acoplada a motor eléctrico cerrado de 5 CP, 3 fases, 3500 RPM, 60 CPS, 440 volts, succión de 51 mm y descarga de 38 mm tablero de control electrónico marca Lin, modelo RIE-5HP, montado en gabinete Nema 1 de 440 volts, con los siguientes elementos interconectados: un interruptor termomagnético para motor de 5 HP, un arrancador electromagnético para motor de 5 HP, una protección térmica (relevador bimetalico) para la bomba, una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, alimentación sistema, un selector grande de tres posiciones: manual-fuera-automático, una luz piloto grande indicadora de bomba en operación, una luz roja que indica cuando la cisterna tiene poca agua y cuando esto pasa el equipo deja de trabajar y opera cuando el agua cubre el electrodo más alto, un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente cuando se abate la presión en la red, retarda el paro de la bomba y cuenta con protección por falta de agua en cisternas, y base para motor eléctrico y tabler	lote	1	\$13,135.57	\$ 13,135.57
16.02	<i>BOMBA PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO</i>				
	Una bomba centrífuga vertical sumergible marca Barnes acoplada directamente a motor eléctrico totalmente cerrado de 0.5 CF, 3 fases, 1,750RPM, 60CPS, 220 voltios con descarga de 51, un tablero de control electrónico marca E-2000, modelo LIN-CAR de 0.5 CF, montado en gabinete Nema 1 para operar a 220 volts, conteniendo los siguientes elementos interconectados: un interruptor termomagnético marca Abb, un arrancador electromagnético marca Abb, una protección térmica (relevador bimetalico) para motor de 0.5 CF, una tablilla de conexiones (B. Kulka) a bomba, una luz piloto indicadora de bomba en operación, un selector de tres posiciones: manual-fuera-automático, un dispositivo electrónico que opera la bomba automáticamente por niveles, cuenta con señal de arranque al subir el nivel en el cárcamo y la protege por bajo nivel: incluye marco de fierro ángulo y rejilla tipo Irving para el registrar la bomba.	lote	1	\$6,308.01	\$ 6,308.01
SUBTOTAL SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO PARA RIEGO Y BOMBA PARA ACHIQUE					\$ 19,443.58

TABLA VI.17 "INSTALACIÓN DE BOMBAS PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO, REBOSADERO Y DESAGÜE DE CISTERNAS"

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
17.01	Tubo de PVC hidráulico RD26 de 100 mm	m	6	\$139.41	\$ 836.46
17.02	Codo de PVC hidráulico de 90 x 100 mm	pza	2	\$207.75	\$ 415.50
17.03	Tubo galvanizado cédula 40 de 38 mm	m	15	\$95.15	\$ 1,427.25
17.04	Codo galvanizado 90 x 38 mm	pza	3	\$78.56	\$ 235.68
17.05	Codo galvanizado 45 x 38 mm	pza	2	\$80.90	\$ 161.80
17.06	Tuerca unión galvanizada de 38 mm	pza	2	\$130.77	\$ 261.54
17.07	Tee galvanizada de 38 mm	pza	1	\$85.97	\$ 85.97
17.08	Niple galvanizado de 38 x 100 mm	pza	6	\$63.51	\$ 381.06
17.09	Válvula de bola de marca Urrea de la figura 580 de 38 mm	pza	2	\$547.68	\$ 1,095.36
17.10	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	5	\$154.43	\$ 772.15
17.11	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	2	\$116.67	\$ 233.34
17.12	Codo de cobre de 45 x 51 mm	pza	2	\$109.00	\$ 218.00
17.13	Conector de cobre de rosca exterior de 51 mm	pza	3	\$102.40	\$ 307.20
17.14	Niple galvanizado de 51 x 100 mm	pza	1	\$80.29	\$ 80.29
17.15	Válvula de retenciones marca Urrea figura 44-N de 51 mm	pza	1	\$443.74	\$ 443.74
17.16	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 38 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	6	\$42.75	\$ 256.50
17.17	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 51 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	2	\$43.18	\$ 86.36
17.18	Abrazadera Omega de la figura SC-262 de 100 mm, incluye: taquetes expansivos de 13 mm de diámetro, tornillos de cabeza hexagonal y rondanas planas	pza	2	\$103.14	\$ 206.28
SUBTOTAL INSTALACIÓN DE BOMBAS PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO, Y DESAGÜE DE CISTERNAS					\$ 7,504.48

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.18 "BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y COLUMNAS
DE DOBLE VENTILACIÓN"**

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	C O N C E P T O	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
18.01	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 150 x 3 mm	pza	10	\$980.67	\$ 9,806.70
18.02	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 150 x 1.5 mm	pza	8	\$596.28	\$ 4,770.24
18.03	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 100 x 3 mm	pza	4	\$646.40	\$ 2,585.60
18.04	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 100 x 1.5 mm	pza	4	\$385.61	\$ 1,542.44
18.05	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 90 x 150 mm	pza	2	\$305.63	\$ 611.26
18.06	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 90 x 100 mm	pza	4	\$172.49	\$ 689.96
18.07	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 45 x 150 mm	pza	2	\$243.29	\$ 486.58
18.08	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 45 x 100 mm	pza	14	\$162.44	\$ 2,274.16
18.09	Yee de fierro fundido Tisa Tar de 150 x 100 mm	pza	24	\$380.31	\$ 9,127.44
18.10	Yee de fierro fundido Tisa Tar de 100 mm	pza	2	\$270.98	\$ 541.96
18.11	Reducción de fierro fundido Tisa Tar de 150 x 100 mm	pza	2	\$153.20	\$ 306.40
18.12	Cople de neopreno con abrazadera de 150 mm	pza	56	\$145.76	\$ 8,162.56
18.13	Cople de neopreno con abrazadera de 100 mm	pza	40	\$66.72	\$ 2,668.80
18.14	Tubo de PVC sanitario de 100 mm	m	60	\$73.76	\$ 4,425.60
18.15	Tee de PVC Sanitario tipo Anger de 100 x 50 mm	pza	12	\$102.70	\$ 1,232.40
18.16	Cople de PVC sanitario tipo Anger de 100 mm	pza	24	\$85.53	\$ 2,052.72
18.17	Codo de PVC sanitario tipo Anger de 45 x 100 mm	pza	4	\$86.31	\$ 345.24
18.18	Abrazadera omega de la figura SC-262 de 150 mm, incluye: taquetes expansivos de 13 mm de diámetro, tornillos de cabeza hexagonal y roldanas planas	pza	10	\$111.17	\$ 1,111.70
18.19	Abrazadera omega de la figura SC-262 de 100 mm, incluye: taquetes expansivos de 13 mm de diámetro, tornillos de cabeza hexagonal y roldanas planas	pza	14	\$103.14	\$ 1,443.96
SUBTOTAL BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y COLUMNAS DE DOBLE VENTILACIÓN					\$ 54,185.72

**TABLA VI.19 “DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS,
EN LABORATORIOS Y COCINETAS”**

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, abrazaderas tar en las uniones de tubo-tubo de fierro fundido, abrazaderas tar en las uniones de tubo-conexiones de fierro fundido, maniobras, elevación, fletes, acarrees, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, pruebas hidrostáticas, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
19.01	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 100 x 3 mm	pza	18	\$646.40	\$ 11,635.20
19.02	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 100 x 1.5 mm	pza	113	\$385.61	\$ 43,573.93
19.03	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 90 x 100 mm	pza	16	\$172.49	\$ 2,759.84
19.04	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 45 x 100 mm	pza	90	\$162.44	\$ 14,619.60
19.05	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 90 x 100 mm salida lateral	pza	31	\$212.28	\$ 6,580.68
19.06	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 90 x 100 mm salida bajada	pza	35	\$231.91	\$ 8,116.85
19.07	Yee de fierro fundido Tisa Tar de 100 mm	pza	97	\$270.98	\$ 26,285.06
19.08	Yee de fierro fundido Tisa Tar de 100 x 51 mm	pza	80	\$151.86	\$ 12,148.80
19.09	Reducción de fierro fundido Tisa Tar de 100 x 51 mm	pza	11	\$112.45	\$ 1,236.95
19.10	Tapón de registro Tisa Tar con tapa de bronce de 100 mm	pza	26	\$227.93	\$ 5,926.18
19.11	Trampa "P" Tisa Tar de 100 mm	pza	12	\$339.81	\$ 4,077.72
19.12	Tubo de plomo mediano de 100 mm	m	18	\$285.34	\$ 5,136.12
19.13	Cople de neopreno con abrazadera de 100 mm	pza	680	\$66.72	\$ 45,369.60
19.14	Cople de transición de fierro fundido a cobre CK 22	pza	90	\$209.03	\$ 18,812.70
19.15	Cople de transición de fierro fundido CP-215	pza	66	\$174.76	\$ 11,534.16
19.16	Tubo de cobre de tipo "M" de 64 mm	m	1	\$296.37	\$ 296.37
19.17	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	61	\$154.43	\$ 9,420.23
19.18	Tubo de cobre de tipo "M" de 38 mm	m	125	\$105.29	\$ 13,161.25
19.19	Tubo de cobre de tipo "M" de 25 mm	m	12	\$55.62	\$ 667.44
19.20	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	60	\$116.67	\$ 7,000.20
19.21	Codo de cobre de 90 x 38 mm	pza	96	\$77.40	\$ 7,430.40
19.22	Codo de cobre de 90 x 25 mm	pza	12	\$45.48	\$ 545.76
19.23	Codo de cobre de 45 x 51 mm	pza	6	\$109.00	\$ 654.00
19.24	Codo de cobre de 45 x 38 mm	pza	25	\$77.56	\$ 1,939.00
19.25	Codo de cobre de 45 x 25 mm	pza	24	\$50.94	\$ 1,222.56
19.26	Conector de cobre de rosca exterior de 51 mm	pza	24	\$102.40	\$ 2,457.60
19.27	Conector de cobre de rosca exterior de 38 mm	pza	12	\$77.75	\$ 933.00
19.28	Conector de cobre de rosca exterior de 25 mm	pza	24	\$51.85	\$ 1,244.40
19.29	Reducción bushing de cobre de 51 x 38 mm	pza	59	\$75.97	\$ 4,482.23
19.30	Reducción bushing de cobre de 38 x 32 mm	pza	60	\$59.02	\$ 3,541.20
19.31	Tee de cobre de rosca interior de lado de 51 mm	pza	24	\$275.17	\$ 6,604.08
19.32	Tee de cobre de rosca interior de lado de 38 mm	pza	68	\$257.95	\$ 17,540.60
19.33	Tee de cobre de 38 mm	pza	6	\$104.85	\$ 629.10
19.34	Tee de cobre de 25 mm	pza	12	\$58.33	\$ 699.96
19.35	Yee de cobre de 51 mm	pza	1	\$338.84	\$ 338.84
19.36	Tubo de PVC sanitario exterior liso de 50 mm	m	12	\$35.84	\$ 430.08
19.37	Tubo de PVC sanitario exterior liso de 40 mm	m	438	\$22.20	\$ 9,723.60

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.19 "DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS,
EN LABORATORIOS Y COCINETAS"**
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
19.38	Codo de PVC Sanitario tipo Anger de 90 x 50 mm	pza	6	\$42.26	\$ 253.56
19.39	Codo de PVC Sanitario tipo Anger de 90 x 40 mm	pza	180	\$35.45	\$ 6,381.00
19.40	Tee de PVC sanitaria de 50 x 50 mm	pza	12	\$59.49	\$ 713.88
19.41	Tee de PVC sanitario tipo Anger de 40 mm	pza	126	\$50.04	\$ 6,305.04
19.42	Reducción de PVC sanitario tipo Anger de 50 x 40 mm	pza	24	\$24.25	\$ 582.00
19.43	Adaptador de PVC galvanizado de campana de 40 mm	pza	84	\$57.63	\$ 4,840.92
19.44	Cople de PVC unicople de 50 mm	pza	18	\$50.74	\$ 913.32
19.45	Cople de PVC unicople de 40 mm	pza	258	\$41.64	\$ 10,743.12
19.46	Niple galvanizado de 100 x 150 mm	pza	12	\$235.41	\$ 2,824.92
19.47	Reducción bushing galvanizado de 51 x 38 mm	pza	44	\$75.34	\$ 3,314.96
19.48	Tapón macho negro de 51 mm	pza	18	\$48.55	\$ 873.90
19.49	Tapón macho negro de 38 mm	pza	8	\$40.81	\$ 326.48
19.50	Coladera marca Helvex número 1342-35-CH	pza	19	\$961.50	\$ 18,268.50
19.51	Coladera marca Helvex número 2584	pza	12	\$1,904.63	\$ 22,855.56
19.52	Abrazadera figura SC-65 de 100 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	175	\$68.56	\$ 11,998.00
19.53	Abrazadera figura SC-65 de 38 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, tres rondanas, tres tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	65	\$50.18	\$ 3,261.70
19.54	Inodoro de marca Ideal Standard de modelo Olimpico, con spud de 38 mm en color blanco	pza	66	\$1,948.49	\$ 128,600.34
19.55	Mingitorio de marca Ideal Standard modelo Colony con spud de 19 mm	pza	24	\$1,529.30	\$ 36,703.20
19.56	Lavabo de marca Ideal Standard de modelo Ovalin Grande de color blanco	pza	60	\$739.91	\$ 44,394.60
19.57	Lavadero de granito blanco de 0.71 x 0.71 m	pza	12	\$222.30	\$ 2,667.60
19.58	Cespol para lavabo de marca Helvex de modelo TV-016	pza	61	\$381.55	\$ 23,274.55
19.59	Contra para lavabo de marca Helvex de modelo SH-058	pza	61	\$344.72	\$ 21,027.92
19.60	Contra rejilla para vertedero de 38 mm	pza	7	\$120.61	\$ 844.27
19.61	Contra canasta para fregadero marca Helvex modelo H-8801	pza	1	\$699.47	\$ 699.47
19.62	Trampa de grasa de marca Josac de 45 kg	pza	1	\$7,048.69	\$ 7,048.69
19.63	Asiento alargado lider M-230 de color blanco de la marca Ideal Standard	pza	66	\$207.39	\$ 13,687.74
SUBTOTAL DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS, EN LABORATORIOS Y COCINETAS					\$ 682,180.53

**TABLA VI.20 "COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES
Y DESAGÜES DE PASILLOS"**

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, abrazaderas tar en las uniones de tubo-tubo de fierro fundido, abrazaderas tar en las uniones de tubo-conexiones de fierro fundido, abrazaderas con coples neopreno con abrazaderas de tuberías de acero soldado a tuberías de cobre, maniobras, elevación, fletes, acarreo, trazos, nivelación, soprtes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, herramientas, mano de obra especializada, pruebas hidrostática, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	C O N C E P T O	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
20.01	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 250 x 3 mm	pza	32	\$2,414.18	\$ 77,253.76
20.02	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 200 x 3 mm	pza	72	\$1,788.21	\$ 128,751.12
20.03	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 200 x 1.5 mm	pza	10	\$894.10	\$ 8,941.00
20.04	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 150 x 3 mm	pza	30	\$980.67	\$ 29,420.10
20.05	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 150 x 1.5 mm	pza	12	\$596.28	\$ 7,155.36
20.06	Tubo de fierro fundido Tisa Tar de 100 x 3 mm	pza	20	\$646.40	\$ 12,928.00
20.07	Codo Tisa Tar de 90 x 200 mm	pza	8	\$782.43	\$ 6,259.44
20.08	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 90 x 100 mm	pza	20	\$172.49	\$ 3,449.80
20.09	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 45 x 200 mm	pza	6	\$588.94	\$ 3,533.64
20.10	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 45 x 150 mm	pza	2	\$243.29	\$ 486.58
20.11	Codo de fierro fundido Tisa Tar de 45 x 100 mm	pza	2	\$162.44	\$ 324.88
20.12	Yee Tisa-Tar de 200 x 150 mm	pza	18	\$1,257.63	\$ 22,637.34
20.13	Yee de fierro fundido Tisa Tar de 150 x 100 mm	pza	12	\$380.31	\$ 4,563.72
20.14	Reducción Tisa Tar de 200 x 150 mm	pza	6	\$399.56	\$ 2,397.36
20.15	Reducción de fierro fundido Tisa Tar de 150 x 100 mm	pza	18	\$153.20	\$ 2,757.60
20.16	Reducción de fierro fundido Tisa Tar de 100 x 51mm	pza	10	\$112.45	\$ 1,124.50
20.17	Cople de neopreno con abrazadera de 250 mm	pza	28	\$389.52	\$ 10,906.56
20.18	Cople de neopreno con abrazadera de 200 mm	pza	102	\$279.41	\$ 28,499.82
20.19	Cople de neopreno con abrazadera de 150 mm	pza	70	\$145.76	\$ 10,203.20
20.20	Cople de neopreno con abrazadera de 100 mm	pza	50	\$66.72	\$ 3,336.00
20.21	Cople de transición de fierro fundido a cobre CK 22	pza	10	\$209.03	\$ 2,090.30
20.22	Rejilla plana Mymaco con bisagras de 0.45 x 0.45 m	pza	4	\$1,104.83	\$ 4,419.32
20.23	Tubo de acero al carbón sin costura cédula 40 de 64 mm	m	292	\$208.06	\$ 60,753.52
20.24	Tee de acero al carbón cédula 40 de 64 mm	m	90	\$295.72	\$ 26,614.80
20.25	Codo de acero al carbón de 90 x 64 mm	pza	20	\$180.98	\$ 3,619.60
20.26	Codo de acero al carbón de 45 x 64 mm	pza	6	\$177.17	\$ 1,063.02
20.27	Reducción campana de acero al carbón de 100 x 64 mm	pza	2	\$292.48	\$ 584.96
20.28	Reducción de campana de acero al carbón de 64 x 51 mm	pza	10	\$195.83	\$ 1,958.30
20.29	Inserción de 51 mm en tubo de 64 mm	pza	90	\$175.86	\$ 15,827.40
20.30	Cople negro liso de 51 mm	pza	90	\$67.20	\$ 6,048.00
20.31	Tubo de cobre de tipo "M" de 51 mm	m	567	\$154.43	\$ 87,561.81
20.32	Codo de cobre de 90 x 51 mm	pza	100	\$116.67	\$ 11,667.00
20.33	Codo de cobre de 45 x 51 mm	pza	210	\$109.00	\$ 22,890.00
20.34	Yee de cobre de 51 mm	pza	20	\$338.84	\$ 6,776.80
20.35	Conector de cobre de rosca exterior de 51 mm	pza	190	\$102.40	\$ 19,456.00
20.36	Conector de cobre de rosca interior de 51 mm	pza	20	\$110.18	\$ 2,203.60

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

**TABLA VI.20 “COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES
Y DESAGÜES DE PASILLOS”**
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
20.37	Tapón macho negro de 51 mm	pza	20	\$48.55	\$ 971.00
20.38	Cople de cobre de 51 mm	pza	80	\$52.32	\$ 4,185.60
20.39	Coladera marca Helvex numero 632-H	pza	100	\$596.93	\$ 59,693.00
20.40	Coladera marca Helvex numero 444 - X	pza	20	\$545.88	\$ 10,917.60
20.41	Niple de fierro galvanizado de 300 mm de longitud por 100 mm de diámetro con cuerdas en uno de sus extremos	pza	20	\$299.74	\$ 5,994.80
20.42	Niple de fierro galvanizado de 200 mm de longitud por 50 mm de diámetro con cuerdas en uno de sus extremos	pza	100	\$89.94	\$ 8,994.00
20.41	Abrazadera Omega de la figura SC-65 de 51 mm	pza	150	\$50.75	\$ 7,612.50
20.42	Abrazadera Omega de la figura SC-262 de 200 mm	pza	40	\$126.80	\$ 5,072.00
20.43	Abrazadera Omega de la figura SC-260 de 200 mm	pza	6	\$181.36	\$ 1,088.16
20.44	Abrazadera Omega de la figura SC-260 de 150 mm	pza	90	\$116.06	\$ 10,445.40
SUBTOTAL COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES Y DESAGÜES DE PASILLOS					\$ 753,438.27

TABLA VI.21 "INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO"

C O N C E P T O					
<p><i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreos, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, conexiones eléctricas, zapatas para tierra en tablero, zapata para tierras derivadas en tablero, cintas plásticas y vulcanizadas, identificación de cableados eléctricos derivados en el interior del tablero eléctrico con cinta 3M, identificación de cada protección termomagnéticas en tablero con placa de baquelita, identificación del tablero con placa de baquelita, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i></p>					
CLAVE	C O N C E P T O	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
21.01	Tablero I-Line KA225M121A con interruptor principal de 3P de 150 Amperes, marca Square' D	pza	1	\$9,379.99	\$ 9,379.99
21.02	Interruptor termomagnético I-LINE CAT-FA36015	pza	3	\$2,210.37	\$ 6,631.11
21.03	Interruptor termomagnético I-LINE CAT-FA36030	pza	1	\$2,210.37	\$ 2,210.37
21.04	Interruptor termomagnético I-LINE CAT-FA36040	pza	1	\$2,210.37	\$ 2,210.37
21.05	Interruptor termomagnético I-LINE CAT-FA36070	pza	1	\$2,569.42	\$ 2,569.42
21.06	Ducto cuadrado embisagrado de 10 x 10 x 152 cm	pza	10	\$295.83	\$ 2,958.30
21.07	Tapa de cierre para ducto de 10 x 10 cm	pza	1	\$72.89	\$ 72.89
21.08	Codo de 90° para ducto cuadrado de 10 x 10 cm	pza	1	\$308.08	\$ 308.08
21.09	Tubo Conduit PGG de 13 mm con cople	pza	40	\$59.87	\$ 2,394.80
21.10	Tubo Conduit PGG de 19 mm con cople	pza	5	\$71.90	\$ 359.50
21.11	Tubo Conduit PGG de 25 mm con cople	pza	5	\$98.56	\$ 492.80
21.12	Tubo Conduit PGG de 51 mm con cople	pza	1	\$216.28	\$ 216.28
21.13	Codo Conduit PGG de 13 mm con cople	pza	11	\$33.39	\$ 367.29
21.14	Codo Conduit PGG de 19 mm con cople	pza	1	\$36.43	\$ 36.43
21.15	Codo Conduit PGG de 25 mm con cople	pza	1	\$47.75	\$ 47.75
21.16	Condulet LB-17 con tapa y empaque de 13 mm	pza	28	\$85.86	\$ 2,404.08
21.17	Condulet LB-27 con tapa y empaque de 19 mm	pza	2	\$97.36	\$ 194.72
21.18	Condulet LB-37 con tapa y empaque de 25 mm	pza	2	\$138.96	\$ 277.92
21.19	Condulet OT-17 con tapa y empaque de 13 mm	pza	2	\$96.96	\$ 193.92
21.20	Dos contras y monitor de 13 mm	pza	11	\$11.10	\$ 122.10
21.21	Dos contras y monitor de 19 mm	pza	6	\$11.93	\$ 71.58
21.22	Dos contras y monitor de 25 mm	pza	8	\$14.46	\$ 115.68
21.23	Dos contras y monitor de 51 mm	pza	6	\$24.12	\$ 144.72
21.24	Tubo flexible Licuatite de 13 mm	m	11	\$21.66	\$ 238.26
21.25	Conector recto Licuatite de 13 mm	pza	22	\$26.81	\$ 589.82
21.26	Tubo flexible Licuatite de 19 mm	m	1	\$26.34	\$ 26.34
21.27	Tubo flexible Licuatite de 25 mm	m	1	\$32.75	\$ 32.75
21.28	Conector recto Licuatite de 19 mm	pza	2	\$32.79	\$ 65.58
21.29	Conector recto Licuatite de 25 mm	pza	2	\$40.35	\$ 80.70
21.30	Cable THW calibre 8 AWG marca Condux	m	30	\$8.02	\$ 240.60
21.31	Cable THW calibre 10 AWG marca Condux	m	180	\$5.59	\$ 1,006.20
21.32	Cable THW calibre 12 AWG marca Condux	m	205	\$4.24	\$ 869.20
21.33	Cable THW calibre 14 AWG marca Condux	m	495	\$3.33	\$ 1,648.35
21.34	Cable desnudo calibre 10 AWG marca Condux	m	30	\$4.39	\$ 131.70
21.35	Cable desnudo calibre 12 AWG marca Condux	m	60	\$3.33	\$ 199.80
21.36	Cable desnudo calibre 14 AWG marca Condux	m	30	\$2.65	\$ 79.50

Esta tabla continúa en la página siguiente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA VI.21 "INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO"
(continúa de la página anterior)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
21.37	Cable de uso rudo de 2 x 14 AWG marca Condumex	m	2	\$10.55	\$ 21.10
21.38	Conector para cable de uso rudo	pza	2	\$11.87	\$ 23.74
21.39	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 13 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	70	\$33.61	\$ 2,352.70
21.40	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 19 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	10	\$40.86	\$ 408.60
21.41	Abrazadera figura U-10 con unicanal de 25 mm, incluye: varilla roscada de 10 mm de diámetro, rondanas, tuercas hexagonales, taquetes expansivos	pza	10	\$41.31	\$ 413.10
21.42	Conexión eléctrica a bomba de 7.5 HP	pza	3	\$145.88	\$ 437.64
21.43	Conexión eléctrica a bomba de 5 HP	pza	3	\$145.88	\$ 437.64
21.44	Conexión eléctrica a bomba contra incendio con motor eléctrico	pza	1	\$291.72	\$ 291.72
21.45	Conexión eléctrica a bomba contra incendio con motor de combustión interna	pza	1	\$388.94	\$ 388.94
21.46	Conexión eléctrica de compresor de 1 HP	pza	2	\$129.53	\$ 259.06
21.47	Conexión eléctrica a bomba de achique de 0.5 HP	pza	1	\$129.65	\$ 129.65
21.48	Conexión de electroniveles	pza	12	\$35.00	\$ 420.00
21.49	Conexión de tablero de control	pza	6	\$525.10	\$ 3,150.60
SUBTOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO					\$ 47,723.39

**TABLA VI.22 “INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PROGRAMADORES
Y VÁLVULAS SOLENOIDES”**

C O N C E P T O					
<i>Suministro y colocación de los siguiente conceptos que se describen a continuación, Incluye: materiales consumibles, maniobras, elevación, fletes, acarreos, trazos, nivelación, soportes, pasos, ranuras, andamios, escaleras con protección antiderrapante en las patas, desperdicios, retiro de sobrantes, cortes, conexiones eléctricas, zapatas para tierra en centro de carga, cintas plásticas y vulcanizadas, identificación de cableados eléctricos derivados en el interior del centro de carga con cinta 3M, identificación de cada protección termomagnéticas en centro de carga con placa de baquelita, identificación del centro de carga con placa de baquelita, herramientas, mano de obra especializada, limpieza y todo lo necesario para su correcta instalación.</i>					
CLAVE	CONCEPTO	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
22.01	Tubo de PVC pesado de 13 mm con cople	pza	72	\$25.43	\$ 1,830.96
22.02	Tubo de PVC pesado de 19 mm con cople	pza	40	\$31.91	\$ 1,276.40
22.03	Codo de PVC pesado de 19 mm con cople	pza	10	\$17.94	\$ 179.40
22.04	Caja de PVC pesado de 13 mm	pza	3	\$42.08	\$ 126.24
22.05	Caja de PVC pesada de 19 mm con tapa	pza	5	\$45.62	\$ 228.10
22.06	Conector de PVC pesado de 13 mm	pza	6	\$9.66	\$ 57.96
22.07	Conector de PVC pesado de 19 mm	pza	8	\$10.59	\$ 84.72
22.08	Cable THW calibre 14 AWG marca Conduflex	m	750	\$3.33	\$ 2,497.50
22.09	Conexión electrónico programador y sensor	pza	3	\$175.03	\$ 525.09
22.10	Cable de uso rudo de 2x14 AWG marca Conduflex	m	9	\$10.55	\$ 94.95
22.11	Conector para cable de uso rudo	pza	8	\$11.87	\$ 94.96
22.12	Contacto sencillo polarizado de 127 volts	pza	2	\$56.19	\$ 112.38
22.13	Interruptor termomagnético 1P-15A Qo	pza	2	\$114.57	\$ 229.14
22.14	Centro de carga Qo-2	pza	3	\$164.41	\$ 493.23
SUBTOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PROGRAMADORES Y VALVULAS SOLENOIDES					\$ 7,831.03

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA VI.23 "PROGRAMA DE AVANCE DE LA OBRA EN PORCENTAJE"

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	QUINCENA			
		1	2	3	4
		DEL 17 AL 27 DE ABRIL	DEL 28 ABRIL AL 11 DE MAYO	DEL 12 AL 25 DE MAYO	26 DE MAYO A 8 DE JUNIO
1-	TOMA DE AGUA POTABLE Y LLENADO DE CISTERNAS	-----	-----	-----	100%
2-	CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS	-----	-----	-----	-----
3-	SUCCIÓN Y DESCARGA DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO AGUA POTABLE	-----	-----	-----	-----
4-	REDES DE DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	-----	40%	40%	20%
5-	ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS DE HOMBRES, MUJERES, EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS	-----	20%	20%	25%
6-	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO AGUA TRATADA	-----	-----	-----	-----
7-	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA TRATADA DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	-----	40%	40%	20%
8-	ALIMENTACIÓN AGUA TRATADA A SANITARIOS HOMBRES Y MUJERES	-----	40%	40%	20%
9-	SUCCIÓN Y DESCARGA BOMBAS CONTRA INCENDIO	-----	-----	-----	-----
10-	RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A HIDRANTES EDIFICIO II.	-----	40%	40%	20%
11-	SUCCIÓN Y DESCARGA BOMBAS PARA RIEGO	-----	40%	40%	20%
12-	RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)	-----	-----	-----	40%
13-	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	-----	-----	75%	-----
14-	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	-----	-----	75%	-----
15-	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO	-----	-----	75%	-----
16-	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO RIEGO Y BOMBA PARA ACHIQUE	-----	-----	75%	-----
17-	INSTALACIÓN DE BOMBAS PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO, REBOSADERO Y DESAGÜE DE CISTERNAS	-----	-----	-----	-----
18-	BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y COLUMNAS DE DOBLE VENTILACIÓN	-----	40%	20%	20%
19-	DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS, EN LABORATORIOS Y COCINETAS	-----	20%	40%	20%
20-	COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES Y DESAGÜES DE PASILLOS	20%	20%	20%	20%
21-	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO	-----	-----	-----	-----
22-	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PROGRAMADORES Y VÁLVULAS SOLENOIDES	-----	-----	-----	20%
	SUMA	0.91%	13.64%	27.27%	15.68%
	ACUMULADO	0.91%	14.55%	41.82%	57.50%

ESTA TABLA CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA

No se presenta el presupuesto de obra civil en virtud de no ser objeto de este estudio.

TABLA VI.23 "PROGRAMA DE AVANCE DE LA OBRA EN PORCENTAJE"
(Continúa de la página anterior)

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	QUINCENA			SUMAS
		5 DEL 9 AL 22 DE JUNIO	6 23 DE JUNIO AL 6 DE JULIO	7 DEL 7 AL 17 DE JULIO	
1	TOMA DE AGUA POTABLE Y LLENADO DE CISTERNAS	-----	-----	-----	100%
2	CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS	50%	50%	-----	100%
3	SUCCIÓN Y DESCARGA DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	50%	50%	-----	100%
4	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	-----	-----	-----	100%
5	ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES, EN LABORATORIOS Y	25%	10%	-----	100%
6	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	50%	50%	-----	100%
7	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA TRATADA DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	-----	-----	-----	100%
8	ALIMENTACIÓN DE AGUA TRATADA EN SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES	-----	-----	-----	100%
9	SUCCIÓN Y DESCARGA BOMBAS CONTRA INCENDIO	50%	50%	-----	100%
10	RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A HIDRANTES EDIFICIO II.	-----	-----	-----	100%
11	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS PARA RIEGO	-----	-----	-----	100%
12	RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)	40%	20%	-----	100%
13	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	-----	25%	-----	100%
14	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	-----	25%	-----	100%
15	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO	-----	25%	-----	100%
16	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO PARA RIEGO Y BOMBA PARA ACHIQUE	-----	25%	-----	100%
17	INSTALACIÓN DE BOMBAS PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO, REBOSADERO Y DESAGÜE DE CISTERNAS	100%	-----	-----	100%
18	BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y COLUMNAS DE DOBLE VENTILACIÓN	20%	-----	-----	100%
19	DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS, EN LABORATORIOS Y COCINETAS	20%	-----	-----	100%
20	COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES Y DESAGÜES DE PASILLOS	20%	-----	-----	100%
21	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO	-----	100%	-----	100%
22	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PROGRAMADORES Y VÁLVULAS SOLENOIDES	40%	40%	-----	100%
	SUMA	21.14%	21.36%	0%	100%
	ACUMULADO	78.64%	100%	100%	

No se presenta el presupuesto de obra civil en virtud de no ser objeto de este estudio.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA VI.24 "PROGRAMA DE EROGACIONES QUINCENALES DE LA OBRA EN PESOS"

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	IMPORTE	QUINCENA			
			1	2	3	4
			DEL 17 AL 27 DE ABRIL	DEL 28 DE ABRIL AL 11 DE	DEL 12 AL 25 DE MAYO	26 DE MAYO AL 8 DE JUNIO
1	TOMA DE AGUA POTABLE Y LLENADO DE CISTERNAS	\$90,364.64	-----	-----	-----	\$90,364.64
2	CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS	\$31,016.11	-----	-----	-----	-----
3	SUCCIÓN Y DESCARGA DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	\$45,597.62	-----	-----	-----	-----
4	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	\$26,402.64	-----	\$10,561.06	\$10,561.06	\$5,280.53
5	ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES, EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS	\$387,846.98	-----	\$77,569.40	\$77,569.40	\$96,961.75
6	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	\$65,715.25	-----	-----	-----	-----
7	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA TRATADA DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	\$49,695.22	-----	\$19,878.09	\$19,878.09	\$9,939.04
8	ALIMENTACIÓN DE AGUA TRATADA EN SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES	\$292,563.49	-----	\$117,025.40	\$117,025.40	\$58,512.70
9	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO	\$29,990.94	-----	-----	-----	-----
10	RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A HIDRANTES EDIFICIO II.	\$292,532.04	-----	\$117,012.82	\$117,012.82	\$58,506.41
11	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS PARA RIEGO	\$18,512.27	-----	\$7,404.91	\$7,404.91	\$3,702.45
12	RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)	\$228,844.40	-----	-----	-----	\$91,537.76
13	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	\$54,526.83	-----	-----	\$40,895.12	-----
14	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	\$36,780.05	-----	-----	\$27,585.04	-----
15	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO	\$91,314.40	-----	-----	\$68,485.80	-----
16	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO PARA RIEGO Y BOMBA PARA ACHIQUE	\$19,443.58	-----	-----	\$14,582.69	-----
17	INSTALACIÓN DE BOMBAS PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO, REBOSADERO Y DESAGUE DE CISTERNAS	\$7,504.48	-----	-----	-----	-----
18	BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y COLUMNAS DE DOBLE VENTILACIÓN	\$54,185.72	-----	\$21,674.29	\$10,837.14	\$10,837.14
19	DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS, EN LABORATORIOS Y COCINETAS	\$682,180.53	-----	\$136,436.11	\$272,872.21	\$136,436.11
20	COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES Y DESAGÜES DE PASILLOS	\$753,438.27	\$150,687.65	\$150,687.65	\$150,687.65	\$150,687.65
21	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO	\$47,723.39	-----	-----	-----	-----
22	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PROGRAMADORES Y VÁLVULAS SOLENOIDES	\$7,831.03	-----	-----	-----	\$1,566.21
	SUMA	\$3,314,009.88	\$150,687.65	\$658,249.71	\$935,397.32	\$714,332.39
	ACUMULADO	\$0	\$150,687.65	\$808,937.36	\$1,744,334.68	\$2,458,667.06

ESTA TABLA CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA

No se presenta el presupuesto de obra civil en virtud de no ser objeto de este estudio.

TABLA VI.24 "PROGRAMA DE EROGACIONES QUINCENALES DE LA OBRA EN PESOS"
(Continúa de la página anterior)

PAR TI DA	DESCRIPCIÓN	QUINCENA			SUMAS
		5	6	7	
		DEL 9 AL 22 DE JUNIO	DEL 23 DE JUNIO AL 6 DE JULIO	DEL 7 AL 17 DE JULIO	
1	TOMA DE AGUA POTABLE Y LLENADO DE CISTERNAS	-----	-----	-----	\$90,364.64
2	CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS	\$15,508.06	\$15,508.06	-----	\$31,016.11
3	SUCCIÓN Y DESCARGA EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	\$22,798.81	\$22,798.81	-----	\$45,597.62
4	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	-----	-----	-----	\$26,402.64
5	ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS DE HOMBRES, MUJERES, EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS	\$96,961.75	\$38,784.70	-----	\$387,846.98
6	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	\$32,857.63	\$32,857.63	-----	\$65,715.25
7	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA TRATADA DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	-----	-----	-----	\$49,695.22
8	ALIMENTACIÓN DE AGUA TRATADA EN SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES	-----	-----	-----	\$292,563.49
9	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO	\$14,995.47	\$14,995.47	-----	\$29,990.94
10	RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A HIDRANTES EDIFICIO II.	-----	-----	-----	\$292,532.04
11	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS PARA RIEGO	-----	-----	-----	\$18,512.27
12	RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)	\$91,637.76	\$45,768.88	-----	\$228,844.40
13	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	-----	\$13,631.71	-----	\$54,526.83
14	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	-----	\$9,195.01	-----	\$36,780.05
15	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO	-----	\$22,828.60	-----	\$91,314.40
16	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO PARA RIEGO Y BOMBA PARA ACHIQUE	-----	\$4,860.90	-----	\$19,443.58
17	INSTALACIÓN DE BOMBAS PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO, REBOSADERO Y DESAGÜE DE CISTERNAS	\$7,504.48	-----	-----	\$7,504.48
18	BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y COLUMNAS DE DOBLE VENTILACIÓN	\$10,837.14	-----	-----	\$54,185.72
19	DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS, EN LABORATORIOS Y COCINETAS	\$136,436.11	-----	-----	\$682,180.53
20	COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES Y DESAGÜES DE PASILLOS	\$150,687.65	-----	-----	\$753,438.27
21	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO	-----	\$47,723.39	-----	\$47,723.39
22	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PROGRAMADORES Y VÁLVULAS SOLENOIDES	\$3,132.41	\$3,132.41	-----	\$7,831.03
	SUMA	\$583,257.26	\$272,085.56	\$0	\$3,314,009.88
	ACUMULADO	\$3,041,924.33	\$3,314,009.88	\$3,314,009.88	

No se presenta el presupuesto de obra civil en virtud de no ser objeto de este estudio.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

TABLA VI.25 "PRESUPUESTO DE LA OBRA"

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
1	TOMA DE AGUA POTABLE Y LLENADO DE CISTERNAS	\$90,364.64
2	CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS	\$31,016.11
3	SUCCIÓN Y DESCARGA DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	\$45,597.62
4	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	\$26,402.64
5	ALIMENTACIONES DE AGUA POTABLE A SANITARIOS HOMBRES Y MUJERES EN LABORATORIOS Y BEBEDEROS	\$387,846.98
6	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS DEL EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	\$65,715.25
7	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA TRATADA DEL CUARTO DE BOMBAS A ACOMETIDA EDIFICIOS	\$49,695.22
8	ALIMENTACIÓN DE AGUA TRATADA EN SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES	\$292,563.49
9	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO	\$29,990.94
10	RED CONTRA INCENDIO DEL CUARTO DE BOMBAS A HIDRANTES EDIFICIO II.	\$292,532.04
11	SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS PARA RIEGO	\$18,512.27
12	RED DE RIEGO POR ASPERSIÓN Y VÁLVULA DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO (VAR)	\$228,844.40
13	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA TRATADA	\$54,526.83
14	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE	\$36,780.05
15	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO	\$91,314.40
16	SUMINISTRO, MANIOBRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO PARA RIEGO Y BOMBA PARA ACHIQUE	\$19,443.58
17	INSTALACIÓN DE BOMBAS PARA ACHIQUE DE CÁRCAMO, REBOSADERO Y DESAGÜE DE CISTERNAS	\$7,504.48
18	BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y COLUMNAS DE DOBLE VENTILACIÓN	\$54,185.72
19	DESAGÜES Y VENTILACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS, EN LABORATORIOS Y COCINETAS	\$682,180.53
20	COLECTORES, BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES Y DESAGÜES DE PASILLOS	\$753,438.27
21	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS DE BOMBEO	\$47,723.39
22	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PROGRAMADORES Y VÁLVULAS SOLENOIDES	\$7,831.03
	SUMA	\$3,314,009.88

No se presenta el presupuesto de obra civil en virtud de no ser objeto de este estudio.

COSTO DE LA OBRA:	\$ 3,314,009.88
IVA:	\$ 497,101.48
TOTAL:	\$ 3,811,111.36

Como se observa en la tabla anterior el costo total, incluyendo el IVA, de las instalaciones Hidrosanitarias, Pluvial y Contra Incendio de un Centro Educativo es de \$ 3'811,111.36 (TRES MILLONES OCHO ONCE MIL CIENTO ONCE PESOS 36/100 M.N.)

VI.5 LICITACIÓN

Por definición licitar es ofrecer precio por algo en una pública subasta o almoneda. En el ambiente de la Ingeniería Civil, licitación es un proceso donde se hace una propuesta que puede ser restringida o abierta mediante una convocatoria para la realización de un proyecto de Ingeniería Civil y donde el convocante aceptará la que mejor convenga a sus intereses.

VI.5.1 ANÁLISIS DE PRECIOS PARA CONCURSO

Los concursos de obra por lo general son desarrollados por instituciones públicas cuyo marco legal lo establece la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, así como la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, refiriéndose a esta última en este apartado.

De acuerdo al Diario Oficial de la Federación, establece lo siguiente:

Artículo 1 La presente ley es de orden público y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto y control de las adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles y la prestación de servicios de cualquier naturaleza, que realicen:

- a) Las unidades administrativas de la Presidencia de la República;
 - b) Las Secretarías de Estado, Departamentos Administrativos y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal;
 - c) La Procuraduría general de la República;
 - d) Los organismos descentralizados;
 - e) Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos en los que el fideicomitente sea el gobierno federal o una entidad paraestatal, y
 - f) Las entidades federativas, con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que, en su caso, corresponda a los municipios interesados.
- No quedan comprendidos los fondos previstos en el Capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal para el Distrito Federal.

Las personas de derecho público de carácter federal con autonomía derivada de la Constitución, aplicarán los criterios y procedimientos previstos en esta Ley, en lo

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

que no se contraponga a los ordenamientos legales que los rigen, sujetándose a sus propios órganos de control.

Los contratos que celebren las dependencias con las entidades o entre entidades, y los actos jurídicos que se celebren entre dependencias, o bien los que se lleven a cabo entre alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal con alguna perteneciente a la administración pública de una entidad federativa, no estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley, no obstante, dichos actos quedarán sujetos a este ordenamiento cuando la dependencia o entidad obligada a entregar el bien o prestar el servicio, no tenga capacidad para hacerlo por si misma y contrate un tercero para su realización.

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias a que se refiere este artículo. Las dependencias y entidades se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o cualquier tipo de contratos, que evadan lo previsto en este ordenamiento.

Según el artículo dos de la citada Ley, se entenderá por:

- a) Proveedor: es la persona con la que se celebre contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, y
- b) Licitante: la persona que participe en cualquier procedimiento de licitación pública o bien de invitación a cuando menos tres personas.

El artículo 13, párrafo segundo establece: Tratándose de bienes cuyo proceso de fabricación sea superior a 90 días, la dependencia o entidad deberá otorgar por lo menos el veinte por ciento de anticipo, salvo la existencia de causas que impidan a la convocante hacerlo.

El artículo 26 del Título Tercero "De los procedimientos de contratación", capítulo Primero, Generalidades, establece: Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, mediante los procedimientos que a continuación se señalan:

- a) Licitación pública
- b) Invitación a cuando menos tres personas, o

c) Adjudicación directa

El artículo 36, penúltimo establece: Si resultare que dos o más proposiciones son solventes porque satisfacen la totalidad de los requerimientos solicitados por el convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo, incluyendo, en su caso, el porcentaje previsto por el artículo 14 de este ordenamiento.

VI.5.2 CONTRATO

Se define como el acuerdo entre dos partes, uno llamado comprador y el otro llamado vendedor, o de manera general, el contrato es un acuerdo entre partes. De otra manera, el contrato es el instrumento legal que reglamenta las relaciones entre dos elementos que intervienen en la consecución de un fin.

El contrato se divide en dos partes: Declaraciones y Cláusulas. Las declaraciones enuncian las intenciones, las personalidades y la capacidad de las partes. Las cláusulas establecen los derechos, obligaciones y responsabilidades de las partes.

Un contrato de construcción debe contener como mínimo aclarado los siguientes conceptos:

- a) Objeto del contrato
- b) Importe del contrato
- c) Forma de pago
- d) Tiempo de construcción
- e) Reducción de trabajos
- f) Aumento de trabajos
- g) Contingencias de fuerza mayor
- h) Contingencias previstas en el contrato
- i) Relaciones con terceros
- j) Garantías
- k) Responsabilidades
- l) Obligaciones
- m) Sanciones
- n) Solución de controversias (arbitraje)

De acuerdo con los ordenamientos legales existen dos tipos de contratación: De prestación de servicios profesionales (de administración) y de compromiso empresarial a precio unitario o a precio alzado.

VI.5.3 CONTRATO DE PRECIO ALZADO

Por lo general, los contratos a precio alzado se adoptan para la construcción de instalaciones de una naturaleza "tipificada", proyectada y construida por la misma organización. En este caso el cliente sólo proporciona las especificaciones del tipo de rendimiento y los dibujos de la distribución preliminar. Entonces la organización especialista produce un diseño detallado y construye el proyecto.

Por consiguiente, las estimaciones incluyen el costo del diseño detallado y los planos de la obra así como la construcción. Debido a que los contratos a precio alzado suelen ser de una naturaleza común, se tienen disponibles costos "estándares", a partir de los cuales se produce la estimación detallada en una etapa temprana debido a que los costos finales de una especificación de rendimiento relacionados con la construcción típica se conocen a partir de la experiencia pasada y de los procedimientos contables detallados.

VI.5.4 CONTRATO A PRECIO UNITARIO

Cuando se tienen disponibles los planos y especificaciones y se define el alcance de la obra, pero sólo se pueden establecer cantidades aproximadas, se celebra un contrato a precio unitario. En este caso se requiere una estimación de precios unitarios, en donde toda la obra se divide en unidades mensurables para las cuales se establece un costo, estimando analíticamente las constantes de mano de obra, uso y desperdicio de materiales, y requerimientos de equipo-hora. A este costo unitario se le añade un porcentaje para cubrir los gastos generales y la utilidad. Se estima el reembolso para el constructor midiendo las unidades de obra conforme progresa el contrato y aplicando los precios unitarios estimados ofrecidos. Este método de fijación de precio permite que el trabajo de construcción comience sin saber las cantidades exactas implicadas y resulta útil en las obras grandes de ingeniería que involucran grandes volúmenes. Se puede emplear una

escala deslizante a un precio unitario estimado para ajustar las cifras para tomar en cuenta las cantidades en exceso o de menos.

VI.5.4.1 ÍNDICES DE COSTO

Los índices de los precios de construcción son útiles para muchas cosas. Un economista necesita reducir los costos de la construcción para expresarlos en dinero de poder adquisitivo constante, los valuadores y los corredores de seguro los necesitan para preparar estimaciones del costo de reemplazo de los edificios con propósitos de seguros, el analista de precios unitarios los necesita para adaptar los datos de los costos históricos y geográficos a un lugar y tiempo específicos.

Los índices de precios se dividen básicamente en dos clases:

- 1) Índices de precios de insumos, que miden los cambios de precio que tienen lugar en los insumos de la construcción, tales como tasas de salarios, precios del material, o costos del equipo.
- 2) Índices de producción, que miden los cambios de precios en los niveles de producción o in situ.

Establecido lo anterior, conocido el volumen total de obra, éste debe revisarse en búsqueda de costos ocultos, es decir, deberá analizarse cada uno de los precios verificando el impacto que éste presente sobre el costo total de obra, con la finalidad de presentar precios competitivos.

Con este inciso se concluye Ingeniería de Costos habiendo logrado el conocimiento del presupuesto que tiene este proyecto, y no se presenta el presupuesto de obra civil en virtud de no ser objeto de este estudio.

A continuación se presentan las Conclusiones y Recomendaciones propias de este estudio.

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez concluido el proyecto de este Centro Educativo, se logra cumplir el objetivo primordial de éste trabajo que es crear nuevos espacios escolares para la población en la Ciudad de México, debido al crecimiento estudiantil de manera sobresaliente con el paso del tiempo, y resulta prioritario el encontrar lugares en donde se construya un nuevo Centro Educativo, por ello se propuso el tema para la construcción del mismo.

Se hizo la descripción de cada uno de los estudios necesarios para que fuera viable este proyecto, determinando los servicios futuros y el conocimiento sobre los efectos que resultó en la construcción y urbanización con el uso de los recursos del sitio.

En el primer capítulo llamado "Antecedentes", se concluye que en base a la descripción del proyecto en estudio y con la determinación de las fuentes de abastecimiento y las descargas de aguas residuales y pluviales estuvo enfocado en la determinación de las características de las instalaciones hidrosanitarias en base a los alcances del proyecto.

Respecto a la Metodología para el Diseño de las Instalaciones que corresponde al capítulo II de este estudio, se puede decir que en función de sus planos arquitectónicos y topográficos, la determinación de la superficie del inmueble y el destino del mismo con respecto del número de habitantes y los sistemas constructivos y del equipo de bombeo, así como su incorporación a los servicios ya existentes, así como los requerimientos en materia inmobiliaria, basándose en las Normas y Reglamentos vigentes.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

La conclusión que se puede obtener del análisis del Capítulo III que presenta el Impacto Urbano en Materia Hidrosanitaria, es que, y en función de su tramitología para el diseño hidrosanitario será lograr el dictamen de la evaluación del proyecto hidrosanitario y la obtención de los gastos máximos y los de diseño en las instalaciones y obras que no afectarán de un modo sustancial el entorno urbano.

En este capítulo se concluye también que el Impacto Ambiental no sufrirá ninguna situación de anormalidad y no requeriría de un estudio más profundo, dado que el proyecto se realizó en un predio que anteriormente era ocupado como corrales de un rastro y se presume que no hubo degradación del medio ambiente.

En el Capítulo IV denominado Diseño de las Instalaciones Hidrosanitarias Pluvial y Contra Incendio, se concluye que tanto la instalación para el suministro de agua potable deberá ser congruente con la que la Delegación Política correspondiente a la zona en estudio sea suficiente para lograr el correcto abastecimiento y desalojo de aguas del Centro Educativo.

Además que el Diseño de las instalaciones para el agua tratada, residual, riego y pluviales, así como el equipo de bombeo están dentro de los parámetros que rigen las Normas correspondientes vigentes, ya que se basó en el método más utilizado para el cálculo de las redes de distribución interior de agua que es el denominado Método de los gastos probables.

La conclusión del Capítulo V que es el Sistema Operativo y Mantenimiento de las Instalaciones, es que en función del diseño proporcionado en el Capítulo anterior se requiere que el sistema operativo y mantenimiento sea manejado en forma adecuada para lograr un sistema operativo eficiente.

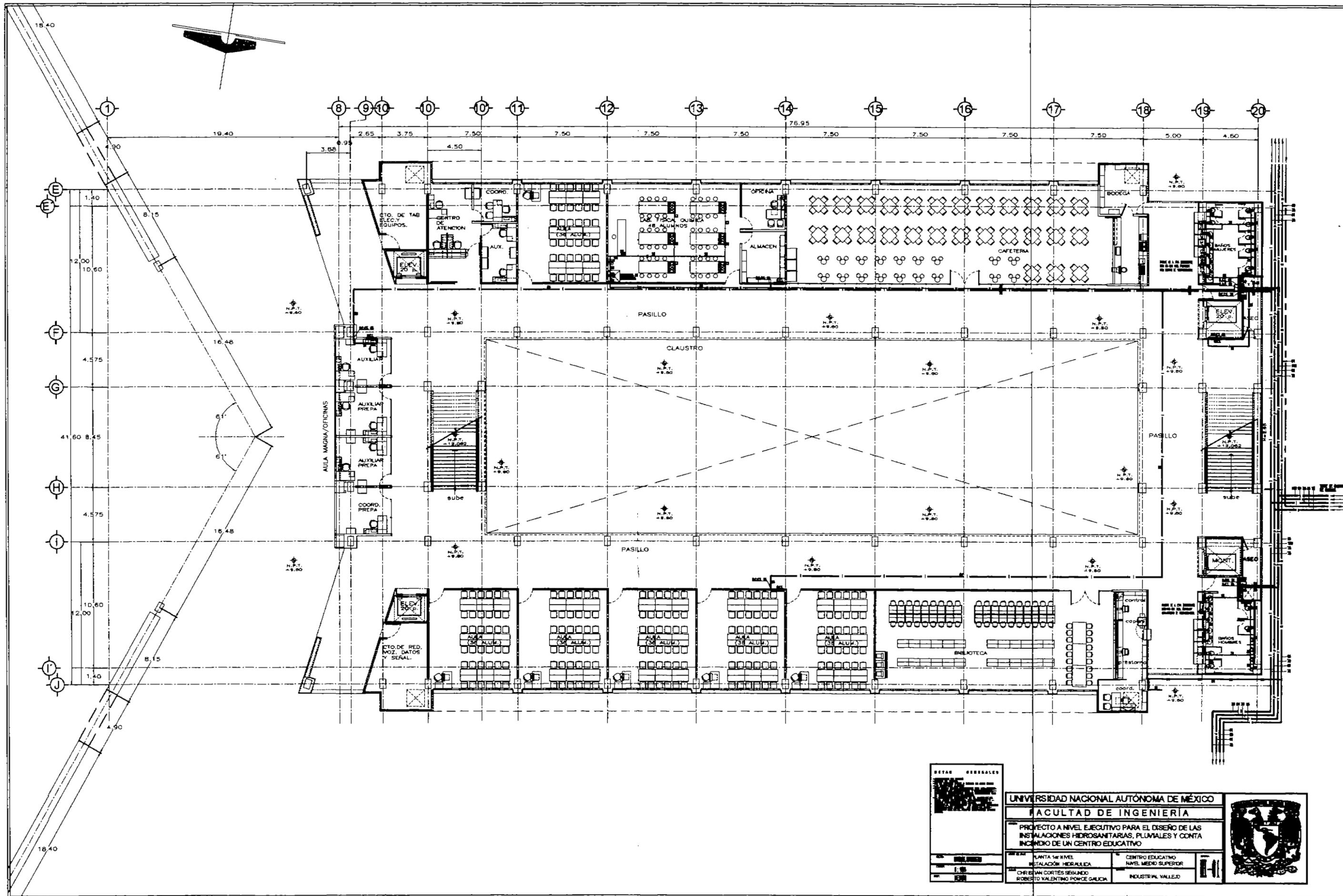
Finalmente en el Capítulo VI referente a Ingeniería de Costos, se observa que el costo total de la obra en cuanto a instalaciones sanitarias se refiere resulta ser aceptable, ya que todas las unidades que integraron la organización de este estudio tuvieron parte activa e interactiva en el logro del fin último que fue la maximización de la utilidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusión final se comenta y si deberán seguirse los lineamientos generales en este estudio se podrá lograr el éxito en este tipo de proyecto recomendándose que con una planificación y coordinación en la planeación, construcción, operación y mantenimiento y desarrollo y transferencia de caudales de agua potable, residual, pluvial y tratada de los sistemas hidráulicos, se establecen metas y estrategias para el logro de sus objetivos.

ANEXO I

PLANOS



DETAL GENERALES	
NO.	1
ESCALA	1:50
FECHA	1978

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO DE LAS
 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUMBALES Y CANTA
 INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO

PROYECTISTA	ALANTA 1er NIVEL	CENTRO EDUCATIVO
COORDINADOR	INSTALACIÓN HIDRAULICA	NIVEL MEDIO SUPERIOR
PROYECTISTA	CHRISTIAN CORTÉS SEGUNDO	INDUSTRIAL VALLEJO
PROYECTISTA	ROBERTO VALENTINO PONCE GALICIA	





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

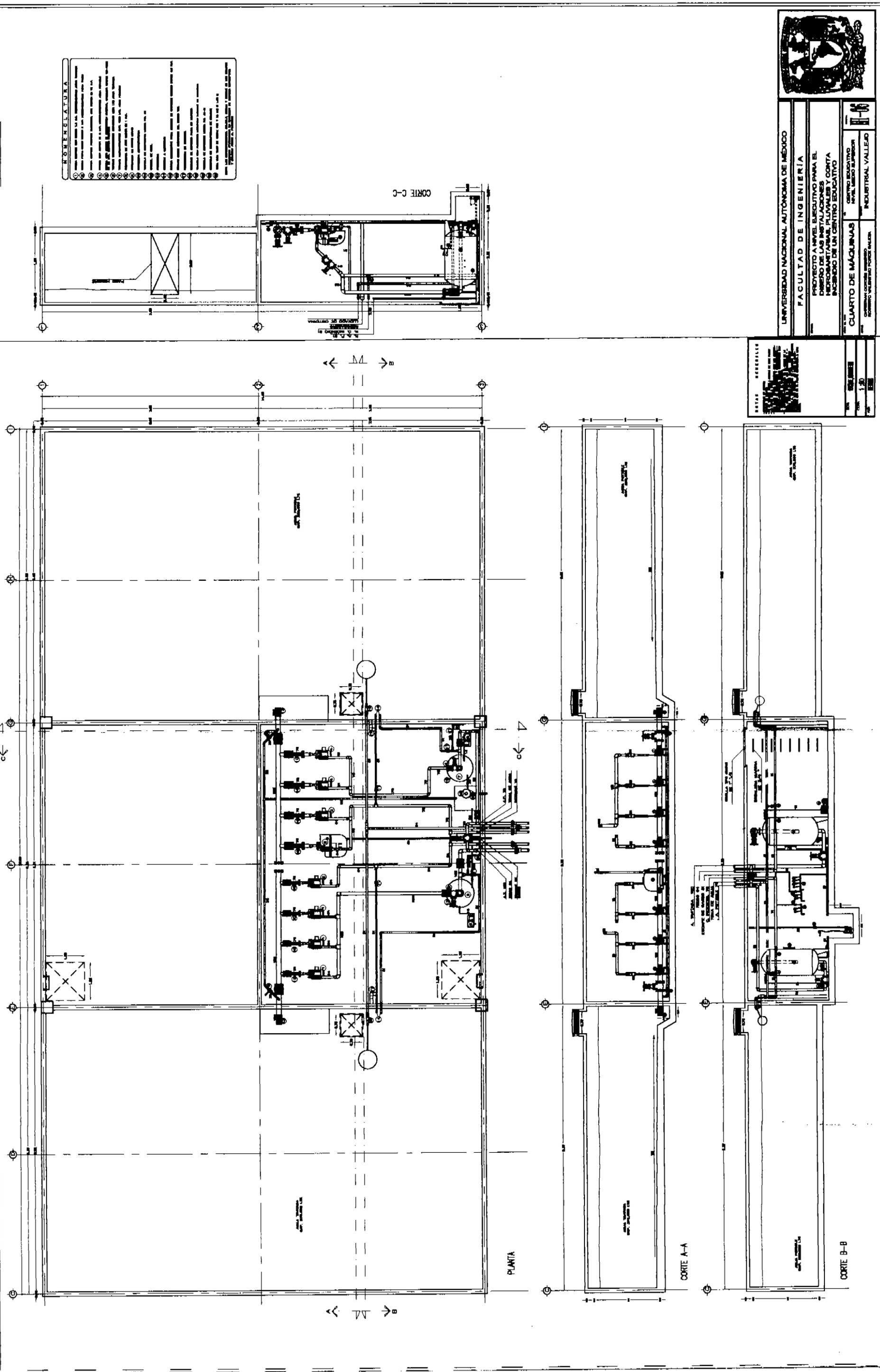
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL
DISEÑO DE LAS INSTALACIONES
HIDROMÉTICAS, PLUVIALES Y CONTRA
INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO

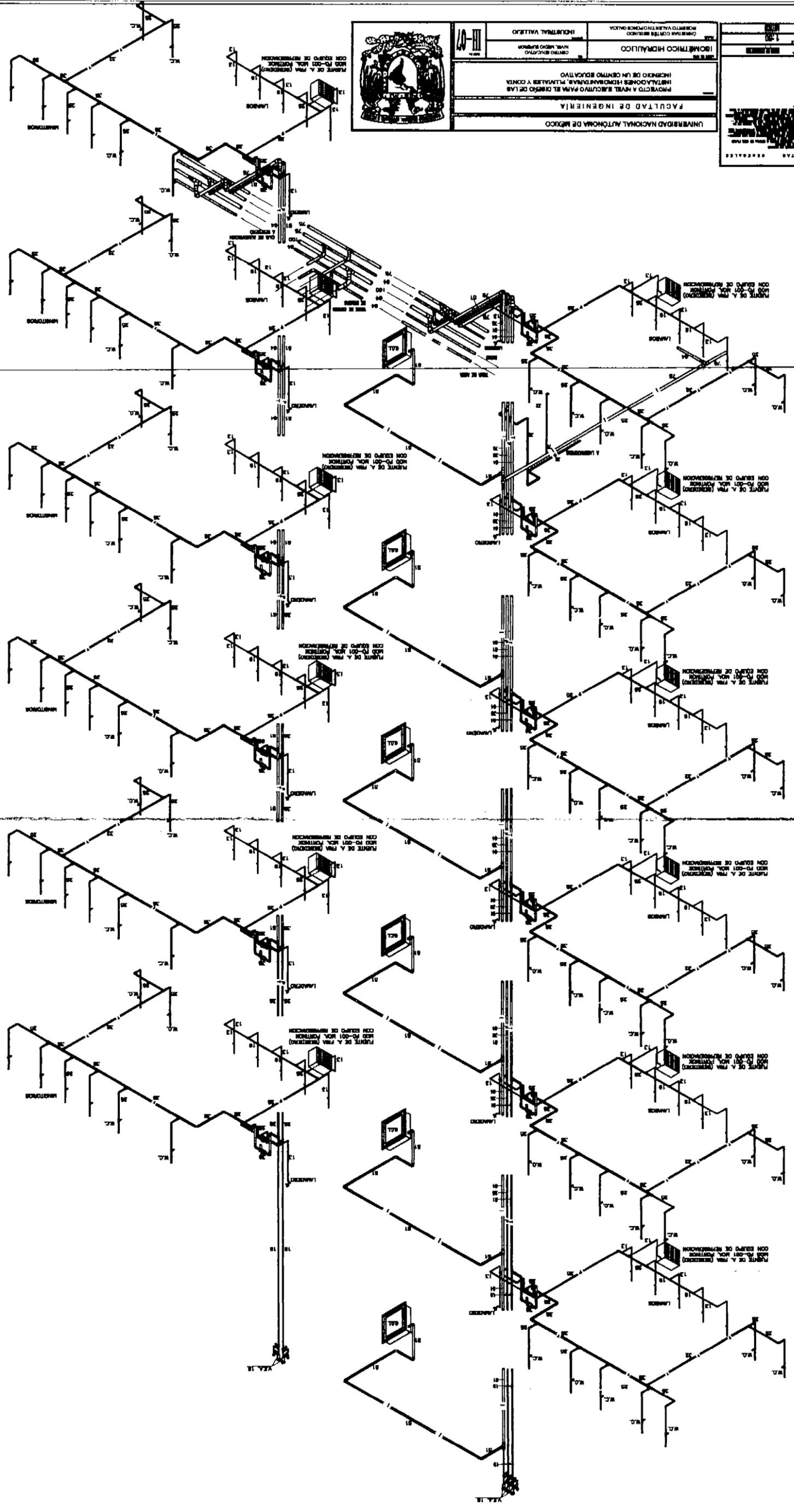
CUARTO DE MÁQUINAS
CENTRO EDUCATIVO
NIVEL MEDIO SUPERIOR
INDUSTRIAL VALLEJO
GOBIERNO COAHUILTECO
ROBERTO VALERIO FORCÉ MALDONADO

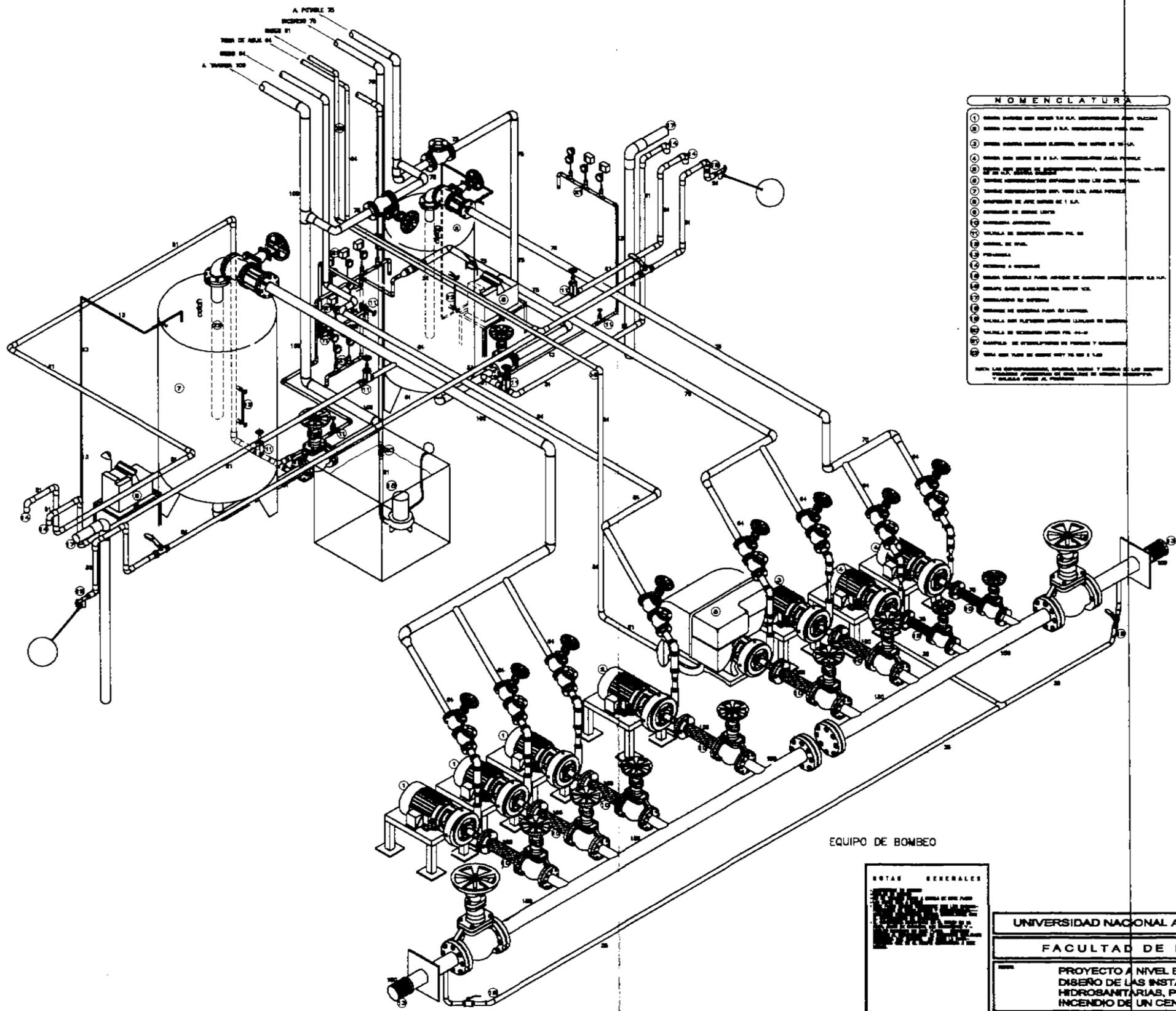
ESTADO	VERACRUZ
MUNICIPIO	MINATITLÁN
CALLE	AV. 100
ESQUEMA	1.20
FECHA	ENE

NOMENCLATURA	
1	PLANTA
2	CORTE A-A
3	CORTE B-B
4	CORTE C-C
5	PLANTA
6	PLANTA
7	PLANTA
8	PLANTA
9	PLANTA
10	PLANTA
11	PLANTA
12	PLANTA
13	PLANTA
14	PLANTA
15	PLANTA
16	PLANTA
17	PLANTA
18	PLANTA
19	PLANTA
20	PLANTA
21	PLANTA
22	PLANTA
23	PLANTA
24	PLANTA
25	PLANTA
26	PLANTA
27	PLANTA
28	PLANTA
29	PLANTA
30	PLANTA
31	PLANTA
32	PLANTA
33	PLANTA
34	PLANTA
35	PLANTA
36	PLANTA
37	PLANTA
38	PLANTA
39	PLANTA
40	PLANTA
41	PLANTA
42	PLANTA
43	PLANTA
44	PLANTA
45	PLANTA
46	PLANTA
47	PLANTA
48	PLANTA
49	PLANTA
50	PLANTA
51	PLANTA
52	PLANTA
53	PLANTA
54	PLANTA
55	PLANTA
56	PLANTA
57	PLANTA
58	PLANTA
59	PLANTA
60	PLANTA
61	PLANTA
62	PLANTA
63	PLANTA
64	PLANTA
65	PLANTA
66	PLANTA
67	PLANTA
68	PLANTA
69	PLANTA
70	PLANTA
71	PLANTA
72	PLANTA
73	PLANTA
74	PLANTA
75	PLANTA
76	PLANTA
77	PLANTA
78	PLANTA
79	PLANTA
80	PLANTA
81	PLANTA
82	PLANTA
83	PLANTA
84	PLANTA
85	PLANTA
86	PLANTA
87	PLANTA
88	PLANTA
89	PLANTA
90	PLANTA
91	PLANTA
92	PLANTA
93	PLANTA
94	PLANTA
95	PLANTA
96	PLANTA
97	PLANTA
98	PLANTA
99	PLANTA
100	PLANTA



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERÍA	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL
	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL





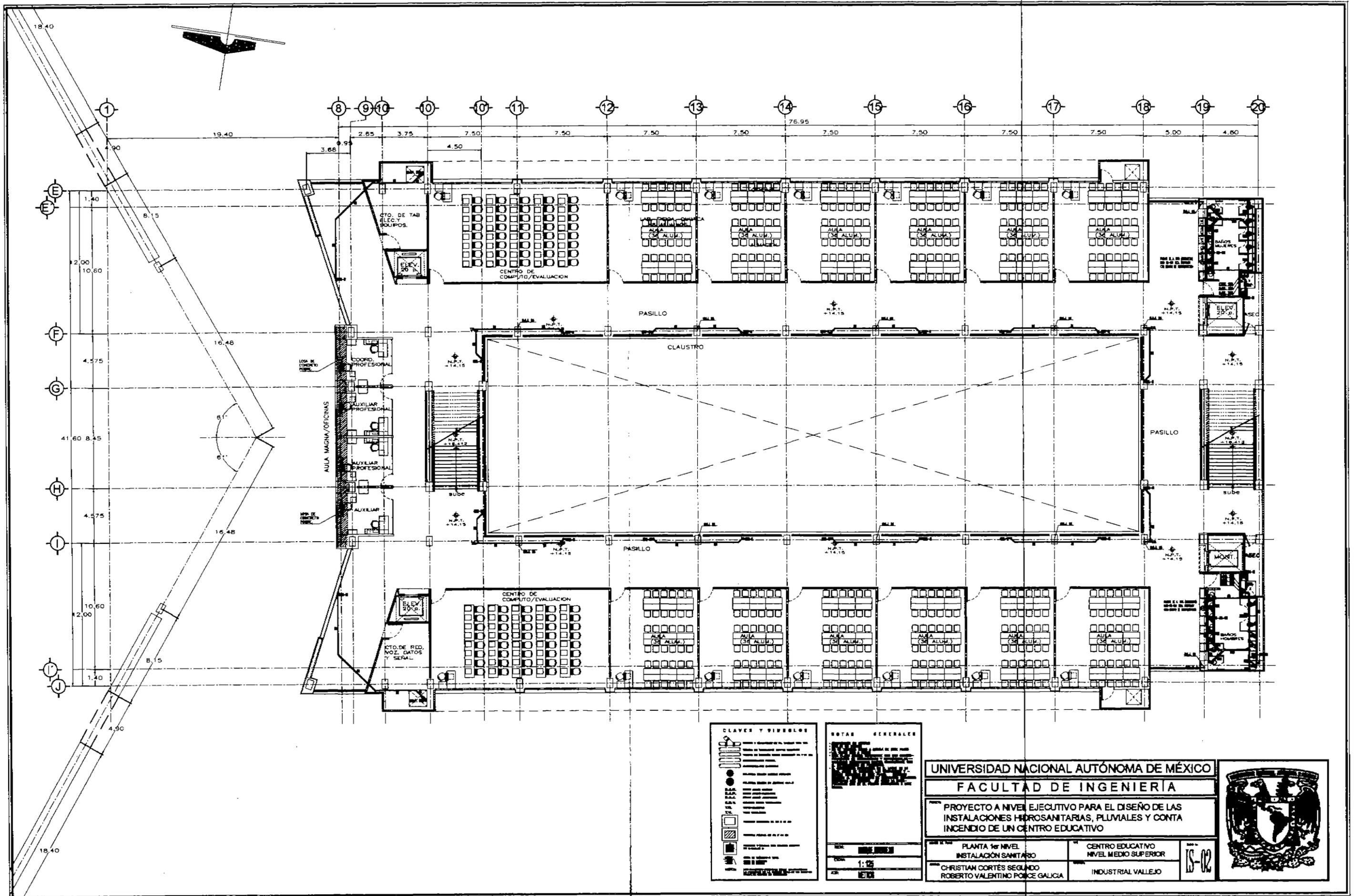
NOMENCLATURA	
1	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
2	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
3	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
4	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
5	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
6	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
7	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
8	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
9	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
10	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
11	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
12	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
13	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
14	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
15	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
16	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
17	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
18	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
19	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
20	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
21	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
22	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
23	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
24	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
25	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
26	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
27	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
28	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
29	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
30	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
31	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
32	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
33	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
34	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
35	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
36	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
37	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
38	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
39	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
40	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
41	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
42	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
43	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
44	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
45	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
46	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
47	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
48	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
49	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
50	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
51	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
52	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
53	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
54	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
55	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
56	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
57	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
58	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
59	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
60	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
61	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
62	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
63	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
64	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
65	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
66	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
67	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
68	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
69	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
70	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
71	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
72	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
73	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
74	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
75	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
76	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
77	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
78	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
79	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
80	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
81	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
82	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
83	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
84	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
85	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
86	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
87	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
88	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
89	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
90	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
91	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
92	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
93	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
94	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
95	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
96	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
97	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
98	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
99	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.
100	Motor eléctrico de 1 HP. 230V. 50 Hz.

EQUIPO DE BOMBEO

DATOS GENERALES	
PROYECTO	...
ESCALA	1:50
FECHA	...

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIALES Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO	
CUARTO DE MÁQUINAS	CENTRO EDUCATIVO NIVEL MEDIO SUPERIOR INDUSTRIAL VALLEJO
CHRISTIAN CORTÉS BRUNO	ROBERTO VALENTINO PONCE BALBUENA





CLAVES Y SÍMBOLOS

	PUERTA
	VENTANA
	ESCALERA
	ELEVADOR
	ALARMA
	EXTINGUIDOR
	HIDRANTE
	MANGUERA
	PUERTA ANTIFUEGO
	ESCALERA DE EMERGENCIA
	ESTACION DE LLAMADA
	CAMPAÑA
	PANAL DE CONTROL
	SONIDERO
	CAMPAÑA Y SONIDERO
	CAMPAÑA Y SONIDERO CON ESTACION DE LLAMADA
	CAMPAÑA Y SONIDERO CON ESTACION DE LLAMADA Y PUERTA ANTIFUEGO
	CAMPAÑA Y SONIDERO CON ESTACION DE LLAMADA Y PUERTA ANTIFUEGO Y MANGUERA
	CAMPAÑA Y SONIDERO CON ESTACION DE LLAMADA Y PUERTA ANTIFUEGO Y MANGUERA Y EXTINGUIDOR

NOTAS GENERALES

1. Verificar el estado de las instalaciones sanitarias y pluviales antes de iniciar las obras.
2. Mantener el acceso de emergencia libre en todo momento.
3. Proteger las instalaciones existentes que no sean objeto de las obras.
4. Mantener el orden y la limpieza en todo momento.
5. Evitar el ruido y la contaminación durante las obras.
6. Mantener el acceso de los vehículos de emergencia.
7. Mantener el acceso de los vehículos de emergencia.
8. Mantener el acceso de los vehículos de emergencia.
9. Mantener el acceso de los vehículos de emergencia.
10. Mantener el acceso de los vehículos de emergencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO DE LAS
 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIALES Y CONTRA
 INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO
 PLANTA 1er NIVEL
 INSTALACIÓN SANITARIO
 CENTRO EDUCATIVO
 NIVEL MEDIO SUPERIOR
 CHRISTIAN CORTÉS SEGUNDO
 ROBERTO VALENTINO POINCE GALICIA
 INDUSTRIAL VALLEJO



ANEXO II

NORMAS DE DISEÑO

DE INGENIERÍA

NORMAS DE DISEÑO DE INGENIERÍA

INSTALACIONES HIDRÁULICAS
Y SANITARIAS

Prólogo

La presente edición de las **Normas de Diseño de Ingeniería** está basada en la publicada por el Instituto Mexicano del Seguro Social en 1976. En ambas se ha integrado y sistematizado un amplio acervo de experiencias adquiridas por el Instituto a través de su desarrollo en las distintas especialidades de proyecto, construcción y conservación de bienes inmuebles, equipos e instalaciones, para responder tanto a las necesidades actuales como a las expectativas de la Seguridad Social a mediano y largo plazo.

Dado que cualquier instrumento normativo está sujeto a modificaciones, derivadas de las circunstancias que se presenten durante su aplicación, las autoridades del IMSS establecieron que las normas de diseño se actualizarán considerando tales incidencias, especialmente las que ahora impone la situación general del país.

Esta revisión ha implicado un reto para el personal técnico del Instituto, ya que sin afectar la calidad en los servicios fue preciso racionalizar el diseño de las instalaciones, con miras a reducir costos en el proyecto, construcción y conservación. Se trata de un desafío constante, ante el contexto de circunstancias cambiantes que México afronta como consecuencia de la crisis generalizada en numerosos países y agravada en nuestro caso por los sismos de septiembre de 1985.

Lo anterior no impide que siga vigente el contenido normativo que ahora se ofrece. Capítulo muy importante en este caso lo constituye la adecuación de las normas relativas a las instalaciones electromecánicas, en las que se toman en cuenta, hasta donde es posible, los equipos de fabricación nacional conjugando su elección con las necesidades de operación y conservación, todo ello con el fin de reducir los costos en estas acciones.

Con tales condicionantes se formularon las presentes normas, distribuidas en esta edición de acuerdo a las diferentes especialidades:

Obras exteriores
Mecánica de suelos
Estructuras
Instalación eléctrica
Telecomunicaciones
Aire acondicionado
Instalaciones hidráulica, sanitaria y de gases medicinales
Tratamiento de aguas
Elevadores

Indice por capítulos

- 1 Precapacidades y áreas preliminares de equipos para hospitales**
- 2 Instalaciones de agua fría, agua caliente, retorno de agua caliente, protección contra incendio y riego**
- 3 Vapor y condensado**
- 4 Gases medicinales**
- 5 Gas licuado de petróleo (LP) y gas natural**
- 6 Aceites combustibles**
- 7 Eliminación de aguas negras y pluviales**
- 8 Albercas**
- 9 Casa de máquinas**
- 10 Compensadores de expansión y juntas flexibles**
- 11 Espacio requerido por las tuberías y separación entre soportes**
- 12 Muebles sanitarios**
- 13 Plantillas de cálculo**

■ CONTENIDO

1 Precapacidades y áreas preliminares de equipo para hospitales

1.1 GENERAL

1.2

CISTERNAS

- 1.2.1 Cisterna de agua cruda
- 1.2.2 Cisterna de agua tratada

1.3

EQUIPO DE POTABILIZACION

- 1.3.1 Area requerida para el equipo
- 1.3.2 Capacidad de las bombas de transferencia

1.4

EQUIPO DE FILTRACION

1.5

DETERMINACION DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA LA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

- 1.5.1 Costo
- 1.5.2 Selección del equipo
- 1.5.3 Sistema hidroneumático
 - 1.5.3.1 Tanque hidroneumático
 - 1.5.3.2 Compresora
- 1.5.4 Sistema de bombeo programado
- 1.5.5 Carga total del bombeo
 - 1.5.5.1 Carga estática de descarga (h_p)
 - 1.5.5.2 Carga de fricción (h_f)
 - 1.5.5.3 Carga de trabajo (h_t)
 - 1.5.5.4 Altura de succión (h_s)
 - 1.5.5.5 Carga total de bombeo (H)
- 1.5.6 Potencia de las bombas

1.6

EQUIPO DE BOMBEO DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

- 1.6.1 Costo
- 1.6.2 Carga total del bombeo
 - 1.6.2.1 Carga estática de descarga (h_p)
 - 1.6.2.2 Carga de fricción (h_f)
 - 1.6.2.3 Carga de trabajo (h_t)

- 1.6.2.4 Altura de succión (h_s)

- 1.6.2.5 Carga total de bombeo (H)
- 1.6.3 Potencia de la bomba

1.7

EQUIPO DE BOMBEO PARA RIEGO

1.8

PRODUCCION DE AGUA CALIENTE

- 1.8.1 Consumo horario probable
- 1.8.2 Tanques comerciales por considerar

1.9

GENERACION DE VAPOR

- 1.9.1 Consumos horarios
- 1.9.2 Calderas
- 1.9.3 Tanques de condensados
- 1.9.4 Bombas de alimentación de agua a calderas
- 1.9.5 Tanques de almacenamiento de combustible Diesel
- 1.9.6 Tanques de purgas
- 1.9.7 Equipo de tratamiento interno
- 1.9.8 Equipo de suavización de agua exclusivo para calderas
- 1.9.9 Cabezal de vapor
- 1.9.10 Estación reductora de presión

1.10

TABLERO DE CONTROL DE MOTORES

1.11

CARCAMOS DE AGUAS NEGRAS

- 1.11.1 Volumen útil
- 1.11.2 Profundidad total
- 1.11.3 Equipo de bombeo

1.12

CARCAMOS DE AGUAS PLUVIALES

- 1.12.1 Volumen útil
- 1.12.2 Profundidad total
- 1.12.3 Equipo de bombeo

1.13

CARCAMOS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

- 1.13.1 Forma del cárcamo
- 1.13.2 Volumen útil
- 1.13.3 Profundidad total
- 1.13.4 Equipo de bombeo

1.14

CENTRALES DE OXIGENO

- 1.14.1 Centrales con cilindros
- 1.14.2 Centrales con tanque de oxígeno líquido
 - 1.14.2.1 Abastecimiento de emergencia
 - 1.14.2.2 Dimensiones del local
 - 1.14.2.3 Requerimientos eléctricos

1.15

CENTRALES DE OXIDO NITROSO

- 1.15.1 Número de cilindros por bancada
- 1.15.2 Dimensiones del local

1.16

EQUIPO DE AIRE COMPRIMIDO

- 1.16.1 Número de compresoras
- 1.16.2 Area requerida
- 1.16.3 Potencia del motor

1.17

EQUIPO DE SUCCION DIRECTA ("VACIO")

- 1.17.1 Número de bombas
- 1.17.2 Medidas del local y potencia del motor de las bombas

1.18

LAVANDERIAS DE HOSPITALES

- 1.18.1 Factores de cálculo
- 1.18.2 Consumos horarios de lavanderías

■ 1.1 GENERALIDADES ■ 1.2 CISTERNAS ■ 1.3 EQUIPO DE POTABILIZACION

**1.1
 GENERAL**

Quando se requiera proporcionar datos de precapacidades y áreas preliminares de equipos y aún no se tienen planos arquitectónicos, considérense los índices que se mencionan a continuación. A partir del momento en que se disponga de los planos arquitectónicos, todos los equipos ya deben ser calculados en base a ellos.

**1.2
 CISTERNAS**

**1.2.1
 CISTERNA DE AGUA CRUDA**

Si no se requiere de algún proceso de potabilización, la cisterna será exclusivamente para agua "cruda" y su volumen útil se calculará a razón de 1 600 litros por cama censable por día. Este valor incluye consumo por servicios hospitalarios y por riego, así como reserva para protección contra incendio.

**1.2.2
 CISTERNA DE AGUA TRATADA**

En caso de que se requiera potabilizar el agua para los servicios hospitalarios, el volumen útil de la cisterna de agua potabilizada se calculará a razón de 1 000 litros por cama censable por día.

**1.3
 EQUIPO DE POTABILIZACION**

Si se requiere suavizar el agua para servicios, considérense un equipo de suavización y dos bombas de transferencia, así como una mesa con tarja para análisis.

**1.3.1
 AREA REQUERIDA PARA EL EQUIPO**

Las áreas requeridas para el equipo de suavización y para el almacenamiento de sal, bajo la base de suavizar una dureza de 250 miligramos por litro, son las siguientes:

CONSUMO DIARIO DE AGUA SUAVIZADA (Litros)	AREA REQUERIDA			
	PARA EL EQUIPO		PARA LA SAL	
	ancho (m)	largo (m)	ancho (m)	largo (m)
Hasta 25 000	0.90	2.00	1.00	1.00
25 000 - 50 000	1.08	2.45	1.50	1.50
50 000 - 75 000	1.22	2.90	2.00	2.00
75 000 - 100 000	1.22	3.05	2.00	2.00
100 000 - 125 000	1.22	3.20	2.00	2.00
125 000 - 150 000	1.55	3.55	2.00	2.00
150 000 - 175 000	1.55	3.70	2.00	2.25
175 000 - 200 000	1.55	3.81	2.00	2.50
200 000 - 250 000	1.83	4.42	2.00	2.75
250 000 - 300 000	1.83	4.57	2.00	3.00
300 000 - 350 000	1.83	4.88	2.50	3.50
350 000 - 400 000	2.21	5.19	3.00	4.00
400 000 - 450 000	2.21	5.49	3.00	4.00
450 000 - 500 000	2.37	5.80	3.00	4.00

**1.3.2
 CAPACIDAD DE LAS BOMBAS DE TRANSFERENCIA**

Gasto

Suponga que el proceso de suavización se efectúa en 12 horas, por lo que:

$$Q = \frac{V}{43200}$$

en la que:

- Q = Gasto por bombeo, en litros por segundo.
- V = Volumen de agua por suavizar, en litros.

1.3 EQUIPO DE POTABILIZACION ■ 1.4 EQUIPO DE FILTRACION
■ 1.5 DETERMINACION DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA LA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

Potencia

Para el cálculo de la potencia suponga una eficiencia del 52.6% y una carga total de 30 metros, o sea:

$$C.P. = \frac{30 Q}{76 \times 0.526} = 0.75 Q$$

NO. DE CAMAS	UNIDADES-MUEBLE POR CAMA	
	Sin lavandería	Con lavandería
15	19	23
30	18	21
50	17	20
100	14	15
150	12	13
200	10	11
300 +	9	10

1.4 EQUIPO DE FILTRACION

Si se requiere filtrar el agua, considere las áreas mencionadas a continuación de acuerdo con el gasto de filtrado, suponiendo que el proceso también dura 12 horas:

GASTO DE FILTRADO (l.p.s.)	AREA REQUERIDA	
	Ancho (m)	Largo (m)
0.60	1.02	1.53
0.95	1.20	1.83
1.33	1.40	2.13
1.83	1.63	2.44
2.40	1.78	2.75
3.03	1.98	3.05
3.72	2.13	3.35
4.48	2.41	3.66
5.36	2.57	3.96
6.31	2.72	4.27

1.5 DETERMINACION DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA LA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

1.5.1 GASTO

El gasto tentativo se determinará con base en las unidades-mueble por cama de acuerdo con el cuadro siguiente:

1.5.2 SELECCION DEL EQUIPO

Se seleccionará un sistema hidroneumático para gastos hasta de 13 litros por segundo, y un sistema de bombeo programado para gastos mayores de 13 litros por segundo.

1.5.3 SISTEMA HIDRONEUMATICO

Constará de un tanque hidroneumático, dos bombas con capacidad, cada una, de 100% de la capacidad requerida, una compresora y su equipo de control.

1.5.3.1 TANQUE HIDRONEUMATICO

Para determinar el espacio que ocupa el tanque hidroneumático su volumen se calculará, en forma aproximada, en base en la siguiente expresión:

$$V = 590 Q$$

en la que:

V = Volumen del tanque, en litros
 Q = Gasto máximo, en litros por segundo

Y para tanques comerciales, considérense los siguientes, de acuerdo con el gasto máximo supuesto:

1.5 DETERMINACION DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA LA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

GASTO DE BOMBEO (l.p.s)	DIMENSIONES DEL TANQUE		
	VOLUMEN (lts.)	DIAMETRO (m)	LARGO (m)
3	1750	1.06	2.13
4	2450	1.25	2.17
5	3090	1.06	3.65
6	3570	1.25	3.08
7	4320	1.25	3.69
8	5050	1.35	3.71
9	5480	1.35	4.01
10	5910	1.35	4.31
11	6350	1.35	4.62
12	7170	1.54	4.05
13	7730	1.54	4.35

1.5.3.2 COMPRESORA

La potencia del motor de la compresora de aire para el tanque hidroneumático se considerará como se indica a continuación, dependiendo del volumen del tanque:

VOLUMEN DEL TANQUE (lts)	POTENCIA DEL MOTOR (C.P.)
Hasta 3 000	0.5
3 000 - 5 000	0.75
5 000 - 7 000	1.0
7 000 - 10 000	2.0

1.5.4 SISTEMA DE BOMBEO PROGRAMADO

Si el gasto está entre 13 y 20 litros por segundo

El equipo constará de una bomba piloto y 3 bombas principales, el tanque de presión y su compresora. La bomba piloto será para el 20% del gasto total y las 3 bombas principales serán, cada una, para el 40% del gasto total. El volumen del tanque se calculará con el gasto de la bomba

piloto según el inciso 1.5.3.1, y la potencia de la compresora según el inciso 1.5.3.2.

Si el gasto es mayor de 20 litros por segundo

El sistema constará de dos bombas piloto y 4 bombas principales, el tanque de presión y su compresora. Las bombas piloto serán, cada una, para el 15% del gasto total, y cada una de las bombas principales será para el 30% del gasto total. El volumen del tanque se calculará con el gasto de la bomba piloto según el inciso 1.5.3.1, y la potencia del motor de la compresora según el inciso 1.5.3.2. En este caso las bombas piloto se estarán alternando.

1.5.5 CARGA TOTAL DE BOMBEO

Para obtener la probable carga total de bombeo se deberán considerar las cargas estáticas de descarga, de fricción, de trabajo y la altura de succión.

1.5.5.1 CARGA ESTATICA DE DESCARGA (h_d)

Es la altura, en metros, entre el eje de las bombas y el mueble más desfavorable, ya sea por su altura, por su lejanía, o por ambas.

1.5.5.2 CARGA DE FRICCION (h_f)

Se considerará igual al 12% de la longitud entre el equipo de bombeo en el cuarto de máquinas y el mueble más desfavorable, ya sea por su altura, por su lejanía, o por ambas.

1.5.5.3 CARGA DE TRABAJO (h_t)

Es la presión requerida para la operación correcta del mueble más desfavorable, ya sea por su altura, por su lejanía, o por ambas. Se deberán considerar 7 metros para muebles con fluxómetro y 5 metros para muebles sin fluxómetro.

1.5 DETERMINACION DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA LA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
■ 1.6 EQUIPO DE BOMBEO DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

1.5.5.4
ALTURA DE SUCCION (h_s)

Se considerará que es de 5 metros bajo la suposición de que la cisterna estará enterrada.

1.5.5.5
CARGA TOTAL DE BOMBEO (H)

La carga total de bombeo es la suma de las cuatro cargas antes mencionadas, o sea:

$$H = h_c + h_f + h_r + 5$$

1.5.6
POTENCIA DE LAS BOMBAS

Los probables caballos de potencia del motor de cada una de las bombas del sistema se considerará igual a:

$$C.P. = 0.024 Q \times H$$

1.6
EQUIPO DE BOMBEO DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

Siempre se considerará una bomba con motor eléctrico conectada a la planta de emergencia y una con motor de combustión interna

1.6.1
GASTO

Se considerará un gasto de 2.333 litros por segundo por hidrante y el número de hidrantes en uso simultáneo se basará en el área construída de con lo siguiente:

AREA CONSTRUIDA (m ²)	HIDRANTES EN USO SIMULTANEO
hasta - 5000	2
5000 - 7500	3
más de 7500	4

1.6.2
CARGA TOTAL DE BOMBEO

Para obtener la probable carga total de bombeo se deberán considerar la carga estática, de descarga, la de fricción, la de trabajo y la de succión.

1.6.2.1
CARGA ESTATICA DE DESCARGA (h_c)

Es la altura, en metros, entre el eje de las bombas y la válvula angular del hidrante más desfavorable, ya sea por su altura, por su lejanía, o por ambas.

1.6.2.2
CARGA DE FRICCIÓN (h_f)

Se considerará igual al 5.5% de la longitud entre el equipo de bombeo en casa de máquinas y la válvula angular del hidrante más desfavorable, ya sea por su altura, por su lejanía, o por ambos.

1.6.2.3
CARGA DE TRABAJO (h_r)

Es la presión requerida en la válvula angular considerada como más desfavorable, ya sea por su altura, por su lejanía, o por ambas. Se deberán considerar 37.5 metros, de los cuales 35 se requieren para la operación correcta del chiflón de niebla y 2.5 corresponden a la pérdida por fricción en la manguera.

1.6.2.4
ALTURA DE SUCCION (h_s)

Se considerará que es de 5 metros, bajo la suposición de que la cisterna estará enterrada.

1.6.2.5
CARGA TOTAL DE BOMBEO (H)

La carga total de bombeo es la suma de las cuatro cargas antes mencionadas, o sea:

$$H = h_c + 0.055L + 37.5 + 5 = h_c + 0.055L + 42.5 \text{ (en metros)}$$

1.6 EQUIPO DE BOMBEO DE PROTECCION CONTRA INCENDIO
 ■ 1.7 EQUIPO DE BOMBEO PARA RIEGO ■ 1.8 PRODUCCION DE AGUA CALIENTE
 ■ 1.9 GENERACION DE VAPOR

**1.6.3
 POTENCIA DE LA BOMBA**

Al igual que en el caso de las bombas del equipo de agua potable, los caballos de potencia del motor de la bomba se calcularán por medio de la expresión :

$$C.P. = 0.024QH$$

dependiendo Q del número de hidrantes que se consideren en uso simultáneo.

**1.7
 EQUIPO DE BOMBEO PARA RIEGO**

Cuando el área por regar lo amerite, se considerará una bomba para este efecto, suponiendo que la potencia del motor es igual a 0.5 CP por cada 1 000 metros cuadrados de área de riego.

**1.8
 PRODUCCION DE AGUA CALIENTE**

**1.8.1
 CONSUMO HORARIO PROBABLE**

Para el cálculo tentativo de consumo horario probable de agua caliente considere los valores siguientes:

NO. DE CAMAS	LITROS POR HORA POR CAMA	
	Sin lavandería	Con lavandería
15	55.0	90.0
30	52.5	85.0
50	50.0	81.0
100	47.5	72.0
150	42.0	66.0
200	38.0	63.0
300	33.0	57.0

**1.8.2
 TANQUES COMERCIALES POR CONSIDERAR**

Las medidas de diámetro y largo consideran un aislamiento de 5 cm de espesor.

No se deben considerar tanques mayores de 10 000 litros.

VOLUMEN (lts.)	DIAMETRO (m)	LARGO (m)	LONGITUD PARA QUITAR SERPENTIN (m)
1 000	0.87	2.60	1.90
1 500	0.97	2.92	2.14
3 000	1.16	3.91	2.88
4 000	1.26	4.26	3.15
5 000	1.45	3.99	2.95
7 000	1.54	4.94	3.65
8 000	1.64	4.76	3.52
10 000	1.74	5.26	3.90

**1.9
 GENERACION DE VAPOR**

**1.9.1
 CONSUMOS HORARIOS**

Los valores que se muestran a continuación indican los kilogramos de vapor por hora que se requerirían para los servicios hospitalarios; *pero no consideran el consumo de vapor para aire acondicionado*. Este consumo lo deberá proporcionar el proyectista de esas instalaciones.

1.9 GENERACION DE VAPOR

NO DE CAMAS	KG POR HORA POR CAMA	
	Sin lavandería	Con lavandería
15	15.1	30.3
30	10.9	19.4
50	9.2	15.3
100	8.1	12.5
150	7.3	11.4
200	6.8	10.9
300	5.9	9.3

En caso de que el hospital cuente con tanque terapéutico, supóngase un consumo adicional de 5 kg/hora por metro cúbico de capacidad del tanque.

1.9.2 CALDERAS

Cuando no se tenga información específica de la marca de calderas que se vayan a instalar en la unidad por proyectar, tómense en cuenta las medidas y consumos de energía indicados a continuación.

El consumo de energía mostrado incluye el motor del ventilador, la bomba de aceite y la bomba de alimentación de agua.

CALDERA (CC)	ANCHO (m)	LARGO (m)	LONGITUD ADICIONAL PARA SERVICIO POR EL FRENTE (m)	CONSUMO DE ENERGIA (CP)
20	1.02	2.88	1.02	4.0
30	1.22	3.42	0.97	4.5
40	1.35	3.87	-1.52	5.0
50	1.35	4.39	1.72	8.5
60	1.45	4.17	1.44	8.5
70	1.65	4.39	2.27	8.5
80	1.65	4.39	2.27	9.5
100	1.65	4.95	2.67	11.5
125	1.78	5.25	2.24	11.5
150	1.78	5.62	2.46	14.0
200	1.96	5.92	2.41	19.0
250	2.14	6.65	3.10	17.5
300	2.24	7.02	3.42	24.0

1.9.3 TANQUES DE CONDENSADOS

Considere las medidas indicadas a continuación de acuerdo con el caballaje total de las calderas operando en forma simultánea:

TOTAL DE CC	DIAMETRO (m)	LONGITUD (m)
20 - 30	0.77	1.22
40 - 80	0.77	1.52
100 - 125	0.97	1.52
150 - 250	1.06	2.13
300 - 350	1.06	3.05
400 - 600	1.25	3.05

1.9.4 BOMBAS DE ALIMENTACION DE AGUA A CALDERAS

Para efectos de áreas no se consideren, ya que se instalan abajo del tanque de condensados.

1.9.5 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL

Almacenamiento requerido por consumo de calderas. Considere que es de 130 litros por caballo-caldera, debiéndose tomar en cuenta los caballos-caldera de las calderas en uso simultáneo.

Almacenamiento requerido por consumo de incinerador. Considere que es de 1 200 litros.

Volumen total del tanque o tanques. El volumen total requerido será la suma del almacenamiento para el consumo de las calderas más el del consumo del incinerador. No se deben considerar tanques de más de 10 000 litros de capacidad; tome en cuenta las medidas siguientes de acuerdo con la capacidad del tanque:

1.9 GENERACION DE VAPOR

■ 1.10 TABLERO DE CONTROL DE MOTORES ■ 1.11 CARCAMOS DE AGUAS NEGRAS

VOLUMEN (lts)	DIAMETRO (m)	LONGITUD (m)
5 000	1.16	4.88
6 000	1.35	4.27
7 500	1.54	4.00
10 000	1.54	5.49
12 500*	1.83	4.88
15 000*	1.74	6.30

* Los tanques de 12 500 y 15 000 litros están sujetos a la aprobación del Instituto

C.C. EN OPERACION	LARGO (m)	ANCHO (m)
Hasta 80	1.39	0.43
100 - 150	1.68	0.61
200 - 250	2.26	0.99
300 - 400	2.72	1.28
500 - 600	3.02	1.38

1.9.6
 TANQUES DE PURGAS

El tanque de purgas se considerará para el total de caballos-caldera instalados, y para efectos de área requerida tome en cuenta los siguientes:

C.C. INSTALADOS	DIAMETRO (m)
20 - 50	0.57
60 - 350	0.77
400 - 600	0.87
700 +	0.97

1.9.7
 EQUIPO DE TRATAMIENTO INTERNO

En caso de requerirse tratamiento interno para el agua de alimentación a calderas, considérese una área de 0.9 X 1.35 metros.

1.9.8
 EQUIPO DE SUAVIZACION DE AGUA
 EXCLUSIVO PARA CALDERAS

Si únicamente se requiere suavizar el agua para las calderas, considere que el equipo tiene las medidas indicadas a continuación de acuerdo con los caballos-caldera de las calderas en operación simultánea.

1.9.9
 CABEZAL DE VAPOR

Considere, en principio, un espacio de 50 centímetros de ancho por 2.5 metros de longitud.

1.9.10
 ESTACION REDUCTORA DE PRESION

En caso de que se requiera una estación reductora de presión en la casa de máquinas, localicela apoyada en un muro y cerca del cabezal de vapor. El espacio requerido supóngalo de 30 centímetros de ancho por 2.5 metros de longitud.

1.10
 TABLERO DE CONTROL DE MOTORES

Cuando en la casa de máquinas se tengan más de 5 motores, considere un tablero de control de motores.

1.11
 CARCAMOS DE AGUAS NEGRAS

Si en la localidad existe alcantarillado sanitario o combinado, se proyectará un cárcamo de aguas negras para todas esas aguas que no puedan descargar libremente por gravedad a ese alcantarillado.

1.11 CARCAMOS DE AGUAS NEGRAS ■ 1.12 CARCAMOS DE AGUAS PLUVIALES

1.11.1
VOLUMEN UTIL

El volumen útil deberá ser igual a 5 minutos del gasto máximo de los muebles y equipos que desfoguen en el cárcamo.

1.11.2
PROFUNDIDAD TOTAL

Para dar una idea de la profundidad total, al tirante supuesto del volumen útil súmense 30 centímetros que no se bombean, más la profundidad probable a la que llegará el tubo de desfogue. El tirante supuesto no deberá ser menor de 70 centímetros.

1.11.3
EQUIPO DE BOMBEO

a) Número de bombas

Siempre se considerarán dos bombas, cada una con la capacidad total.

b) Gasto

Considérese igual al gasto máximo de los muebles y equipos que desfogan en el cárcamo.

c) Carga total

Para obtener la probable carga total de bombeo se deberá considerar:

- *Carga estática.* Desnivel, en metros, entre el fondo del cárcamo y la tubería o registro a donde se va a descargar.
- *Carga de fricción.* Se considerará igual al 30% de la longitud de la tubería de descarga.

d) Potencia del motor

Para estimar los caballos de potencia del motor suponga una eficiencia del 30%, por lo que

$$C.P. = \frac{QH}{76 \times 0.3} = 0.044 QH$$

e) Area para las bombas

Considere que las dos bombas necesitan una área mínima de 1.50 x 2.0 mts.

1.12
CARCAMOS DE AGUAS PLUVIALES

Se proyectará un cárcamo de aguas pluviales para todas estas aguas que no puedan eliminarse libremente por gravedad, ya sea a un alcantarillado pluvial o a la calle.

1.12.1
VOLUMEN UTIL

Para la determinación tentativa del volumen útil, use la expresión siguiente:

$$V_u = \frac{50 I A}{100}$$

en la que:

V_u = Volumen útil, en litros, correspondiente al área tributaria de patios y estacionamientos que no puedan drenarse libremente por gravedad.

I = Intensidad de precipitación horaria (al cabo de 60 minutos), en milímetros por hora.

A = Area tributaria, en metros cuadrados.

1.12.2
PROFUNDIDAD TOTAL

Para dar una idea de la profundidad total, al tirante supuesto del volumen útil súmense 50 centímetros, que sería el arranque de la bomba, más la profundidad probable a la que llegaría el tubo de desfogue.

1.12.3
EQUIPO DE BOMBEO

a) Número de bombas

Siempre se considerarán dos bombas, cada una con la capacidad total.



1.12 CARCAMOS DE AGUAS PLUVIALES ■ 1.13 CARCAMOS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
■ 1.14 CENTRALES DE OXIGENO

El gasto tentativo de bombeo está dado por la expresión:

$$Q_b = 0.000278 I A$$

en la que:

- Q_b = Gasto de bombeo, en litros por segundo
 I = Intensidad de precipitación horaria (al cabo de 60 minutos), en milímetros por hora
 A = Area tributaria, en metros cuadrados.

c) Carga total

Procédase igual que en el inciso 1.11.3,c.

d) Potencia del motor

Procédase igual que en el inciso 1.11.3,d.

e) Area para las bombas

Procédase igual que en el inciso 1.11.3,e.

**1.13
CARCAMOS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES**

Cuando se tenga alcantarillado combinado en la localidad, se proyectará un cárcamo de aguas negras y pluviales para todas estas aguas que no puedan eliminarse libremente por gravedad a ese alcantarillado.

**1.13.1
FORMA DEL CARCAMO**

Cuando el volumen de aguas negras es pequeño en comparación con el de aguas pluviales se recomienda que el cárcamo tenga una zona más profunda para alojar el volumen de aguas negras.

**1.13.2
VOLUMEN UTIL**

El volumen útil se considerará igual al volumen útil de

aguas negras más el volumen útil de aguas pluviales según lo mencionado en los incisos 1.11.1 y 1.12.1.

**1.13.3
PROFUNDIDAD TOTAL**

Para dar una idea de la profundidad total, al tirante de aguas pluviales se le sumará el tirante de aguas negras más la profundidad probable a la que llegaría el tubo de desfogue más profundo, ya sea que se trate de desagüe de aguas negras, aguas combinadas o aguas pluviales, más 30 cm que no se bombean.

**1.13.4
EQUIPO DE BOMBEO**

a) Número de bombas

Suponga, en principio, cuatro bombas: dos para aguas negras y dos para aguas pluviales.

b) Gastos de bombeo

El gasto de las bombas de aguas negras y el de aguas pluviales se calculará según los incisos 1.11.3,b y 1.12.3,b.

c) Carga total

Procédase igual que en el inciso 1.11.3,c.

d) Potencia de los motores

Procédase igual que en el inciso 1.11.3,d.

e) Area para las bombas

Suponga un área de 1.50 x 4.00 metros.

**1.14
CENTRALES DE OXIGENO**

**1.14.1
CENTRALES CON CILINDROS**

Se deberán tomar en cuenta para hospitales hasta de 100

■ 1.16 EQUIPO DE AIRE COMPRIMIDO ■ 1.17 EQUIPO DE SUCCION DIRECTA (VACIO)
 ■ 1.18 LAVANDERIAS PARA HOSPITALES

1.16
EQUIPO DE AIRE COMPRIMIDO

1.16.1
NUMERO DE COMPRESORAS

Siempre suponga dos compresoras, cada una montada sobre su tanque.

1.16.2
AREA REQUERIDA

En todos los casos suponga que el espacio ocupado por el tanque es de 1.0 × 2.0 metros.

1.16.3
POTENCIA DEL MOTOR

La potencia probable del motor de cada compresora, según el número de camas, se indica a continuación:

NUMERO DE CAMAS	50	100	200	300	400
CP DEL MOTOR	3	5	5	7.5	10

1.17
EQUIPO DE SUCCION DIRECTA ("VACIO")

1.17.1
NUMERO DE BOMBAS

Siempre considérense dos bombas, las cuales podrán estar montadas cada una sobre su tanque, o con un tanque separado común a ambas, dependiendo de la marca y potencia de las bombas

1.17.2
MEDIDAS DEL LOCAL Y POTENCIA DEL MOTOR DE LAS BOMBAS

Dependiendo del número de camas, suponga los valores indicados a continuación:

NO. DE CAMAS	MEDIDAS DEL LOCAL		CP DEL MOTOR
	LARGO (m)	ANCHO (m)	
50	2.3	1.7	3.0
100	3.0	2.0	5.0
200	3.0	2.0	5.0
300	3.2	2.4	7.5
400	3.4	2.4	10.00

1.18
LAVANDERIAS DE HOSPITALES

1.18.1
FACTORES DE CALCULO

A continuación se muestran los factores de cálculo que se deben considerar para determinar las precapacidades de aquellas lavanderías anexas a hospitales y que lavan exclusivamente ropa del hospital.

Estos factores están basados en las consideraciones siguientes:

- El hospital produce 8 kg/cama de ropa por lavar
- La producción es de 7 días por semana
- La ropa se procesa en 5 días con 7 horas de trabajo por día.

De acuerdo con lo anterior, se tiene:

Lavado

Kg/hora de ropa por lavar

$$= \frac{\text{No. de camas} \times 8 \times 7}{5 \times 7}$$

$$= 1.6 \text{ kg/hora} \times \text{No. de camas}$$

1.14 CENTRALES DE OXIGENO ■ 1.15 CENTRALES DE OXIDO NITROSO

camas y siempre se considerarán dos bancadas de cilindros, cada una con capacidad igual a la del consumo de un día.

a) Consumo diario probable

Considere 10 camas por cilindro de 6 metros cúbicos y por día.

b) Dimensiones del local

Suponga 30 centímetros por cilindro más 1.0 metro para el equipo de regulación, y una altura de alrededor de 2.40 metros.

1.14.2 CENTRALES CON TANQUE DE OXIGENO LIQUIDO

En hospitales mayores de 100 camas considérese, como primera alternativa, la instalación de un tanque termo, a reserva de verificar si es posible el abastecimiento en la localidad por parte de los proveedores. De no ser posible esta solución, considérense cilindros.

1.14.2.1 ABASTECIMIENTO DE EMERGENCIA

Siempre que se utilice un tanque con oxígeno líquido considere un abastecimiento de emergencia a base de cilindros. El abastecimiento mínimo estará formado por dos bancadas de 10 cilindros cada una, y se recomienda que el local donde se alojen estos cilindros quede contiguo al local del tanque termo.

1.14.2.2 DIMENSIONES DEL LOCAL

Para el tanque termo

La altura señalada es la del techo del local y de la puerta de acceso, requerida para las maniobras necesarias. Estos tanques, previa autorización del Instituto, pueden instalarse al exterior

NO. DE CAMAS	TANQUE COMERCIAL (Lts.)	DIMENSIONES MINIMAS DEL LOCAL		
		LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)
100-200	2420	3.60	3.60	4.50
210-400	4558	4.00	4.00	5.00
410-700	8240	4.50	4.50	6.00

Para el abastecimiento de emergencia

Proceda como se indica en el inciso 1.14.1,b.

1.14.2.3 REQUERIMIENTOS ELECTRICOS

En la zona del tanque termo se deberá considerar una salida eléctrica de 15 KW para uso de la bomba de transferencia de la "pipa"

1.15 CENTRALES DE OXIDO NITROSO

1.15.1 NUMERO DE CILINDROS POR BANCADA

Suponga que el número de cilindros por bancada es igual al número de salas de operaciones, de expulsión, o ambos.

1.15.2 DIMENSIONES DEL LOCAL

Para dimensionar el local proceda igual que en el inciso 1.14.1,b, para el oxígeno.

1.18 LAVANDERIAS PARA HOSPITALES

Centrifugado

125% de los kg/hora de lavado = $2.0 \text{ kg/hora} \times \text{No. de camas}$.

Secado

25% de los kg/hora de lavado = $0.4 \text{ kg/hora} \times \text{No. de camas}$.

Planchado plano

75% de los kg/hora de lavado = $1.2 \text{ kg/hora} \times \text{No. de camas}$.

Planchado de forma

0.05% de los kg/hora de lavado = $0.05 \text{ kg/hora} \times \text{No. de camas}$.

1.18.2

CONSUMOS HORARIOS DE LAVANDERIAS

En las tablas de *Consumos en lavanderias para hospitales*, el consumo de agua caliente está calculado a razón de 21 litros de agua caliente por kilogramo de ropa seca, y el consumo de vapor mostrado para lavado es únicamente el requerido por las lavadoras para elevar la temperatura del agua caliente de 60 °C a 82.2 °C. El consumo de vapor que se necesita para calentar el agua de lavado desde su temperatura inicial hasta 60 °C no está considerado en las tablas.

1.18 LAVANDERIAS PARA HOSPITALES

TABLA 1.1 CONSUMOS DE AGUA CALIENTE Y VAPOR EN LAVANDERIAS PARA HOSPITALES

No. DE CAMAS	OPERACION	Kg/dia	Kg/hora	CONSUMO AGUA		CONSUMO DE VAPOR	
				CALIENTE Lt./Hr.		Por equipo Kg/Hr.	Total Kg/Hr.
20	Lavado	224	32	672		30.9	
	Secado	56	8	—		54.89	177.32
	Planchado plano	168	24	—		54.89	(11.33cc)
	Planchado forma	11.2	1.6	—		36.64	
30	Lavado	336	48	1 008		46.4	
	Secado	84	12	—		54.89	192.82
	Planchado plano	252	36	—		54.89	(12.32cc)
	Planchado forma	16.8	2.4	—		36.64	
40	Lavado	448	64	1 344		61.8	
	Secado	112	16	—		54.89	216.05
	Planchado plano	336	48	—		62.72	(13.80cc)
	Planchado forma	22.4	3.2	—		36.64	
50	Lavado	560	80	1 680		77.3	
	Secado	140	20	—		54.89	231.55
	Planchado plano	420	60	—		62.72	(14.80cc)
	Planchado forma	28	4	—		36.64	
60	Lavado	672	96	2 016		92.7	
	Secado	168	24	—		54.89	278.32
	Planchado plano	504	72	—		94.09	(17.78cc)
	Planchado forma	33.6	4.8	—		36.64	
70	Lavado	784	112	2 352		108.2	
	Secado	196	28	—		54.89	293.82
	Planchado plano	588	84	—		94.09	(18.77cc)
	Planchado forma	39.2	5.6	—		36.64	
80	Lavado	896	128	2 688		123.6	
	Secado	224	32	—		54.89	309.22
	Planchado plano	672	96	—		94.09	(19.76cc)
	Planchado forma	44.8	6.4	—		36.64	
90	Lavado	1008	144	3 024		139.1	
	Secado	252	36	—		54.89	(361.35)
	Planchado plano	756	108	—		94.09	(23.09cc)
	Planchado forma	50.4	7.2	—		73.27	
100	Lavado	1120	160	3 360		154.56	
	Secado	280	40	—		54.89	376.81
	Planchado plano	840	120	—		94.09	(24.08cc)
	Planchado forma	56	8	—		73.27	
110	Lavado	1232	176	3 696		170.02	
	Secado	308	44	—		54.89	392.27
	Planchado plano	924	132	—		94.09	(25.06cc)
	Planchado forma	61.6	8.8	—		73.27	
120	Lavado	1344	192	4 032		185.47	
	Secado	336	48	—		109.78	547.29
	Planchado plano	1008	144	—		178.77	(34.97cc)
	Planchado forma	67.2	9.6	—		73.27	

(Continúa)

1.18 LAVANDERIAS PARA HOSPITALES

TABLA 1.1 CONSUMOS DE AGUA CALIENTE Y VAPOR EN LAVANDERIAS PARA HOSPITALES (Continuación)

No. DE CAMAS	OPERACION	Kg/día	Kg/hora	CONSUMO AGUA CALIENTE		CONSUMO DE VAPOR	
				Lt./Hr		Por equipo Kg/Hr	Total Kg/Hr
140	Lavado	1568	224	4 704		216.38	
	Secado	392	56	—		109.78	579.2
	Planchado plano	1176	168	—		179.77	(37.00cc)
	Planchado forma	78.4	11.2	—		73.27	
160	Lavado	1792	256	5 565		247.3	
	Secado	448	64	—		109.78	610.12
	Planchado plano	1344	192	—		179.77	(38.98cc)
	Planchado forma	89.6	12.8	—		73.27	
180	Lavado	2016	288	6 048		278.2	
	Secado	504	72	—		109.78	733.1
	Planchado plano	1512	216	—		235.22	(46.84cc)
	Planchado forma	100.8	14.4	—		109.90	
200	Lavado	2240	320	6 720		309.1	
	Secado	560	80	—		109.78	764.00
	Planchado plano	1680	240	—		235.22	(48.81cc)
	Planchado forma	112	16	—		109.90	
240	Lavado	2688	384	8 064		370.95	
	Secado	672	96	—		164.67	880.74
	Planchado plano	2016	288	—		235.22	(56.28cc)
	Planchado forma	134.4	19.2	—		109.90	
300	Lavado	3360	480	10 080		463.68	
	Secado	840	120	—		164.67	1010.07
	Planchado plano	2520	360	—		235.22	(64.54cc)
	Planchado forma	168	24	—		146.50	
350	Lavado	3920	560	11 760		540.96	
	Secado	980	140	—		219.56	1320.06
	Planchado plano	2940	420	—		376.36	(84.35cc)
	Planchado forma	196	28	—		183.18	
400	Lavado	4480	640	13 440		618.24	
	Secado	1120	160	—		219.56	1397.34
	Planchado plano	3360	480	—		376.36	(89.29cc)
	Planchado forma	224	32	—		133.18	
450	Lavado	5040	720	15 120		695.52	
	Secado	1260	180	—		219.56	1511.44
	Planchado plano	3780	540	—		376.36	(96.58cc)
	Planchado forma	252	36	—		220.00	
500	Lavado	5600	800	16 800		772.8	
	Secado	1400	200	—		274.45	1643.61
	Planchado plano	4200	600	—		376.36	(105.02cc)
	Planchado forma	280	40	—		220.00	

■ CONTENIDO ■

2 Instalaciones de agua fría, agua caliente, retorno de agua caliente, protección contra incendio y riego

2.1
GENERAL

2.2

CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

2.2.1 Valores de los muebles sanitarios en unidades-mueble

2.2.2 Cálculo de las unidades-mueble de los diferentes tramos

2.2.3 Determinación de gastos

2.3

DIAMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MINIMAS

2.4

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

2.5

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

2.5.1 En función de la carga de velocidad

2.5.2 En función de la longitud equivalente

2.6

RETORNO DE AGUA CALIENTE

2.6.1 Procedimiento para dimensionar las tuberías (ejemplo)

■ 2.1 GENERALIDADES ■ 2.2 CALCULOS DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

2.1 GENERALIDADES

En este capítulo se tratan algunos temas particulares de estas instalaciones así como temas que son comunes a todas o a varias de ellas.

Por ejemplo, las pérdidas de carga por fricción en tuberías, válvulas y conexiones que conducen agua a presión son las mismas, en condiciones iguales de gasto y tipo de material de la tubería, ya sea que se alimente a cisternas, hidrantes de protección contra incendio, válvulas de acoplamiento rápido y muebles sanitarios, con agua fría o caliente

Estrictamente, para un mismo gasto se tiene menos pérdida de carga por fricción en el agua caliente que en el agua fría, ya que la viscosidad disminuye al aumentar la temperatura; sin embargo, dentro de los límites de temperatura comúnmente usados para el agua caliente, la diferencia en pérdidas por fricción entre el agua fría y el agua caliente es lo suficientemente pequeña como para que no amerite utilizar diferentes nomogramas de pérdidas de carga por fricción.

También en las redes de distribución de agua fría y de agua caliente se usan las mismas *tablas 2.1 y 2.2 de valores en unidades-mueble* de los muebles sanitarios y la misma *tabla 2.3 de Gastos en función de las unidades-mueble*.

2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

Los gastos de los diferentes tramos de una red de distribución de agua fría o de agua caliente para muebles sanitarios se calculará con base en el método de las unidades-mueble.

2.2.1 VALORES DE LOS MUEBLES SANITARIOS EN UNIDADES-MUEBLE

En las tablas 2.1 y 2.2 se indican los valores, en unidades-mueble de los muebles y equipos sanitarios más usuales en los edificios que construye el Instituto.

Por motivos prácticos, en esta valoración se adoptó el criterio de que valen 10 U-M únicamente los WC con fluxómetro localizados en sanitarios públicos con mucha frecuencia de uso, como son los localizados cerca de salas de espera, aulas y auditorios. A todos los demás WC se les consideró un valor de 5 U-M, ya que su frecuencia de uso es mucho menor.

Los toilets y grupos de baño se valorizaron como grupo y en los que tienen WC con fluxómetro se supuso que este mueble es el único que está en uso en un momento dado, habiéndosele asignado un valor de 5 U-M.

2.2.2 CALCULO DE LAS UNIDADES-MUEBLE DE LOS DIFERENTES TRAMOS

Para el cálculo de las U-M correspondientes a cada uno de los diferentes tramos de una red de distribución de agua a muebles sanitarios, ya sea fría o caliente, se deberá seguir el procedimiento siguiente:

- Asignele a cada mueble sanitario, toilet o grupo de baño el valor en U-M indicado en las tablas. En caso de tener algún mueble sanitario que no aparezca en las tablas, asignele un valor comparándolo con el que más se le asemeja en su gasto y frecuencia de uso.
- Si en la línea a la que se le van a calcular sus U-M no existen WC con fluxómetro, el valor en U-M de cada tramo será la suma de las U-M de todos los muebles, toilets y grupos de baño a los que da servicio.
- Si en la línea a la que se le van a calcular sus U-M existen WC con fluxómetro, proceda siguiendo las indicaciones del ejemplo que se muestra en la *figura 2.1*, en la cual se indica, paso a paso, el criterio a seguir en estos casos.

Siempre comience a acumular las U-M a partir del punto que se considere más desfavorable. En el ejemplo, el punto 6 es el más desfavorable y la línea 1-6 es la línea principal y a la que se le van a acumular las U-M de las líneas 2-23 y 3-33. Procediendo a acumular las U-M a partir del punto 6 tenemos:

LÍNEA 1-6

Tramo 5-6. Este tramo da servicio a un WC con valor de 5 U-M, ya sea que esté en forma individual o formando parte de un toilet o de un grupo de baño. Sabemos que un WC

2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

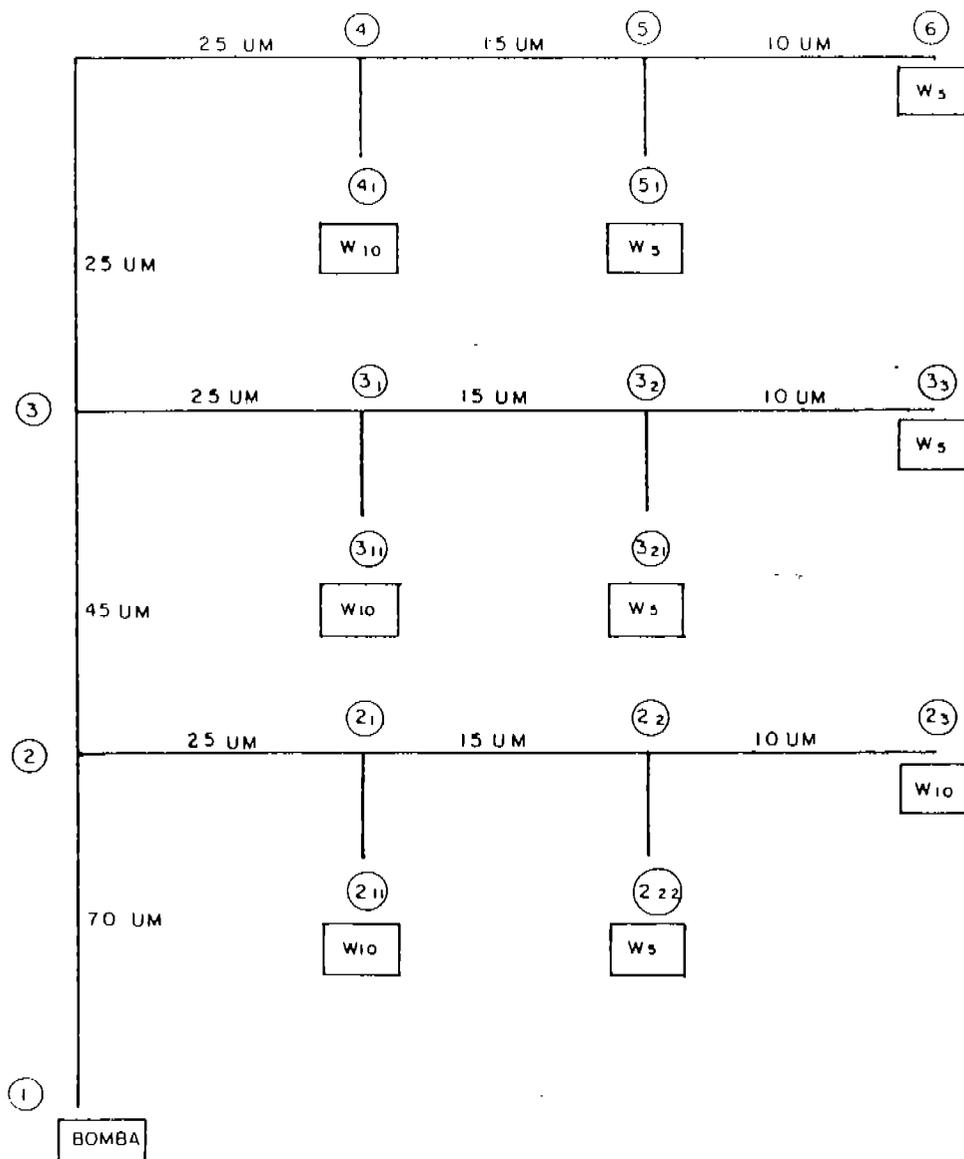


FIGURA 2.1 CROQUIS DEL EJEMPLO DE VALORIZACION Y ACUMULACION DE UNIDADES-MUEBLE EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIA EN LA QUE SE TIENEN INODOROS CON FLUXOMETRO

2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

requiere de 1.7 litros por segundo para que trabaje correctamente y que ese gasto, de acuerdo con la curva de Hunter, se obtiene con 10 U-M. Por tanto, a este tramo se le da el valor de 10 U-M a pesar de que su valor nominal es de 5 U-M. De acuerdo con esto podemos establecer la siguiente regla:

Regla No. 1

Se deberán asignar 10 U-M al tramo que alimente a un WC con fluxómetro, ya sea que esté en forma individual o formando parte de un toilet o de un grupo de baño, independientemente del valor dado en las tablas.

Si ese WC tuviera un valor de 10 U-M, obviamente ya no tendríamos que cambiar su valor.

Tramo 5-5₁, Este tramo alimenta a un WC de 5 U-M, pero ya vimos que al tramo que alimenta a un solo WC hay que asignarle el valor de 10 U-M (*regla No. 1*).

Tramo 4-5. El tramo 4-5 alimenta a los tramos 5-6 y 5-5, que, individualmente, valen 10 U-M cada uno y sin embargo, de acuerdo con las tablas, su valor nominal es de 5 U-M. Aquí cabe hacer la pregunta siguiente: ¿cuáles son los valores en U-M que debemos considerar para acumularlos y obtener el valor de este tramo?

En este momento ya empieza a intervenir la frecuencia de uso de un mueble en combinación con la frecuencia de uso de los otros muebles. Si en los tramos 5-6 y 5-5, consideramos 5 U-M, el tramo 4-5 valdría 10 U-M y estaría escaso, en tanto que si a esos tramos les consideramos 10 U-M, el tramo 4-5 valdría 20 U-M y estaría sobrado. Lo que conviene hacer, desde el punto de vista práctico, es considerar al WC más desfavorable, o sea el que esté al extremo de la línea en consideración, que en este caso es el punto 6, con valor de 10 U-M, y al WC del punto 5-5₁ que es intermedio en la línea, considerarlo con su valor nominal de 5 U-M, por lo que el valor en U-M del tramo 4-5 será de $10 + 5 = 15$ U-M. Esta consideración nos lleva a la siguiente regla de acumulación de U-M:

Regla No. 2

En la línea a la que se van a acumular las unidades-mueble considere con valor 10 U-M al último WC de esa línea, independientemente de su valor nominal, y a todos los demás WC intermedios que contribuyen en la acumulación de U-M, ya considérelas con su valor nominal.

Basándonos en lo enunciado por la *regla No. 2* podemos establecer, inmediatamente, la *regla No. 3*.

Regla No. 3

El valor en unidades-mueble de cada tramo de la línea a la que se le estén calculando sus U-M es igual a la suma de las U-M nominales de los muebles que alimenta tomando en consideración que el último WC siempre vale 10 U-M.

Una vez establecidas las tres reglas de valorización y acumulación de U-M para líneas en las que intervienen WC con fluxómetro, ya podemos continuar con nuestro ejemplo:

Tramo 4-4₁, Este tramo alimenta solamente a un WC y, de acuerdo con la *regla No. 1*, vale 10 U-M en forma individual pero para la acumulación de U-M vale su valor nominal, ya que es intermedio en la línea (*regla No. 2*).

Tramo 3-4. Este tramo alimenta al tramo 4-5 y al tramo 4-4₁. El tramo 4-5 lleva ya acumuladas 15 U-M y el tramo 4-4₁ alimenta a un WC con valor nominal de 10 U-M. Como este WC es intermedio, para la acumulación de U-M se considera su valor nominal (*regla No. 2*), por lo que el valor del tramo 3-4 será de $15 + 10 = 25$ U-M.

Otra forma de ver esto y con la cual se llega al mismo resultado es aplicando la *regla No. 3*, o sea:

	U-M
1 WC al final de la línea:	10
1 WC de 5 U-M:	5
1 WC de 10 U-M:	10
Total para el tramo:	25 U-M

LINEA 3-3₁

Las U-M de los diferentes tramos de esta línea se calculan de acuerdo con las reglas antes mencionadas, o sea:

Tramo 3-3₁. Este tramo alimenta a un solo WC, por lo que vale 10 U-M (*regla No. 1*).

Tramo 3-3₂₁. Este tramo alimenta también a un solo WC, por lo que también vale 10 U-M.



2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

Tramo 3₁-3₂. Este tramo alimenta a 2 WC, uno que está al final de la línea y otro que ya es intermedio, por lo que al acumular sus U-M tendremos:

	U-M
1 WC al final de la línea:	10
1 WC intermedio de 5 U-M:	5
Total para el tramo:	15 UM

Tramo 3-3₁. Este tramo alimenta al tramo 3₁-3₂ que ya lleva 15 U-M acumuladas y al tramo 3₁-3₁₁ que alimenta a un WC de 10 U-M nominales. Como este WC es intermedio, para la acumulación de U-M se considera su valor nominal, o sea:

	U-M
U-M del tramo 3 ₁ -3 ₂ :	15
+ 1 WC intermedio de 10 U-M:	10
Total para el tramo:	25 U-M

Aquí vale la pena hacer notar que las 25 U-M del tramo 3-3, corresponden exclusivamente para el cálculo de la línea 3-3₁, pero en el momento en que las U-M de esta línea se acumulen a la línea 1-6 únicamente se deben acumular las U-M nominales, o sean 20 U-M correspondientes a 1 WC de 10 U-M y 2 WC de 5 U-M.

Tramo 2-3. Alimenta a los tramos 3-4 y 3-3₁. El tramo 3-4 lleva 25 U-M acumuladas y el tramo 3-3, alimenta a 20 U-M nominales, que son las que se deben acumular, como se mencionó para el tramo 3-3₁. Por tanto, el valor del tramo será:

	U-M
U-M del tramo 3-4:	25
+ U-M nominales de la línea 3-3 ₁ :	20
Total para el tramo:	45 U-M

LÍNEA 2-2,

Procediendo en forma semejante que para la línea 3-3, tenemos:

Tramo 2₁-2₂

1 WC al final de la línea: 10 U-M

En este caso el WC tiene un valor nominal de 10 U-M por lo que no hubo que revalorizarlo.

Tramo 2₁-2₂

	U-M
1 WC al final de la línea:	10
1 WC intermedio de 5 U-M:	5
Total para el tramo:	15 U-M

Tramo 2-2₁

	U-M
1 WC al final de la línea:	10
1 WC intermedio de 5 U-M:	5
1 WC intermedio de 10 U-M:	10
Total para el tramo:	25 U-M

Antes de pasar a calcular las U-M del tramo 1-2 comparemos los tramos 3-3₁ y 2-2₁ de las líneas 3-3₁ y 2-2₁ respectivamente. Ambos tramos valen 25 U-M resultantes de la acumulación de U-M en cada línea; sin embargo, para efectos de acumulación de U-M a la línea 1-6, el tramo 3-3₁ da servicio a 20 U-M nominales, que fueron las que se consideraron al determinar el valor del tramo 2-3, en tanto que el tramo 2-2₁ da servicio a 25 U-M nominales, que son las que se deben considerar para acumularlas en el tramo 1-2.

Tramo 1-2. Este tramo da servicio a los tramos 2-3 y 2-2₁. El tramo 2-3 lleva 45 U-M acumuladas y el tramo 2-2₁ tiene un valor de acumulación de 25 U-M. Por tanto,

	U-M
U-M del tramo 2-3:	45
+ U-M nominales del tramo 2-2 ₁ :	25
Total para el tramo:	70 U-M

■ 2.2 CÁLCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS
 ■ 2.3 DIÁMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MÍNIMAS
 ■ 2.4 PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS

2.2.3 DETERMINACIÓN DE GASTOS

Los gastos de los diferentes tramos de las redes de distribución de agua fría o de agua caliente a muebles sanitarios se determinarán con base a la tabla 2.3. Gastos en función de unidades-mueble.

Cuando el tramo al que se le va a determinar su gasto alimenta exclusivamente muebles sin fluxómetro, se usará la columna "sin fluxómetro", pero en caso de que el tramo alimente a muebles con fluxómetro o a muebles con y sin fluxómetro, su gasto se determinará usando la columna "con fluxómetro". Por ejemplo, si un tramo tiene 20 Unidades-mueble y da servicio a muebles sin fluxómetro, su gasto probable es de 0.93 litros/segundo, pero si el tramo da servicio a muebles en los que intervengan fluxómetros, su gasto será de 2.21 litros/segundo.

2.3 DIÁMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MÍNIMAS

Los diámetros mínimos con los que se deben alimentar los muebles sanitarios así como las cargas de trabajo mínimas que se deben considerar para su buena operación se indican en la tabla 2.4.

2.4 PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS

Los nomogramas y tablas de pérdidas de carga por fricción en tuberías que conducen agua a presión fueron calculadas usando la fórmula de Darcy-Weisbach, que es:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

en la que:

- h_f = Pérdida de carga de fricción, en metros de columna del fluido.
- f = Factor de fricción, sin dimensiones, que depende de la rugosidad de la pared interior del tubo, del diámetro interior del tubo, de la velocidad promedio de flujo y de la viscosidad del fluido.

- L = Longitud del tubo, en metros.
- V = Velocidad promedio de flujo, en metros/segundo.
- g = Aceleración de la gravedad, considerada constante e igual a 9.80665 metros/segundo/segundo (m/seg^2).

Para la determinación del factor de fricción " f " en la zona de flujo laminar ($R_n \leq 2000$) se usó la fórmula de Poiseuille, que es:

$$f = \frac{64}{R_n}$$

y para la zona de flujo turbulento ($R_n \geq 4000$) se usó la fórmula de P.K. Swamee y A.K. Jain, que fue desarrollada en 1976 y actualmente se considera que es la fórmula explícita que proporciona los valores más aproximados a los de la fórmula de Colebrook-White. La expresión matemática de la fórmula de Swamee-Jain es:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{R_n^{0.9}} \right) \right]^2}$$

en donde:

- f = Factor de fricción, sin dimensiones.
- ϵ = Rugosidad absoluta de la pared interior del tubo, en metros.
- D = Diámetro real interior del tubo, en metros.
- R_n = Número de Reynolds e igual a VD/ν .
- V = Velocidad promedio de flujo, en metros/segundo.
- ν = Viscosidad cinemática, en metros cuadrados por segundo.

2.4.1 CÁLCULO DE NOMOGRAMAS Y TABLAS

Para el cálculo de nomogramas y tablas se hicieron las siguientes consideraciones:

- Se consideró una temperatura del agua de 10 °C y una viscosidad cinemática de $\nu = 1,308 \times 10^{-6} m^2/seg$.
- La longitud " L " se tomó igual a 100 metros con objeto

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERIAS

■ 2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

de tener las pérdidas de carga en metros de columna de agua por 100 metros de tubo.

- Las rugosidades absolutas que generalmente se consideran para tubos nuevos de cobre y de acero o fierro negro son:

Cobre: $\epsilon = 0.00001524$ m.

Acero o fierro negro: $\epsilon = 0.00004572$ m.

Como en todos los tubos aumenta la rugosidad con el transcurso del tiempo y el valor de este aumento no se puede predecir, para tomar en cuenta este efecto de afeamiento se aumentaron, "a priori", las rugosidades absolutas para el cálculo de las tablas. Las rugosidades usadas fueron:

Para el tubo de cobre: $\epsilon = 0.00003048$ m, o sea 20 veces mayor que la del tubo nuevo.

Para el tubo de acero o de fierro negro la rugosidad de cálculo fue: $\epsilon = 0.0002286$ m, o sea 5 veces mayor que la del tubo nuevo.

Para propósitos prácticos se puede considerar que el peso volumétrico del agua a 10 °C es de 1.0 kg/dm³.

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

Existen dos métodos para calcular estas pérdidas: el de la carga de velocidad y el de la longitud equivalente.

2.5.1 EN FUNCION DE LA CARGA DE VELOCIDAD

Esta forma de cálculo es la más precisa y está dada por la expresión

$$h = K \frac{V^2}{2g}$$

en la que:

h = Pérdida de carga en la conexión o válvula, en metros de columna de agua.

V = Velocidad media de flujo, en metros/segundo, en una tubería de diámetro igual al de la válvula o conexión.

g = Aceleración de la gravedad y que para propósitos prácticos se considera constante e igual a 9.80665 metros/seg².

K = Coeficiente de fricción de la conexión o válvula, sin dimensiones, y que depende de su tipo y de su diámetro.

Para la determinación de los valores de "K" se siguieron los criterios de la casa CRANE en su libro "Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe" en los que el valor de "K" es igual al factor de fricción "f" en la zona de turbulencia (f_t) multiplicado por un cierto número, que llamaremos " N_C ", de acuerdo con el tipo de conexión o válvula. En nuestro caso, en lugar de usar el factor de fricción en la zona de turbulencia (f_t), se usó el correspondiente a una velocidad de 2.0 metros por segundo (f_2), ya sea en cobre, fierro galvanizado o acero, ya que esta velocidad está más de acuerdo con las velocidades que se tienen en las instalaciones del Instituto. De acuerdo con esto, $K = (f_2) (N_C)$.

A continuación se indican los valores de (f_2) y de (N_C) que se usaron para determinar valores de "K", y en las Tablas 2.6.1 a 2.6.4 se muestran coeficientes de fricción "K" para diferentes tipos de conexiones y válvulas comúnmente usadas.

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

VALORES DE "F₂" PARA V = 2.0 METROS/ SEGUNDO

DIAM. (mm)	CONEXIONES SOLDABLES DE COBRE	CONEXIONES Y VALVULAS ROSCADAS	CONEXIONES SOLDABLES DE ACERO Y VALVULAS BRIDADAS
13	0.029	0.050	0.046
19	0.027	0.045	0.041
25	0.025	0.041	0.038
32	0.024	0.037	0.034
38	0.023	0.036	0.033
50	0.021	0.033	0.030
64	0.020	0.031	0.029
75	0.019	0.029	0.027
100	0.018	0.027	0.025
150			0.024
200			0.023
250			0.021
300			0.020

VALORES DE "N_c" PARA CONEXIONES Y VALVULAS

CONEXION	ROSCADA o SOLDABLE DE COBRE	SOLDABLE DE ACERO	VALVULA	ROSCADA	BRIDADADA
CODO DE 45°	16	16	COMPUERTA	8	8
CODO DE 90°	30	20	GLOBO	340	340
TE (salida recta)	20	20	RETENCION	100	50
TE (salida a 90°)	60	60	DE PIE CON PICHANCHA	420	

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS
 ■ 2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

2.5.2
 EN FUNCION DE LA LONGITUD EQUIVALENTE

En este método se considera que la conexión o válvula produce una pérdida de carga igual a la que se tuviera en una determinada longitud de tubo del mismo diámetro, por lo que equivale a sustituir esas conexiones o válvulas por longitudes adicionales de tubo. En este caso, la longitud total equivalente que se debe usar para el cálculo es:

$$L = L_m + L_e$$

en la que:

L = Longitud total equivalente, en metros.

L_m = Longitud real del tramo en consideración, en metros.

L_e = Longitud equivalente de las conexiones y válvulas, en metros.

Para facilidad de cálculo, en los cuadros del 2.7.1 al 2.9.11 se muestran las longitudes equivalentes de las conexiones y válvulas más usuales y tomando en consideración el rango de gastos generalmente usados en el Instituto.

Para el cálculo de las tablas se consideró que la pérdida de carga por fricción en una conexión o válvula es igual a la producida en una tubería de longitud " L_e " en condiciones iguales de gasto y diámetro, o sea:

$$h = K \frac{V^2}{2g} = h_f \times L_e$$

en la que:

h = Pérdida de carga por fricción, en metros de columna de agua.

h_f = Pérdida de carga por fricción en la tubería, en metros de columna de agua por metro de tubo

L_e = Longitud equivalente de la conexión o válvula, en metros.

Despejando a " L_e " de la expresión anterior, nos queda:

$$L_e = \frac{K \frac{V^2}{2g}}{h_f}$$

2.6
 RETORNO DE AGUA CALIENTE

En las instalaciones grandes y extensas de agua caliente es imperativo proyectar un sistema de recirculación con objeto de evitar demoras en la obtención del agua caliente a la temperatura normal de servicio y desperdicio excesivo de agua por no estar a la temperatura adecuada.

Los gastos y diámetros de la red de retorno de agua caliente deben determinarse con base en:

- Las pérdidas de calor en todas las tuberías con recirculación.
- La diferencial de temperatura a la que operará el sistema.
- La presión o carga disponible para la recirculación.

A continuación se indica, paso por paso, un procedimiento para dimensionar las tuberías de retorno de agua caliente.

2.6.1
 PROCEDIMIENTO PARA DIMENSIONAR LAS TUBERIAS (EJEMPLO)

Para una mejor comprensión del procedimiento de cálculo, se anexa el croquis de una red de distribución de agua caliente con su red de retorno, así como su plantilla de cálculo. (figura 2.6 y tabla 2.11)

1) Dibuje un croquis de la red de distribución de agua caliente y retorno por donde se tendrá recirculación, numerando sus circuitos de recirculación a partir del más alejado de donde se tiene el origen del agua caliente, ya que probablemente será el que tenga más pérdidas por fricción. Indique sus diámetros y longitudes en la plantilla de cálculo. Como los diámetros de retorno todavía no se conocen en esta etapa, supóngalos tentativamente, en cada circuito, iguales al más cercano a 1/3 del diámetro mayor de alimentación en el circuito considerado y un diámetro mínimo de 13 mm. Bajo esta base, se tiene lo siguiente:

- a) Si el diámetro mayor de alimentación en el circuito es de 100 mm, suponga que el retorno del circuito es de 32 mm.

2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

- b) Si el diámetro mayor de alimentación en el circuito es de 75 mm, suponga que el retorno del circuito es de 25 mm.
- c) Si el diámetro mayor de alimentación en el circuito es de 64 o 50 mm, suponga que el retorno del circuito es de 19 mm.
- d) Para diámetros de alimentación de 13 a 38 mm en el circuito, suponga que el retorno es de 13 mm.

2) Calcule las pérdidas de calor en cada circuito, la cual es igual a la suma de las pérdidas de calor en las tuberías de alimentación más las pérdidas de calor en las tuberías de retorno. Para este efecto, en las tuberías de alimentación use la tabla de pérdidas de calor en tuberías de cobre forradas que conducen agua caliente, y en las tuberías de retorno use la tabla de pérdidas de calor en tuberías de cobre forradas que conducen agua caliente. Considere la temperatura ambiente de acuerdo con el tipo de clima y si la tubería está en el interior o en el exterior del edificio. En el ejemplo se consideró agua caliente a 60 °C y una temperatura ambiente de 20 °C. Ver tablas 2.10.1a la 2.10.3

3) Acumule ordenadamente las pérdidas de calor de los diferentes circuitos, las cuales servirán, posteriormente, para determinar sus gastos de recirculación. Para esta acumulación hay que visualizar cómo se van repartiendo los gastos. Refiriéndonos al croquis de la red observamos lo siguiente:

- a) El gasto que pase por el circuito (13) es el gasto total de recirculación y el cual será proporcional a la suma de las pérdidas de calor de todo el sistema por donde se tendrá recirculación. Este gasto se ramaleará por los circuitos (9) y (12). Por el circuito (9) deberá pasar un gasto proporcional a la suma de las pérdidas de calor de los circuitos del (1 al (9) inclusive, y por el circuito (12) el gasto será proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del (10) al (12) inclusive.
- b) El gasto que pase por el circuito (12) se ramaleará por los circuitos (10) y (11) proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.
- c) El gasto que pase por el circuito (9) se ramaleará por los circuitos (5) y (8). Por el circuito (5) deberá pasar un gasto proporcional a las pérdidas de calor de los cir-

cuitos del (1) al (5) inclusive, y por el circuito (8) el gasto será proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del (6) al (8) inclusive

- d) El gasto que pase por el circuito (5) se ramaleará por los circuitos (3) y (4). Por el circuito (3) deberá pasar un gasto proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del (1) al (3) inclusive, y por el circuito (4) el gasto será proporcional a sus pérdidas de calor.
- e) El gasto que pase por el circuito (3) se ramaleará por los circuitos (1) y (2) proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.
- f) El gasto que pase por el circuito (8) se ramaleará por los circuitos (6) y (7) proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.

4) Una vez comprendido el mecanismo de distribución de gastos proporcionalmente a las pérdidas de calor, ya se puede proceder a la acumulación de estas pérdidas, comenzando por el circuito (1).

- a) En el circuito (1) las pérdidas fueron de 597 kcal/hr y no se acumulan con las de ningún otro circuito.
- b) En el circuito (2) las pérdidas fueron de 384 kcal/hr y no se acumulan con las de ningún otro circuito.
- c) En el circuito (3) las pérdidas fueron de 152 kcal/hr, pero el gasto que pase por este circuito también debe compensar las pérdidas de los circuitos (1) y (2) además de sus propias pérdidas, por lo que el total de pérdidas considerada para este circuito será la suma de las pérdidas de calor de los circuitos (1), (2) y (3), o sean $597 + 384 + 152 = 1133$ kcal/hr

De acuerdo con 3(e) el gasto que pase por el circuito (3) se ramaleará por los circuitos (1) y (2) proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos circuitos, por lo que los factores de distribución de gasto (FDG) para los circuitos (1) y (2) serán:

$$FDG_{11} = \frac{597}{597 + 384} = 0.61$$

$$FDG_{12} = \frac{384}{597 + 384} = 0.39$$

2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

Procediendo en forma semejante para los demás circuitos, tenemos:

	kcal/h
d) Pérdida total de calor para el circuito (3)	1133
Pérdida de calor en el circuito (4)	384
Pérdida de calor en el circuito (5)	349
<hr/>	
Pérdida total de calor para el circuito (5)	1866

$$FDG_{(3)} = \frac{1133}{1133 + 384} = 0.75$$

$$FDG_{(4)} = \frac{384}{1133 + 384} = 0.25$$

	kcal/h
e) Pérdida de calor en el circuito (6)	541
Pérdida de calor en el circuito (7)	496
Pérdida de calor en el circuito (8)	203
<hr/>	
Pérdida total de calor para el circuito (8)	1240

$$FDG_{(6)} = \frac{541}{541 + 496} = 0.52$$

$$FDG_{(7)} = \frac{496}{541 + 496} = 0.48$$

	kcal/h
f) Pérdida total de calor para el circuito (5)	1866
Pérdida total de calor para el circuito (8)	1240
Pérdida de calor en el circuito (9)	241
<hr/>	
Pérdida total de calor para el circuito (9)	3347

$$FDG_{(5)} = \frac{1866}{1866 + 1240} = 0.60$$

$$FDG_{(8)} = \frac{1240}{1866 + 1240} = 0.40$$

	kcal/h
g) Pérdida de calor en el circuito (10)	461
Pérdida de calor en el circuito (11)	405
Pérdida de calor en el circuito (12)	244
<hr/>	
Pérdida total de calor para el circuito (12)	1110

	kcal/h
h) Pérdida total de calor para el circuito (9)	3347
Pérdida total de calor para el circuito (12)	1110
Pérdida de calor en el circuito (13)	1203
<hr/>	
Pérdida total de calor para el circuito (13)	5660

5) Calcule los gastos requeridos de agua caliente para reponer esas pérdidas de calor en cada circuito. Considere que la diferencial de temperatura con la que operará el sistema es de 10 °C, por lo que la cantidad de calor proporcionada por la circulación de 1.0 litro por segundo, o sean 3 600 litros por hora, es de 36 000 kcal/hora. En el ejemplo, las pérdidas totales de calor fueron de 5 660 kcal/hora, por lo que el gasto requerido de recirculación será de $5\,660/36\,000 = 0.1572$ litros por segundo, y este gasto será el que supuestamente pase por el circuito (13).

Para los demás circuitos los gastos tentativos de recirculación, con base en lo mencionado en los puntos 3 y 4, serán:

$$Q_{(12)} = Q_{(13)} \times FDG_{(12)} = 0.1572 \times 0.25 = 0.0393 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(11)} = Q_{(12)} \times FDG_{(11)} = 0.0393 \times 0.47 = 0.0185 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(10)} = Q_{(12)} \times FDG_{(10)} = 0.0393 \times 0.53 = 0.0208 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(9)} = Q_{(13)} \times FDG_{(9)} = 0.1572 \times 0.75 = 0.1179 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(8)} = Q_{(9)} \times FDG_{(8)} = 0.1179 \times 0.40 = 0.0472 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(7)} = Q_{(8)} \times FDG_{(7)} = 0.0472 \times 0.48 = 0.0227 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(6)} = Q_{(8)} \times FDG_{(6)} = 0.0472 \times 0.52 = 0.0245 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(5)} = Q_{(9)} \times FDG_{(5)} = 0.1179 \times 0.60 = 0.0707 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(4)} = Q_{(5)} \times FDG_{(4)} = 0.0707 \times 0.25 = 0.0177 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(3)} = Q_{(5)} \times FDG_{(3)} = 0.0707 \times 0.75 = 0.0530 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(2)} = Q_{(3)} \times FDG_{(2)} = 0.0530 \times 0.39 = 0.0207 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{(1)} = Q_{(3)} \times FDG_{(1)} = 0.0530 \times 0.61 = 0.0323 \text{ l.p.s.}$$

6) Con el gasto total de recirculación seleccione la bomba de recirculación más pequeña disponible en el mercado que tenga una eficiencia relativamente alta y en la curva de

2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

la bomba vea cuál es la carga con la que obtiene ese gasto. Esta carga será, tentativamente, la disponible para establecer la circulación.

En el ejemplo, el gasto total fue de 0.1572 litros/segundo (2.49 GPM) y se seleccionó el circulador Bell & Gossett Mod. No. 150, que para ese gasto proporciona una carga de 7.8 pies o sean 2.378 metros.

7) Con los gastos de recirculación obtenidos calcule las pérdidas por fricción en las tuberías de alimentación desde su origen hasta el punto donde comienza la línea de retorno considerada como la más lejana y réstelas de la carga que obtuvo en la curva del recirculador. La diferencia será la carga realmente disponible para vencer las pérdidas por fricción en las tuberías de retorno.

Es de hacerse notar que, normalmente, las pérdidas por fricción en las tuberías de alimentación con los gastos de retorno son tan pequeñas que prácticamente se pueden despreciar. En el ejemplo eran del orden de 12 mm, por lo que se despreciaron.

8) Calcule las pérdidas por fricción en los tramos de retorno de las líneas más desfavorables, considerando que la longitud equivalente es 10% mayor que la longitud real. La suma de las pérdidas por fricción en cualquier línea consi-

derada deberá ser igual o menor que la carga que proporciona el recirculador.

9) Haga los ajustes necesarios en caso de que se haya disparado algún diámetro supuesto, ya sea en exceso o en defecto.

En el ejemplo, con los diámetros supuestos inicialmente, la suma de las pérdidas por fricción de los tramos de retorno de los circuitos (1), (3), (5), (9) y (13) fue de 0.638 metros. Como el circulador proporciona una carga de 2.378 metros, quedaba una carga disponible de $2.378 - 0.638 = 1.740$ metros, la cual se aprovechó para disminuir los diámetros de los tramos de los circuitos (5) y (9) de 19 a 13 mm, y el tramo del circuito (13) se redujo de 25 a 19 mm. Con los diámetros modificados la suma de las pérdidas por fricción subió a 2.056 metros, inferior aún a los 2.378 metros del recirculador. Ya no se hicieron las correcciones de pérdidas de calor ni de gastos ya que las diferencias eran muy pequeñas y, además, a favor, puesto que disminuían ligeramente los gastos.

En la plantilla de cálculo del ejemplo se indican, únicamente para comparación, las pérdidas de carga con los diámetros supuestos originalmente y con los diámetros finales. En las plantillas de cálculo de cualquier proyecto sólo deben aparecer los datos de los diámetros finales.

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

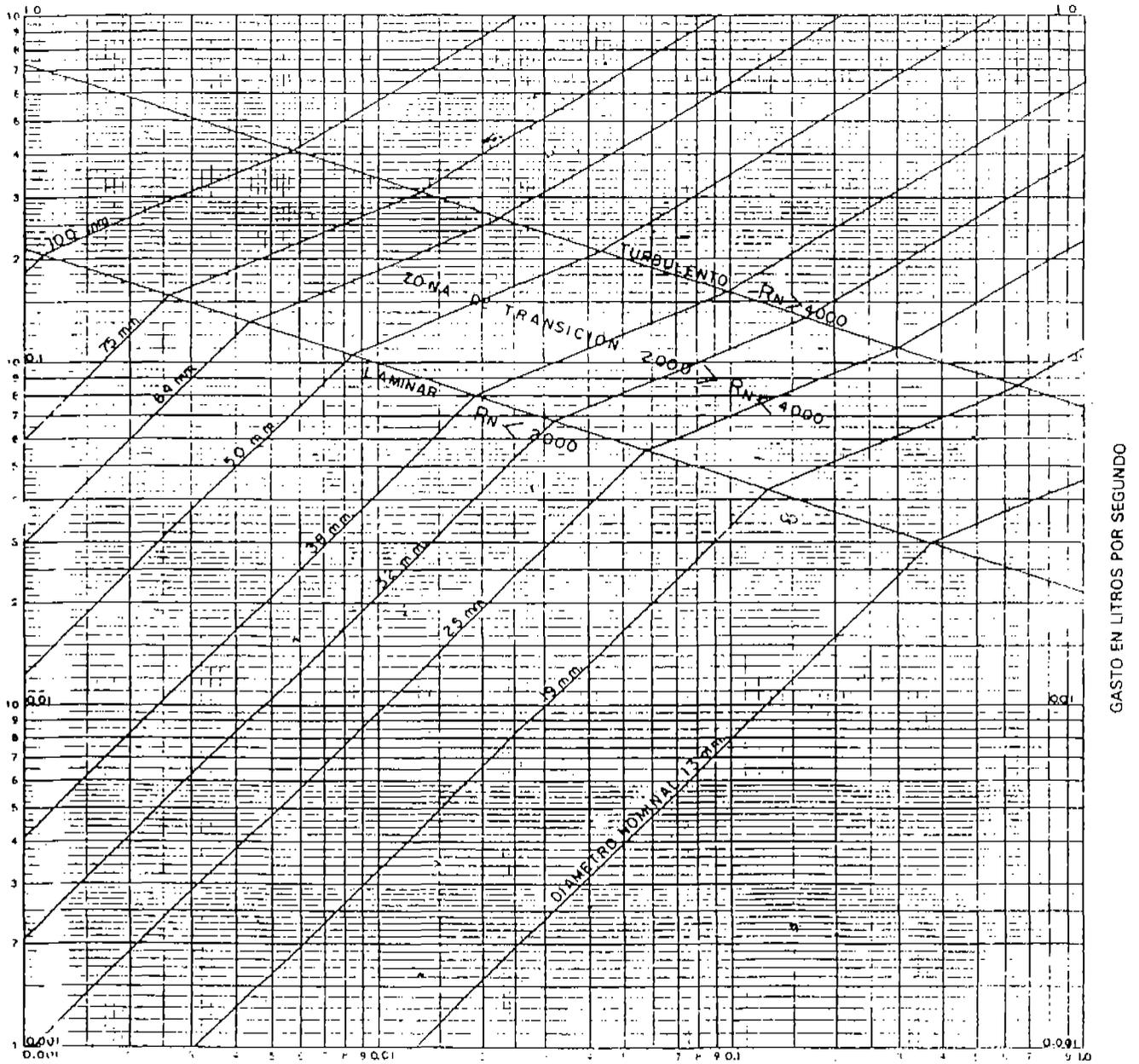


FIGURA 2.2 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS
Tuberia de cobre tipo M

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

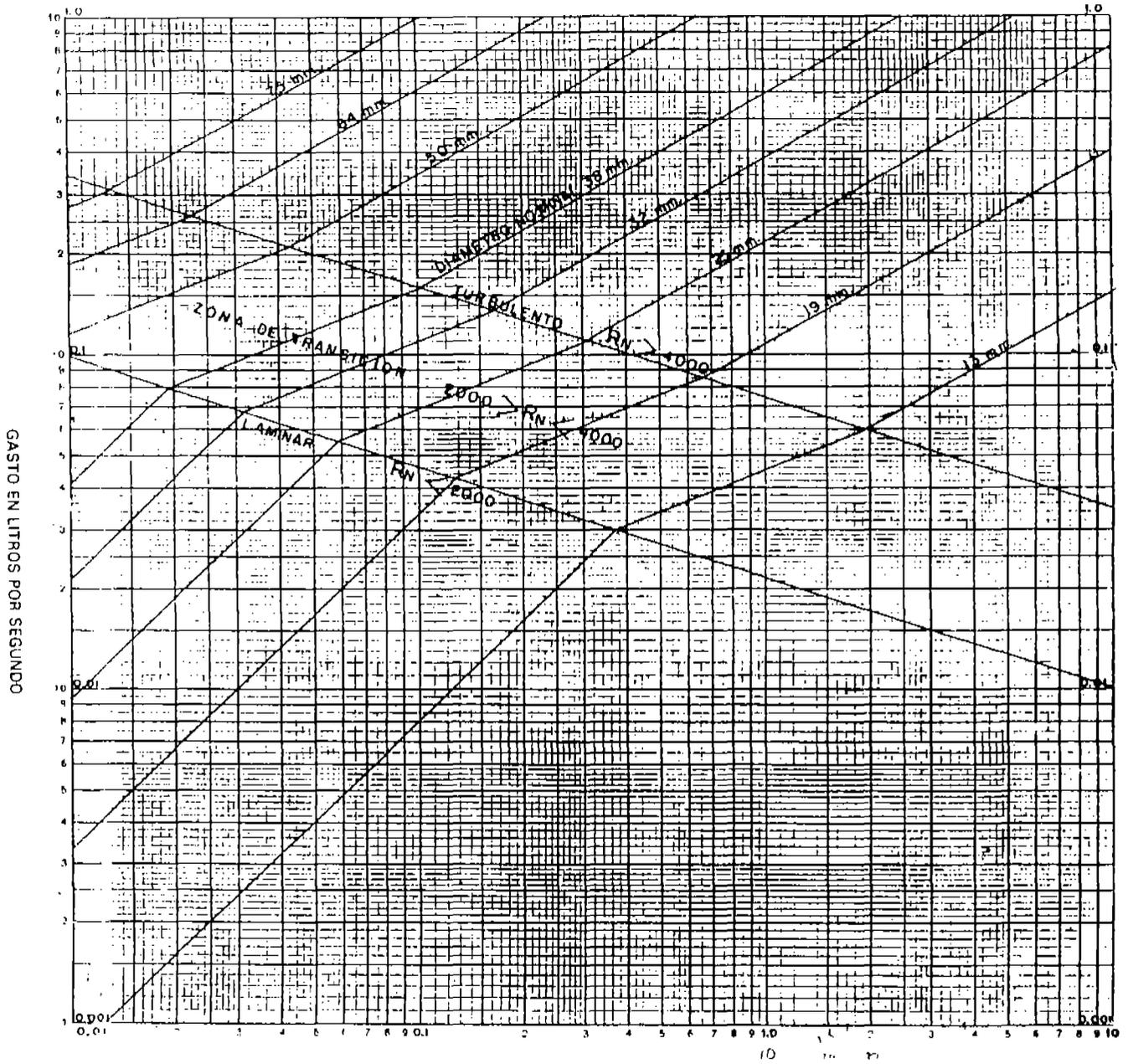


FIGURA 2.3 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS
Tubería de cobre tipo M

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

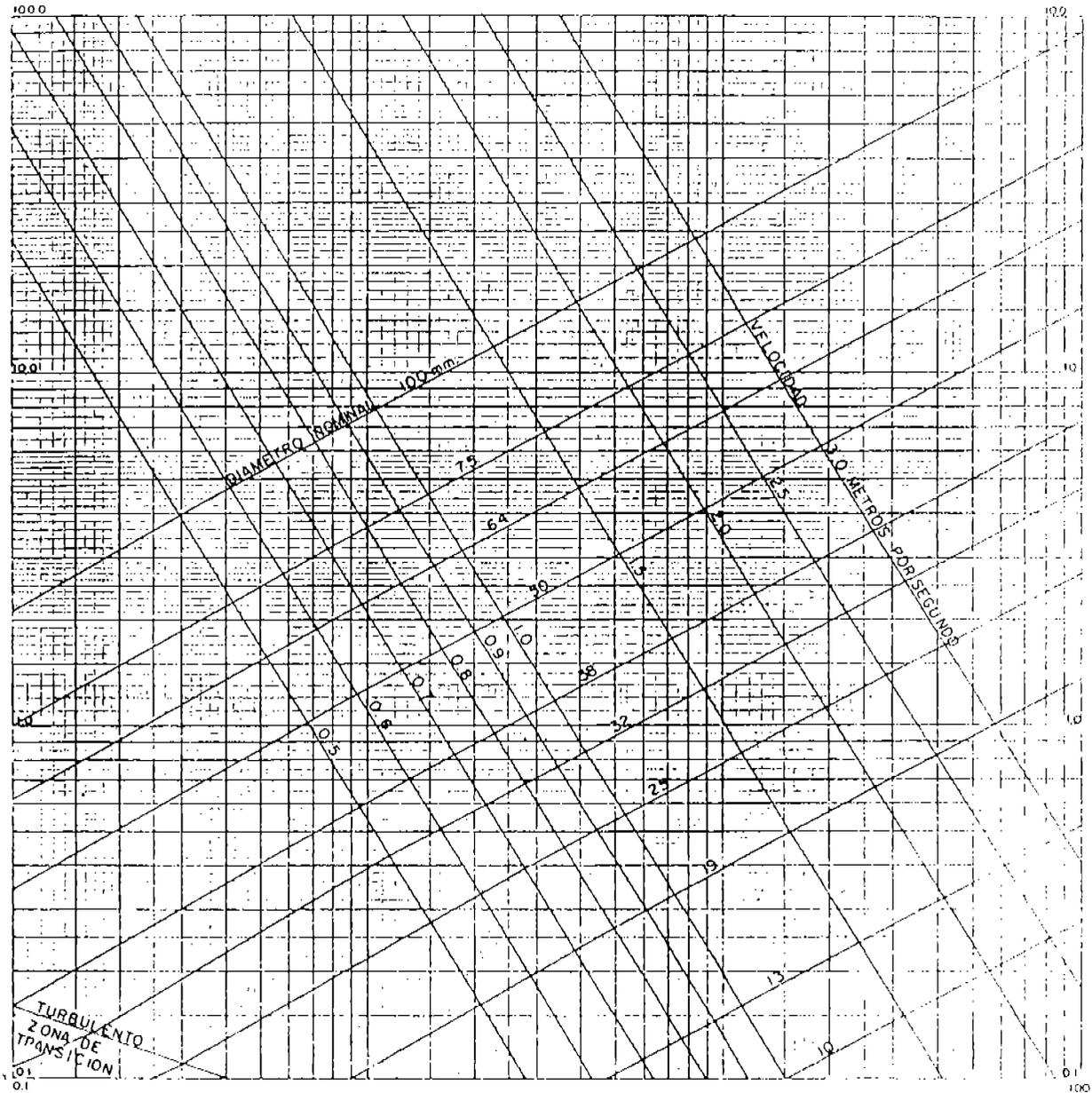


FIGURA 2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS
 Tubería de cobre tipo M

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

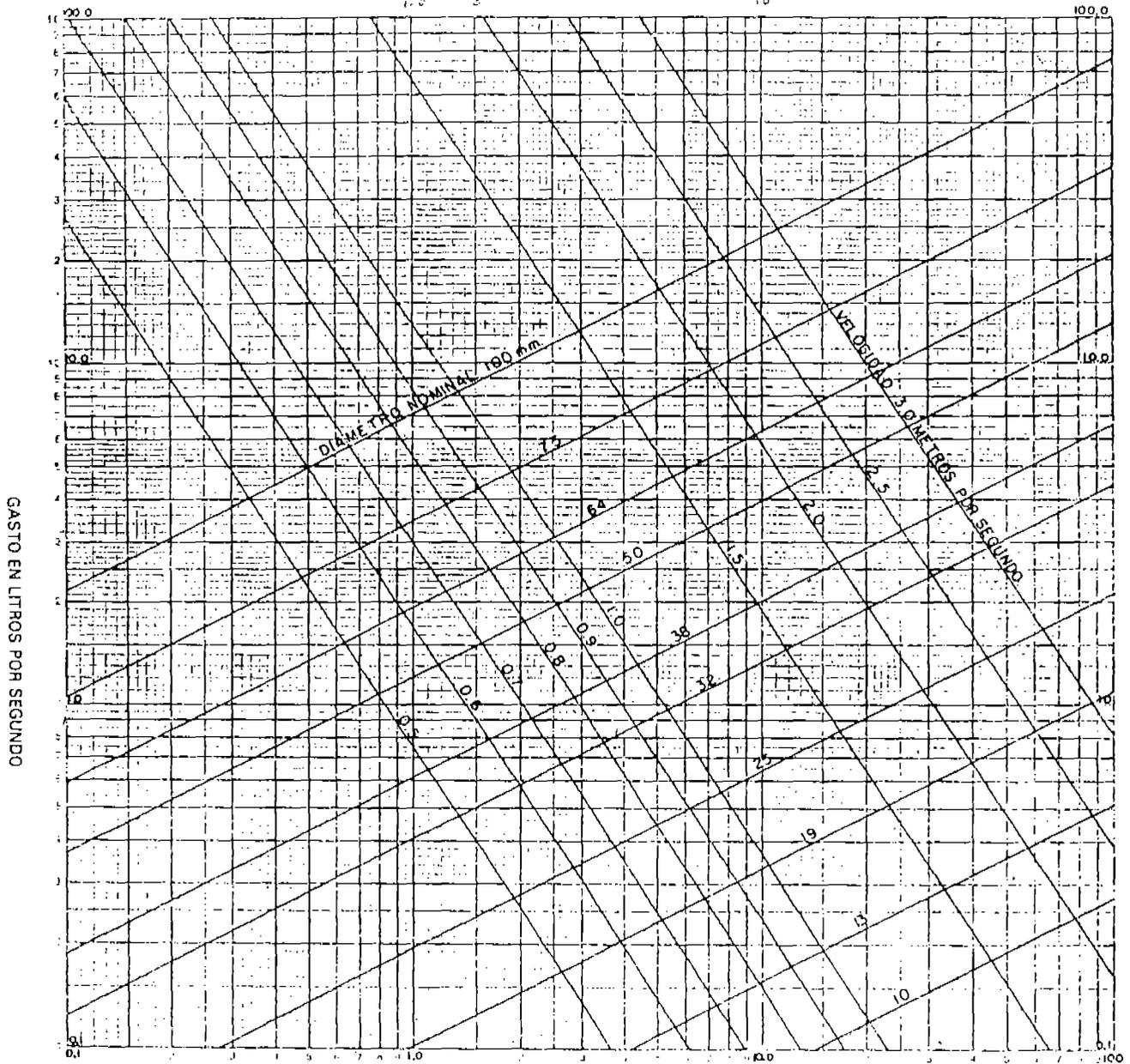


FIGURA 2.6 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS
Tubería de acero ced 40

2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

TABLA 2.1 UNIDADES-MUEBLE
Cálculo de gastos en clínicas y hospitales

MUEBLE	UNIDADES-MUEBLE			MUEBLE	UNIDADES-MUEBLE		
	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE		TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
AREAS GENERALES							
Artesa	3	2.3	2.3	Baños generales de encamados	4	3	3
Bebedero	1	1		Baños y vestidores de médicos(as)	2	1.5	1.5
Bidet	3	2.3	2.3	Baños y vestidores de personal	4	3	3
Cocineta	2	1.5	1.5	Decontaminación	2	1.5	1.5
Destilador de agua	2	2		Tanque de revelado	2	1.5	1.5
Escudillas de laboratorio	1	1		Toilets			
Fregadero-cocina de piso	4	3	3	Consultorios	5	5	--
Grupos de baño (WC con fluxómetro)				Jefaturas	5	5	1
WC-R-L	5	5	1.5	Laboratorio	5	5	--
WC-R	5	5	1.5	Personal	5	5	--
WC-L	5	5	1.5	Unidad dental	1	1	--
L-R	2	1.5	1.5	Unidad otorrino	1	1	--
Grupos de baño (WC con tanque)				Vertederos (por mezcladora)			
WC-R-L	3	3	1.5	Anexos de consultorios	2	1.5	1.5
WC-R	3	3	1.5	CEYE	3	2.3	2.3
WC-L	3	3	1	Cuartos de aseo	1	1	--
Inodoros (con fluxómetro)				Laboratorio clínico (A.F.)	2	2	--
Sanitarios de salas de espera	10	10	--	Laboratorio clínico (AF y AC)	3	2.3	2.3
Sanitarios de aulas y auditorios	10	10	--	Laboratorio de leches	4	3	3
Con válvula divergente en sépticos	10	10	--	Trabajo de enfermeras	3	2.3	2.3
Todos los demás	5	5	--	Trabajo de yeso	4	3	3
Inodoros (con tanque)				Cocina general			
Sanitarios de salas de espera	5	5	--	Baño María o mesa caliente	1	1	--
Sanitarios de aulas y auditorios	5	5	--	Cafetera	2	2	--
Todos los demás	3	3	--	Cocedor de verduras	1	1	--
Lavabos				Fabricador de hielo	1	1	--
Baños y vestidores	2	1.5	1.5	Fregadero (por mezcladora)	4	3	3
Baños generales de encamados	2	1.5	1.5	Fuente de agua	1	1	--
Consultorios (climas templado y tropical)	1	1		Lavadora de loza	10	--	10
Consultorios (clima extremo)	1	1	1	Marmitas (por mezcladora)	2	1.5	1.5
Cuartos de aislados o de encamados	1	1	1	Mesa fría	1	1	--
Cuartos de curaciones	1	1	1	Pelapapas	2	2	--
De cirujanos (por mezcladora)	2	1.5	1.5	Triturador de desperdicios	4	4	--
Lavadora de guantes	3	2.3	2.3	Fisiatría			
Lavadora ultrasónica	3	2.3	2.3	Tanques de remolino	3	2.3	2.3
Lavador esterilizador de cómodos	10	10	--	Tina de inmersión	4	3	3
Mesa de autopsias	4	3	3	Tina de Hubbard 1 2 l p.s. continuos en A F y A C			
Microscopio electrónico	1	1		Lavanderías			
Mingitorio con fluxómetro	5	5	--	Lavadoras (por kilogramo de ropa seca)			
Mingitorio con llave de resorte	3	3	--	Horizontales	2.2	2.2	2.2
Regaderas				Extractoras	4.4	4.4	4.4
Baños de médicos • anatomía patológica	2	1.5	1.5				
Baños de medicostas • cirugía	4	3	3				

2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

TABLA 2.2 UNIDADES-MUEBLE
 Cálculo de gastos en otros tipos de edificios

MUEBLE	TIPO DE USO	UNIDADES-MUEBLE			MUEBLE	TIPO DE USO	UNIDADES-MUEBLE		
		TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE			TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Bidet	Privado	1	0.75	0.75	Tina	Privado	4	3	3
Cocineta	"	2	1.5	1.5	Fregadero de cocina	Hotel, Rest.	4	3	3
Fregadero de cocina	"	2	1.5	1.5	Cocineta	Público	2	1.5	1.5
Grupo de baño completo	"	8	6		Inodoro con fluxómetro	"	10	10	
Inodoro con fluxómetro	"	6	4		Inodoro con tanque	"	5	5	
Inodoro con tanque	"	6	6		Lavabo	"	2	1.5	1.5
Lavabo	"	3	3		Lavadora de ropa	"	4	3	3
Lavadero	"	1	0.75	0.75	Mingitorio con fluxómetro	"	5	5	
Lavadora de loza	"	2	1.5	1.5	Mingitorio con llava de resorte	"	3	3	
Lavadora de ropa	"	4	3	3	Regadera	"	4	3	3
Regadera	"	2	1.5	1.5	Tina	"	4	3	3

TABLA 2.3 GASTOS EN FUNCION DE UNIDADES-MUEBLE
 Método Hunter-Nielsen

NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
1	0.10		31	1.31	2.64	72	2.31	3.64
2	0.18		32	1.34	2.67	74	2.35	3.68
3	0.25		33	1.37	2.70	76	2.38	3.72
4	0.31		34	1.40	2.73	78	2.42	3.76
5	0.37	1.30	35	1.43	2.76	80	2.45	3.80
6	0.42	1.39	36	1.46	2.79	82	2.49	3.84
7	0.46	1.48	37	1.49	2.82	84	2.52	3.88
8	0.50	1.56	38	1.52	2.85	86	2.56	3.92
9	0.54	1.63	39	1.55	2.88	88	2.59	3.96
10	0.58	1.70	40	1.58	2.91	90	2.63	4.00
11	0.61	1.76	41	1.61	2.94	92	2.66	4.04
12	0.65	1.82	42	1.64	2.97	94	2.70	4.08
13	0.68	1.88	43	1.67	3.00	96	2.73	4.12
14	0.72	1.93	44	1.70	3.03	98	2.76	4.16
15	0.75	1.98	45	1.73	3.06	100	2.79	4.20
16	0.79	2.03	46	1.76	3.09	102	2.82	4.23
17	0.82	2.08	47	1.79	3.12	104	2.85	4.26
18	0.86	2.13	48	1.82	3.15	106	2.88	4.29
19	0.89	2.17	49	1.84	3.18	108	2.91	4.32
20	0.93	2.21	50	1.87	3.20	110	2.94	4.35
21	0.96	2.25	52	1.92	3.24	112	2.97	4.38
22	1.00	2.29	54	1.97	3.28	114	3.00	4.41
23	1.03	2.33	56	2.02	3.32	116	3.03	4.44
24	1.07	2.37	58	2.06	3.36	118	3.07	4.47
25	1.10	2.41	60	2.10	3.40	120	3.10	4.50
26	1	2.45	62	2.14	3.44	122	3.14	4.53
27	1	2.49	64	2.17	3.48	124	3.17	4.56
	1	2.53	66	2.21	3.52	126	3.20	4.59
		2.57	68	2.24	3.56	128	3.23	4.62
		2.61	70	2.28	3.60	130	3.26	4.65

(Continúa)



2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

ABLA 2.3 GASTOS EN FUNCION DE UNIDADES-MUEBLE. METODO HUNTER-NIELSEN (Continuación)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
132	3.29	4.68	232	4.70	6.10	332	5.96	7.30
134	3.32	4.71	234	4.73	6.12	334	5.99	7.32
136	3.35	4.74	236	4.75	6.15	336	6.01	7.34
138	3.38	4.77	238	4.78	6.18	338	6.04	7.36
140	3.41	4.80	240	4.80	6.20	340	6.06	7.39
142	3.44	4.83	242	4.83	6.23	342	6.09	7.41
144	3.47	4.86	244	4.85	6.26	344	6.11	7.43
146	3.50	4.89	246	4.88	6.28	346	6.14	7.45
148	3.53	4.92	248	4.90	6.31	348	6.16	7.47
150	3.56	4.95	250	4.93	6.34	350	6.19	7.50
152	3.59	4.98	252	4.95	6.36	352	6.21	7.52
154	3.62	5.01	254	4.98	6.39	354	6.24	7.54
156	3.65	5.04	256	5.00	6.42	356	6.26	7.56
158	3.68	5.07	258	5.03	6.44	358	6.29	7.58
160	3.71	5.10	260	5.05	6.46	360	6.31	7.60
162	3.74	5.13	262	5.08	6.49	362	6.34	7.62
164	3.77	5.16	264	5.10	6.51	364	6.36	7.64
166	3.80	5.18	266	5.13	6.53	366	6.39	7.66
168	3.83	5.21	268	5.15	6.56	368	6.41	7.68
170	3.86	5.24	270	5.18	6.58	370	6.44	7.70
172	3.89	5.27	272	5.20	6.60	372	6.46	7.72
174	3.91	5.30	274	5.23	6.62	374	6.49	7.74
176	3.94	5.32	276	5.25	6.65	376	6.51	7.76
178	3.96	5.35	278	5.28	6.67	378	6.54	7.78
180	3.99	5.38	280	5.30	6.69	380	6.56	7.80
182	4.01	5.41	282	5.33	6.72	382	6.59	7.82
184	4.04	5.44	284	5.35	6.74	384	6.62	7.84
186	4.07	5.46	286	5.38	6.76	386	6.65	7.86
188	4.10	5.49	288	5.40	6.78	388	6.67	7.88
190	4.13	5.52	290	5.43	6.80	390	6.70	7.90
192	4.16	5.55	292	5.45	6.83	392	6.72	7.92
194	4.19	5.58	294	5.48	6.85	394	6.75	7.94
196	4.22	5.60	296	5.50	6.87	396	6.77	7.96
198	4.25	5.63	298	5.53	6.89	398	6.80	7.98
200	4.28	5.66	300	5.55	6.92	400	6.82	8.00
202	4.31	5.69	302	5.58	6.95	402	6.85	8.02
204	4.34	5.72	304	5.61	6.97	404	6.87	8.04
206	4.37	5.74	306	5.64	6.99	406	6.90	8.06
208	4.39	5.77	308	5.66	7.01	408	6.92	8.08
210	4.42	5.80	310	5.69	7.04	410	6.95	8.10
212	4.44	5.83	312	5.71	7.07	412	6.97	8.12
214	4.47	5.85	314	5.74	7.09	414	7.00	8.14
216	4.49	5.88	316	5.76	7.11	416	7.02	8.16
218	4.52	5.91	318	5.79	7.13	418	7.05	8.18
220	4.54	5.94	320	5.81	7.16	420	7.07	8.20
222	4.57	5.96	322	5.84	7.19	422	7.10	8.22
224	4.60	5.99	324	5.86	7.21	424	7.12	8.24
226	4.63	6.02	326	5.89	7.23	426	7.15	8.26
228	4.65	6.04	328	5.91	7.25	428	7.17	8.28
230	4.68	6.07	330	5.94	7.28	430	7.20	8.30

(Continúa)

2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

TABLA 2.3 GASTOS EN FUNCION DE UNIDADES-MUEBLE. METODO HUNTER-NIELSEN (Continuación)

NUMERO UNIDADES MUEBLI	GASTO PROBABLE (l.p.s.)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)		NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.)	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
432	7.22	8.32	580	8.92	9.80	830	11.82	12.20
434	7.25	8.34	585	8.97	9.85	835	11.87	12.25
436	7.27	8.36	590	9.02	9.90	840	11.93	12.30
438	7.30	8.38	595	9.07	9.95	845	11.98	12.35
440	7.32	8.40	600	9.13	10.00	850	12.04	12.40
442	7.35	8.42	605	9.19	10.05	855	12.09	12.45
444	7.37	8.44	610	9.25	10.10	860	12.15	12.50
446	7.39	8.46	615	9.31	10.15	865	12.20	12.55
448	7.41	8.48	620	9.37	10.20	870	12.26	12.60
450	7.43	8.50	625	9.43	10.25	875	12.31	12.65
452	7.45	8.52	630	9.49	10.30	880	12.37	12.70
454	7.47	8.54	635	9.54	10.35	885	12.42	12.75
456	7.49	8.56	640	9.59	10.40	890	12.48	12.80
458	7.51	8.58	645	9.65	10.45	895	12.53	12.84
460	7.53	8.60	650	9.71	10.50	900	12.59	12.88
462	7.55	8.62	655	9.77	10.55	905	12.64	12.92
464	7.57	8.64	660	9.83	10.60	910	12.70	12.96
466	7.60	8.66	665	9.89	10.65	915	12.75	13.00
468	7.62	8.68	670	9.95	10.70	920	12.81	13.04
470	7.65	8.70	675	10.00	10.75	925	12.86	13.08
472	7.67	8.72	680	10.05	10.80	930	12.92	13.12
474	7.70	8.74	685	10.10	10.85	935	12.97	13.16
476	7.72	8.76	690	10.16	10.90	940	13.03	13.20
478	7.75	8.78	695	10.22	10.95	945	13.08	13.24
480	7.77	8.80	700	10.28	11.00	950	13.14	13.28
482	7.80	8.82	705	10.34	11.05	955	13.19	13.32
484	7.82	8.84	710	10.40	11.10	960	13.25	13.36
486	7.85	8.86	715	10.46	11.15	965	13.30	13.40
488	7.87	8.88	720	10.52	11.20	970	13.36	13.44
490	7.89	8.90	725	10.58	11.25	975	13.41	13.48
492	7.91	8.92	730	10.64	11.30	980	13.47	13.52
494	7.93	8.94	735	10.70	11.35	985	13.52	13.56
496	7.95	8.96	740	10.76	11.40	990	13.58	13.60
498	7.97	8.98	745	10.82	11.45	995	13.63	13.65
500	7.99	9.00	750	10.88	11.50	1000	13.69	13.69
505	8.04	9.05	755	10.94	11.54			
510	8.10	9.10	760	11.00	11.58			
515	8.16	9.15	765	11.06	11.62			
520	8.22	9.20	770	11.12	11.66			
525	8.28	9.25	775	11.18	11.70			
530	8.34	9.30	780	11.24	11.74			
535	8.40	9.35	785	11.30	11.78	1010	13.78	
540	8.46	9.40	790	11.36	11.82	1020	13.87	
545	8.51	9.45	795	11.42	11.86	1030	13.96	
550	8.56	9.50	800	11.48	11.90	1040	14.05	
555	8.62	9.55	805	11.54	11.95	1050	14.14	
560	8.68	9.60	810	11.60	12.00	1060	14.22	
565	8.74	9.65	815	11.65	12.05	1070	14.30	
570	8.80	9.70	820	11.71	12.10	1080	14.38	
575	8.86	9.75	825	11.76	12.15	1090	14.46	
						1100	14.54	

A partir de 1 000 UM los gastos probables para muebles con o sin fluxómetro son iguales

2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A MUEBLES SANITARIOS

TABLA 2.3 GASTOS EN FUNCION DE UNIDADES-MUEBLE. METODO HUNTER-NIELSEN (Continuación)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLUXOMETRO
1110	14.63	1610	18.39	2220	22.60
1120	14.71	1620	18.46	2240	22.74
1130	14.79	1630	18.53	2260	22.88
1140	14.87	1640	18.60	2280	23.02
1150	14.95	1650	18.67	2300	23.15
1160	15.03	1660	18.74	2320	23.28
1170	15.11	1670	18.81	2340	23.41
1180	15.19	1680	18.88	2360	23.54
1190	15.27	1690	18.95	2380	23.67
1200	15.35	1700	19.02	2400	23.80
1210	15.43	1710	19.09	2420	23.94
1220	15.51	1720	19.16	2440	24.08
1230	15.59	1730	19.23	2460	24.21
1240	15.67	1740	19.30	2480	24.34
1250	15.75	1750	19.37	2500	24.47
1260	15.83	1760	19.44	2520	24.60
1270	15.91	1770	19.51	2540	24.73
1280	15.99	1780	19.58	2560	24.86
1290	16.06	1790	19.65	2580	24.99
1300	16.13	1800	19.72	2600	25.12
1310	16.21	1810	19.79	2620	25.25
1320	16.29	1820	19.86	2640	25.38
1330	16.37	1830	19.93	2660	25.51
1340	16.45	1840	20.00	2680	25.64
1350	16.53	1850	20.07	2700	25.77
1360	16.60	1860	20.14	2720	25.90
1370	16.67	1870	20.21	2740	26.03
1380	16.74	1880	20.28	2760	26.16
1390	16.81	1890	20.35	2780	26.29
1400	16.88	1900	20.42	2800	26.42
1410	16.96	1910	20.49	2820	26.55
1420	17.04	1920	20.56	2840	26.68
1430	17.12	1930	20.63	2860	26.81
1440	17.19	1940	20.70	2880	26.94
1450	17.26	1950	20.77	2900	27.07
1460	17.33	1960	20.84	2920	27.20
1470	17.40	1970	20.91	2940	27.33
1480	17.47	1980	20.98	2960	27.46
1490	17.54	1990	21.04	2980	27.59
1500	17.61	2000	21.10	3000	27.70
1510	17.69	2020	21.24	3020	27.83
1520	17.76	2040	21.38	3040	27.96
1530	17.83	2060	21.52	3060	28.09
1540	17.90	2080	21.66	3080	28.20
1550	17.97	2100	21.80	3100	28.32
1560	18.04	2120	21.94	3120	28.45
1570	18.11	2140	22.07	3140	28.58
1580	18.18	2160	22.20	3160	28.70
1590	18.25	2180	22.33	3180	28.82
1600	18.32	2200	22.46	3200	28.94

(Continúa)

2.2 CALCULO DE LOS GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCION DE A MUEBLES SANITARIOS

TABLA 2.3 GASTOS EN FUNCION DE UNIDADES-MUEBLE. METODO HUNTER-NIELSEN (Continuación)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (l.p.s.) CON O SIN FLUXOMETRO
3220	29.06	4800	36.99	6800	43.00
3240	29.18	4850	37.19	6850	43.12
3260	29.30	4900	37.38	6900	43.23
3280	29.42	4950	37.56	6950	43.34
3300	29.54	5000	37.74	7000	43.45
3320	29.66	5050	37.92	7100	43.66
3340	29.78	5100	38.10	7200	43.87
3360	29.90	5150	38.28	7300	44.08
3380	30.02	5200	38.45	7400	44.28
3400	30.13	5250	38.62	7500	44.48
3420	30.25	5300	38.79	7600	44.68
3440	30.37	5350	38.96	7700	44.87
3460	30.49	5400	39.12	7800	45.06
3480	30.60	5450	39.29	7900	45.24
3500	30.71	5500	39.45	8000	45.42
3550	30.99	5550	39.61	8100	45.59
3600	31.28	5600	39.77	8200	45.75
3650	31.55	5650	39.93	8300	45.92
3700	31.83	5700	40.09	8400	46.09
3750	32.10	5750	40.24	8500	46.25
3800	32.37	5800	40.39	8600	46.42
3850	32.63	5850	40.54	8700	46.58
3900	32.89	5900	40.68	8800	46.74
3950	33.15	5950	40.82	8900	46.90
4000	33.40	6000	40.96	9000	47.06
4050	33.65	6050	41.10	9100	47.21
4100	33.90	6100	41.24	9200	47.37
4150	34.14	6150	41.38	9300	47.52
4200	34.38	6200	41.51	9400	47.68
4250	34.62	6250	41.65	9500	47.83
4300	34.85	6300	41.78	9600	47.98
4350	35.08	6350	41.91	9700	48.13
4400	35.31	6400	42.03	9800	48.28
4450	35.53	6450	42.16	9900	48.43
4500	35.75	6500	42.28	10000	48.57
4550	35.97	6550	42.40		
4600	36.18	6600	42.52		
4650	36.39	6650	42.64		
4700	36.60	6700	42.76		
4750	36.80	6750	42.88		

2.3 DIAMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MINIMAS

TABLA 2.4 DIAMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MINIMAS REQUERIDAS EN MUEBLES Y EQUIPOS USUALES

MUEBLE O EQUIPO	DIAMETRO mm	CARGA DE TRABAJO m.c.a	MUEBLE O EQUIPO	DIAMETRO (mm)	CARGA DE TRABAJO m.c.a
Areas generales					
Artesa	13	3	Vertedero de aseo	13	3
Bebedero	13	3	Vertedero en mesa de trabajo	13	3
Bidet	13	3	Cocinas		
Destilador de agua	13	5	Cafetera	13	3
Inodoro (fluxómetro)	25	7	Cocedor de verduras	13	5
Inodoro (tanque)	13	3	Fabricador de hielo	13	3
Lavabo	13	3	Fregadero (por mezcladora)	13	3
Lavabo de cirujanos	13	5	Fuente de agua	13	3
Lavadero	13	3	Lavadora de loza	13	14
Lavador esterilizador de comodos	25	7	Mesa fría o mesa caliente	13	5
Lavadora de guantes	13	3	Mezcladora en zona de marmitas	13	5
Mesa de autopsias	13	5	Pelapapas	13	3
Mingitorio (fluxómetro)	25	7	Sobrecalentador	19	14
Mingitorio (llave de resorte)	13	5	Triturador de desperdicios	19	5
Regadera	13	3	Fisioterapia		
Revelador automático	13	15	Tanque de remolino (brazos o piernas)	19	32
Revelador manual	13	3	Tina de Hubbard	25	32
Salida para riego con manguera	19	17			
Tina	13	3			
Unidad dental	13	5			

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

X

TABLA 2.5.1 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO

Diámetro 10 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 0.450 pulg. (11.43 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 0.493 pulg. (12.5222 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 0.450 pulg. (11.43 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 0.493 pulg. (12.5222 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
0.05	0.487	0.0121	4.533	0.406	0.0084	3.876	0.15	1.462	0.109	32.060	1.218	0.0756	30.964
0.06	0.585	0.0174	6.231	0.487	0.0121	5.437	0.16	1.559	0.124	36.070	1.299	0.0861	35.071
0.07	0.682	0.0237	8.170	0.568	0.0165	7.254	0.17	1.657	0.140	40.303	1.380	0.0972	39.432
0.08	0.780	0.0310	10.348	0.650	0.0215	9.327	0.18	1.754	0.157	44.760	1.462	0.109	44.046
0.09	0.877	0.0392	12.760	0.731	0.0272	11.654	0.19	1.852	0.175	49.440	1.543	0.121	48.914
0.10	0.975	0.0484	15.405	0.812	0.0336	14.237	0.20	1.949	0.194	54.342	1.624	0.134	54.036
0.11	1.072	0.0586	18.280	0.893	0.0407	17.074	0.21	2.047	0.214	59.466	1.705	0.148	59.410
0.12	1.169	0.0697	21.384	0.974	0.0484	20.166	0.22	2.144	0.234	64.812	1.786	0.163	65.038
0.13	1.267	0.0818	24.717	1.056	0.0568	23.511	0.23	2.242	0.256	70.379	1.868	0.177	70.919
0.14	1.364	0.0949	28.276	1.137	0.0659	27.111	0.24	2.339	0.279	76.167	1.949	0.194	77.054
							0.26	2.436	0.303	82.175	2.030	0.210	83.441

TABLA 2.5.2 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO

Diámetro 13 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 0.569 pulg. (14.4526 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 0.622 pulg. (15.7988 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 0.569 pulg. (14.4526 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 0.622 pulg. (15.7988 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
0.10	0.610	0.0189	4.921	0.510	0.0133	4.291	0.30	1.829	0.171	35.698	1.530	0.119	34.977
0.11	0.671	0.0229	5.824	0.561	0.0161	5.131	0.31	1.890	0.182	37.925	1.581	0.128	37.276
0.12	0.731	0.0273	6.795	0.612	0.0191	6.045	0.32	1.951	0.194	40.216	1.632	0.136	39.649
0.13	0.792	0.0320	7.836	0.663	0.0224	7.031	0.33	2.012	0.206	42.572	1.683	0.145	42.094
0.14	0.853	0.0371	8.944	0.714	0.0260	8.091	0.34	2.073	0.219	44.992	1.734	0.153	44.612
0.15	0.914	0.0426	10.120	0.765	0.0299	9.224	0.35	2.133	0.232	47.476	1.785	0.163	47.202
0.16	0.975	0.0485	11.363	0.816	0.0340	10.430	0.36	2.194	0.246	50.024	1.836	0.172	49.865
0.17	1.036	0.0547	12.673	0.867	0.0383	11.710	0.37	2.255	0.259	52.637	1.887	0.182	52.601
0.18	1.097	0.0614	14.050	0.918	0.0430	13.062	0.38	2.316	0.274	55.314	1.938	0.192	55.410
0.19	1.158	0.0684	15.493	0.969	0.0479	14.487	0.39	2.377	0.288	58.054	1.989	0.202	58.291
0.20	1.219	0.0758	17.003	1.020	0.0531	15.986	0.40	2.438	0.303	60.859	2.040	0.212	61.245
0.21	1.280	0.0835	18.578	1.071	0.0585	17.557	0.41	2.499	0.318	63.728	2.091	0.223	64.272
0.22	1.341	0.0917	20.219	1.122	0.0642	19.201	0.42	2.560	0.334	66.660	2.142	0.234	67.371
0.23	1.402	0.100	21.926	1.173	0.0702	20.918	0.43	2.621	0.350	69.657	2.193	0.245	70.543
0.24	1.463	0.109	23.698	1.224	0.0764	22.708	0.44	2.682	0.367	72.717	2.244	0.257	73.788
0.25	1.524	0.118	25.536	1.275	0.0829	24.571	0.45	2.743	0.384	75.841	2.295	0.269	77.105
0.26	1.585	0.128	27.439	1.326	0.0897	26.506							
0.27	1.646	0.138	29.406	1.377	0.0967	28.515							
0.28	1.707	0.149	31.439	1.428	0.104	30.596							
0.29	1.768	0.159	33.536	1.479	0.111	32.750							

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERIAS

TABLA 2.5.3 PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO.
 Diámetro 19 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.L. = 0.811 pulg (20.5994 mm)			ACERO CED 40 D.L. = 0.824 pulg (20.9236 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.L. = 0.811 pulg (20.5994 mm)			ACERO CED 40 D.L. = 0.824 pulg (20.9236 mm)		
	v m/seg	$v^2/2g$ m	hf m/100m	v m/seg	$v^2/2g$ m	hf m/100m		v m/seg	$v^2/2g$ m	hf m/100m	v m/seg	$v^2/2g$ m	hf m/100m
0.15	0.450	0.0103	1.818	0.436	0.0096	2.177	0.50	1.500	0.115	15.761	1.453	0.108	21.597
0.16	0.480	0.0118	2.036	0.465	0.0110	2.456	0.51	1.530	0.119	16.345	1.482	0.112	22.443
0.17	0.510	0.0133	2.265	0.494	0.0124	2.751	0.52	1.560	0.124	16.938	1.511	0.116	23.305
0.18	0.540	0.0149	2.505	0.523	0.0140	3.063	0.53	1.590	0.129	17.542	1.541	0.121	24.184
0.19	0.570	0.0166	2.756	0.552	0.0155	3.390	0.54	1.620	0.134	18.156	1.570	0.126	25.075
0.20	0.600	0.0184	3.018	0.581	0.0172	3.734	0.55	1.650	0.139	18.780	1.599	0.130	25.989
0.21	0.630	0.0202	3.291	0.610	0.0190	4.094	0.56	1.680	0.144	19.414	1.628	0.135	26.916
0.22	0.660	0.0222	3.574	0.639	0.0208	4.471	0.57	1.710	0.149	20.059	1.657	0.140	27.859
0.23	0.690	0.0243	3.869	0.669	0.0228	4.864	0.58	1.740	0.154	20.713	1.686	0.145	28.819
0.24	0.720	0.0264	4.174	0.698	0.0248	5.273	0.59	1.770	0.160	21.377	1.715	0.150	29.794
0.25	0.750	0.0287	4.489	0.727	0.0269	5.698	0.60	1.800	0.165	22.051	1.744	0.155	30.786
0.26	0.780	0.0310	4.816	0.756	0.0291	6.140	0.61	1.830	0.171	22.736	1.773	0.160	31.793
0.27	0.810	0.0335	5.153	0.785	0.0314	6.597	0.62	1.860	0.176	23.430	1.802	0.166	32.817
0.28	0.840	0.0360	5.500	0.814	0.0338	7.071	0.63	1.890	0.182	24.134	1.831	0.171	33.857
0.29	0.870	0.0386	5.858	0.843	0.0362	7.562	0.64	1.920	0.188	24.849	1.860	0.176	34.913
0.30	0.900	0.0413	6.226	0.872	0.0388	8.068	0.65	1.950	0.194	25.573	1.889	0.182	35.985
0.31	0.930	0.0441	6.605	0.901	0.0414	8.591	0.66	1.980	0.200	26.307	1.918	0.188	37.074
0.32	0.960	0.0470	6.995	0.930	0.0441	9.130	0.67	2.010	0.206	27.052	1.947	0.193	38.178
0.33	0.990	0.0500	7.394	0.959	0.0469	9.685	0.68	2.040	0.212	27.806	1.977	0.199	39.299
0.34	1.020	0.0531	7.804	0.988	0.0498	10.256	0.69	2.070	0.219	28.570	2.006	0.205	40.436
0.35	1.050	0.0562	8.225	1.017	0.0528	10.843	0.70	2.100	0.225	29.344	2.035	0.211	41.589
0.36	1.080	0.0595	8.656	1.046	0.0558	11.447	0.71	2.130	0.231	30.128	2.064	0.217	42.758
0.37	1.110	0.0628	9.097	1.075	0.0590	12.067	0.72	2.160	0.238	30.923	2.093	0.223	43.943
0.38	1.140	0.0663	9.548	1.105	0.0622	12.703	0.73	2.190	0.245	31.727	2.122	0.230	45.144
0.39	1.170	0.0698	10.010	1.134	0.0656	13.355	0.74	2.220	0.251	32.541	2.151	0.236	46.362
0.40	1.200	0.0734	10.481	1.163	0.0690	14.023	0.75	2.250	0.258	33.365	2.180	0.242	47.595
0.41	1.230	0.0772	10.964	1.192	0.0724	14.708	0.76	2.280	0.265	34.198	2.209	0.249	48.845
0.42	1.260	0.0810	11.456	1.221	0.0760	15.409	0.77	2.310	0.272	35.042	2.238	0.255	50.111
0.43	1.290	0.0849	11.958	1.250	0.0796	16.126	0.78	2.340	0.279	35.896	2.267	0.262	51.393
0.44	1.320	0.0889	12.471	1.279	0.0834	16.859	0.79	2.370	0.286	36.760	2.296	0.269	52.691
0.45	1.350	0.0929	12.994	1.308	0.0872	17.608	0.80	2.400	0.294	37.633	2.325	0.276	54.005
0.46	1.380	0.0971	13.527	1.337	0.0911	18.373	0.90	2.700	0.372	46.914	2.616	0.349	68.035
0.47	1.410	0.101	14.070	1.366	0.0952	19.155	1.00	3.001	0.459	57.182	2.907	0.431	83.676
0.48	1.440	0.106	14.624	1.395	0.0992	19.953	1.10	3.301	0.556	68.436	3.197	0.521	100.929
0.49	1.470	0.110	15.187	1.424	0.103	20.767	1.20	3.601	0.661	80.673	3.488	0.620	119.794
							1.30	3.901	0.776	93.891	3.779	0.728	140.270

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERIAS

TABLA 2.5.4 PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO.
 Diámetro 25 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.055 pulg (26.797 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.049 pulg. (26.6446 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.055 pulg (26.797 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.049 pulg. (26.6446 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
0.30	0.532	0.0144	1.736	0.538	0.0148	2.330	0.65	1.153	0.0678	6.965	1.166	0.0693	10.192
0.31	0.550	0.0154	1.840	0.556	0.0158	2.478	0.66	1.170	0.0698	7.161	1.184	0.0714	10.497
0.32	0.567	0.0164	1.946	0.574	0.0168	2.631	0.67	1.188	0.0720	7.360	1.202	0.0737	10.806
0.33	0.585	0.0174	2.056	0.592	0.0179	2.789	0.68	1.206	0.0741	7.562	1.220	0.0758	11.120
0.34	0.603	0.0185	2.168	0.610	0.0190	2.951	0.69	1.223	0.0763	7.766	1.237	0.0780	11.438
0.35	0.621	0.0197	2.283	0.628	0.0201	3.117	0.70	1.241	0.0785	7.973	1.255	0.0804	11.761
0.36	0.638	0.0208	2.400	0.646	0.0213	3.288	0.71	1.256	0.0804	8.183	1.273	0.0826	12.089
0.37	0.656	0.0219	2.520	0.664	0.0225	3.463	0.72	1.277	0.0831	8.395	1.291	0.0850	12.420
0.38	0.674	0.0231	2.643	0.682	0.0237	3.643	0.73	1.294	0.0854	8.609	1.309	0.0874	12.757
0.39	0.692	0.0244	2.769	0.699	0.0249	3.828	0.74	1.312	0.0878	8.826	1.327	0.0898	13.097
0.40	0.709	0.0256	2.897	0.717	0.0262	4.017	0.75	1.330	0.0901	9.046	1.345	0.0922	13.443
0.41	0.727	0.0269	3.028	0.735	0.0275	4.210	0.76	1.348	0.0926	9.268	1.363	0.0947	13.792
0.42	0.745	0.0283	3.162	0.753	0.0289	4.408	0.77	1.365	0.0950	9.496	1.381	0.0972	14.146
0.43	0.762	0.0296	3.299	0.771	0.0303	4.610	0.78	1.383	0.0975	9.721	1.399	0.0998	14.505
0.44	0.780	0.0310	3.438	0.789	0.0317	4.817	0.79	1.401	0.100	9.950	1.417	0.1024	14.868
0.45	0.798	0.0325	3.579	0.807	0.0332	5.028	0.80	1.418	0.103	10.185	1.435	0.105	15.235
0.46	0.816	0.0339	3.724	0.825	0.0347	5.244	0.81	1.436	0.105	10.418	1.453	0.108	15.607
0.47	0.833	0.0354	3.871	0.843	0.0362	5.464	0.82	1.454	0.108	10.655	1.471	0.110	15.983
0.48	0.851	0.0369	4.020	0.861	0.0378	5.689	0.83	1.472	0.110	10.896	1.489	0.113	16.364
0.49	0.869	0.0385	4.173	0.879	0.0394	5.918	0.84	1.489	0.113	11.138	1.507	0.116	16.749
0.50	0.887	0.0401	4.327	0.897	0.0410	6.151	0.85	1.507	0.116	11.383	1.524	0.118	17.139
0.51	0.904	0.0417	4.485	0.915	0.0427	6.390	0.86	1.525	0.119	11.631	1.542	0.121	17.533
0.52	0.922	0.0433	4.645	0.933	0.0443	6.632	0.87	1.543	0.121	11.881	1.560	0.124	17.932
0.53	0.940	0.0451	4.808	0.951	0.0461	6.879	0.88	1.560	0.124	12.134	1.578	0.121	18.335
0.54	0.957	0.0467	4.973	0.968	0.0478	7.131	0.89	1.578	0.127	12.389	1.596	0.130	18.743
0.55	0.975	0.0485	5.141	0.986	0.0496	7.387	0.90	1.596	0.130	12.647	1.614	0.133	19.156
0.56	0.993	0.0503	5.312	1.004	0.0514	7.647	0.91	1.614	0.133	12.908	1.632	0.136	19.571
0.57	1.011	0.0521	5.485	1.022	0.0533	7.912	0.92	1.631	0.136	13.171	1.650	0.139	19.992
0.58	1.028	0.0539	5.661	1.040	0.0552	8.181	0.93	1.649	0.139	13.436	1.668	0.142	20.417
0.59	1.046	0.0558	5.840	1.058	0.0571	8.455	0.94	1.667	0.142	13.704	1.686	0.145	20.847
0.60	1.064	0.0577	6.021	1.076	0.0590	8.733	0.95	1.684	0.145	13.975	1.704	0.148	21.281
0.61	1.082	0.0597	6.204	1.094	0.0610	9.016	0.96	1.702	0.148	14.248	1.722	0.151	21.720
0.62	1.099	0.0616	6.391	1.112	0.0630	9.303	0.97	1.720	0.151	14.523	1.740	0.154	22.163
0.63	1.117	0.0636	6.579	1.130	0.0651	9.595	0.98	1.738	0.154	14.801	1.758	0.158	22.611
0.64	1.135	0.0657	6.771	1.148	0.0672	9.891	0.99	1.755	0.157	15.082	1.776	0.161	23.063

(Continúa)

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

TABLA 2.5.4 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO. (Continuación)
 Diámetro 25 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.055 pulg (26.797 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.049 pulg. (26.6446 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.055 pulg (26.797 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.049 pulg (26.6446 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
1.00	1.773	0.160	15.365	1.793	0.164	23.519	1.35	2.394	0.292	26.856	2.421	0.299	42.299
1.01	1.791	0.164	15.651	1.811	0.167	23.980	1.36	2.411	0.296	27.229	2.439	0.303	42.916
1.02	1.809	0.167	15.939	1.829	0.171	24.446	1.37	2.429	0.301	27.605	2.457	0.308	43.537
1.03	1.826	0.170	16.230	1.847	0.174	24.915	1.38	2.447	0.305	27.983	2.475	0.312	44.162
1.04	1.844	0.173	16.523	1.865	0.177	25.390	1.39	2.465	0.310	28.364	2.493	0.317	44.792
1.05	1.862	0.177	16.818	1.883	0.181	25.868	1.40	2.482	0.314	28.747	2.511	0.321	45.427
1.06	1.880	0.180	17.117	1.901	0.184	26.352	1.42	2.518	0.323	29.521	2.547	0.331	46.709
1.07	1.897	0.183	17.417	1.919	0.188	26.839	1.44	2.553	0.332	30.305	2.583	0.340	48.009
1.08	1.915	0.187	17.721	1.937	0.191	27.331	1.46	2.589	0.342	31.099	2.618	0.349	49.327
1.09	1.933	0.191	18.027	1.955	0.195	27.828	1.48	2.624	0.351	31.903	2.654	0.358	50.662
1.10	1.950	0.194	18.335	1.973	0.198	28.329	1.50	2.660	0.361	32.717	2.690	0.369	52.015
1.11	1.968	0.197	18.646	1.991	0.202	28.834	1.52	2.695	0.370	33.541	2.726	0.379	53.386
1.12	1.986	0.201	18.959	2.009	0.206	29.344	1.54	2.731	0.380	34.374	2.762	0.389	54.775
1.13	2.004	0.205	19.275	2.027	0.209	29.859	1.56	2.766	0.390	35.218	2.798	0.399	56.182
1.14	2.021	0.208	19.593	2.045	0.213	30.377	1.58	2.802	0.400	36.071	2.834	0.409	57.606
1.15	2.039	0.212	19.914	2.062	0.217	30.901	1.60	2.837	0.410	36.935	2.870	0.420	59.048
1.16	2.057	0.216	20.237	2.080	0.221	31.428	1.62	2.872	0.421	37.808	2.905	0.430	60.508
1.17	2.075	0.220	20.563	2.098	0.224	31.960	1.64	2.908	0.431	38.691	2.941	0.441	61.986
1.18	2.092	0.223	20.891	2.116	0.228	32.497	1.66	2.943	0.442	39.585	2.977	0.452	63.481
1.19	2.110	0.227	21.222	2.134	0.232	33.038	1.68	2.979	0.452	40.488	3.013	0.463	64.995
1.20	2.128	0.231	21.556	2.152	0.236	33.583	1.70	3.014	0.463	41.401	3.049	0.474	66.526
1.21	2.145	0.235	21.892	2.170	0.240	34.133	1.72	3.050	0.474	42.324	3.085	0.485	68.075
1.22	2.163	0.239	22.230	2.188	0.244	34.688	1.74	3.085	0.485	43.256	3.121	0.497	69.641
1.23	2.181	0.243	22.571	2.206	0.248	35.247	1.76	3.121	0.497	44.199	3.156	0.508	71.225
1.24	2.199	0.247	22.914	2.224	0.252	35.810	1.78	3.156	0.508	45.152	3.192	0.519	72.828
1.25	2.216	0.250	23.260	2.242	0.256	36.377	1.80	3.192	0.519	46.114	3.228	0.531	74.448
1.26	2.234	0.254	23.608	2.260	0.260	36.950	1.82	3.227	0.531	47.087	3.264	0.543	76.085
1.27	2.252	0.259	23.959	2.278	0.265	37.526	1.84	3.263	0.543	48.069	3.300	0.555	77.741
1.28	2.270	0.263	24.313	2.296	0.269	38.107	1.86	3.298	0.555	49.061	3.336	0.567	79.414
1.29	2.287	0.267	24.668	2.314	0.273	38.693	1.88	3.333	0.566	50.063	3.372	0.580	81.105
1.30	2.305	0.271	25.027	2.331	0.277	39.283	1.90	3.369	0.579	51.075	3.408	0.592	82.814
1.31	2.323	0.275	25.388	2.349	0.281	39.877	1.92	3.404	0.591	52.097	3.443	0.604	84.540
1.32	2.341	0.279	25.751	2.367	0.286	40.476	1.94	3.440	0.603	53.128	3.479	0.617	86.281
1.33	2.358	0.283	26.117	2.385	0.290	41.079	1.96	3.475	0.616	54.170	3.515	0.630	88.046
1.34	2.376	0.288	26.485	2.403	0.294	41.687	1.98	3.511	0.629	55.221	3.551	0.643	89.826

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

12

TABLA 2.5.5 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO.
 Diámetro 32 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.291 pulg (32.7914 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.38 pulg. (35.052 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.291 pulg. (32.7914 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.38 pulg. (35.052 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
0.50	0.592	0.0179	1.621	0.518	0.0137	1.505	0.85	1.006	0.0516	4.215	0.881	0.0396	4.127
0.51	0.604	0.0186	1.680	0.529	0.0143	1.562	0.86	1.018	0.0529	4.306	0.891	0.0405	4.221
0.52	0.616	0.0193	1.739	0.539	0.0148	1.620	0.87	1.030	0.0541	4.397	0.902	0.0415	4.315
0.53	0.628	0.0201	1.799	0.549	0.0154	1.679	0.88	1.042	0.0554	4.489	0.912	0.0424	4.411
0.54	0.639	0.0208	1.860	0.560	0.0160	1.740	0.89	1.054	0.0566	4.583	0.922	0.0433	4.508
0.55	0.651	0.0216	1.922	0.570	0.0166	1.801	0.90	1.066	0.0579	4.677	0.933	0.0444	4.606
0.56	0.663	0.0224	1.985	0.580	0.0172	1.863	0.91	1.078	0.0592	4.772	0.943	0.0453	4.704
0.57	0.675	0.0232	2.049	0.591	0.0178	1.927	0.92	1.089	0.0605	4.868	0.953	0.0463	4.804
0.58	0.687	0.0240	2.114	0.601	0.0184	1.991	0.93	1.101	0.0618	4.965	0.964	0.0474	4.905
0.59	0.699	0.0249	2.180	0.611	0.0190	2.057	0.94	1.113	0.0632	5.063	0.974	0.0484	5.007
0.60	0.710	0.0257	2.247	0.622	0.0197	2.124	0.95	1.125	0.0645	5.161	0.984	0.0494	5.110
0.61	0.722	0.0266	2.314	0.632	0.0204	2.191	0.96	1.137	0.0659	5.261	0.995	0.0505	5.214
0.62	0.734	0.0275	2.383	0.643	0.0210	2.260	0.97	1.149	0.0673	5.361	1.005	0.0515	5.319
0.63	0.746	0.0284	2.453	0.653	0.0217	2.330	0.98	1.160	0.0687	5.463	1.016	0.0526	5.425
0.64	0.758	0.0293	2.523	0.663	0.0224	2.400	0.99	1.172	0.0700	5.565	1.026	0.0537	5.533
0.65	0.770	0.0302	2.595	0.674	0.0232	2.472	1.00	1.184	0.0715	5.668	1.036	0.0548	5.641
0.66	0.782	0.0311	2.667	0.684	0.0239	2.545	1.01	1.196	0.0729	5.772	1.047	0.0559	5.750
0.67	0.793	0.0321	2.740	0.694	0.0246	2.619	1.02	1.208	0.0744	5.877	1.057	0.0570	5.860
0.68	0.805	0.0331	2.814	0.705	0.0253	2.694	1.03	1.220	0.0759	5.983	1.067	0.0580	5.971
0.69	0.817	0.0340	2.889	0.715	0.0261	2.770	1.04	1.231	0.0773	6.090	1.078	0.0592	6.084
0.70	0.829	0.0350	2.965	0.725	0.0268	2.847	1.05	1.243	0.0788	6.197	1.088	0.0604	6.197
0.71	0.841	0.0361	3.042	0.736	0.0276	2.925	1.06	1.255	0.0803	6.306	1.098	0.0615	6.311
0.72	0.853	0.0371	3.120	0.746	0.0284	3.004	1.07	1.267	0.0818	6.415	1.109	0.0627	6.427
0.73	0.864	0.0381	3.199	0.756	0.0291	3.084	1.08	1.279	0.0834	6.526	1.119	0.0638	6.543
0.74	0.876	0.0391	3.279	0.767	0.0300	3.165	1.09	1.291	0.0850	6.637	1.130	0.0651	6.661
0.75	0.888	0.0402	3.359	0.777	0.0308	3.248	1.10	1.303	0.0865	6.749	1.140	0.0663	6.779
0.76	0.900	0.0413	3.441	0.788	0.0316	3.331	1.11	1.314	0.0880	6.862	1.150	0.0674	6.899
0.77	0.912	0.0424	3.523	0.798	0.0325	3.415	1.12	1.326	0.0896	6.976	1.161	0.0687	7.020
0.78	0.924	0.0435	3.606	0.808	0.0333	3.501	1.13	1.338	0.0913	7.090	1.171	0.0699	7.141
0.79	0.935	0.0446	3.691	0.819	0.0342	3.587	1.14	1.350	0.0929	7.206	1.181	0.0711	7.264
0.80	0.947	0.0458	3.776	0.829	0.0350	3.674	1.15	1.362	0.0945	7.322	1.192	0.0724	7.388
0.81	0.959	0.0469	3.862	0.839	0.0359	3.763	1.16	1.374	0.0963	7.440	1.202	0.0737	7.512
0.82	0.971	0.0481	3.949	0.850	0.0368	3.852	1.17	1.385	0.0978	7.558	1.212	0.0749	7.638
0.83	0.983	0.0493	4.037	0.860	0.0377	3.943	1.18	1.397	0.0995	7.677	1.223	0.0763	7.765
0.84	0.995	0.0504	4.125	0.870	0.0386	4.034	1.19	1.409	0.1011	7.797	1.233	0.0775	7.893

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

13

TABLA 2.5.5. PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO. (Continuación)
 Diámetro 32 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.291 pulg. (32.7914 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.38 pulg. (35.052 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.291 pulg. (32.7914 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.38 pulg. (35.052 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
1.20	1.421	0.103	7.918	1.244	0.0788	8.022	1.90	2.250	0.258	18.563	1.969	0.198	19.616
1.22	1.445	0.106	8.163	1.264	0.0815	8.283	1.92	2.273	0.263	18.930	1.990	0.202	20.027
1.24	1.468	0.110	8.411	1.285	0.0842	8.548	1.94	2.297	0.269	19.300	2.010	0.206	20.432
1.26	1.492	0.113	8.662	1.306	0.0870	8.817	1.96	2.321	0.275	19.674	2.031	0.210	21.846
1.28	1.516	0.117	8.918	1.326	0.0896	9.090	1.98	2.345	0.280	20.051	2.052	0.215	21.264
1.30	1.539	0.121	9.176	1.347	0.0925	9.368	2.00	2.368	0.286	20.437	2.073	0.219	21.686
1.32	1.563	0.125	9.438	1.368	0.0954	9.649	2.02	2.392	0.292	20.816	2.093	0.223	22.113
1.34	1.587	0.128	9.704	1.389	0.0984	9.935	2.04	2.416	0.298	21.204	2.114	0.228	22.543
1.36	1.610	0.132	9.973	1.409	0.101	10.225	2.06	2.439	0.303	21.595	2.135	0.232	22.978
1.38	1.634	0.136	10.246	1.430	0.104	10.519	2.08	2.463	0.309	21.990	2.155	0.237	23.417
1.40	1.658	0.140	10.522	1.451	0.107	10.817	2.10	2.487	0.315	22.388	2.176	0.241	23.859
1.42	1.681	0.144	10.802	1.472	0.110	11.120	2.12	2.510	0.321	22.789	2.197	0.246	24.307
1.44	1.705	0.148	11.085	1.492	0.113	11.426	2.14	2.534	0.327	23.194	2.218	0.251	24.758
1.46	1.729	0.152	11.372	1.513	0.117	11.737	2.16	2.558	0.334	23.602	2.238	0.255	25.213
1.48	1.752	0.157	11.662	1.534	0.120	12.051	2.18	2.581	0.340	24.014	2.259	0.260	25.673
1.50	1.776	0.161	11.956	1.554	0.123	12.370	2.20	2.605	0.346	24.429	2.280	0.265	26.136
1.52	1.800	0.165	12.253	1.575	0.126	12.693	2.22	2.629	0.352	24.848	2.301	0.270	26.604
1.54	1.824	0.170	12.554	1.596	0.130	13.020	2.24	2.652	0.359	25.270	2.321	0.275	27.076
1.56	1.847	0.174	12.858	1.617	0.133	13.352	2.26	2.676	0.365	25.696	2.342	0.280	27.552
1.58	1.871	0.178	13.166	1.637	0.137	13.687	2.28	2.700	0.372	26.125	2.363	0.285	28.032
1.60	1.895	0.183	13.477	1.658	0.140	14.027	2.30	2.723	0.378	26.557	2.383	0.290	28.516
1.62	1.918	0.188	13.792	1.679	0.144	14.370	2.32	2.747	0.385	26.992	2.404	0.295	29.004
1.64	1.942	0.192	14.110	1.700	0.147	14.718	2.34	2.771	0.391	27.433	2.425	0.300	29.495
1.66	1.966	0.197	14.432	1.720	0.151	15.070	2.36	2.794	0.398	27.875	2.446	0.305	29.994
1.68	1.989	0.202	14.757	1.741	0.155	15.426	2.38	2.818	0.405	28.322	2.466	0.310	30.494
1.70	2.013	0.207	15.086	1.762	0.158	15.786	2.40	2.842	0.412	28.771	2.487	0.315	30.999
1.72	2.037	0.212	15.418	1.782	0.162	16.151	2.42	2.866	0.419	29.225	2.508	0.321	31.508
1.74	2.060	0.216	15.753	1.803	0.166	16.519	2.44	2.889	0.426	29.681	2.529	0.326	32.021
1.76	2.084	0.221	16.092	1.824	0.170	16.892	2.46	2.913	0.433	30.141	2.549	0.331	32.539
1.78	2.108	0.227	16.435	1.845	0.174	17.269	2.48	2.937	0.440	30.605	2.570	0.337	33.060
1.80	2.131	0.232	16.781	1.865	0.177	17.650	2.50	2.960	0.447	31.072	2.591	0.342	33.586
1.82	2.155	0.237	17.130	1.886	0.181	18.035	2.52	2.984	0.454	31.542	2.611	0.348	34.115
1.84	2.179	0.242	17.483	1.907	0.185	18.424	2.54	3.008	0.461	32.016	2.632	0.353	34.649
1.86	2.202	0.247	17.840	1.928	0.190	18.817	2.56	3.031	0.468	32.493	2.653	0.359	35.187
1.88	2.226	0.253	18.200	1.948	0.193	19.215	2.58	3.055	0.476	32.974	2.674	0.365	35.729

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

14

TABLA 2.5.6 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO.
 Diámetro 38 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D l. = 1.527 pulg. (38.7858 mm)			ACERO CED 40 D l. = 1.61 pulg. (40.894 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.l. = 1.527 pulg. (38.7858 mm)			ACERO CED 40 D.l. = 1.61 pulg. (40.894 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
0.70	0.592	0.0179	1.311	0.533	0.0145	1.294							
0.72	0.609	0.0189	1.379	0.548	0.0153	1.364	1.40	1.185	0.0716	4.595	1.066	0.0579	4.861
0.74	0.626	0.0200	1.448	0.563	0.0162	1.437	1.42	1.202	0.0737	4.716	1.081	0.0596	4.995
0.76	0.643	0.0211	1.519	0.579	0.0171	1.511	1.44	1.219	0.0758	4.838	1.096	0.0612	5.132
0.78	0.660	0.0222	1.591	0.594	0.0180	1.588	1.46	1.236	0.0779	4.962	1.112	0.0630	5.271
							1.48	1.253	0.0800	5.087	1.127	0.0648	5.411
0.80	0.677	0.0234	1.666	0.609	0.0189	1.666	1.50	1.270	0.0822	5.214	1.142	0.0665	5.553
0.82	0.694	0.0246	1.741	0.624	0.0199	1.746	1.52	1.286	0.0843	5.342	1.157	0.0683	5.697
0.84	0.711	0.0258	1.818	0.640	0.0209	1.827	1.54	1.303	0.0866	5.472	1.172	0.0700	5.843
0.86	0.728	0.0270	1.897	0.655	0.0219	1.911	1.56	1.320	0.0888	5.603	1.188	0.0720	5.991
0.88	0.745	0.0283	1.977	0.670	0.0229	1.996	1.58	1.337	0.0911	5.736	1.203	0.0738	6.140
0.90	0.762	0.0296	2.059	0.685	0.0239	2.084	1.60	1.354	0.0935	5.870	1.218	0.0757	6.292
0.92	0.779	0.0309	2.142	0.700	0.0250	2.173	1.62	1.371	0.0958	6.006	1.233	0.0775	6.445
0.94	0.796	0.0323	2.227	0.716	0.0261	2.264	1.64	1.388	0.0982	6.143	1.249	0.0795	6.600
0.96	0.813	0.0337	2.313	0.731	0.0272	2.356	1.66	1.405	0.101	6.282	1.264	0.0815	6.757
0.98	0.829	0.0351	2.401	0.746	0.0284	2.451	1.68	1.422	0.103	6.422	1.279	0.0834	6.915
1.00	0.846	0.0365	2.490	0.761	0.0296	2.547	1.70	1.439	0.106	6.563	1.294	0.0854	7.076
1.02	0.863	0.0380	2.581	0.777	0.0308	2.646	1.72	1.456	0.108	6.707	1.310	0.0875	7.238
1.04	0.880	0.0395	2.674	0.792	0.0320	2.746	1.74	1.473	0.111	6.851	1.325	0.0895	7.402
1.06	0.897	0.0410	2.768	0.807	0.0332	2.848	1.76	1.490	0.113	6.997	1.340	0.0916	7.568
1.08	0.914	0.0426	2.863	0.822	0.0345	2.951	1.78	1.507	0.116	7.144	1.355	0.0936	7.736
1.10	0.931	0.0442	2.960	0.837	0.0358	3.057	1.80	1.523	0.118	7.293	1.370	0.0958	7.905
1.12	0.948	0.0458	3.059	0.853	0.0371	3.164	1.82	1.540	0.121	7.444	1.386	0.0979	8.077
1.14	0.965	0.0475	3.159	0.868	0.0384	3.274	1.84	1.557	0.124	7.595	1.401	0.100	8.250
1.16	0.982	0.0492	3.260	0.883	0.0398	3.385	1.86	1.574	0.126	7.749	1.416	0.102	8.425
1.18	0.999	0.0509	3.363	0.898	0.0411	3.498	1.88	1.591	0.129	7.903	1.431	0.104	8.602
1.20	1.016	0.0526	3.468	0.914	0.0426	3.612	1.90	1.608	0.132	8.060	1.447	0.107	8.781
1.22	1.033	0.0544	3.574	0.929	0.0440	3.729	1.92	1.625	0.135	8.217	1.462	0.109	8.961
1.24	1.050	0.0562	3.681	0.944	0.0454	3.847	1.94	1.642	0.137	8.376	1.477	0.111	9.144
1.26	1.066	0.0579	3.790	0.959	0.0469	3.968	1.96	1.659	0.140	8.537	1.492	0.113	9.328
1.28	1.083	0.0598	3.901	0.975	0.0485	4.090	1.98	1.676	0.143	8.699	1.507	0.116	9.514
1.30	1.100	0.0617	4.013	0.990	0.0499	4.214	2.00	1.693	0.146	8.862	1.523	0.118	9.702
1.32	1.117	0.0636	4.126	1.005	0.0515	4.339	2.02	1.710	0.149	9.027	1.538	0.121	9.891
1.34	1.134	0.0656	4.241	1.020	0.0530	4.467	2.04	1.727	0.152	9.194	1.553	0.123	10.083
1.36	1.151	0.0675	4.357	1.035	0.0546	4.596	2.06	1.744	0.155	9.362	1.568	0.125	10.276
1.38	1.168	0.0696	4.475	1.051	0.0563	4.728	2.08	1.760	0.158	9.531	1.584	0.128	10.471

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

TABLA 2.5.6 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO. (Continuación)
 Diámetro 38 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.527 pulg. (38.7858 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.61 pulg. (40.894 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 1.527 pulg. (38.7858 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 1.61 pulg. (40.894 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
2.10	1.777	0.161	9.702	1.599	0.130	10.668	2.80	2.370	0.286	16.580	2.132	0.232	18.711
2.12	1.794	0.164	9.874	1.614	0.133	10.867	2.82	2.387	0.291	16.811	2.147	0.235	18.974
2.14	1.811	0.167	10.047	1.629	0.135	11.068	2.84	2.404	0.295	17.036	2.162	0.238	19.238
2.16	1.828	0.170	10.223	1.645	0.138	11.270	2.86	2.421	0.299	17.261	2.177	0.242	19.505
2.18	1.845	0.174	10.399	1.660	0.140	11.474	2.88	2.438	0.303	17.488	2.193	0.245	19.773
2.20	1.862	0.176	10.577	1.675	0.143	11.681	2.90	2.454	0.307	17.717	2.208	0.249	20.043
2.22	1.879	0.180	10.757	1.690	0.146	11.888	2.92	2.471	0.311	17.946	2.223	0.252	20.314
2.24	1.896	0.183	10.937	1.705	0.148	12.098	2.94	2.488	0.316	18.178	2.238	0.255	20.588
2.26	1.913	0.187	11.120	1.721	0.151	12.310	2.96	2.505	0.320	18.411	2.254	0.259	20.863
2.28	1.930	0.190	11.304	1.736	0.154	12.523	2.98	2.522	0.324	18.645	2.269	0.262	21.140
2.30	1.947	0.193	11.489	1.751	0.156	12.738	3.00	2.539	0.329	18.880	2.284	0.266	21.419
2.32	1.964	0.197	11.676	1.766	0.159	12.955	3.02	2.556	0.333	19.117	2.299	0.269	21.700
2.34	1.981	0.200	11.864	1.782	0.162	13.174	3.04	2.573	0.338	19.356	2.315	0.273	21.983
2.36	1.997	0.203	12.053	1.797	0.165	13.395	3.06	2.590	0.342	19.596	2.330	0.277	22.267
2.38	2.014	0.207	12.244	1.812	0.167	13.617	3.08	2.607	0.347	19.837	2.345	0.280	22.554
2.40	2.031	0.210	12.437	1.827	0.170	13.842	3.10	2.624	0.351	20.080	2.360	0.284	22.842
2.42	2.048	0.214	12.631	1.842	0.173	14.068	3.12	2.641	0.356	20.324	2.375	0.288	23.132
2.44	2.065	0.217	12.826	1.858	0.176	14.296	3.14	2.658	0.360	20.570	2.391	0.291	23.424
2.46	2.082	0.221	13.023	1.873	0.179	14.526	3.16	2.675	0.365	20.817	2.406	0.295	23.717
2.48	2.099	0.225	13.221	1.888	0.182	14.757	3.18	2.691	0.369	21.065	2.421	0.299	24.013
2.50	2.116	0.228	13.421	1.903	0.185	14.991	3.20	2.708	0.374	21.315	2.436	0.303	24.310
2.52	2.133	0.232	13.622	1.919	0.188	14.226	3.22	2.725	0.379	21.567	2.452	0.306	24.609
2.54	2.150	0.236	13.824	1.934	0.191	15.464	3.24	2.742	0.383	21.819	2.467	0.310	24.910
2.56	2.167	0.239	14.028	1.949	0.194	15.702	3.26	2.759	0.388	22.074	2.482	0.314	25.212
2.58	2.184	0.243	14.234	1.964	0.197	15.943	3.28	2.776	0.393	22.329	2.497	0.318	25.517
2.60	2.201	0.247	14.441	1.980	0.200	16.185	3.30	2.793	0.398	22.586	2.512	0.322	25.823
2.62	2.218	0.251	14.649	1.995	0.203	16.430	3.32	2.810	0.403	22.845	2.528	0.326	26.131
2.64	2.234	0.254	14.859	2.010	0.206	16.676	3.34	2.827	0.407	23.105	2.543	0.330	26.441
2.66	2.251	0.258	15.070	2.025	0.209	16.924	3.36	2.844	0.412	23.366	2.558	0.334	26.753
2.68	2.268	0.262	15.283	2.040	0.212	17.174	3.38	2.861	0.417	23.629	2.573	0.338	27.067
2.70	2.285	0.266	15.497	2.056	0.215	17.426	3.40	2.878	0.422	23.893	2.589	0.342	27.382
2.72	2.302	0.270	15.712	2.071	0.219	17.679	3.42	2.895	0.427	24.159	2.604	0.346	27.700
2.74	2.319	0.274	15.929	2.086	0.222	17.934	3.44	2.912	0.432	24.426	2.619	0.350	28.019
2.76	2.336	0.278	16.148	2.101	0.225	18.192	3.46	2.928	0.437	24.694	2.634	0.354	28.340
2.78	2.353	0.282	16.367	2.117	0.229	18.450	3.48	2.945	0.442	24.964	2.650	0.358	28.662

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

TABLA 2.5.7 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO.

Diámetro 50 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2 009 pulg. (51 0286 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 2 067 pulg. (52 5018 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2 009 pulg. (51 0286 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 2 067 pulg. (52 5018 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
1.50	0.733	0.0274	1.361	0.693	0.0245	1.534	2.40	1.174	0.0702	3.203	1.109	0.0627	3.782
1.52	0.743	0.0281	1.394	0.702	0.0251	1.573	2.42	1.183	0.0714	3.252	1.118	0.0637	3.843
1.54	0.753	0.0289	1.428	0.711	0.0258	1.613	2.44	1.193	0.0726	3.301	1.127	0.0648	3.905
1.56	0.763	0.0297	1.461	0.721	0.0265	1.653	2.46	1.203	0.0738	3.351	1.136	0.0658	3.967
1.58	0.773	0.0305	1.495	0.730	0.0272	1.694	2.48	1.213	0.0750	3.402	1.146	0.0670	4.029
1.60	0.782	0.0312	1.530	0.739	0.0278	1.735	2.50	1.222	0.0762	3.452	1.155	0.0680	4.093
1.62	0.792	0.0320	1.565	0.748	0.0285	1.776	2.52	1.232	0.0774	3.503	1.164	0.0691	4.156
1.64	0.802	0.0328	1.600	0.758	0.0293	1.819	2.54	1.242	0.0786	3.554	1.173	0.0702	4.220
1.66	0.812	0.0336	1.635	0.767	0.0300	1.861	2.56	1.252	0.0799	3.606	1.183	0.0714	4.285
1.68	0.821	0.0344	1.671	0.776	0.0307	1.904	2.58	1.262	0.0812	3.658	1.192	0.0724	4.350
1.70	0.831	0.0352	1.707	0.785	0.0314	1.948	2.60	1.271	0.0824	3.710	1.201	0.0735	4.415
1.72	0.841	0.0361	1.744	0.794	0.0321	1.992	2.62	1.281	0.0837	3.763	1.210	0.0746	4.481
1.74	0.851	0.0369	1.781	0.804	0.0330	2.037	2.64	1.291	0.0850	3.816	1.219	0.0758	4.548
1.76	0.861	0.0378	1.818	0.813	0.0337	2.082	2.66	1.301	0.0863	3.869	1.229	0.0770	4.615
1.78	0.870	0.0386	1.856	0.822	0.0345	2.127	2.68	1.310	0.0875	3.923	1.238	0.0781	4.682
1.80	0.880	0.0395	1.894	0.831	0.0352	2.174	2.70	1.320	0.0889	3.977	1.247	0.0793	4.750
1.82	0.890	0.0404	1.933	0.841	0.0361	2.220	2.72	1.330	0.0902	4.031	1.256	0.0804	4.819
1.84	0.900	0.0413	1.971	0.850	0.0368	2.267	2.74	1.340	0.0916	4.086	1.266	0.0817	4.888
1.86	0.909	0.0421	2.011	0.859	0.0376	2.315	2.76	1.350	0.0929	4.141	1.275	0.0829	4.957
1.88	0.919	0.0431	2.050	0.868	0.0384	2.363	2.78	1.359	0.0942	4.197	1.284	0.0841	5.027
1.90	0.929	0.0440	2.090	0.878	0.0393	2.411	2.80	1.369	0.0956	4.253	1.293	0.0853	5.097
1.92	0.939	0.0450	2.130	0.887	0.0401	2.460	2.82	1.379	0.0970	4.309	1.303	0.0866	5.168
1.94	0.949	0.0459	2.171	0.896	0.0409	2.510	2.84	1.389	0.0984	4.365	1.312	0.0878	5.239
1.96	0.958	0.0468	2.212	0.905	0.0418	2.560	2.86	1.398	0.0996	4.422	1.321	0.0890	5.311
1.98	0.968	0.0478	2.253	0.915	0.0427	2.610	2.88	1.408	0.101	4.479	1.330	0.0902	5.384
2.00	0.978	0.0488	2.295	0.924	0.0435	2.661	2.90	1.418	0.103	4.537	1.340	0.0915	5.456
2.02	0.988	0.0498	2.337	0.933	0.0444	2.712	2.92	1.428	0.104	4.595	1.349	0.0928	5.530
2.04	0.998	0.0508	2.379	0.942	0.0452	2.764	2.94	1.438	0.105	4.653	1.358	0.0940	5.603
2.06	1.007	0.0517	2.422	0.952	0.0462	2.817	2.96	1.447	0.107	4.712	1.367	0.0953	5.678
2.08	1.017	0.0527	2.465	0.961	0.0471	2.870	2.98	1.457	0.108	4.771	1.377	0.0967	5.752
2.10	1.027	0.0538	2.508	0.970	0.0480	2.923	3.00	1.467	0.110	4.830	1.386	0.0979	5.828
2.12	1.037	0.0548	2.552	0.979	0.0489	2.977	3.02	1.477	0.111	4.890	1.395	0.0992	5.903
2.14	1.046	0.0559	2.596	0.988	0.0498	3.031	3.04	1.486	0.113	4.950	1.404	0.101	5.980
2.16	1.056	0.0569	2.641	0.998	0.0508	3.086	3.06	1.496	0.114	5.010	1.413	0.102	6.056
2.18	1.066	0.0579	2.686	1.007	0.0517	3.141	3.08	1.506	0.116	5.071	1.423	0.103	6.133
2.20	1.076	0.0590	2.731	1.016	0.0527	3.197	3.10	1.516	0.117	5.132	1.432	0.105	6.211
2.22	1.086	0.0601	2.777	1.025	0.0536	3.253	3.12	1.526	0.119	5.193	1.441	0.106	6.289
2.24	1.095	0.0611	2.823	1.035	0.0546	3.310	3.14	1.535	0.120	5.255	1.450	0.107	6.368
2.26	1.105	0.0623	2.869	1.044	0.0556	3.367	3.16	1.545	0.122	5.317	1.460	0.109	6.447
2.28	1.115	0.0634	2.915	1.053	0.0565	3.425	3.18	1.555	0.123	5.380	1.469	0.110	6.527
2.30	1.125	0.0645	2.962	1.062	0.0575	3.483	3.20	1.565	0.125	5.442	1.478	0.111	6.607
2.32	1.134	0.0656	3.010	1.072	0.0586	3.542	3.22	1.574	0.126	5.506	1.487	0.113	6.687
2.34	1.144	0.0667	3.058	1.081	0.0596	3.601	3.24	1.584	0.128	5.569	1.497	0.114	6.768
2.36	1.154	0.0679	3.106	1.090	0.0606	3.661	3.26	1.594	0.130	5.633	1.506	0.116	6.850
2.38	1.164	0.0691	3.154	1.099	0.0616	3.721	3.28	1.604	0.131	5.697	1.515	0.117	6.932

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

TABLA 2.5.7 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO. (Continuación)
 Diámetro 50 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.L. = 2.009 pulg (51 0286 mm)			ACERO CED 40 D.L. = 2 067 pulg (52 5018 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.L. = 2 009 pulg (51 0286 mm)			ACERO CED 40 D.L. = 2 067 pulg (52 5018 mm)		
	v	v ² /2g	hf	v	v ² /2g	hf		v	v ² /2g	hf	v	v ² /2g	hf
	m/seg	m	m/100m	m/seg	m	m/100m		m/seg	m	m/100m	m/seg	m	m/100m
3.30	1.614	0.133	5.762	1.524	0.118	7.014	4.20	2.054	0.215	9.024	1.940	0.192	11.229
3.32	1.623	0.134	5.827	1.534	0.120	7.097	4.22	2.063	0.217	9.105	1.949	0.194	11.334
3.34	1.633	0.136	5.892	1.543	0.121	7.181	4.24	2.073	0.219	9.185	1.959	0.196	11.440
3.36	1.643	0.138	5.957	1.552	0.123	7.265	4.26	2.083	0.221	9.266	1.968	0.197	11.545
3.38	1.653	0.139	6.023	1.561	0.124	7.349	4.28	2.093	0.223	9.348	1.977	0.199	11.652
3.40	1.663	0.141	6.090	1.571	0.126	7.434	4.30	2.103	0.225	9.430	1.986	0.201	11.758
3.42	1.672	0.143	6.156	1.580	0.127	7.520	4.32	2.112	0.227	9.512	1.995	0.203	11.866
3.44	1.682	0.144	6.223	1.589	0.129	7.606	4.34	2.122	0.230	9.594	2.005	0.205	11.973
3.46	1.692	0.146	6.291	1.598	0.130	7.692	4.36	2.132	0.232	9.677	2.014	0.207	12.082
3.48	1.702	0.148	6.358	1.607	0.132	7.779	4.38	2.142	0.234	9.760	2.023	0.209	12.190
3.50	1.711	0.149	6.426	1.617	0.133	7.866	4.40	2.151	0.236	9.844	2.032	0.211	12.299
3.52	1.721	0.151	6.495	1.626	0.135	7.954	4.42	2.161	0.238	9.928	2.042	0.213	12.409
3.54	1.731	0.153	6.563	1.635	0.136	8.042	4.44	2.171	0.240	10.012	2.051	0.214	12.519
3.56	1.741	0.155	6.632	1.644	0.138	8.131	4.46	2.181	0.243	10.097	2.060	0.216	12.630
3.58	1.751	0.156	6.702	1.654	0.139	8.221	4.48	2.191	0.245	10.181	2.069	0.218	12.741
3.60	1.760	0.158	6.771	1.663	0.141	8.310	4.50	2.200	0.247	10.267	2.079	0.220	12.853
3.62	1.770	0.160	6.842	1.672	0.143	8.401	4.52	2.210	0.249	10.352	2.088	0.222	12.965
3.64	1.780	0.162	6.912	1.681	0.144	8.491	4.54	2.220	0.251	10.438	2.097	0.224	13.077
3.66	1.790	0.163	6.983	1.691	0.146	8.583	4.56	2.230	0.254	10.524	2.106	0.226	13.190
3.68	1.799	0.165	7.054	1.700	0.147	8.674	4.58	2.239	0.256	10.611	2.116	0.228	13.304
3.70	1.809	0.167	7.125	1.709	0.149	8.767	4.60	2.249	0.258	10.698	2.125	0.230	13.418
3.72	1.819	0.169	7.197	1.718	0.150	8.859	4.62	2.259	0.260	10.785	2.134	0.232	13.532
3.74	1.829	0.171	7.269	1.728	0.152	8.952	4.64	2.269	0.262	10.873	2.143	0.234	13.647
3.76	1.839	0.172	7.342	1.737	0.154	9.046	4.66	2.279	0.265	10.961	2.153	0.236	13.763
3.78	1.848	0.174	7.415	1.746	0.155	9.140	4.68	2.288	0.267	11.049	2.162	0.238	13.879
3.80	1.858	0.176	7.488	1.755	0.157	9.235	4.70	2.298	0.269	11.138	2.171	0.240	13.995
3.82	1.868	0.178	7.561	1.765	0.159	9.330	4.72	2.308	0.272	11.227	2.180	0.242	14.112
3.84	1.878	0.180	7.635	1.774	0.160	9.426	4.74	2.318	0.274	11.316	2.189	0.244	14.230
3.86	1.887	0.182	7.710	1.783	0.162	9.522	4.76	2.328	0.276	11.406	2.199	0.247	14.347
3.88	1.897	0.183	7.784	1.792	0.164	9.618	4.78	2.337	0.278	11.496	2.208	0.249	14.466
3.90	1.907	0.185	7.859	1.801	0.165	9.715	4.80	2.347	0.281	11.586	2.217	0.251	14.585
3.92	1.917	0.187	7.934	1.811	0.167	9.813	4.85	2.372	0.287	11.814	2.240	0.256	14.834
3.94	1.927	0.189	8.010	1.820	0.169	9.911	4.90	2.396	0.293	12.043	2.263	0.261	15.186
3.96	1.936	0.191	8.086	1.829	0.171	10.009	4.95	2.420	0.299	12.275	2.286	0.266	15.492
3.98	1.946	0.193	8.162	1.838	0.172	10.108	5.00	2.445	0.305	12.509	2.310	0.272	15.800
4.00	1.956	0.195	8.239	1.848	0.174	10.208	5.05	2.469	0.311	12.745	2.333	0.278	16.111
4.02	1.966	0.197	8.316	1.857	0.176	10.308	5.10	2.494	0.317	12.983	2.356	0.283	16.426
4.04	1.975	0.199	8.393	1.866	0.178	10.408	5.15	2.518	0.323	13.223	2.379	0.289	16.743
4.06	1.985	0.201	8.471	1.875	0.179	10.509	5.20	2.543	0.330	13.465	2.402	0.294	17.064
4.08	1.995	0.203	8.549	1.885	0.181	10.611	5.25	2.567	0.336	13.710	2.425	0.300	17.387
4.10	2.005	0.205	8.627	1.894	0.183	10.713							
4.12	2.015	0.207	8.706	1.903	0.185	10.815							
4.14	2.024	0.209	8.785	1.912	0.186	10.918							
4.16	2.034	0.211	8.864	1.922	0.188	11.021							
4.18	2.044	0.213	8.944	1.931	0.190	11.125							

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

18

TABLA 2.5.8 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO.

Diámetro 64 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2.495 pulg. (63.373 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 2.469 pulg. (62.7126 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2.495 pulg. (63.373 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 2.469 pulg. (62.7126 mm)		
	v	v ² /2g	hf	v	v ² /2g	hf		v	v ² /2g	hf	v	v ² /2g	hf
	m/seg	m	m/100m	m/seg	m	m/100m		m/seg	m	m/100m	m/seg	m	m/100m
2.00	0.634	0.0205	0.798	0.647	0.0213	1.070	3.75	1.189	0.0721	2.506	1.214	0.0751	3.580
2.05	0.650	0.0215	0.834	0.664	0.0225	1.121	3.80	1.205	0.0740	2.567	1.230	0.0771	3.673
2.10	0.666	0.0226	0.871	0.680	0.0236	1.174	3.85	1.221	0.0760	2.630	1.246	0.0792	3.768
2.15	0.682	0.0237	0.909	0.696	0.0247	1.228	3.90	1.236	0.0779	2.693	1.263	0.0813	3.863
2.20	0.697	0.0248	0.948	0.712	0.0258	1.283	3.95	1.252	0.0799	2.757	1.279	0.0834	3.960
2.25	0.713	0.0259	0.987	0.728	0.0270	1.339	4.00	1.268	0.0820	2.822	1.295	0.0855	4.058
2.30	0.729	0.0271	1.027	0.745	0.0283	1.397	4.05	1.284	0.0841	2.887	1.311	0.0876	4.157
2.35	0.745	0.0283	1.068	0.761	0.0295	1.455	4.10	1.300	0.0862	2.953	1.327	0.0898	4.257
2.40	0.761	0.0295	1.109	0.777	0.0308	1.515	4.15	1.316	0.0883	3.020	1.344	0.0921	4.358
2.45	0.777	0.0308	1.152	0.793	0.0321	1.576	4.20	1.332	0.0905	3.087	1.360	0.0943	4.461
2.50	0.793	0.0321	1.195	0.809	0.0334	1.639	4.25	1.347	0.0925	3.155	1.376	0.0965	4.565
2.55	0.808	0.0333	1.238	0.826	0.0348	1.702	4.30	1.363	0.0947	3.224	1.392	0.0988	4.670
2.60	0.824	0.0346	1.283	0.842	0.0361	1.767	4.35	1.379	0.0970	3.294	1.408	0.101	4.776
2.65	0.840	0.0360	1.328	0.858	0.0375	1.832	4.40	1.395	0.0992	3.364	1.424	0.103	4.883
2.70	0.856	0.0374	1.374	0.874	0.0389	1.899	4.45	1.411	0.102	3.435	1.441	0.106	4.991
2.75	0.872	0.0388	1.421	0.890	0.0404	1.968	4.50	1.427	0.104	3.507	1.457	0.108	5.101
2.80	0.888	0.0402	1.468	0.906	0.0419	2.037	4.55	1.442	0.106	3.579	1.473	0.111	5.212
2.85	0.904	0.0417	1.516	0.923	0.0434	2.107	4.60	1.458	0.108	3.652	1.489	0.113	5.324
2.90	0.919	0.0431	1.565	0.939	0.0450	2.179	4.65	1.474	0.111	3.726	1.505	0.115	5.437
2.95	0.935	0.0446	1.615	0.955	0.0465	2.252	4.70	1.490	0.113	3.800	1.522	0.118	5.552
3.00	0.951	0.0461	1.665	0.971	0.0481	2.326	4.75	1.506	0.116	3.876	1.538	0.121	5.667
3.05	0.967	0.0477	1.716	0.987	0.0497	2.402	4.80	1.522	0.118	3.952	1.554	0.123	5.784
3.10	0.983	0.0493	1.768	1.004	0.0514	2.478	4.85	1.538	0.121	4.028	1.570	0.126	5.902
3.15	0.999	0.0509	1.820	1.020	0.0530	2.556	4.90	1.553	0.123	4.105	1.586	0.128	6.021
3.20	1.014	0.0524	1.873	1.036	0.0547	2.635	4.95	1.569	0.126	4.183	1.603	0.131	6.141
3.25	1.030	0.0541	1.927	1.052	0.0564	2.715	5.00	1.585	0.128	4.262	1.619	0.134	6.263
3.30	1.046	0.0558	1.982	1.068	0.0582	2.796	5.05	1.601	0.131	4.342	1.635	0.136	6.386
3.35	1.062	0.0575	2.037	1.085	0.0600	2.878	5.10	1.617	0.133	4.422	1.651	0.139	6.510
3.40	1.078	0.0592	2.093	1.101	0.0618	2.962	5.15	1.633	0.136	4.503	1.667	0.142	6.635
3.45	1.094	0.0610	2.150	1.117	0.0636	3.047	5.20	1.649	0.139	4.584	1.683	0.144	6.761
3.50	1.110	0.0628	2.207	1.133	0.0654	3.133	5.25	1.664	0.141	4.666	1.700	0.147	6.888
3.55	1.125	0.0645	2.266	1.149	0.0673	3.220	5.30	1.680	0.144	4.749	1.716	0.150	7.017
3.60	1.141	0.0664	2.325	1.165	0.0692	3.308	5.35	1.696	0.147	4.833	1.732	0.153	7.147
3.65	1.157	0.0683	2.384	1.182	0.0712	3.398	5.40	1.712	0.149	4.917	1.748	0.156	7.278
3.70	1.173	0.0702	2.445	1.198	0.0732	3.488	5.45	1.728	0.152	5.002	1.764	0.159	7.410

(Continúa)

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

TABLA 2.5.8 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO. (Continuación)
Diámetro 64 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2.495 pulg. (63.373 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 2.469 pulg. (62.7126 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2.495 pulg. (63.373 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 2.469 pulg. (62.7126 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
5.60	1.744	0.155	5.088	1.781	0.162	7.543	7.25	2.298	0.269	8.525	2.347	0.281	12.955
5.55	1.760	0.158	5.174	1.797	0.165	7.678	7.30	2.314	0.273	8.635	2.363	0.285	13.131
5.60	1.775	0.161	5.261	1.813	0.168	7.813	7.35	2.330	0.277	8.747	2.380	0.289	13.308
5.65	1.791	0.164	5.349	1.829	0.171	7.950	7.40	2.346	0.281	8.859	2.396	0.293	13.486
5.70	1.807	0.166	5.438	1.845	0.174	8.088	7.45	2.362	0.284	8.971	2.412	0.297	13.666
5.75	1.823	0.169	5.527	1.862	0.177	8.228	7.50	2.378	0.288	9.085	2.428	0.301	13.847
5.80	1.839	0.172	5.617	1.878	0.180	8.368	7.55	2.394	0.292	9.199	2.444	0.305	14.028
5.85	1.855	0.175	5.707	1.894	0.183	8.510	7.60	2.409	0.296	9.314	2.460	0.309	14.211
5.90	1.870	0.178	5.798	1.910	0.186	8.653	7.65	2.425	0.300	9.429	2.477	0.313	14.396
5.95	1.886	0.181	5.890	1.926	0.189	8.797	7.70	2.441	0.304	9.545	2.493	0.317	14.581
6.00	1.902	0.184	5.983	1.942	0.192	8.942	7.75	2.457	0.308	9.662	2.509	0.321	14.767
6.05	1.918	0.188	6.076	1.959	0.196	9.088	7.80	2.473	0.312	9.780	2.525	0.325	14.955
6.10	1.934	0.191	6.170	1.975	0.199	9.236	7.85	2.489	0.316	9.898	2.541	0.329	15.144
6.15	1.950	0.194	6.265	1.991	0.202	9.384	7.90	2.505	0.320	10.017	2.558	0.334	15.334
6.20	1.966	0.197	6.361	2.007	0.205	9.534	7.95	2.520	0.324	10.137	2.574	0.338	15.525
6.25	1.981	0.200	6.457	2.023	0.209	9.685	8.00	2.536	0.328	10.257	2.590	0.342	15.718
6.30	1.997	0.203	6.554	2.040	0.212	9.838	8.05	2.552	0.332	10.378	2.606	0.346	15.912
6.35	2.013	0.207	6.651	2.056	0.216	9.991	8.10	2.568	0.336	10.499	2.622	0.351	16.106
6.40	2.029	0.210	6.749	2.072	0.219	10.146	8.15	2.584	0.340	10.622	2.639	0.355	16.302
6.45	2.045	0.213	6.848	2.088	0.222	10.301	8.20	2.600	0.345	10.745	2.655	0.359	16.500
6.50	2.061	0.217	6.948	2.104	0.226	10.458	8.25	2.616	0.349	10.869	2.671	0.364	16.698
6.55	2.077	0.220	7.048	2.121	0.229	10.617	8.30	2.631	0.353	10.993	2.687	0.368	16.897
6.60	2.092	0.223	7.149	2.137	0.233	10.776	8.35	2.647	0.357	11.118	2.703	0.373	17.098
6.65	2.108	0.227	7.251	2.153	0.236	10.937	8.40	2.663	0.362	11.244	2.719	0.377	17.300
6.70	2.124	0.230	7.353	2.169	0.240	11.098	8.45	2.679	0.366	11.370	2.736	0.382	17.503
6.75	2.140	0.233	7.456	2.185	0.243	11.261	8.50	2.695	0.370	11.497	2.752	0.386	17.707
6.80	2.156	0.237	7.560	2.201	0.247	11.425	8.55	2.711	0.375	11.625	2.768	0.391	17.913
6.85	2.172	0.241	7.664	2.218	0.251	11.591	8.60	2.726	0.379	11.754	2.784	0.395	18.119
6.90	2.188	0.244	7.769	2.234	0.254	11.757	8.65	2.742	0.383	11.883	2.800	0.400	18.327
6.95	2.203	0.247	7.875	2.250	0.258	11.925	8.70	2.758	0.388	12.013	2.817	0.405	18.536
7.00	2.219	0.251	7.982	2.266	0.262	12.093	8.75	2.774	0.392	12.144	2.833	0.409	18.746
7.05	2.235	0.255	8.089	2.282	0.266	12.263	8.80	2.790	0.397	12.275	2.849	0.414	18.958
7.10	2.251	0.258	8.197	2.299	0.269	12.435	8.85	2.806	0.401	12.407	2.865	0.419	19.170
7.15	2.267	0.262	8.305	2.315	0.273	12.607	8.90	2.822	0.406	12.539	2.881	0.423	19.384
7.20	2.283	0.266	8.415	2.331	0.277	12.780	8.95	2.837	0.410	12.673	2.898	0.428	19.599
9.00								2.853	0.415	12.807	2.914	0.433	19.815

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

21

TABLA 2.5.9 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO.
 Diámetro 75 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2.981 pulg (75.7174 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 3.068 pulg (77.9272 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2.981 pulg (75.7174 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 3.068 pulg (77.9272 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
3.00	0.666	0.0226	0.699	0.629	0.0202	0.765	5.25	1.166	0.0693	1.940	1.101	0.0618	2.239
3.05	0.677	0.0234	0.720	0.639	0.0208	0.789	5.30	1.177	0.0706	1.974	1.111	0.0629	2.280
3.10	0.688	0.0241	0.741	0.650	0.0215	0.814	5.35	1.188	0.0720	2.008	1.122	0.0642	2.322
3.15	0.700	0.0250	0.763	0.660	0.0222	0.839	5.40	1.199	0.0733	2.043	1.132	0.0653	2.364
3.20	0.711	0.0258	0.785	0.671	0.0230	0.865	5.45	1.210	0.0746	2.078	1.143	0.0666	2.407
3.25	0.722	0.0266	0.808	0.681	0.0236	0.891	5.50	1.221	0.0760	2.113	1.153	0.0678	2.450
3.30	0.733	0.0274	0.830	0.692	0.0244	0.917	5.55	1.233	0.0775	2.149	1.164	0.0691	2.493
3.35	0.744	0.0282	0.853	0.702	0.0251	0.944	5.60	1.244	0.0789	2.184	1.174	0.0703	2.536
3.40	0.755	0.0291	0.877	0.713	0.0259	0.971	5.65	1.255	0.0803	2.221	1.185	0.0716	2.581
3.45	0.766	0.0299	0.900	0.723	0.0267	0.998	5.70	1.266	0.0817	2.257	1.195	0.0728	2.625
3.50	0.777	0.0308	0.924	0.734	0.0275	1.026	5.75	1.277	0.0831	2.294	1.206	0.0742	2.670
3.55	0.788	0.0317	0.948	0.744	0.0282	1.054	5.80	1.288	0.0846	2.330	1.216	0.0754	2.715
3.60	0.800	0.0326	0.973	0.755	0.0291	1.083	5.85	1.299	0.0860	2.368	1.227	0.0768	2.761
2.65	0.811	0.0335	0.997	0.765	0.0298	1.112	5.90	1.310	0.0875	2.405	1.237	0.0780	2.806
2.70	0.822	0.0345	1.022	0.776	0.0307	1.141	5.95	1.321	0.0890	2.443	1.248	0.0794	2.853
3.75	0.833	0.0354	1.048	0.786	0.0315	1.171	6.00	1.333	0.0906	2.481	1.258	0.0807	2.899
3.80	0.844	0.0363	1.073	0.797	0.0324	1.201	6.05	1.344	0.0921	2.519	1.268	0.0820	2.947
3.85	0.855	0.0373	1.099	0.807	0.0332	1.232	6.10	1.355	0.0936	2.558	1.279	0.0834	2.994
3.90	0.866	0.0382	1.125	0.818	0.0341	1.263	6.15	1.366	0.0951	2.597	1.289	0.0847	3.042
3.95	0.877	0.0392	1.152	0.828	0.0350	1.294	6.20	1.377	0.0967	2.636	1.300	0.0862	3.090
4.00	0.888	0.0402	1.178	0.839	0.0359	1.325	6.25	1.388	0.0982	2.675	1.310	0.0875	3.139
4.05	0.899	0.0412	1.206	0.849	0.0368	1.357	6.30	1.399	0.0998	2.715	1.321	0.0890	3.188
4.10	0.911	0.0423	1.233	0.860	0.0377	1.390	6.35	1.410	0.101	2.755	1.331	0.0903	3.237
4.15	0.922	0.0433	1.260	0.870	0.0386	1.423	6.40	1.421	0.103	2.795	1.342	0.0918	3.287
4.20	0.933	0.0444	1.288	0.881	0.0396	1.456	6.45	1.432	0.105	2.836	1.352	0.0932	3.337
4.25	0.944	0.0454	1.316	0.891	0.0405	1.489	6.50	1.444	0.106	2.877	1.363	0.0947	3.387
4.30	0.955	0.0465	1.345	0.902	0.0415	1.523	6.55	1.455	0.108	2.918	1.373	0.0961	3.438
4.35	0.966	0.0476	1.374	0.912	0.0424	1.557	6.60	1.466	0.110	2.959	1.384	0.0977	3.489
4.40	0.977	0.0487	1.403	0.923	0.0434	1.592	6.65	1.477	0.111	3.001	1.394	0.0991	3.541
4.45	0.988	0.0498	1.432	0.933	0.0444	1.627	6.70	1.488	0.113	3.043	1.405	0.101	3.593
4.50	0.999	0.0509	1.462	0.944	0.0454	1.662	6.75	1.499	0.115	3.085	1.415	0.102	3.645
4.55	1.010	0.0520	1.492	0.954	0.0464	1.698	6.80	1.510	0.116	3.128	1.426	0.104	3.698
4.60	1.022	0.0533	1.522	0.964	0.0474	1.734	6.85	1.521	0.118	3.171	1.436	0.105	3.751
4.65	1.033	0.0544	1.552	0.975	0.0485	1.771	6.90	1.532	0.120	3.214	1.447	0.107	3.804
4.70	1.044	0.0556	1.583	0.985	0.0495	1.808	6.95	1.543	0.121	3.257	1.457	0.108	3.858
4.75	1.055	0.0567	1.614	0.996	0.0506	1.845	7.00	1.555	0.123	3.301	1.468	0.110	3.912
4.80	1.066	0.0579	1.645	1.006	0.0516	1.883	7.05	1.566	0.125	3.344	1.478	0.111	3.967
4.85	1.077	0.0591	1.677	1.017	0.0527	1.921	7.10	1.577	0.127	3.389	1.489	0.113	4.022
4.90	1.088	0.0604	1.709	1.027	0.0538	1.959	7.15	1.588	0.129	3.433	1.499	0.115	4.077
4.95	1.099	0.0616	1.741	1.038	0.0549	1.998	7.20	1.599	0.130	3.478	1.510	0.116	4.133
5.00	1.110	0.0628	1.773	1.048	0.0560	2.037	7.25	1.610	0.132	3.523	1.520	0.118	4.189
5.05	1.122	0.0642	1.806	1.059	0.0572	2.077	7.30	1.621	0.134	3.568	1.531	0.120	4.245
5.10	1.133	0.0654	1.839	1.069	0.0583	2.117	7.35	1.632	0.136	3.614	1.541	0.121	4.302
5.15	1.144	0.0667	1.872	1.080	0.0595	2.157	7.40	1.643	0.138	3.659	1.552	0.123	4.359
5.20	1.155	0.0680	1.906	1.090	0.0606	2.198	7.45	1.655	0.140	3.706	1.562	0.124	4.417

(Continúa)

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

22

TABLA 2.5.9 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO. (Continuación)
 Diámetro 76 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2.981 pulg. (75.7174 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 3.068 pulg. (77.9272 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 2.981 pulg. (75.7174 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 3.068 pulg. (77.9272 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
7.50	1.666	0.142	3.752	1.573	0.126	4.475	9.75	2.165	0.239	6.124	2.044	0.213	7.472
7.55	1.677	0.143	3.799	1.583	0.128	4.533	9.80	2.176	0.241	6.183	2.055	0.215	7.547
7.60	1.688	0.145	3.846	1.593	0.129	4.592	9.85	2.188	0.244	6.242	2.065	0.217	7.623
7.65	1.699	0.147	3.893	1.604	0.131	4.651	9.90	2.199	0.247	6.301	2.076	0.220	7.699
7.70	1.710	0.149	3.940	1.614	0.133	4.711	9.95	2.210	0.249	6.361	2.086	0.222	7.775
7.75	1.721	0.151	3.988	1.625	0.135	4.770	10.00	2.221	0.252	6.421	2.097	0.224	7.852
7.80	1.732	0.153	4.036	1.635	0.136	4.831	10.05	2.232	0.254	6.482	2.107	0.226	7.929
7.85	1.743	0.155	4.084	1.646	0.138	4.891	10.10	2.243	0.257	6.542	2.118	0.229	8.006
7.90	1.754	0.157	4.133	1.656	0.140	4.952	10.15	2.254	0.259	6.603	2.128	0.231	8.084
7.95	1.766	0.159	4.182	1.667	0.142	5.014	10.20	2.265	0.262	6.664	2.139	0.233	8.162
8.00	1.777	0.161	4.231	1.677	0.143	5.075	10.25	2.276	0.264	6.726	2.149	0.235	8.241
8.05	1.788	0.163	4.280	1.688	0.145	5.137	10.30	2.287	0.267	6.788	2.160	0.238	8.320
8.10	1.799	0.165	4.330	1.698	0.147	5.200	10.35	2.299	0.269	6.850	2.170	0.240	8.399
8.15	1.810	0.167	4.380	1.709	0.149	5.263	10.40	2.310	0.272	6.912	2.181	0.243	8.479
8.20	1.821	0.169	4.430	1.719	0.151	5.326	10.45	2.321	0.275	6.974	2.191	0.245	8.559
8.25	1.832	0.171	4.481	1.730	0.153	5.389	10.50	2.332	0.277	7.037	2.202	0.247	8.640
8.30	1.843	0.173	4.531	1.740	0.154	5.453	10.55	2.343	0.280	7.100	2.212	0.249	8.720
8.35	1.854	0.175	4.583	1.751	0.156	5.518	10.60	2.354	0.283	7.164	2.222	0.252	8.802
8.40	1.866	0.178	4.634	1.761	0.158	5.582	10.65	2.365	0.285	7.227	2.233	0.254	8.883
8.45	1.877	0.180	4.685	1.772	0.160	5.648	10.70	2.376	0.288	7.291	2.243	0.257	8.965
8.50	1.888	0.181	4.737	1.782	0.162	5.713	10.75	2.387	0.291	7.355	2.254	0.259	9.048
8.55	1.899	0.184	4.790	1.793	0.164	5.779	10.80	2.399	0.293	7.420	2.264	0.261	9.130
8.60	1.910	0.186	4.842	1.803	0.166	5.845	10.85	2.410	0.296	7.484	2.275	0.264	9.213
8.65	1.921	0.188	4.895	1.814	0.168	5.912	10.90	2.421	0.299	7.549	2.285	0.266	9.297
8.70	1.932	0.190	4.948	1.824	0.170	5.979	10.95	2.432	0.302	7.615	2.296	0.269	9.381
8.75	1.943	0.192	5.001	1.835	0.172	6.046	11.00	2.443	0.304	7.680	2.306	0.271	9.465
8.80	1.954	0.195	5.054	1.845	0.174	6.114	11.05	2.454	0.307	7.746	2.317	0.274	9.550
8.85	1.965	0.197	5.108	1.856	0.176	6.182	11.10	2.465	0.310	7.812	2.327	0.276	9.635
8.90	1.977	0.199	5.162	1.866	0.177	6.250	11.15	2.476	0.313	7.879	2.338	0.279	9.720
8.95	1.988	0.202	5.217	1.877	0.180	6.319	11.20	2.487	0.315	7.945	2.348	0.281	9.806
9.00	1.999	0.204	5.271	1.887	0.182	6.388	11.25	2.498	0.318	8.012	2.359	0.284	9.892
9.05	2.010	0.206	5.326	1.897	0.183	6.458	11.30	2.510	0.321	8.079	2.369	0.286	9.978
9.10	2.021	0.208	5.381	1.908	0.186	6.528	11.35	2.521	0.324	8.147	2.380	0.289	10.065
9.15	2.032	0.211	5.437	1.918	0.188	6.598	11.40	2.532	0.327	8.214	2.390	0.291	10.152
9.20	2.043	0.213	5.493	1.929	0.190	6.669	11.45	2.543	0.330	8.282	2.401	0.294	10.240
9.25	2.054	0.215	5.549	1.939	0.192	6.740	11.50	2.554	0.333	8.351	2.411	0.296	10.328
9.30	2.065	0.217	5.605	1.950	0.194	6.812	11.55	2.565	0.335	8.419	2.422	0.299	10.416
9.35	2.076	0.220	5.661	1.960	0.196	6.883	11.60	2.576	0.338	8.488	2.432	0.302	10.505
9.40	2.088	0.222	5.718	1.971	0.198	6.956	11.65	2.587	0.341	8.557	2.443	0.304	10.594
9.45	2.099	0.225	5.775	1.981	0.200	7.028	11.70	2.598	0.344	8.626	2.453	0.307	10.684
9.50	2.110	0.227	5.833	1.992	0.202	7.101							
9.55	2.121	0.229	5.890	2.002	0.204	7.175							
9.60	2.132	0.232	5.948	2.013	0.207	7.248							
9.65	2.143	0.234	6.006	2.023	0.209	7.322							
9.70	2.154	0.237	6.065	2.034	0.211	7.397							

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERIAS

TABLA 2.5.10 PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO.
 Diámetro 100 mm.

GASTO lps	COBRE TIPO M D.L. = 3.935 pulg. (99.949 mm)			ACERO CED 40 D.L. = 4.026 pulg. (102.2604 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.L. = 3.935 pulg. (99.949 mm)			ACERO CED 40 D.L. = 4.026 pulg. (102.2604 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
5.00	0.637	0.0207	0.457	0.609	0.0189	0.507	9.50	1.211	0.0748	1.477	1.157	0.0683	1.741
5.10	0.650	0.0215	0.473	0.621	0.0197	0.527	9.60	1.224	0.0764	1.506	1.169	0.0697	1.776
5.20	0.663	0.0224	0.490	0.633	0.0204	0.546	9.70	1.236	0.0779	1.535	1.181	0.0711	1.812
5.30	0.676	0.0233	0.508	0.645	0.0212	0.567	9.80	1.249	0.0795	1.565	1.193	0.0726	1.849
5.40	0.688	0.0241	0.525	0.657	0.0220	0.587	9.90	1.262	0.0812	1.594	1.205	0.0740	1.885
5.50	0.701	0.0251	0.543	0.670	0.0229	0.608	10.00	1.275	0.0829	1.624	1.218	0.0756	1.923
5.60	0.714	0.0260	0.561	0.682	0.0237	0.629	10.10	1.287	0.0845	1.654	1.230	0.0771	1.960
5.70	0.726	0.0269	0.579	0.694	0.0246	0.651	10.20	1.300	0.0862	1.685	1.242	0.0786	1.998
5.80	0.739	0.0278	0.598	0.706	0.0254	0.673	10.30	1.313	0.0879	1.715	1.254	0.0802	2.036
5.90	0.752	0.0288	0.617	0.718	0.0263	0.695	10.40	1.326	0.0896	1.746	1.266	0.0817	2.075
6.00	0.765	0.0298	0.636	0.731	0.0272	0.718	10.50	1.338	0.0913	1.778	1.278	0.0833	2.114
6.10	0.777	0.0308	0.656	0.743	0.0281	0.741	10.60	1.351	0.0931	1.809	1.291	0.0850	2.153
6.20	0.790	0.0318	0.675	0.755	0.0291	0.765	10.70	1.364	0.0949	1.841	1.303	0.0866	2.192
6.30	0.803	0.0329	0.695	0.767	0.0300	0.789	10.80	1.377	0.0967	1.873	1.315	0.0882	2.232
6.40	0.816	0.0339	0.716	0.779	0.0309	0.813	10.90	1.389	0.0984	1.905	1.327	0.0898	2.273
6.50	0.828	0.0350	0.736	0.791	0.0319	0.837	11.00	1.402	0.100	1.938	1.339	0.0914	2.313
6.60	0.841	0.0361	0.757	0.804	0.0330	0.862	11.10	1.415	0.102	1.970	1.352	0.0932	2.355
6.70	0.854	0.0372	0.778	0.816	0.0339	0.887	11.20	1.427	0.104	2.003	1.364	0.0949	2.396
6.80	0.867	0.0383	0.799	0.828	0.0350	0.913	11.30	1.440	0.106	2.037	1.376	0.0965	2.438
6.90	0.879	0.0394	0.821	0.840	0.0360	0.939	11.40	1.453	0.108	2.070	1.388	0.0982	2.480
7.00	0.892	0.0406	0.843	0.852	0.0370	0.965	11.50	1.466	0.110	2.104	1.400	0.0999	2.522
7.10	0.905	0.0418	0.865	0.864	0.0381	0.992	11.60	1.478	0.111	2.138	1.412	0.102	2.565
7.20	0.918	0.0430	0.888	0.877	0.0392	1.019	11.70	1.491	0.113	2.173	1.425	0.104	2.608
7.30	0.930	0.0441	0.910	0.889	0.0403	1.047	11.80	1.504	0.115	2.207	1.437	0.105	2.652
7.40	0.943	0.0453	0.933	0.901	0.0414	1.074	11.90	1.517	0.117	2.242	1.449	0.107	2.696
7.50	0.956	0.0466	0.956	0.913	0.0425	1.102	12.00	1.529	0.119	2.277	1.461	0.109	2.740
7.60	0.969	0.0479	0.980	0.925	0.0436	1.131	12.10	1.542	0.121	2.313	1.473	0.111	2.785
7.70	0.981	0.0491	1.004	0.938	0.0449	1.160	12.20	1.555	0.123	2.348	1.485	0.112	2.830
7.80	0.994	0.0504	1.028	0.950	0.0460	1.189	12.30	1.568	0.125	2.384	1.498	0.114	2.875
7.90	1.007	0.0517	1.052	0.962	0.0472	1.219	12.40	1.580	0.127	2.420	1.510	0.116	2.921
8.00	1.020	0.0530	1.077	0.974	0.0484	1.249	12.50	1.593	0.129	2.457	1.522	0.118	2.967
8.10	1.032	0.0543	1.102	0.986	0.0496	1.279	12.60	1.606	0.132	2.493	1.534	0.120	3.013
8.20	1.045	0.0557	1.127	0.998	0.0508	1.309	12.70	1.619	0.134	2.530	1.546	0.122	3.060
8.30	1.058	0.0571	1.152	1.011	0.0521	1.340	12.80	1.631	0.136	2.568	1.558	0.124	3.107
8.40	1.071	0.0585	1.178	1.023	0.0534	1.372	12.90	1.644	0.138	2.605	1.571	0.126	3.155
8.50	1.083	0.0598	1.204	1.035	0.0546	1.404	13.00	1.657	0.140	2.643	1.583	0.128	3.203
8.60	1.096	0.0612	1.230	1.047	0.0559	1.436	13.10	1.670	0.142	2.681	1.595	0.130	3.251
8.70	1.109	0.0627	1.256	1.059	0.0572	1.468	13.20	1.682	0.144	2.719	1.607	0.132	3.300
8.80	1.122	0.0642	1.283	1.071	0.0585	1.501	13.30	1.695	0.146	2.758	1.619	0.134	3.348
8.90	1.134	0.0656	1.310	1.084	0.0599	1.534	13.40	1.708	0.149	2.796	1.632	0.136	3.398
9.00	1.147	0.0671	1.337	1.096	0.0612	1.568	13.50	1.721	0.151	2.835	1.644	0.138	3.447
9.10	1.160	0.0686	1.365	1.108	0.0626	1.601	13.60	1.733	0.153	2.875	1.656	0.140	3.497
9.20	1.173	0.0702	1.392	1.120	0.0640	1.636	13.70	1.746	0.155	2.914	1.668	0.142	3.548
9.30	1.185	0.0716	1.421	1.132	0.0653	1.670	13.80	1.759	0.158	2.954	1.680	0.144	3.599
9.40	1.198	0.0732	1.449	1.145	0.0668	1.705	13.90	1.772	0.160	2.994	1.692	0.146	3.650

(Continúa)

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

24

TABLA 2.5.10 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO. (Continuación)
Diámetro 100 mm

GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 3.935 pulg (99.949 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 4.026 pulg (102.2604 mm)			GASTO lps	COBRE TIPO M D.I. = 3.935 pulg (99.949 mm)			ACERO CED 40 D.I. = 4.026 pulg (102.2604 mm)		
	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m		v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m	v m/seg	v ² /2g m	hf m/100m
14.00	1.784	0.162	3.034	1.705	0.148	3.701	18.50	2.368	0.283	5.116	2.253	0.259	6.387
14.10	1.797	0.165	3.075	1.717	0.150	3.753	18.60	2.371	0.287	5.168	2.265	0.262	6.455
14.20	1.810	0.167	3.116	1.729	0.152	3.805	18.70	2.383	0.290	5.220	2.277	0.264	6.523
14.30	1.823	0.169	3.157	1.741	0.155	3.858	18.80	2.396	0.293	5.273	2.289	0.267	6.592
14.40	1.835	0.172	3.198	1.753	0.157	3.911	18.90	2.409	0.296	5.326	2.301	0.270	6.661
14.50	1.848	0.174	3.240	1.765	0.159	3.964	19.00	2.422	0.299	5.379	2.313	0.273	6.730
14.60	1.861	0.177	3.282	1.778	0.161	4.017	19.10	2.434	0.302	5.432	2.326	0.276	6.800
14.70	1.874	0.179	3.324	1.790	0.163	4.070	19.20	2.447	0.305	5.486	2.338	0.279	6.870
14.80	1.886	0.181	3.366	1.802	0.166	4.126	19.30	2.460	0.309	5.540	2.350	0.282	6.940
14.90	1.899	0.184	3.409	1.814	0.168	4.180	19.40	2.473	0.312	5.594	2.362	0.284	7.011
15.00	1.912	0.186	3.452	1.826	0.170	4.235	19.50	2.485	0.315	5.649	2.374	0.287	7.082
15.10	1.925	0.189	3.495	1.839	0.172	4.291	19.60	2.498	0.318	5.703	2.386	0.290	7.154
15.20	1.937	0.191	3.538	1.851	0.175	4.346	19.70	2.511	0.321	5.758	2.399	0.293	7.225
15.30	1.950	0.194	3.582	1.863	0.177	4.403	19.80	2.524	0.325	5.814	2.411	0.296	7.298
15.40	1.963	0.196	3.626	1.875	0.179	4.459	19.90	2.536	0.328	5.869	2.423	0.299	7.370
15.50	1.976	0.199	3.670	1.887	0.182	4.516	20.00	2.549	0.331	5.925	2.435	0.302	7.443
15.60	1.988	0.202	3.715	1.899	0.184	4.573	20.10	2.562	0.335	5.981	2.447	0.305	7.516
15.70	2.001	0.204	3.759	1.912	0.186	4.631	20.20	2.575	0.338	6.037	2.459	0.308	7.590
15.80	2.014	0.207	3.804	1.924	0.189	4.688	20.30	2.587	0.341	6.093	2.472	0.312	7.664
15.90	2.027	0.209	3.850	1.936	0.191	4.747	20.40	2.600	0.345	6.150	2.484	0.315	7.738
16.00	2.039	0.212	3.895	1.948	0.193	4.805	20.50	2.613	0.348	6.207	2.496	0.318	7.813
16.10	2.052	0.215	3.941	1.960	0.196	4.864	20.60	2.626	0.352	6.264	2.508	0.321	7.888
16.20	2.065	0.217	3.987	1.972	0.198	4.924	20.70	2.638	0.355	6.322	2.520	0.324	7.964
16.30	2.077	0.220	4.033	1.985	0.201	4.983	20.80	2.651	0.358	6.380	2.533	0.327	8.039
16.40	2.090	0.223	4.080	1.997	0.203	5.043	20.90	2.664	0.362	6.438	2.545	0.330	8.116
16.50	2.103	0.225	4.126	2.009	0.206	5.104	21.00	2.677	0.365	6.496	2.557	0.333	8.192
16.60	2.116	0.228	4.173	2.021	0.208	5.164	21.10	2.689	0.369	6.555	2.569	0.336	8.269
16.70	2.128	0.231	4.221	2.033	0.211	5.226	21.20	2.702	0.372	6.613	2.581	0.340	8.346
16.80	2.141	0.234	4.268	2.046	0.213	5.287	21.30	2.715	0.376	6.672	2.593	0.343	8.424
16.90	2.154	0.237	4.316	2.058	0.216	5.349	21.40	2.728	0.379	6.732	2.606	0.346	8.502
17.00	2.167	0.239	4.364	2.070	0.218	5.411	21.50	2.740	0.383	6.791	2.618	0.349	8.580
17.10	2.179	0.242	4.412	2.082	0.221	5.474	21.60	2.753	0.386	6.851	2.630	0.353	8.659
17.20	2.192	0.245	4.461	2.094	0.224	5.537	21.70	2.766	0.390	6.911	2.642	0.356	8.738
17.30	2.205	0.248	4.510	2.106	0.226	5.600	21.80	2.778	0.393	6.972	2.654	0.359	8.817
17.40	2.218	0.251	4.559	2.119	0.229	5.663	21.90	2.791	0.397	7.032	2.666	0.362	8.897
17.50	2.230	0.254	4.608	2.131	0.232	5.727	22.00	2.804	0.401	7.093	2.679	0.366	8.977
17.60	2.243	0.257	4.658	2.143	0.234	5.792	22.10	2.817	0.405	7.154	2.691	0.369	9.057
17.70	2.256	0.259	4.708	2.155	0.237	5.856	22.20	2.829	0.408	7.215	2.703	0.373	9.138
17.80	2.269	0.262	4.758	2.167	0.239	5.922	22.30	2.842	0.412	7.277	2.715	0.376	9.219
17.90	2.281	0.265	4.808	2.179	0.242	5.987	22.40	2.855	0.416	7.339	2.727	0.379	9.301
18.00	2.294	0.268	4.859	2.192	0.245	6.053							
18.10	2.307	0.271	4.910	2.204	0.248	6.119							
18.20	2.320	0.274	4.961	2.216	0.250	6.185							
18.30	2.332	0.277	5.012	2.228	0.253	6.252							
18.40	2.345	0.280	5.064	2.240	0.256	6.319							

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERIAS

25

TABLA 2.5.11 PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO
 Diámetro: 150 mm

ACERO CED 40
 D I. = 6.065 pulg
 (154.051 mm)

Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf
lps	m/seg	m	m/100m												
10.0	0.537	0.0147	0.237	19.0	1.019	0.0529	0.811	28.0	1.502	0.115	1.722	37.0	1.985	0.201	2.969
10.2	0.547	0.0153	0.246	19.2	1.030	0.0541	0.828	28.2	1.513	0.117	1.746	37.2	1.996	0.203	3.001
10.4	0.558	0.0159	0.255	19.4	1.041	0.0553	0.845	28.4	1.524	0.118	1.771	37.4	2.007	0.205	3.033
10.6	0.569	0.0165	0.265	19.6	1.052	0.0564	0.861	28.6	1.534	0.120	1.795	37.6	2.017	0.207	3.064
10.8	0.579	0.0171	0.274	19.8	1.062	0.0575	0.879	28.8	1.545	0.122	1.820	37.8	2.028	0.210	3.096
11.0	0.590	0.0177	0.284	20.0	1.073	0.0587	0.896	29.0	1.556	0.123	1.844	38.0	2.039	0.212	3.129
11.2	0.601	0.0184	0.294	20.2	1.084	0.0599	0.913	29.2	1.567	0.125	1.869	38.2	2.049	0.214	3.161
11.4	0.612	0.0191	0.304	20.4	1.094	0.0610	0.931	29.4	1.577	0.127	1.894	38.4	2.060	0.216	3.193
11.6	0.622	0.0197	0.314	20.6	1.105	0.0623	0.949	29.6	1.588	0.129	1.919	38.6	2.071	0.219	3.226
11.8	0.633	0.0204	0.325	20.8	1.116	0.0635	0.966	29.8	1.599	0.130	1.945	38.8	2.082	0.221	3.259
12.0	0.644	0.0211	0.335	21.0	1.127	0.0648	0.985	30.0	1.610	0.132	1.970	39.0	2.092	0.223	3.292
12.2	0.655	0.0219	0.346	21.2	1.137	0.0659	1.003	30.2	1.620	0.134	1.996	39.2	2.103	0.225	3.325
12.4	0.665	0.0225	0.357	21.4	1.148	0.0672	1.021	30.4	1.631	0.136	2.022	39.4	2.114	0.228	3.359
12.6	0.676	0.0233	0.368	21.6	1.159	0.0685	1.040	30.6	1.642	0.137	2.048	39.6	2.125	0.230	3.392
12.8	0.687	0.0241	0.379	21.8	1.170	0.0698	1.059	30.8	1.652	0.139	2.074	39.8	2.135	0.232	3.426
13.0	0.697	0.0248	0.391	22.0	1.180	0.0710	1.077	31.0	1.663	0.141	2.101	40.0	2.146	0.235	3.460
13.2	0.708	0.0256	0.402	22.2	1.191	0.0723	1.097	31.2	1.674	0.143	2.127	40.2	2.157	0.237	3.494
13.4	0.719	0.0264	0.414	22.4	1.202	0.0737	1.116	31.4	1.685	0.145	2.154	40.4	2.168	0.240	3.528
13.6	0.730	0.0272	0.426	22.6	1.213	0.0750	1.135	31.6	1.695	0.146	2.181	40.6	2.178	0.242	3.562
13.8	0.740	0.0279	0.438	22.8	1.223	0.0763	1.155	31.8	1.706	0.148	2.208	40.8	2.189	0.244	3.597
14.0	0.751	0.0288	0.450	23.0	1.234	0.0776	1.175	32.0	1.717	0.150	2.235	41.0	2.200	0.247	3.631
14.2	0.762	0.0296	0.463	23.2	1.245	0.0790	1.194	32.2	1.728	0.152	2.262	41.2	2.210	0.249	3.666
14.4	0.773	0.0305	0.475	23.4	1.255	0.0803	1.215	32.4	1.738	0.154	2.290	41.4	2.221	0.252	3.701
14.6	0.783	0.0313	0.488	23.6	1.266	0.0817	1.235	32.6	1.749	0.156	2.318	41.6	2.232	0.254	3.736
14.8	0.794	0.0321	0.501	23.8	1.277	0.0831	1.255	32.8	1.760	0.158	2.346	41.8	2.243	0.257	3.772
15.0	0.805	0.0330	0.514	24.0	1.288	0.0846	1.276	33.0	1.770	0.160	2.374	42.0	2.253	0.259	3.807
15.2	0.816	0.0339	0.528	24.2	1.298	0.0859	1.297	33.2	1.781	0.162	2.402	42.2	2.264	0.261	3.843
15.4	0.826	0.0348	0.541	24.4	1.309	0.0874	1.317	33.4	1.792	0.164	2.430	42.4	2.275	0.264	3.879
15.6	0.837	0.0357	0.555	24.6	1.320	0.0888	1.339	33.6	1.803	0.166	2.459	42.6	2.286	0.266	3.915
15.8	0.848	0.0367	0.568	24.8	1.331	0.0903	1.360	33.8	1.813	0.168	2.487	42.8	2.296	0.269	3.951
16.0	0.858	0.0375	0.582	25.0	1.341	0.0917	1.381	34.0	1.824	0.170	2.516	43.0	2.307	0.271	3.987
16.2	0.869	0.0385	0.596	25.2	1.352	0.0932	1.403	34.2	1.835	0.172	2.545	43.2	2.318	0.274	4.024
16.4	0.880	0.0395	0.611	25.4	1.363	0.0947	1.425	34.4	1.846	0.174	2.575	43.4	2.328	0.276	4.060
16.6	0.891	0.0405	0.625	25.6	1.373	0.0961	1.446	34.6	1.856	0.176	2.604	43.6	2.339	0.279	4.097
16.8	0.901	0.0414	0.640	25.8	1.384	0.0977	1.468	34.8	1.867	0.178	2.633	43.8	2.350	0.282	4.134
17.0	0.912	0.0424	0.654	26.0	1.395	0.0992	1.491	35.0	1.878	0.180	2.663	44.0	2.361	0.284	4.171
17.2	0.923	0.0434	0.669	26.2	1.406	0.101	1.513	35.2	1.889	0.182	2.693	44.2	2.371	0.287	4.209
17.4	0.934	0.0445	0.684	26.4	1.416	0.102	1.536	35.4	1.899	0.184	2.723	44.4	2.382	0.289	4.246
17.6	0.944	0.0454	0.700	26.6	1.427	0.104	1.558	35.6	1.910	0.186	2.753	44.6	2.393	0.292	4.284
17.8	0.955	0.0465	0.715	26.8	1.438	0.105	1.581	35.8	1.921	0.188	2.784	44.8	2.404	0.295	4.321
18.0	0.966	0.0476	0.731	27.0	1.449	0.107	1.604	36.0	1.931	0.190	2.814	45.0	2.414	0.297	4.359
18.2	0.976	0.0486	0.746	27.2	1.459	0.109	1.628	36.2	1.942	0.192	2.845	45.2	2.425	0.300	4.398
18.4	0.987	0.0497	0.762	27.4	1.470	0.110	1.651	36.4	1.953	0.194	2.876	45.4	2.436	0.303	4.436
18.6	0.998	0.0508	0.778	27.6	1.481	0.112	1.675	36.6	1.964	0.197	2.907	45.6	2.447	0.305	4.474
18.8	1.009	0.0519	0.795	27.8	1.492	0.113	1.698	36.8	1.974	0.199	2.938	45.8	2.457	0.308	4.513

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

TABLA 2.5.11 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO (Continuación)
 Diámetro 150 mm

ACERO CED 40 D.E. = 7.981 pulg (202.7174 mm)											
Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf
lps	m/seg	m	m/100m	lps	m/seg	m	m/100m	lps	m/seg	m	m/100m
46.0	2.468	0.311	4.552	48.0	2.575	0.338	4.949	50.0	2.683	0.367	5.363
46.2	2.479	0.313	4.591	48.2	2.586	0.341	4.990	50.2	2.693	0.370	5.405
46.4	2.489	0.316	4.630	48.4	2.597	0.344	5.031	50.4	2.704	0.373	5.448
46.6	2.500	0.319	4.669	48.6	2.607	0.347	5.072	50.6	2.715	0.376	5.490
46.8	2.511	0.321	4.709	48.8	2.618	0.349	5.113	50.8	2.725	0.379	5.533
47.0	2.522	0.324	4.748	49.0	2.629	0.352	5.154	51.0	2.736	0.382	5.576
47.2	2.532	0.327	4.788	49.2	2.640	0.355	5.195	51.2	2.747	0.385	5.619
47.4	2.543	0.330	4.828	49.4	2.650	0.358	5.237	51.4	2.758	0.388	5.662
47.6	2.554	0.333	4.868	49.6	2.661	0.361	5.279	51.6	2.768	0.391	5.706
47.8	2.565	0.335	4.909	49.8	2.672	0.364	5.321	51.8	2.779	0.394	5.749

TABLA 2.5.12 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA EN METROS POR 100 METROS DE TUBO
 Diámetro: 200 mm

ACERO CED 40 D.E. = 7.981 pulg (202.7174 mm)											
Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf
lps	m/seg	m	m/100m	lps	m/seg	m	m/100m	lps	m/seg	m	m/100m
20.0	0.620	0.0196	0.221	40.0	1.239	0.0783	0.839	60.0	1.859	0.176	1.851
21.0	0.650	0.0215	0.242	41.0	1.270	0.0822	0.881	61.0	1.890	0.182	1.912
22.0	0.682	0.0237	0.265	42.0	1.301	0.0863	0.923	62.0	1.921	0.188	1.973
23.0	0.713	0.0259	0.288	43.0	1.332	0.0905	0.966	63.0	1.952	0.194	2.037
24.0	0.744	0.0282	0.313	44.0	1.363	0.0947	1.010	64.0	1.983	0.200	2.101
25.0	0.775	0.0306	0.338	45.0	1.394	0.0991	1.055	65.0	2.014	0.207	2.165
26.0	0.806	0.0331	0.365	46.0	1.425	0.104	1.102	66.0	2.045	0.213	2.230
27.0	0.837	0.0357	0.393	47.0	1.456	0.108	1.149	67.0	2.076	0.220	2.298
28.0	0.868	0.0384	0.421	48.0	1.487	0.112	1.197	68.0	2.107	0.226	2.366
29.0	0.899	0.0412	0.450	49.0	1.518	0.117	1.246	69.0	2.138	0.233	2.434
30.0	0.929	0.0440	0.481	50.0	1.549	0.122	1.296	70.0	2.169	0.240	2.504
31.0	0.960	0.0470	0.512	51.0	1.580	0.127	1.347	71.0	2.200	0.247	2.575
32.0	0.991	0.0501	0.545	52.0	1.611	0.132	1.399	72.0	2.231	0.254	2.646
33.0	1.022	0.0533	0.578	53.0	1.642	0.137	1.452	73.0	2.262	0.261	2.719
34.0	1.052	0.0564	0.613	54.0	1.673	0.143	1.506	74.0	2.293	0.268	2.793
35.0	1.084	0.0599	0.648	55.0	1.704	0.148	1.561	75.0	2.324	0.275	2.867
36.0	1.115	0.0634	0.684	56.0	1.735	0.153	1.617	76.0	2.355	0.283	2.943
37.0	1.146	0.0670	0.722	57.0	1.766	0.159	1.674	77.0	2.386	0.290	3.019
38.0	1.177	0.0706	0.760	58.0	1.797	0.165	1.732	78.0	2.417	0.298	3.097
39.0	1.208	0.0744	0.799	59.0	1.828	0.170	1.791	79.0	2.448	0.306	3.175

2.4 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN TUBERIAS

27

**TABLA 2.5.13 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA
 EN METROS POR 100 METROS DE TUBO
 Diámetro: 250 mm**

ACERO CED 40 D.I. = 10.02 pulg. (254.508 mm)							
Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf
lbs	m/seg	m	m/100m	lbs	m/seg	m	m/100m
30.0	0.590	0.0177	0.151	80.0	1.573	0.126	1.005
32.0	0.629	0.0202	0.171	81.0	1.592	0.129	1.030
34.0	0.668	0.0228	0.192	82.0	1.612	0.132	1.055
36.0	0.708	0.0256	0.214	83.0	1.631	0.136	1.080
38.0	0.747	0.0285	0.238	84.0	1.651	0.139	1.106
40.0	0.786	0.0315	0.262	85.0	1.671	0.142	1.132
42.0	0.826	0.0348	0.288	86.0	1.690	0.146	1.158
44.0	0.865	0.0381	0.315	87.0	1.710	0.149	1.184
46.0	0.904	0.0417	0.343	88.0	1.730	0.153	1.211
48.0	0.944	0.0454	0.373	89.0	1.749	0.156	1.238
50.0	0.983	0.0493	0.403	90.0	1.769	0.160	1.265
52.0	1.022	0.0533	0.435	91.0	1.789	0.163	1.293
54.0	1.061	0.0574	0.468	92.0	1.808	0.167	1.321
56.0	1.101	0.0618	0.502	93.0	1.828	0.170	1.349
58.0	1.140	0.0663	0.538	94.0	1.848	0.174	1.378
60.0	1.179	0.0709	0.574	95.0	1.867	0.178	1.407
61.0	1.199	0.0733	0.593	96.0	1.887	0.182	1.436
62.0	1.219	0.0758	0.612	97.0	1.907	0.185	1.465
63.0	1.238	0.0781	0.631	98.0	1.926	0.189	1.495
64.0	1.258	0.0807	0.651	99.0	1.946	0.193	1.525
65.0	1.278	0.0833	0.671	100.0	1.966	0.197	1.555
66.0	1.297	0.0858	0.691	102.0	2.005	0.205	1.617
67.0	1.317	0.0884	0.712	104.0	2.044	0.213	1.680
68.0	1.337	0.0911	0.732	106.0	2.084	0.221	1.744
69.0	1.356	0.0937	0.753	108.0	2.123	0.230	1.809
70.0	1.376	0.0965	0.775	110.0	2.162	0.238	1.875
71.0	1.396	0.0994	0.797	112.0	2.202	0.247	1.943
72.0	1.415	0.102	0.819	114.0	2.241	0.256	2.011
73.0	1.435	0.105	0.841	116.0	2.280	0.265	2.081
74.0	1.455	0.108	0.863	118.0	2.319	0.274	2.152
75.0	1.474	0.111	0.886	120.0	2.359	0.284	2.224
76.0	1.494	0.114	0.910	122.0	2.398	0.293	2.298
77.0	1.514	0.117	0.933	124.0	2.437	0.303	2.372
78.0	1.533	0.120	0.957	126.0	2.477	0.313	2.448
79.0	1.553	0.123	0.981	128.0	2.516	0.323	2.525

**TABLA 2.5.14 PERDIDAS POR FRICCION PARA AGUA
 EN METROS POR 100 METROS DE TUBO
 Diámetro: 300 mm**

ACERO CED 40 D.I. = 11.938 pulg. (303.2252 mm)							
Q	v	v ² /2g	hf	Q	v	v ² /2g	hf
lbs	m/seg	m	m/100m	lbs	m/seg	m	m/100m
50.0	0.692	0.0244	0.165	120.0	1.662	0.141	0.901
52.0	0.720	0.0264	0.178	122.0	1.689	0.145	0.931
54.0	0.748	0.0285	0.192	124.0	1.717	0.150	0.961
56.0	0.775	0.0306	0.206	126.0	1.745	0.155	0.991
58.0	0.803	0.0329	0.220	128.0	1.773	0.160	1.022
60.0	0.831	0.0352	0.235	130.0	1.800	0.165	1.054
62.0	0.859	0.0376	0.250	132.0	1.828	0.170	1.086
64.0	0.886	0.0400	0.266	134.0	1.856	0.176	1.118
66.0	0.914	0.0426	0.282	136.0	1.883	0.181	1.151
68.0	0.942	0.0452	0.299	138.0	1.911	0.186	1.185
70.0	0.969	0.0479	0.316	140.0	1.939	0.192	1.219
72.0	0.997	0.0507	0.334	142.0	1.966	0.197	1.253
74.0	1.025	0.0536	0.352	144.0	1.994	0.203	1.288
76.0	1.052	0.0564	0.370	146.0	2.022	0.208	1.323
78.0	1.080	0.0595	0.390	148.0	2.049	0.214	1.359
80.0	1.108	0.0626	0.409	150.0	2.077	0.220	1.395
82.0	1.136	0.0658	0.429	152.0	2.105	0.226	1.432
84.0	1.163	0.0690	0.450	154.0	2.133	0.232	1.469
86.0	1.191	0.0723	0.471	156.0	2.160	0.238	1.507
88.0	1.219	0.0756	0.492	158.0	2.188	0.244	1.545
90.0	1.246	0.0792	0.514	160.0	2.216	0.250	1.583
92.0	1.274	0.0828	0.537	162.0	2.243	0.257	1.622
94.0	1.302	0.0864	0.560	164.0	2.271	0.263	1.662
96.0	1.329	0.0901	0.583	166.0	2.299	0.269	1.702
98.0	1.357	0.0939	0.607	168.0	2.326	0.276	1.743
100.0	1.385	0.0978	0.631	170.0	2.354	0.283	1.784
102.0	1.412	0.102	0.656	172.0	2.382	0.289	1.825
104.0	1.440	0.106	0.682	174.0	2.410	0.296	1.867
106.0	1.468	0.110	0.707	176.0	2.437	0.303	1.909
108.0	1.496	0.114	0.734	178.0	2.465	0.310	1.952
110.0	1.523	0.118	0.760	180.0	2.493	0.317	1.996
112.0	1.551	0.123	0.788	182.0	2.520	0.324	2.039
114.0	1.579	0.127	0.815	184.0	2.548	0.331	2.084
116.0	1.606	0.132	0.843	186.0	2.576	0.338	2.129
118.0	1.634	0.136	0.872	188.0	2.603	0.345	2.174

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

TABLA 2.7.1 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 13 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.464	k = 0.87	k = 0.58	k = 1.74			k = 0.464	k = 0.87	k = 0.58	k = 1.74
0.10	0.384	0.18	0.33	0.22	0.67	0.30	0.479	0.22	0.42	0.28	0.83
0.11	0.393	0.18	0.34	0.23	0.68	0.31	0.480	0.22	0.42	0.28	0.84
0.12	0.402	0.19	0.35	0.23	0.70	0.32	0.482	0.22	0.42	0.28	0.84
0.13	0.408	0.19	0.35	0.24	0.71	0.33	0.484	0.22	0.42	0.28	0.84
0.14	0.415	0.19	0.36	0.24	0.72	0.34	0.487	0.23	0.42	0.28	0.85
0.15	0.421	0.20	0.37	0.24	0.73	0.35	0.489	0.23	0.43	0.28	0.85
0.16	0.427	0.20	0.37	0.25	0.74	0.36	0.492	0.23	0.43	0.29	0.86
0.17	0.432	0.20	0.38	0.25	0.75	0.37	0.492	0.23	0.43	0.29	0.86
0.18	0.437	0.20	0.38	0.25	0.76	0.38	0.495	0.23	0.43	0.29	0.86
0.19	0.441	0.20	0.38	0.26	0.77	0.39	0.496	0.23	0.43	0.29	0.86
0.20	0.446	0.21	0.39	0.26	0.78	0.40	0.498	0.23	0.43	0.29	0.87
0.21	0.449	0.21	0.39	0.26	0.78	0.41	0.499	0.23	0.43	0.29	0.87
0.22	0.454	0.21	0.39	0.26	0.79	0.42	0.501	0.23	0.44	0.29	0.87
0.23	0.456	0.21	0.40	0.26	0.79	0.43	0.502	0.23	0.44	0.29	0.87
0.24	0.460	0.21	0.40	0.27	0.80	0.44	0.505	0.23	0.44	0.29	0.87
0.25	0.462	0.21	0.40	0.27	0.80						
0.26	0.466	0.22	0.41	0.27	0.81						
0.27	0.469	0.22	0.41	0.27	0.82						
0.28	0.473	0.22	0.41	0.27	0.82						
0.29	0.475	0.22	0.41	0.28	0.83						

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

29

TABLA 2.6.1 COEFICIENTES DE FRICCION "K"
 Conexiones soldables de cobre

DIAM. mm	fl				
13	0.029	0.464	0.87	0.58	1.74
19	0.027	0.432	0.81	0.54	1.62
25	0.025	0.400	0.75	0.50	1.50
32	0.024	0.384	0.72	0.48	1.44
38	0.023	0.368	0.69	0.46	1.38
50	0.021	0.336	0.63	0.42	1.26
64	0.020	0.320	0.60	0.40	1.20
75	0.019	0.304	0.57	0.38	1.14
100	0.018	0.288	0.54	0.36	1.08

TABLA 2.6.2 COEFICIENTE DE FRICCION "K"
 Conexiones roscadas

DIAM. mm	fl				
13	0.050	0.800	1.50	1.00	3.00
19	0.045	0.720	1.35	0.90	2.70
25	0.041	0.656	1.23	0.82	2.46
32	0.037	0.592	1.11	0.74	2.22
38	0.036	0.576	1.08	0.72	2.16
50	0.033	0.528	0.99	0.66	1.98
64	0.031	0.496	0.93	0.62	1.86
75	0.029	0.464	0.87	0.58	1.74
100	0.027	0.432	0.81	0.54	1.62

TABLA 2.6.3 COEFICIENTE DE FRICCION "K"
 Conexiones soldables de acero

DIAM. mm	fl				
13	0.045	0.72	0.90	0.90	2.70
19	0.041	0.656	0.82	0.82	2.46
25	0.038	0.608	0.76	0.76	2.28
32	0.034	0.544	0.68	0.68	2.04
38	0.033	0.528	0.66	0.66	1.98
50	0.030	0.480	0.60	0.60	1.80
64	0.029	0.464	0.58	0.58	1.74
75	0.027	0.432	0.54	0.54	1.62
100	0.025	0.400	0.50	0.50	1.50
150	0.024	0.384	0.48	0.48	1.44
200	0.023	0.368	0.46	0.46	1.38
250	0.021	0.336	0.42	0.42	1.26
300	0.020	0.320	0.40	0.40	1.20

TABLA 2.6.4 COEFICIENTE DE FRICCION "K"
 Válvulas roscadas y bridadas

DIAMETRO mm							
13	0.40	17.0	5.0	21.0	0.36	15.30	2.25
19	0.36	15.3	4.5	18.90	0.328	13.94	2.05
25	0.328	13.94	4.1	17.22	0.304	12.92	1.90
32	0.296	12.58	3.7	15.54	0.272	11.56	1.70
38	0.288	12.24	3.6	15.12	0.264	11.22	1.65
50	0.264	11.22	3.3	13.86	0.240	10.20	1.50
64	0.248	10.54	3.1	13.02	0.232	9.86	1.45
75	0.232	9.86	2.9	12.18	0.216	9.18	1.35
100	0.216	9.18	2.7	11.34	0.200	8.50	1.25
150					0.192	8.16	1.20
200					0.184	7.82	1.15
250					0.168	7.14	1.05
300					0.160	6.80	1.00

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

TABLA 2.7.2 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 19 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.432	k = 0.81	k = 0.54	k = 1.62			k = 0.432	k = 0.81	k = 0.54	k = 1.62
0.15	0.566	0.24	0.46	0.31	0.92	0.45	0.715	0.31	0.58	0.39	1.16
0.16	0.579	0.25	0.47	0.31	0.94	0.46	0.718	0.31	0.58	0.39	1.16
0.17	0.587	0.25	0.48	0.32	0.95	0.47	0.720	0.31	0.58	0.39	1.17
0.18	0.595	0.26	0.48	0.32	0.96	0.48	0.722	0.31	0.58	0.39	1.17
0.19	0.602	0.26	0.49	0.33	0.97	0.49	0.725	0.31	0.59	0.39	1.17
0.20	0.610	0.26	0.49	0.33	0.99	0.50	0.728	0.31	0.59	0.39	1.18
0.21	0.614	0.27	0.50	0.33	0.99	0.51	0.730	0.32	0.59	0.39	1.18
0.22	0.621	0.27	0.50	0.34	1.01	0.52	0.732	0.32	0.59	0.40	1.19
0.23	0.628	0.27	0.51	0.34	1.02	0.53	0.735	0.32	0.60	0.40	1.19
0.24	0.632	0.27	0.51	0.34	1.02	0.54	0.738	0.32	0.60	0.40	1.20
0.25	0.639	0.28	0.52	0.35	1.04	0.55	0.740	0.32	0.60	0.40	1.20
0.26	0.644	0.28	0.52	0.35	1.04	0.56	0.742	0.32	0.60	0.40	1.20
0.27	0.650	0.28	0.53	0.35	1.05	0.57	0.743	0.32	0.60	0.40	1.20
0.28	0.655	0.28	0.53	0.35	1.06	0.58	0.745	0.32	0.60	0.40	1.21
0.29	0.659	0.28	0.53	0.36	1.07	0.59	0.748	0.32	0.61	0.40	1.21
0.30	0.663	0.29	0.54	0.36	1.07	0.60	0.749	0.32	0.61	0.40	1.21
0.31	0.668	0.29	0.54	0.36	1.08	0.61	0.752	0.32	0.61	0.41	1.22
0.32	0.672	0.29	0.54	0.36	1.09	0.62	0.753	0.33	0.61	0.41	1.22
0.33	0.676	0.29	0.55	0.37	1.10	0.63	0.754	0.33	0.61	0.41	1.22
0.34	0.680	0.29	0.55	0.37	1.10	0.64	0.757	0.33	0.61	0.41	1.23
0.35	0.683	0.30	0.56	0.37	1.11	0.65	0.759	0.33	0.61	0.41	1.23
0.36	0.687	0.30	0.56	0.37	1.11	0.66	0.760	0.33	0.62	0.41	1.23
0.37	0.690	0.30	0.56	0.37	1.12	0.67	0.761	0.33	0.62	0.41	1.23
0.38	0.694	0.30	0.56	0.37	1.12	0.68	0.762	0.33	0.62	0.41	1.23
0.39	0.697	0.30	0.56	0.38	1.13	0.69	0.765	0.33	0.62	0.41	1.24
0.40	0.700	0.30	0.57	0.38	1.13	0.70	0.767	0.33	0.62	0.41	1.24
0.41	0.704	0.30	0.57	0.38	1.14						
0.42	0.707	0.31	0.57	0.38	1.15						
0.43	0.710	0.31	0.58	0.38	1.15						
0.44	0.713	0.31	0.58	0.39	1.16						

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

31

TABLA 2.7.3 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 25 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.400	k = 0.75	k = 0.50	k = 1.50			k = 0.400	k = 0.75	k = 0.50	k = 1.50
0.30	0.829	0.33	0.62	0.41	1.24	0.90	1.028	0.41	0.77	0.51	1.54
0.32	0.843	0.34	0.63	0.42	1.26	0.92	1.033	0.41	0.77	0.52	1.55
0.34	0.853	0.34	0.64	0.43	1.28	0.94	1.036	0.41	0.78	0.52	1.55
0.36	0.867	0.35	0.65	0.43	1.30	0.96	1.039	0.42	0.78	0.52	1.56
0.38	0.874	0.35	0.66	0.44	1.31	0.98	1.040	0.42	0.78	0.52	1.56
0.40	0.884	0.35	0.66	0.44	1.33	1.00	1.041	0.42	0.78	0.52	1.56
0.42	0.895	0.36	0.67	0.45	1.34	1.05	1.052	0.42	0.79	0.53	1.58
0.44	0.902	0.36	0.68	0.45	1.35	1.10	1.058	0.42	0.79	0.53	1.59
0.46	0.910	0.36	0.68	0.46	1.37	1.15	1.065	0.43	0.80	0.53	1.60
0.48	0.918	0.37	0.69	0.46	1.38	1.20	1.072	0.43	0.80	0.54	1.61
0.50	0.927	0.37	0.70	0.46	1.39	1.25	1.075	0.43	0.81	0.54	1.61
0.52	0.932	0.37	0.70	0.47	1.40	1.30	1.083	0.43	0.81	0.54	1.62
0.54	0.939	0.38	0.70	0.47	1.41	1.35	1.087	0.43	0.82	0.54	1.63
0.56	0.947	0.38	0.71	0.47	1.42	1.40	1.092	0.44	0.82	0.55	1.64
0.58	0.952	0.38	0.71	0.48	1.43	1.45	1.098	0.44	0.82	0.55	1.65
0.60	0.958	0.38	0.72	0.48	1.44	1.50	1.103	0.44	0.83	0.55	1.65
0.62	0.964	0.39	0.72	0.48	1.45	1.55	1.106	0.44	0.83	0.55	1.66
0.64	0.970	0.39	0.73	0.49	1.46	1.60	1.110	0.44	0.83	0.56	1.67
0.66	0.975	0.39	0.73	0.49	1.46	1.65	1.115	0.45	0.84	0.56	1.67
0.68	0.980	0.39	0.74	0.49	1.47	1.70	1.12	0.45	0.84	0.56	1.68
0.70	0.985	0.39	0.74	0.49	1.48	1.75	1.12	0.45	0.84	0.56	1.68
0.72	0.990	0.40	0.74	0.50	1.49	1.80	1.13	0.45	0.85	0.56	1.69
0.74	0.995	0.40	0.75	0.50	1.49						
0.76	0.999	0.40	0.75	0.50	1.50						
0.78	1.003	0.40	0.75	0.50	1.50						
0.80	1.011	0.40	0.76	0.51	1.52						
0.82	1.014	0.41	0.76	0.51	1.52						
0.84	1.015	0.41	0.76	0.51	1.52						
0.86	1.019	0.41	0.76	0.51	1.53						
0.88	1.023	0.41	0.77	0.51	1.53						

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

TABLA 2.7.4 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 32 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		$k = 0.384$	$k = 0.72$	$k = 0.48$	$k = 1.44$			$k = 0.384$	$k = 0.72$	$k = 0.48$	$k = 1.44$
0.50	1.104	0.42	0.79	0.53	1.59	0.90	1.238	0.48	0.89	0.59	1.78
0.52	1.110	0.43	0.80	0.53	1.60	0.92	1.243	0.48	0.89	0.60	1.79
0.54	1.118	0.43	0.80	0.54	1.61	0.94	1.248	0.48	0.90	0.60	1.80
0.56	1.128	0.43	0.81	0.54	1.62	0.96	1.253	0.48	0.90	0.60	1.80
0.58	1.135	0.44	0.82	0.54	1.63	0.98	1.258	0.48	0.91	0.60	1.81
0.60	1.144	0.44	0.82	0.55	1.65	1.00	1.261	0.48	0.91	0.61	1.82
0.62	1.154	0.44	0.83	0.55	1.66	1.05	1.272	0.49	0.92	0.61	1.83
0.64	1.161	0.45	0.84	0.56	1.67	1.10	1.282	0.49	0.92	0.62	1.85
0.66	1.166	0.45	0.84	0.56	1.68	1.15	1.291	0.50	0.93	0.62	1.86
0.68	1.176	0.45	0.85	0.56	1.69	1.20	1.301	0.50	0.94	0.62	1.87
0.70	1.180	0.45	0.85	0.57	1.70	1.30	1.319	0.51	0.95	0.63	1.90
0.72	1.189	0.46	0.86	0.57	1.71	1.40	1.331	0.51	0.96	0.64	1.92
0.74	1.192	0.46	0.86	0.57	1.72	1.50	1.347	0.52	0.97	0.65	1.94
0.76	1.200	0.46	0.86	0.58	1.73	1.60	1.358	0.52	0.98	0.65	1.96
0.78	1.206	0.46	0.87	0.58	1.74	1.70	1.372	0.53	0.99	0.66	1.99
0.80	1.213	0.47	0.87	0.58	1.75	1.80	1.383	0.53	1.00	0.66	1.99
0.82	1.218	0.47	0.88	0.58	1.75	1.90	1.390	0.53	1.00	0.67	2.00
0.84	1.222	0.47	0.88	0.59	1.76	2.00	1.400	0.54	1.01	0.67	2.02
0.86	1.229	0.47	0.88	0.59	1.77	2.10	1.407	0.54	1.01	0.68	2.03
0.88	1.232	0.47	0.89	0.59	1.77	2.20	1.416	0.54	1.02	0.68	2.04
						2.30	1.423	0.55	1.02	0.68	2.04

TABLA 2.7.5 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 38 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		$k = 0.368$	$k = 0.69$	$k = 0.46$	$k = 1.38$			$k = 0.368$	$k = 0.69$	$k = 0.46$	$k = 1.38$
0.80	1.405	0.52	0.97	0.64	1.94	2.00	1.647	0.61	1.14	0.76	2.27
0.82	1.410	0.52	0.97	0.65	1.95	2.10	1.659	0.61	1.14	0.76	2.29
0.84	1.419	0.52	0.98	0.65	1.96	2.20	1.664	0.61	1.15	0.77	2.30
0.86	1.423	0.52	0.98	0.65	1.96	2.30	1.680	0.62	1.16	0.77	2.32
0.88	1.431	0.53	0.99	0.66	1.97	2.40	1.689	0.62	1.17	0.78	2.33
0.90	1.438	0.53	0.99	0.66	1.98	2.50	1.699	0.63	1.17	0.78	2.34
0.92	1.443	0.53	1.00	0.66	1.99	2.60	1.710	0.63	1.18	0.79	2.36
0.94	1.450	0.53	1.00	0.67	2.00	2.70	1.716	0.63	1.18	0.79	2.37
0.96	1.457	0.54	1.01	0.67	2.01	2.80	1.724	0.63	1.19	0.79	2.38
0.98	1.462	0.54	1.01	0.67	2.02	2.90	1.733	0.64	1.20	0.80	2.39
1.00	1.466	0.54	1.01	0.67	2.02	3.00	1.743	0.64	1.20	0.80	2.41
1.10	1.493	0.55	1.03	0.69	2.06	3.10	1.748	0.64	1.21	0.80	2.41
1.20	1.517	0.56	1.05	0.70	2.09	3.20	1.755	0.65	1.21	0.81	2.42
1.30	1.538	0.57	1.06	0.71	2.12	3.30	1.762	0.65	1.22	0.81	2.43
1.40	1.558	0.57	1.08	0.72	2.15	3.40	1.766	0.65	1.22	0.81	2.44
1.50	1.577	0.58	1.09	0.73	2.18						
1.60	1.593	0.59	1.10	0.73	2.20						
1.70	1.615	0.59	1.11	0.74	2.23						
1.80	1.622	0.60	1.12	0.75	2.24						
1.90	1.638	0.60	1.13	0.75	2.26						

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

33

TABLA 2.7.6 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 60 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.336	k = 0.63	k = 0.42	k = 1.26			k = 0.336	k = 0.63	k = 0.42	k = 1.26
1.50	2.013	0.68	1.27	0.85	2.54	3.50	2.319	0.78	1.46	0.97	2.92
1.60	2.039	0.69	1.28	0.86	2.57	3.60	2.333	0.78	1.47	0.98	2.94
1.70	2.062	0.69	1.30	0.87	2.60	3.70	2.344	0.79	1.48	0.98	2.95
1.80	2.086	0.70	1.31	0.88	2.63	3.80	2.350	0.79	1.48	0.99	2.96
1.90	2.105	0.70	1.33	0.88	2.65	3.90	2.354	0.79	1.48	0.99	2.97
2.00	2.126	0.71	1.34	0.89	2.68	4.00	2.367	0.80	1.49	0.99	2.98
2.10	2.145	0.72	1.35	0.90	2.70	4.10	2.376	0.80	1.50	1.00	2.99
2.20	2.160	0.72	1.36	0.91	2.72	4.20	2.383	0.80	1.50	1.00	3.00
2.30	2.178	0.73	1.37	0.91	2.74	4.30	2.386	0.80	1.50	1.00	3.01
2.40	2.192	0.74	1.38	0.92	2.76	4.40	2.397	0.81	1.51	1.01	3.02
2.50	2.207	0.74	1.39	0.93	2.80	4.50	2.406	0.81	1.52	1.01	3.03
2.60	2.221	0.75	1.40	0.93	2.80	4.60	2.412	0.81	1.52	1.01	3.04
2.70	2.235	0.75	1.41	0.94	2.82	4.70	2.415	0.81	1.52	1.01	3.04
2.80	2.248	0.76	1.42	0.94	2.83	4.80	2.425	0.81	1.53	1.02	3.06
2.90	2.270	0.76	1.43	0.95	2.86	4.90	2.433	0.82	1.53	1.02	3.07
3.00	2.277	0.77	1.43	0.96	2.87	5.00	2.438	0.82	1.54	1.02	3.07
3.10	2.280	0.77	1.44	0.96	2.87	5.20	2.451	0.82	1.54	1.03	3.09
3.20	2.297	0.77	1.45	0.96	2.89						
3.30	2.308	0.78	1.45	0.97	2.91						
3.40	2.315	0.78	1.46	0.97	2.92						

TABLA 2.7.7 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 64 mm

225

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.32	k = 0.60	k = 0.40	k = 1.20			k = 0.32	k = 0.60	k = 0.40	k = 1.20
2.50	2.686	0.86	1.61	1.07	3.22	5.00	3.003	0.96	1.80	1.20	3.60
2.60	2.697	0.86	1.62	1.08	3.24	5.20	3.032	0.97	1.82	1.21	3.64
2.70	2.722	0.87	1.63	1.09	3.27	5.40	3.030	0.97	1.82	1.21	3.64
2.80	2.738	0.88	1.64	1.09	3.28	5.60	3.060	0.98	1.84	1.22	3.67
2.90	2.754	0.88	1.65	1.10	3.30	5.80	3.062	0.98	1.84	1.22	3.67
3.00	2.769	0.89	1.66	1.11	3.32	6.00	3.075	0.98	1.85	1.23	3.69
3.10	2.788	0.89	1.67	1.12	3.35	6.20	3.097	0.99	1.86	1.24	3.72
3.20	2.798	0.90	1.68	1.12	3.36	6.40	3.112	0.99	1.87	1.24	3.73
3.30	2.815	0.90	1.69	1.13	3.38	6.60	3.119	1.00	1.87	1.25	3.74
3.40	2.828	0.90	1.70	1.13	3.39	6.80	3.135	1.00	1.88	1.25	3.76
3.50	2.845	0.91	1.71	1.14	3.41	7.00	3.145	1.01	1.89	1.26	3.77
3.60	2.856	0.91	1.71	1.14	3.43	7.20	3.161	1.01	1.90	1.26	3.79
3.70	2.871	0.92	1.72	1.15	3.45	7.40	3.172	1.02	1.90	1.27	3.81
3.80	2.883	0.92	1.73	1.15	3.46	7.60	3.178	1.02	1.91	1.27	3.81
3.90	2.893	0.93	1.74	1.16	3.47	7.80	3.190	1.02	1.91	1.28	3.83
4.00	2.906	0.93	1.74	1.16	3.49	8.00	3.198	1.02	1.92	1.28	3.84
4.20	2.932	0.94	1.76	1.17	3.52	8.20	3.211	1.03	1.93	1.28	3.85
4.40	2.949	0.94	1.77	1.18	3.54	8.40	3.219	1.03	1.93	1.29	3.86
4.60	2.957	0.95	1.77	1.18	3.55	8.60	3.224	1.03	1.93	1.29	3.87
4.80	2.986	0.96	1.79	1.19	3.58	8.80	3.234	1.03	1.94	1.29	3.88

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

34

TABLA 2.7.8 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE COBRE, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 75 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		$k = 0.304$	$k = 0.57$	$k = 0.38$	$k = 1.14$			$k = 0.304$	$k = 0.57$	$k = 0.38$	$k = 1.14$
3.00	3.233	0.98	1.84	1.23	3.69	7.00	3.726	1.13	2.12	1.42	4.25
3.20	3.287	1.00	1.87	1.25	3.75	7.20	3.738	1.14	2.13	1.42	4.26
3.40	3.318	1.01	1.89	1.26	3.78	7.40	3.772	1.15	2.15	1.43	4.30
3.60	3.350	1.02	1.91	1.27	3.82	7.60	3.770	1.15	2.15	1.43	4.30
3.80	3.383	1.03	1.93	1.29	3.86	7.80	3.791	1.15	2.16	1.44	4.32
4.00	3.413	1.04	1.95	1.30	3.89	8.00	3.805	1.16	2.17	1.45	4.34
4.20	3.447	1.05	1.96	1.31	3.93	8.20	3.815	1.16	2.17	1.45	4.35
4.40	3.471	1.06	1.98	1.32	3.96	8.40	3.841	1.17	2.19	1.46	4.38
4.60	3.502	1.06	2.00	1.33	3.99	8.60	3.841	1.17	2.19	1.46	4.38
4.80	3.520	1.07	2.01	1.34	4.01	8.80	3.858	1.17	2.20	1.47	4.40
5.00	3.542	1.08	2.02	1.35	4.04	9.00	3.870	1.18	2.21	1.47	4.41
5.20	3.568	1.08	2.03	1.36	4.07	9.20	3.878	1.18	2.21	1.47	4.42
5.40	3.588	1.09	2.05	1.36	4.09	9.40	3.892	1.18	2.21	1.48	4.43
5.60	3.613	1.10	2.06	1.37	4.12	9.60	3.900	1.19	2.22	1.48	4.45
5.80	3.631	1.10	2.07	1.38	4.14	9.80	3.898	1.18	2.22	1.48	4.44
6.00	3.652	1.11	2.08	1.39	4.16	10.00	3.925	1.19	2.24	1.49	4.47
6.20	3.668	1.12	2.09	1.39	4.18	10.20	3.932	1.20	2.24	1.49	4.48
6.40	3.685	1.12	2.10	1.40	4.20	10.40	3.935	1.20	2.24	1.50	4.49
6.60	3.717	1.13	2.12	1.41	4.24	10.60	3.950	1.20	2.25	1.50	4.50
6.80	3.708	1.13	2.11	1.41	4.23	10.80	3.949	1.20	2.25	1.50	4.50

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

35

TABLA 2.8.1 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 50 mm

GASTO $v^2/2g/hf$ lps					GASTO $v^2/2g/hf$ lps						
	k = 0.480	k = 0.60	k = 0.60	k = 1.80		k = 0.480	k = 0.60	k = 0.60	k = 1.80		
1.50	1.597	0.77	0.96	0.96	2.87	3.50	1.691	0.81	1.01	1.01	3.04
1.60	1.602	0.77	0.96	0.96	2.88	3.60	1.697	0.81	1.02	1.02	3.05
1.70	1.612	0.77	0.97	0.97	2.90	3.70	1.700	0.82	1.02	1.02	3.06
1.80	1.619	0.78	0.97	0.97	2.91	3.80	1.700	0.82	1.02	1.02	3.06
1.90	1.630	0.78	0.98	0.98	2.93	3.90	1.698	0.82	1.02	1.02	3.06
2.00	1.635	0.78	0.98	0.98	2.94	4.00	1.705	0.82	1.02	1.02	3.07
2.10	1.642	0.78	0.99	0.99	2.96	4.10	1.708	0.82	1.02	1.02	3.07
2.20	1.648	0.79	0.99	0.99	2.97	4.20	1.710	0.82	1.03	1.03	3.08
2.30	1.651	0.79	0.99	0.99	2.97	4.30	1.709	0.82	1.03	1.03	3.08
2.40	1.658	0.80	0.99	0.99	2.98	4.40	1.716	0.82	1.03	1.03	3.09
2.50	1.661	0.80	1.00	1.00	2.99	4.50	1.712	0.82	1.03	1.03	3.08
2.60	1.665	0.80	1.00	1.00	3.00	4.60	1.714	0.82	1.03	1.03	3.09
2.70	1.669	0.80	1.00	1.00	3.00	4.70	1.715	0.82	1.03	1.03	3.09
2.80	1.674	0.80	1.00	1.00	3.01	4.80	1.721	0.83	1.03	1.03	3.10
2.90	1.677	0.80	1.01	1.01	3.02	4.90	1.719	0.83	1.03	1.03	3.09
3.00	1.680	0.81	1.01	1.01	3.02	5.00	1.722	0.83	1.03	1.03	3.10
3.10	1.691	0.81	1.01	1.01	3.04	5.20	1.723	0.83	1.03	1.03	3.10
3.20	1.680	0.81	1.01	1.01	3.02						
3.30	1.682	0.81	1.01	1.01	3.03						
3.40	1.695	0.81	1.02	1.02	3.05						

TABLA 2.8.2 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 64 mm

GASTO $v^2/2g/hf$ lps					GASTO $v^2/2g/hf$ l.p.s.						
	k = 0.464	k = 0.58	k = 0.58	k = 1.74		k = 0.464	k = 0.58	k = 0.58	k = 1.74		
2.00	1.991	0.92	1.15	1.15	3.46	5.00	2.140	0.99	1.24	1.24	3.72
2.20	2.011	0.93	1.17	1.17	3.50	5.20	2.130	0.99	1.24	1.24	3.71
2.40	2.033	0.94	1.18	1.18	3.54	5.40	2.143	0.99	1.24	1.24	3.73
2.60	2.043	0.95	1.18	1.18	3.55	5.60	2.150	1.00	1.25	1.25	3.74
2.80	2.057	0.95	1.19	1.19	3.58	5.80	2.151	1.00	1.25	1.25	3.74
3.00	2.068	0.96	1.20	1.20	3.60	6.00	2.147	1.00	1.25	1.25	3.74
3.10	2.074	0.96	1.20	1.20	3.61	6.20	2.150	1.00	1.25	1.25	3.74
3.20	2.076	0.96	1.20	1.20	3.61	6.40	2.158	1.00	1.25	1.25	3.75
3.30	2.082	0.97	1.21	1.21	3.62	6.60	2.162	1.00	1.25	1.25	3.76
3.40	2.086	0.97	1.21	1.21	3.63	6.80	2.162	1.00	1.25	1.25	3.76
3.50	2.087	0.97	1.21	1.21	3.63	7.00	2.167	1.01	1.26	1.26	3.77
3.60	2.092	0.97	1.21	1.21	3.64	7.20	2.167	1.01	1.26	1.26	3.77
3.70	2.099	0.97	1.22	1.22	3.65	7.40	2.173	1.01	1.26	1.26	3.78
3.80	2.100	0.97	1.22	1.22	3.65	7.60	2.174	1.01	1.26	1.26	3.78
3.90	2.105	0.98	1.22	1.22	3.66	7.80	2.173	1.01	1.26	1.26	3.78
4.00	2.107	0.98	1.22	1.22	3.67	8.00	2.176	1.01	1.26	1.26	3.79
4.20	2.114	0.98	1.23	1.23	3.68	8.20	2.176	1.01	1.26	1.26	3.79
4.40	2.109	0.98	1.22	1.22	3.67	8.40	2.179	1.01	1.26	1.26	3.79
4.60	2.122	0.98	1.23	1.23	3.69	8.60	2.180	1.01	1.26	1.26	3.79
4.80	2.127	0.99	1.23	1.23	3.70	8.80	2.184	1.01	1.27	1.27	3.80

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

TABLA 2.8.3 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 75 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		$k = 0.432$	$k = 0.54$	$k = 0.54$	$k = 1.62$			$k = 0.432$	$k = 0.54$	$k = 0.54$	$k = 1.62$
3.00	2.641	1.14	1.43	1.43	4.28	7.00	2.812	1.21	1.52	1.52	4.56
3.20	2.659	1.15	1.44	1.44	4.31	7.20	2.807	1.21	1.52	1.52	4.56
3.40	2.667	1.15	1.44	1.44	4.32	7.40	2.822	1.22	1.52	1.52	4.57
3.60	2.687	1.16	1.45	1.45	4.35	7.60	2.809	1.21	1.52	1.52	4.56
3.80	2.698	1.17	1.46	1.46	4.37	7.80	2.815	1.22	1.52	1.52	4.56
4.00	2.709	1.17	1.46	1.46	4.39	8.00	2.818	1.22	1.52	1.52	4.56
4.20	2.720	1.18	1.47	1.47	4.41	8.20	2.835	1.22	1.53	1.53	4.59
4.40	2.726	1.18	1.47	1.47	4.42	8.40	2.831	1.22	1.53	1.53	4.59
4.60	2.734	1.18	1.48	1.48	4.43	8.60	2.840	1.23	1.53	1.53	4.60
4.80	2.740	1.18	1.48	1.48	4.44	8.80	2.846	1.23	1.54	1.54	4.61
5.00	2.749	1.19	1.48	1.48	4.45	9.00	2.849	1.23	1.53	1.53	4.62
5.20	2.757	1.19	1.49	1.49	4.47	9.20	2.845	1.23	1.54	1.54	4.61
5.40	2.762	1.19	1.49	1.49	4.47	9.40	2.846	1.23	1.54	1.54	4.61
5.60	2.772	1.20	1.50	1.50	4.49	9.60	2.856	1.23	1.54	1.54	4.63
5.80	2.777	1.20	1.50	1.50	4.50	9.80	2.849	1.23	1.53	1.53	4.62
6.00	2.784	1.20	1.50	1.50	4.51	10.00	2.853	1.23	1.54	1.54	4.62
6.20	2.790	1.21	1.51	1.51	4.52	10.20	2.855	1.23	1.54	1.54	4.62
6.40	2.793	1.21	1.51	1.51	4.52	10.40	2.866	1.24	1.55	1.55	4.64
6.60	2.800	1.21	1.51	1.51	4.54	10.60	2.863	1.24	1.55	1.55	4.64
6.80	2.812	1.21	1.52	1.52	4.56	10.80	2.859	1.24	1.54	1.54	4.63
						11.00	2.863	1.24	1.55	1.55	4.63

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

37

TABLA 2.8.4 LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO
 Diámetro: 100 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.4	k = 0.5	k = 0.5	k = 1.50			k = 0.4	k = 0.5	k = 0.5	k = 1.50
6.00	3.788	1.52	1.89	1.89	5.68	14.00	4.000	1.60	2.00	2.00	6.00
6.20	3.804	1.52	1.90	1.90	5.71	14.20	4.000	1.60	2.00	2.00	6.00
6.40	3.801	1.52	1.90	1.90	5.70	14.40	4.014	1.61	2.01	2.01	6.02
6.60	3.806	1.52	1.90	1.90	5.71	14.60	4.008	1.60	2.00	2.00	6.01
6.80	3.834	1.53	1.92	1.92	5.75	14.80	4.023	1.61	2.01	2.01	6.03
7.00	3.834	1.53	1.92	1.92	5.75	15.00	4.014	1.61	2.01	2.01	6.02
7.20	3.847	1.54	1.92	1.92	5.77	15.20	4.027	1.61	2.01	2.01	6.04
7.40	3.855	1.54	1.93	1.93	5.78	15.40	4.014	1.61	2.01	2.01	6.02
7.60	3.855	1.54	1.93	1.93	5.78	15.60	4.024	1.61	2.01	2.01	6.04
7.80	3.869	1.55	1.93	1.93	5.80	15.80	4.032	1.61	2.02	2.02	6.05
8.00	3.875	1.55	1.94	1.94	5.81	16.00	4.017	1.61	2.01	2.01	6.02
8.20	3.881	1.55	1.94	1.94	5.82	16.20	4.021	1.61	2.01	2.01	6.03
8.40	3.892	1.56	1.95	1.95	5.84	16.40	4.025	1.61	2.01	2.01	6.04
8.60	3.893	1.56	1.95	1.95	5.84	16.60	4.028	1.61	2.01	2.01	6.04
8.80	3.897	1.56	1.95	1.95	5.85	16.80	4.029	1.61	2.01	2.01	6.04
9.00	3.903	1.56	1.95	1.95	5.85	17.00	4.029	1.61	2.01	2.01	6.04
9.20	3.912	1.56	1.96	1.96	5.87	17.20	4.046	1.62	2.02	2.02	6.07
9.40	3.918	1.57	1.96	1.96	5.88	17.40	4.044	1.62	2.02	2.02	6.07
9.60	3.925	1.57	1.96	1.96	5.89	17.60	4.040	1.62	2.02	2.02	6.06
9.80	3.926	1.57	1.96	1.96	5.89	17.80	4.036	1.61	2.02	2.02	6.05
10.00	3.931	1.57	1.97	1.97	5.90	18.00	4.048	1.62	2.02	2.02	6.07
10.20	3.934	1.57	1.97	1.97	5.90	18.20	4.042	1.62	2.02	2.02	6.06
10.40	3.937	1.57	1.97	1.97	5.91	18.40	4.051	1.62	2.03	2.03	6.08
10.60	3.948	1.58	1.97	1.97	5.92	18.60	4.059	1.62	2.03	2.03	6.09
10.80	3.952	1.58	1.98	1.98	5.93	18.80	4.053	1.62	2.03	2.03	6.08
11.00	3.952	1.58	1.98	1.98	5.93	19.00	4.056	1.62	2.03	2.03	6.08
11.20	3.961	1.58	1.98	1.98	5.94	19.20	4.061	1.62	2.03	2.03	6.09
11.40	3.960	1.58	1.98	1.98	5.94	19.40	4.051	1.62	2.03	2.03	6.08
11.60	3.948	1.58	1.97	1.97	5.92	19.60	4.054	1.62	2.03	2.03	6.08
11.80	3.959	1.58	1.98	1.98	5.94	19.80	4.056	1.62	2.03	2.03	6.08
12.00	3.978	1.59	1.99	1.99	5.97	20.00	4.058	1.62	2.03	2.03	6.09
12.20	3.958	1.58	1.98	1.98	5.94	20.20	4.058	1.62	2.03	2.03	6.09
12.40	3.971	1.59	1.99	1.99	5.97	20.40	4.071	1.63	2.04	2.04	6.11
12.60	3.983	1.59	1.99	1.99	5.97	20.60	4.069	1.63	2.03	2.03	6.10
12.80	3.983	1.59	1.99	1.99	5.97	20.80	4.068	1.63	2.03	2.03	6.10
13.00	3.996	1.60	2.00	2.00	5.99						
13.20	4.000	1.60	2.00	2.00	6.00						
13.40	4.002	1.60	2.00	2.00	6.00						
13.60	4.003	1.60	2.00	2.00	6.01						
13.80	4.000	1.60	2.00	2.00	6.00						

2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

TABLA 2.8.5. LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 150 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.384	k = 0.48	k = 0.48	k = 1.44			k = 0.384	k = 0.48	k = 0.48	k = 1.44
10.0	6.203	2.38	2.98	2.98	8.93	30.0	6.701	2.57	3.22	3.22	9.65
11.0	6.232	2.39	2.99	2.99	8.97	31.0	6.711	2.58	3.22	3.22	9.66
12.0	6.299	2.42	3.02	3.02	9.07	32.0	6.711	2.58	3.22	3.22	9.66
13.0	6.343	2.44	3.04	3.04	9.13	33.0	6.740	2.59	3.24	3.24	9.70
14.0	6.400	2.46	3.07	3.07	9.22	34.0	6.757	2.59	3.24	3.24	9.73
15.0	6.420	2.47	3.08	3.08	9.24	35.0	6.759	2.60	3.24	3.24	9.73
16.0	6.443	2.47	3.09	3.09	9.28	36.0	6.752	2.59	3.24	3.24	9.72
17.0	6.483	2.49	3.11	3.11	9.34	37.0	6.770	2.60	3.25	3.25	9.75
18.0	6.512	2.50	3.13	3.13	9.38	38.0	6.775	2.60	3.25	3.25	9.76
19.0	6.523	2.50	3.13	3.13	9.39	39.0	6.774	2.60	3.25	3.25	9.75
20.0	6.551	2.52	3.14	3.14	9.43	40.0	6.792	2.61	3.26	3.26	9.78
21.0	6.579	2.53	3.16	3.16	9.47	41.0	6.803	2.61	3.27	3.27	9.80
22.0	6.592	2.53	3.16	3.16	9.49	42.0	6.803	2.61	3.27	3.27	9.80
23.0	6.604	2.54	3.17	3.17	9.51	43.0	6.797	2.61	3.27	3.27	9.79
24.0	6.630	2.55	3.18	3.18	9.55	44.0	6.809	2.61	3.27	3.27	9.80
25.0	6.640	2.55	3.19	3.19	9.56	45.0	6.813	2.62	3.27	3.27	9.81
26.0	6.653	2.55	3.19	3.19	9.58	46.0	6.82	2.62	3.28	3.28	9.83
27.0	6.671	2.56	3.20	3.20	9.61	47.0	6.82	2.62	3.28	3.28	9.83
28.0	6.678	2.56	3.21	3.21	9.62	48.0	6.83	2.62	3.28	3.28	9.83
29.0	6.670	2.56	3.20	3.20	9.60	49.0	6.83	2.62	3.28	3.28	9.83

TABLA 2.8.6. LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES DE ACERO, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 200 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$					GASTO lps	$v^2/2g/hf$				
		k = 0.368	k = 0.46	k = 0.46	k = 1.38			k = 0.368	k = 0.46	k = 0.46	k = 1.38
20.0	8.869	3.26	4.08	4.08	12.24	60.0	9.508	3.50	4.37	4.37	13.12
22.0	8.943	3.29	4.11	4.11	12.34	62.0	9.524	3.50	4.38	4.38	13.14
24.0	9.010	3.32	4.14	4.14	12.43	64.0	9.515	3.50	4.38	4.38	13.14
26.0	9.068	3.33	4.17	4.17	12.51	66.0	9.541	3.51	4.39	4.39	13.17
28.0	9.121	3.36	4.20	4.20	12.59	68.0	9.552	3.52	4.39	4.39	13.18
30.0	9.148	3.37	4.21	4.21	12.62	70.0	9.585	3.53	4.41	4.41	13.23
32.0	9.193	3.38	4.23	4.23	12.69	72.0	9.590	3.53	4.42	4.42	13.25
34.0	9.201	3.39	4.23	4.23	12.70	74.0	9.595	3.53	4.41	4.41	13.24
36.0	9.269	3.41	4.26	4.26	12.79	76.0	9.610	3.54	4.42	4.42	13.27
38.0	9.289	3.42	4.27	4.27	12.82	78.0	9.622	3.54	4.43	4.43	13.28
40.0	9.332	3.43	4.29	4.29	12.88	80.0	9.616	3.54	4.42	4.42	13.27
42.0	9.350	3.44	4.30	4.30	12.90	82.0	9.628	3.54	4.43	4.43	13.29
44.0	9.376	3.45	4.31	4.31	12.94	84.0	9.629	3.54	4.43	4.43	13.29
46.0	9.437	3.47	4.34	4.34	13.02	86.0	9.648	3.55	4.44	4.44	13.31
48.0	9.440	3.47	4.34	4.34	13.03	88.0	9.654	3.55	4.44	4.44	13.32
50.0	9.414	3.46	4.33	4.33	12.99						
52.0	9.435	3.47	4.34	4.34	13.02						
54.0	9.495	3.49	4.37	4.37	13.10						
56.0	9.462	3.48	4.35	4.35	13.06						
58.0	9.527	3.51	4.38	4.38	13.15						

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

39

TABLA 2.9.1 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Díámetro 13 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hl$							
		k = 0.40	k = 17.0	k = 5.0	k = 21.0	k = 0.36	k = 15.30	k = 2.25
0.10	0.310	0.12	5.27	1.55	6.51	0.11	4.74	0.70
0.11	0.314	0.13	5.34	1.57	6.59	0.11	4.80	0.71
0.12	0.316	0.13	5.37	1.58	6.64	0.11	4.83	0.71
0.13	0.319	0.13	5.42	1.60	6.70	0.11	4.88	0.72
0.14	0.321	0.13	5.46	1.61	6.74	0.12	4.91	0.72
0.15	0.324	0.13	5.51	1.62	6.80	0.12	4.96	0.73
0.16	0.326	0.13	5.54	1.63	6.85	0.12	4.99	0.73
0.17	0.327	0.13	5.56	1.64	6.87	0.12	5.00	0.74
0.18	0.329	0.13	5.59	1.65	6.91	0.12	5.03	0.74
0.19	0.331	0.13	5.63	1.66	6.95	0.12	5.06	0.74
0.20	0.332	0.13	5.64	1.66	6.97	0.12	5.08	0.75
0.21	0.333	0.13	5.66	1.67	6.99	0.12	5.09	0.75
0.22	0.334	0.13	5.68	1.67	7.01	0.12	5.11	0.75
0.23	0.335	0.13	5.70	1.68	7.04	0.12	5.13	0.75
0.24	0.336	0.13	5.71	1.68	7.06	0.12	5.14	0.76
0.25	0.337	0.13	5.73	1.69	7.08	0.12	5.16	0.76
0.26	0.338	0.14	5.75	1.69	7.10	0.12	5.17	0.76
0.27	0.339	0.14	5.76	1.70	7.12	0.12	5.19	0.76
0.28	0.340	0.14	5.78	1.70	7.14	0.12	5.20	0.77
0.29	0.341	0.14	5.80	1.71	7.16	0.12	5.22	0.77
0.30	0.341	0.14	5.80	1.71	7.16	0.12	5.22	0.77
0.31	0.343	0.14	5.83	1.72	7.20	0.12	5.25	0.77
0.32	0.343	0.14	5.83	1.72	7.20	0.12	5.25	0.77
0.33	0.344	0.14	5.85	1.72	7.22	0.12	5.26	0.77
0.34	0.344	0.14	5.85	1.72	7.22	0.12	5.26	0.77

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

40

TABLA 2.9.2 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro 19 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$							
		k = 0.36	k = 15.3	k = 4.5	k = 18.90	k = 0.328	k = 13.94	k = 2.05
0.21	0.463	0.17	7.08	2.08	8.75	0.15	6.45	0.95
0.22	0.465	0.17	7.11	2.09	8.79	0.15	6.48	0.95
0.23	0.469	0.17	7.18	2.11	8.86	0.15	6.54	0.96
0.24	0.470	0.17	7.19	2.12	8.88	0.15	6.55	0.97
0.25	0.472	0.17	7.22	2.12	8.92	0.15	6.58	0.97
0.26	0.474	0.17	7.25	2.13	8.96	0.16	6.61	0.97
0.27	0.476	0.17	7.28	2.14	9.00	0.16	6.64	0.98
0.28	0.478	0.17	7.31	2.15	9.03	0.16	6.66	0.98
0.29	0.479	0.17	7.33	2.16	9.05	0.16	6.68	0.98
0.30	0.481	0.17	7.36	2.16	9.09	0.16	6.71	0.99
0.31	0.482	0.17	7.37	2.17	9.11	0.16	6.72	0.99
0.32	0.483	0.17	7.39	2.17	9.13	0.16	6.73	0.99
0.33	0.484	0.17	7.41	2.18	9.15	0.16	6.75	0.99
0.34	0.486	0.17	7.44	2.19	9.19	0.16	6.77	1.00
0.35	0.487	0.18	7.45	2.19	9.20	0.16	6.79	1.00
0.36	0.487	0.18	7.45	2.19	9.20	0.16	6.79	1.00
0.37	0.489	0.18	7.48	2.20	9.24	0.16	6.82	1.00
0.38	0.490	0.18	7.50	2.21	9.26	0.16	6.83	1.00
0.39	0.491	0.18	7.51	2.21	9.28	0.16	6.84	1.01
0.40	0.492	0.18	7.53	2.21	9.30	0.16	6.86	1.01
0.42	0.493	0.18	7.54	2.22	9.32	0.16	6.87	1.01
0.44	0.495	0.18	7.57	2.23	9.36	0.16	6.90	1.01
0.46	0.496	0.18	7.59	2.23	9.37	0.16	6.91	1.01
0.48	0.497	0.18	7.60	2.24	9.39	0.16	6.93	1.01
0.50	0.498	0.18	7.62	2.24	9.41	0.16	6.94	1.01
0.52	0.499	0.18	7.63	2.25	9.43	0.16	6.96	1.01
0.54	0.501	0.18	7.67	2.25	9.47	0.16	6.98	1.01
0.56	0.502	0.18	7.68	2.26	9.49	0.16	7.00	1.01
0.58	0.503	0.18	7.70	2.26	9.51	0.16	7.01	1.01
0.60	0.504	0.18	7.71	2.27	9.53	0.17	7.03	1.01
0.62	0.504	0.18	7.71	2.27	9.53	0.17	7.03	1.01
0.64	0.505	0.18	7.73	2.27	9.54	0.17	7.04	1.01
0.66	0.506	0.18	7.74	2.28	9.56	0.17	7.05	1.01
0.68	0.507	0.18	7.76	2.28	9.58	0.17	7.07	1.01
0.70	0.508	0.18	7.77	2.29	9.60	0.17	7.08	1.01

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

41

TABLA 2.9.3 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro 25 mm

GASTO lps -	$v^2/2g/hf$							
		$k = 0.328$	$k = 13.94$	$k = 4.1$	$k = 17.22$	$k = 0.304$	$k = 12.92$	$k = 1.90$
0.30	0.635	0.21	8.85	2.60	10.93	0.19	8.20	1.21
0.32	0.639	0.21	8.91	2.62	11.00	0.19	8.25	1.21
0.34	0.644	0.21	8.98	2.64	11.09	0.20	8.32	1.22
0.36	0.648	0.21	9.03	2.66	11.16	0.20	8.37	1.23
0.38	0.651	0.21	9.07	2.67	11.21	0.20	8.41	1.24
0.40	0.652	0.21	9.09	2.67	11.23	0.20	8.42	1.24
0.42	0.656	0.22	9.14	2.69	11.30	0.20	8.48	1.25
0.44	0.658	0.22	9.17	2.70	11.33	0.20	8.50	1.25
0.46	0.662	0.22	9.23	2.71	11.40	0.20	8.55	1.26
0.48	0.664	0.22	9.26	2.72	11.43	0.20	8.58	1.26
0.50	0.667	0.22	9.30	2.73	11.49	0.20	8.62	1.27
0.52	0.668	0.22	9.31	2.74	11.50	0.20	8.63	1.27
0.54	0.670	0.22	9.34	2.75	11.54	0.20	8.66	1.27
0.56	0.672	0.22	9.37	2.76	11.57	0.20	8.68	1.28
0.58	0.675	0.22	9.41	2.77	11.62	0.21	8.72	1.28
0.60	0.676	0.22	9.42	2.77	11.64	0.21	8.73	1.28
0.62	0.677	0.22	9.44	2.78	11.66	0.21	8.75	1.29
0.64	0.679	0.22	9.47	2.78	11.69	0.21	8.77	1.29
0.66	0.680	0.22	9.48	2.79	11.71	0.21	8.79	1.29
0.68	0.682	0.22	9.51	2.80	11.74	0.21	8.81	1.30
0.70	0.683	0.22	9.52	2.80	11.76	0.21	8.82	1.30
0.72	0.684	0.22	9.53	2.80	11.78	0.21	8.84	1.30
0.74	0.686	0.23	9.56	2.81	11.81	0.21	8.86	1.30
0.76	0.687	0.23	9.58	2.82	11.83	0.21	8.88	1.30
0.78	0.688	0.23	9.59	2.82	11.85	0.21	8.89	1.31
0.80	0.689	0.23	9.60	2.82	11.86	0.21	8.90	1.31
0.82	0.690	0.23	9.62	2.83	11.88	0.21	8.91	1.31
0.84	0.691	0.23	9.63	2.83	11.90	0.21	8.93	1.31
0.86	0.691	0.23	9.63	2.83	11.90	0.21	8.93	1.31
0.88	0.693	0.23	9.66	2.84	11.93	0.21	8.95	1.32
0.90	0.694	0.23	9.67	2.85	11.95	0.21	8.97	1.32
0.92	0.695	0.23	9.69	2.85	11.97	0.21	8.98	1.32
0.94	0.696	0.23	9.70	2.85	11.99	0.21	8.99	1.32
0.96	0.696	0.23	9.70	2.85	11.99	0.21	8.99	1.32
0.98	0.699	0.23	9.74	2.87	12.04	0.21	9.03	1.33

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

42

TABLA 2.9.4 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro 32 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$							
		$k = 0.296$	$k = 12.58$	$k = 3.7$	$k = 15.54$	$k = 0.272$	$k = 11.56$	$k = 1.70$
0.60	0.929	0.27	11.69	3.44	14.44	0.25	10.74	1.58
0.62	0.933	0.28	11.74	3.45	14.50	0.25	10.79	1.59
0.64	0.934	0.28	11.75	3.46	14.51	0.25	10.80	1.59
0.66	0.937	0.28	11.79	3.47	14.56	0.25	10.83	1.59
0.68	0.939	0.28	11.81	3.47	14.59	0.26	10.85	1.60
0.70	0.941	0.28	11.84	3.48	14.62	0.26	10.88	1.60
0.72	0.945	0.28	11.89	3.50	14.69	0.26	10.92	1.61
0.74	0.948	0.28	11.93	3.51	14.73	0.26	10.96	1.61
0.76	0.949	0.28	11.94	3.51	14.75	0.26	10.97	1.61
0.78	0.951	0.28	11.96	3.52	14.78	0.26	10.99	1.62
0.80	0.953	0.28	11.99	3.53	14.81	0.26	11.02	1.62
0.82	0.955	0.28	12.01	3.53	14.84	0.26	11.04	1.62
0.84	0.957	0.28	12.04	3.54	14.87	0.26	11.06	1.63
0.86	0.959	0.28	12.06	3.55	14.90	0.26	11.09	1.63
0.88	0.961	0.28	12.09	3.56	14.93	0.26	11.11	1.63
0.90	0.964	0.29	12.13	3.57	14.98	0.26	11.14	1.64
0.92	0.964	0.29	12.13	3.57	14.98	0.26	11.14	1.64
0.94	0.967	0.29	12.16	3.58	15.03	0.26	11.18	1.64
0.96	0.969	0.29	12.19	3.59	15.06	0.26	11.20	1.65
0.98	0.970	0.29	12.20	3.59	15.07	0.26	11.21	1.65
1.00	0.971	0.29	12.22	3.59	15.09	0.26	11.22	1.65
1.05	0.975	0.29	12.27	3.61	15.15	0.27	11.27	1.66
1.10	0.978	0.29	12.30	3.62	15.20	0.27	11.31	1.66
1.15	0.980	0.29	12.33	3.63	15.23	0.27	11.33	1.67
1.20	0.982	0.29	12.35	3.63	15.26	0.27	11.35	1.67
1.30	0.987	0.29	12.42	3.65	15.34	0.27	11.41	1.68
1.40	0.989	0.29	12.44	3.66	15.37	0.27	11.43	1.68
1.50	0.994	0.29	12.50	3.68	15.45	0.27	11.49	1.69
1.60	0.998	0.30	12.55	3.69	15.51	0.27	11.54	1.70
1.70	1.001	0.30	12.59	3.70	15.56	0.27	11.57	1.70
1.80	1.003	0.30	12.62	3.71	15.59	0.27	11.59	1.71
1.90	1.009	0.30	12.69	3.73	15.68	0.27	11.66	1.72
2.00	1.010	0.30	12.71	3.74	15.70	0.27	11.68	1.72
2.10	1.012	0.30	12.73	3.74	15.73	0.28	11.70	1.73
2.20	1.014	0.30	12.76	3.75	15.76	0.28	11.72	1.73

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

43

TABLA 2.9.5 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro 38 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$							
		k = 0.288	k = 12.24	k = 3.6	k = 15.12	k = 0.264	k = 11.22	k = 1.65
0.80	1.135	0.33	13.89	4.09	17.16	0.30	12.73	1.87
0.82	1.140	0.33	13.95	4.10	17.24	0.30	12.79	1.88
0.84	1.144	0.33	14.00	4.12	17.30	0.30	12.84	1.89
0.86	1.146	0.33	14.03	4.13	17.33	0.30	12.86	1.89
0.88	1.147	0.33	14.04	4.13	17.34	0.30	12.87	1.89
0.90	1.148	0.33	14.05	4.13	17.36	0.30	12.88	1.89
0.92	1.150	0.33	14.08	4.14	17.39	0.30	12.90	1.90
0.94	1.153	0.33	14.11	4.15	17.43	0.30	12.94	1.90
0.96	1.154	0.33	14.12	4.15	17.45	0.31	12.95	1.90
0.98	1.159	0.33	14.19	4.17	17.52	0.31	13.00	1.91
1.00	1.162	0.33	14.22	4.18	17.57	0.31	13.04	1.92
1.10	1.171	0.34	14.33	4.22	17.71	0.31	13.14	1.93
1.20	1.179	0.34	14.43	4.24	17.83	0.31	13.23	1.95
1.30	1.184	0.34	14.49	4.26	17.90	0.31	13.28	1.95
1.40	1.191	0.34	14.58	4.29	18.01	0.31	13.36	1.97
1.50	1.198	0.35	14.66	4.31	18.11	0.32	13.44	1.98
1.60	1.203	0.35	14.72	4.33	18.19	0.32	13.50	1.98
1.70	1.207	0.35	14.77	4.35	18.25	0.32	13.54	1.99
1.80	1.212	0.35	14.83	4.36	18.33	0.32	13.60	2.00
1.90	1.216	0.35	14.88	4.38	18.39	0.32	13.64	2.01
2.00	1.219	0.35	14.92	4.39	18.43	0.32	13.68	2.01
2.10	1.222	0.35	14.96	4.40	18.48	0.32	13.71	2.02
2.20	1.224	0.35	14.98	4.41	18.51	0.32	13.73	2.02
2.30	1.227	0.35	15.02	4.42	18.55	0.32	13.77	2.02
2.40	1.229	0.35	15.04	4.42	18.58	0.32	13.79	2.03
2.50	1.234	0.36	15.10	4.44	18.66	0.33	13.85	2.04
2.60	1.236	0.36	15.13	4.45	18.69	0.33	13.87	2.04
2.70	1.237	0.36	15.14	4.45	18.70	0.33	13.88	2.04
2.80	1.239	0.36	15.17	4.46	18.73	0.33	13.90	2.04
2.90	1.240	0.36	15.18	4.46	18.75	0.33	13.91	2.05
3.00	1.242	0.36	15.20	4.47	18.78	0.33	13.94	2.05
3.10	1.243	0.36	15.21	4.47	18.79	0.33	13.95	2.05
3.20	1.246	0.36	15.25	4.49	18.84	0.33	13.98	2.06
3.30	1.247	0.36	15.26	4.49	18.85	0.33	13.99	2.06
3.40	1.249	0.36	15.29	4.50	18.88	0.33	14.01	2.06

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

44

TABLA 2.9.6 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro 50 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$							
		$k = 0.264$	$k = 11.22$	$k = 3.3$	$k = 13.86$	$k = 0.240$	$k = 10.20$	$k = 1.50$
1.50	1.597	0.42	17.92	5.27	22.13	0.38	16.29	2.40
1.60	1.602	0.42	17.97	5.29	22.20	0.38	16.31	2.40
1.70	1.612	0.43	18.09	5.32	22.34	0.39	16.44	2.42
1.80	1.619	0.43	18.17	5.34	22.44	0.39	16.51	2.43
1.90	1.630	0.43	18.29	5.38	22.59	0.39	16.63	2.45
2.00	1.635	0.43	18.34	5.40	22.66	0.39	16.68	2.45
2.10	1.642	0.43	18.42	5.42	22.76	0.39	16.75	2.46
2.20	1.648	0.44	18.49	5.44	22.84	0.40	16.81	2.47
2.30	1.651	0.44	18.52	5.45	22.88	0.40	16.84	2.28
2.40	1.658	0.44	18.60	5.47	22.98	0.40	16.91	2.49
2.50	1.661	0.44	18.64	5.48	23.02	0.40	16.94	2.49
2.60	1.665	0.44	18.68	5.49	23.08	0.40	16.98	2.50
2.70	1.669	0.44	18.73	5.51	23.13	0.40	17.02	2.50
2.80	1.674	0.44	18.78	5.52	23.20	0.40	17.07	2.51
2.90	1.677	0.44	18.82	5.53	23.24	0.40	17.11	2.52
3.00	1.680	0.44	18.85	5.54	23.28	0.40	17.14	2.52
3.10	1.691	0.45	18.97	5.58	23.44	0.41	17.25	2.54
3.20	1.680	0.44	18.85	5.54	23.38	0.40	17.14	2.52
3.30	1.682	0.44	18.87	5.55	23.31	0.40	17.16	2.52
3.40	1.695	0.45	19.02	5.59	23.49	0.41	17.29	2.54
3.50	1.691	0.45	18.97	5.58	23.49	0.41	17.25	2.54
3.60	1.697	0.45	19.04	5.60	23.52	0.41	17.31	2.55
3.70	1.700	0.45	19.07	5.61	23.56	0.41	17.34	2.55
3.80	1.700	0.45	19.07	5.61	23.56	0.41	17.34	2.55
3.90	1.698	0.45	19.05	5.60	23.53	0.41	17.32	2.55
4.00	1.705	0.45	19.13	5.63	23.63	0.41	17.39	2.56
4.10	1.708	0.45	19.16	5.64	23.67	0.41	17.42	2.56
4.20	1.710	0.45	19.19	5.64	23.70	0.41	17.44	2.57
4.30	1.709	0.45	19.17	5.64	23.69	0.41	17.43	2.56
4.40	1.716	0.45	19.25	5.67	23.78	0.41	17.50	2.57
4.50	1.712	0.45	19.21	5.65	23.73	0.41	17.46	2.57
4.60	1.714	0.45	19.23	5.66	23.76	0.41	17.48	2.57
4.70	1.715	0.45	19.24	5.66	23.78	0.41	17.49	2.57
4.80	1.721	0.45	19.31	5.68	23.85	0.41	17.55	2.58
4.90	1.719	0.45	19.25	5.67	23.83	0.41	17.53	2.58

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

45

TABLA 2.9.7 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO
 Diámetro 64 mm

GASTO lps	$v^2/2g/h_f$							
		$k = 0.248$	$k = 10.54$	$k = 3.1$	$k = 13.02$	$k = 0.232$	$k = 9.86$	$k = 1.45$
3.00	2.068	0.51	21.80	6.41	26.93	0.48	20.39	3.00
3.10	2.074	0.51	21.86	6.43	27.00	0.48	20.44	3.01
3.20	2.076	0.51	21.88	6.44	27.03	0.48	20.47	3.01
3.30	2.082	0.52	21.94	6.45	27.11	0.48	20.53	3.02
3.40	2.086	0.52	21.99	6.47	27.16	0.48	20.57	3.02
3.50	2.087	0.52	22.00	6.47	27.17	0.48	20.58	3.03
3.60	2.092	0.52	22.05	6.49	27.24	0.49	20.63	3.03
3.70	2.099	0.52	22.12	6.51	27.33	0.49	20.70	3.04
3.80	2.100	0.52	22.13	6.51	27.34	0.49	20.71	3.05
3.90	2.105	0.52	22.19	6.53	27.41	0.49	20.76	3.05
4.00	2.107	0.52	22.21	6.53	27.43	0.49	20.78	3.06
4.20	2.114	0.52	22.28	6.55	27.52	0.49	20.84	3.07
4.40	2.109	0.52	22.23	6.54	27.46	0.49	20.79	3.06
4.60	2.122	0.53	22.37	6.58	27.63	0.49	20.92	3.08
4.80	2.127	0.53	22.42	6.59	27.69	0.49	20.97	3.08
5.00	2.140	0.53	22.56	6.63	27.86	0.50	21.10	3.10
5.20	2.130	0.53	22.45	6.60	27.73	0.49	21.00	3.09
5.40	2.143	0.53	22.59	6.64	27.90	0.50	21.13	3.11
5.60	2.150	0.53	22.66	6.67	27.99	0.50	21.20	3.12
5.80	2.151	0.53	22.67	6.67	28.01	0.50	21.21	3.12
6.00	2.147	0.53	22.63	6.66	27.95	0.50	21.17	3.11
6.20	2.150	0.53	22.66	6.67	28.99	0.50	21.20	3.12
6.40	2.158	0.54	22.75	6.69	28.10	0.50	21.28	3.13
6.60	2.162	0.54	22.79	6.70	28.15	0.50	21.32	3.13
6.80	2.162	0.54	22.79	6.70	28.15	0.50	21.32	3.13
7.00	2.167	0.54	22.84	6.72	28.21	0.50	21.36	3.14
7.20	2.167	0.54	22.84	6.72	28.21	0.50	21.36	3.14
7.40	2.173	0.54	22.90	6.74	28.29	0.50	21.43	3.15
7.60	2.174	0.54	22.91	6.74	28.31	0.50	21.45	3.15
7.80	2.173	0.54	22.90	6.74	28.29	0.50	21.43	3.15
8.00	2.176	0.54	22.94	6.75	28.33	0.50	21.46	3.16

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS

TABLA 2.9.8 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Díámetro 75 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$							
		k = 0.232	k = 9.86	k = 2.9	k = 12.18	k = 0.216	k = 9.18	k = 1.35
4.00	2.709	0.63	26.71	7.86	33.00	0.59	24.87	3.66
4.20	2.720	0.63	26.82	7.89	33.13	0.59	24.97	3.67
4.40	2.726	0.63	26.88	7.91	33.20	0.59	25.02	3.68
4.60	2.734	0.63	26.96	7.93	33.30	0.59	25.10	3.69
4.80	2.740	0.64	27.02	7.95	33.37	0.59	25.15	3.70
5.00	2.749	0.64	27.11	7.97	33.48	0.59	25.24	3.71
5.20	2.757	0.64	27.18	8.00	33.58	0.60	25.31	3.72
5.40	2.762	0.64	27.23	8.01	33.64	0.60	25.36	3.73
5.60	2.772	0.64	27.33	8.04	33.76	0.60	25.45	3.74
5.80	2.777	0.64	27.38	8.05	33.82	0.60	25.49	3.75
6.00	2.784	0.65	27.45	8.07	33.91	0.60	25.56	3.76
6.20	2.790	0.65	27.51	8.09	33.98	0.60	25.61	3.77
6.40	2.793	0.65	27.54	8.10	34.02	0.60	25.64	3.77
6.60	2.800	0.65	27.61	8.12	34.10	0.60	25.70	3.78
6.80	2.812	0.65	27.73	8.15	34.25	0.61	25.81	3.80
7.00	2.812	0.65	27.73	8.15	34.25	0.61	25.81	3.80
7.20	2.807	0.65	27.68	8.14	34.19	0.61	25.77	3.79
7.40	2.822	0.65	27.82	8.18	34.37	0.61	25.91	3.81
7.60	2.809	0.65	27.70	8.15	34.21	0.61	25.79	3.79
7.80	2.815	0.65	27.76	8.16	34.29	0.61	25.84	3.80
8.00	2.818	0.65	27.79	8.17	34.32	0.61	25.87	3.80
8.20	2.835	0.66	27.95	8.22	34.53	0.61	26.03	3.83
8.40	2.831	0.66	27.91	8.21	34.48	0.61	25.99	3.82
8.60	2.840	0.66	28.00	8.24	34.59	0.61	26.07	3.83
8.80	2.846	0.66	28.06	8.25	34.66	0.61	26.13	3.84
9.00	2.849	0.66	28.09	8.26	34.70	0.62	26.15	3.85
9.20	2.845	0.66	28.05	8.25	34.65	0.61	26.12	3.84
9.40	2.846	0.66	28.06	8.25	34.66	0.61	26.13	3.84
9.60	2.856	0.66	28.16	8.28	34.79	0.62	26.22	3.86
9.80	2.849	0.66	28.09	8.26	34.70	0.62	26.15	3.85
10.00	2.853	0.66	28.13	8.27	34.75	0.62	26.19	3.85
10.20	2.855	0.66	28.15	8.28	34.77	0.62	26.21	3.85
10.40	2.866	0.66	28.26	8.31	34.91	0.62	26.31	3.87
10.60	2.863	0.66	28.19	8.29	34.82	0.62	26.25	3.86
10.80	2.859	0.66	28.19	8.29	34.82	0.62	26.25	3.86

2.5 PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES Y VALVULAS

47

TABLA 2.9.9 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 100 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$				GASTO lps	$v^2/2g/hf$			
		k = 0.2	k = 8.5	k = 1.25			k = 0.2	k = 8.5	k = 1.25
7.00	3.834	0.77	32.59	4.79	15.00	4.014	0.80	34.12	5.02
7.40	3.855	0.77	32.77	4.82	15.40	4.014	0.80	34.12	5.02
7.80	3.869	0.77	32.89	4.84	15.80	4.032	0.81	34.27	5.04
8.20	3.881	0.78	32.99	4.85	16.20	4.021	0.80	34.18	5.04
8.60	3.893	0.78	33.09	4.87	16.60	4.028	0.81	34.23	5.04
9.00	3.903	0.78	33.18	4.88	17.00	4.029	0.81	34.25	5.04
9.40	3.918	0.78	33.30	4.90	17.40	4.044	0.81	34.37	5.06
9.80	3.926	0.79	33.37	4.91	17.80	4.036	0.81	34.30	5.05
10.20	3.934	0.79	33.44	4.92	18.20	4.042	0.81	34.36	5.05
10.60	3.948	0.79	33.56	4.94	18.60	4.059	0.81	34.50	5.07
11.00	3.952	0.79	33.59	4.94	19.00	4.056	0.81	34.48	5.07
11.40	3.960	0.79	33.66	4.95	19.40	4.051	0.81	34.43	5.06
11.80	3.952	0.79	33.59	4.94	19.80	4.056	0.81	34.48	5.07
12.20	3.958	0.79	33.64	4.95	20.20	4.058	0.81	34.49	5.07
12.60	3.983	0.80	33.86	4.98	20.60	4.069	0.81	34.59	5.09
13.00	3.996	0.80	33.97	5.00	21.00	4.069	0.81	34.59	5.09
13.40	4.002	0.80	34.01	5.00	21.40	4.070	0.81	34.60	5.09
13.80	4.000	0.80	34.00	5.00	21.80	4.072	0.81	34.61	5.09
14.20	4.000	0.80	34.00	5.00	22.20	4.082	0.82	34.70	5.10
14.60	4.008	0.80	34.07	5.01					

TABLA 2.9.10 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro 150 mm

GASTO lps	$v^2/2g/hf$				GASTO lps	$v^2/2g/hf$			
		k = 0.192	k = 8.16	k = 1.20			k = 0.192	k = 8.16	k = 1.20
10.0	6.203	1.19	50.62	7.444	30.0	6.701	1.28	54.67	8.041
11.0	6.232	1.20	50.85	7.478	31.0	6.711	1.29	54.76	8.053
12.0	6.299	1.21	51.40	7.559	32.0	6.711	1.29	54.76	8.053
13.0	6.343	1.22	51.76	7.612	33.0	6.740	1.29	55.00	8.088
14.0	6.400	1.23	52.22	7.680	34.0	6.757	1.30	55.14	8.108
15.0	6.420	1.23	52.30	7.704	35.0	6.759	1.30	55.15	8.111
16.0	6.443	1.24	52.57	7.732	36.0	6.752	1.30	55.10	8.102
17.0	6.483	1.24	52.90	7.780	37.0	6.770	1.30	55.24	8.124
18.0	6.512	1.25	53.14	7.814	38.0	6.775	1.30	55.28	8.130
19.0	6.523	1.25	53.23	7.828	39.0	6.774	1.30	55.28	8.129
20.0	6.551	1.26	53.46	7.861	40.0	6.792	1.30	55.42	8.150
21.0	6.579	1.26	53.68	7.895	41.0	6.803	1.30	55.51	8.164
22.0	6.592	1.27	53.79	7.910	42.0	6.803	1.31	55.51	8.164
23.0	6.604	1.27	53.89	7.925	43.0	6.797	1.31	55.46	8.156
24.0	6.630	1.27	54.10	7.956	44.0	6.809	1.31	55.56	8.171
25.0	6.640	1.27	54.18	7.968	45.0	6.813	1.31	55.59	8.176
26.0	6.653	1.28	54.29	7.984	46.0	6.83	1.31	55.73	8.196
27.0	6.671	1.28	54.44	8.005	47.0	6.82	1.31	55.65	8.184
28.0	6.678	1.28	54.43	8.004	48.0	6.83	1.31	55.73	8.196
29.0	6.670	1.28	54.43	8.004	49.0	6.83	1.31	55.73	8.196

2.5 PERDIDAS POR FRICCION EN CONEXIONES Y VALVULAS ■ 2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

TABLA 2.3.11 LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS, EN METROS DE TUBO

Diámetro: 200 m

GASTO lps	$v^2/2g/hf$				GASTO lps	$v^2/2g/hf$			
		$k = 0.184$	$k = 7.82$	$k = 1.15$			$k = 0.184$	$k = 7.82$	$k = 1.15$
20.0	8.869	1.63	69.36	10.20	60.0	9.508	1.75	74.35	10.93
22.0	8.943	1.65	69.93	10.28	62.0	9.524	1.75	74.48	10.95
24.0	9.010	1.66	70.46	10.36	64.0	9.519	1.75	74.44	10.95
26.0	9.068	1.67	70.91	10.43	66.0	9.547	1.76	74.66	10.98
28.0	9.121	1.68	71.33	10.49	68.0	9.552	1.76	74.70	10.98
30.0	9.148	1.68	71.54	10.52	70.0	9.585	1.76	74.95	11.02
32.0	9.193	1.69	71.89	10.57	72.0	9.599	1.77	75.06	11.04
34.0	9.201	1.69	71.95	10.58	74.0	9.595	1.77	75.03	11.03
36.0	9.269	1.71	72.48	10.66	76.0	9.616	1.77	75.20	11.06
38.0	9.289	1.71	72.64	10.68	78.0	9.622	1.77	75.24	11.06
40.0	9.332	1.72	72.98	10.73	80.0	9.616	1.77	75.20	11.06
42.0	9.350	1.72	73.12	10.75	82.0	9.628	1.77	75.29	11.07
44.0	9.376	1.73	73.32	10.78	84.0	9.629	1.77	75.29	11.07
46.0	9.437	1.74	73.80	10.85	86.0	9.648	1.78	75.45	11.09
48.0	9.440	1.74	73.82	10.86	88.0	9.654	1.78	75.49	11.10
50.0	9.414	1.73	73.62	10.83					
52.0	9.435	1.74	73.78	10.85					
54.0	9.495	1.75	74.25	10.92					
56.0	9.462	1.74	73.99	10.88					
58.0	9.527	1.75	74.50	10.96					

2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

49

TABLA 2.10.1 PERDIDAS DE CALOR EN TUBERIAS DE COBRE FORRADAS, CONDUCIENDO AGUA CALIENTE
 Kcal/Hr/100 metros de longitud.

φ mm	TEMP. DEL AGUA = 60°C			TEMP. DEL AGUA = 80°C		
	TEMP. AMBIENTE EN °C			TEMP. AMBIENTE EN °C		
	0°	10°	20°	0°	10°	20°
13	1332	1138	933	1867	1674	1469
19	1632	1395	1144	2288	2052	1800
25	1923	1644	1348	2696	2418	2122
32	2210	1889	1549	3097	2777	2437
38	2492	2130	1747	3494	3133	2749
50	2457	2100	1722	3444	3089	2710
64	2877	2460	2017	4033	3617	3174
75	3294	2816	2309	4618	4141	3634
100	4123	3524	2890	5612	5182	4548

TABLA 2.10.2 PERDIDAS DE CALOR EN TUBERIAS DE COBRE FORRADAS, CONDUCIENDO RETORNO DE AGUA CALIENTE
 Kcal/Hr/100 metros de longitud.

φ mm	TEMP. DEL AGUA = 60°C			TEMP. DEL AGUA = 80°C		
	TEMP. AMBIENTE EN °C			TEMP. AMBIENTE EN °C		
	0°	10°	20°	0°	10°	20°
13	1185	986	783	1704	1500	1289
19	1453	1209	960	2089	1837	1590
25	1712	1424	1131	2461	2164	1874
32	1967	1636	1299	2827	2486	2153
38	2218	1846	1465	3189	2804	2429
50	2187	1820	1445	3144	2765	2394
64	2565	2131	1692	3682	3238	2804

TABLA 2.10.3 SELECCION DE TEMPERATURA AMBIENTE

TEMPERATURA AMBIENTE LOCALIZACION DE TUBERIAS

0°C	Exterior clima extremo
10°C	Exterior clima altiplano
20°C	Exterior clima tropical
20°C	Interior de edificios

2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

50

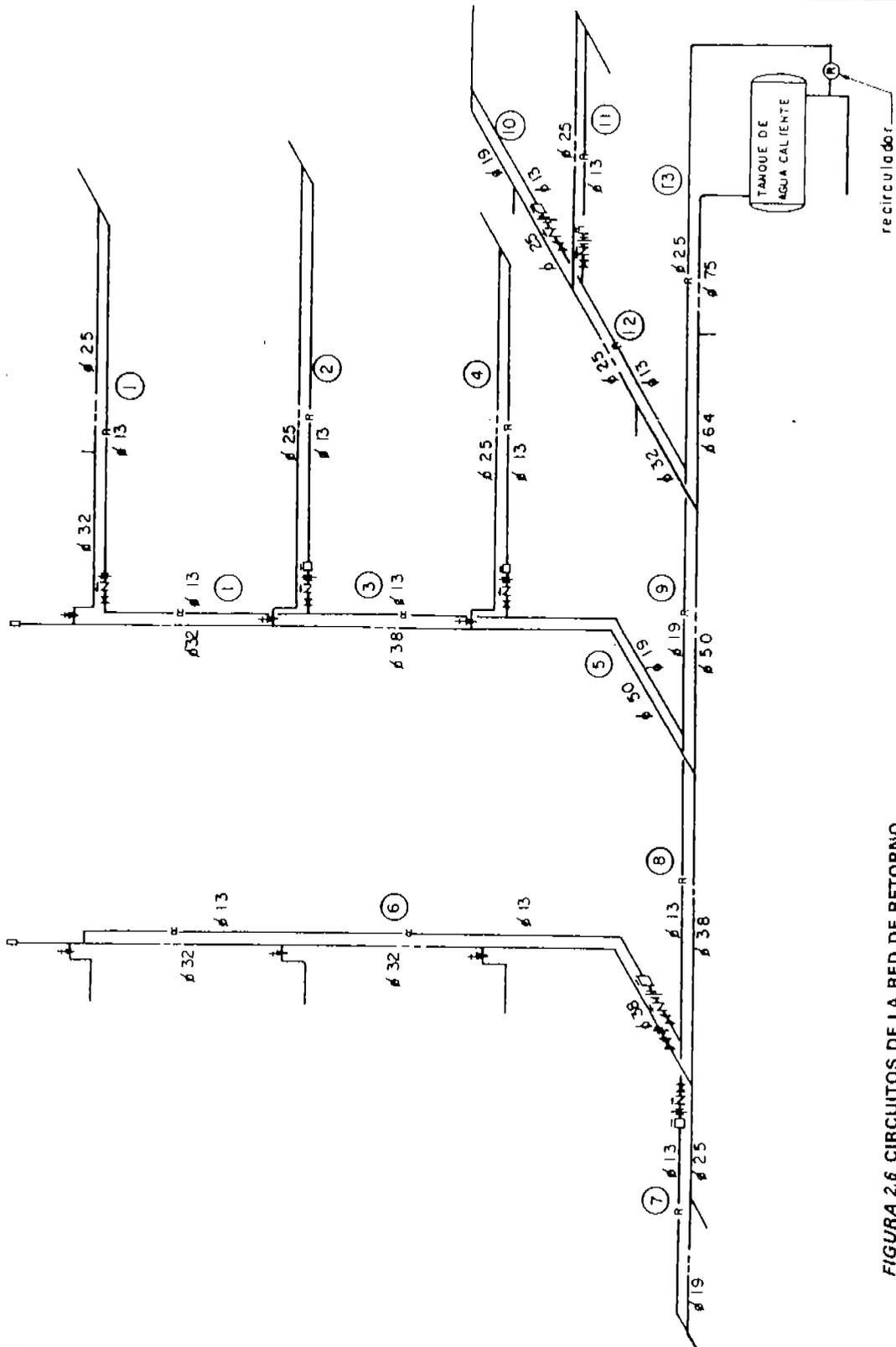


FIGURA 2.6 CIRCUITOS DE LA RED DE RETORNO
DE AGUA CALIENTE DEL EJEMPLO

2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

31

TABLA 2.11 RETORNO DE AGUA CALIENTE

Nota: EJEMPLO

Fecha: _____

CIRCUITO No	LONGITUD m	PERDIDAS DE CALOR									FACTOR DE DISTRIB	GASTO REAL DEL CIRCUITO	PERDIDAS POR FRICCION		
		TUBERIA DE AGUA CALIENTE				RETORNO DE AGUA CALIENTE			TOTAL EN EL CIRCUITO	SUMA CIRCUITOS ANTERIORES			La Long. Equiv = LX 1.1 = 1.1L		
		DIAM. mm	CAL/HR. %	CAL/HR. TRAMO	CAL/HR. TOTAL	DIAM. mm	CAL/HR. %	CAL/HR. TOTAL					h _f %	h _f TRAMO	h _f CIRCUITO BASE
1	16 11 27	25 32	1348 1549	216 170	386	13	783	211	597	597	0.61	0.0323	0.45	0.134	0.134
2	18 18	25	1348	243	243	13	783	141	384		0.39	0.0207			
3	6 6	38	1747	105	105	13	783	47	152	1+2+3 1133	0.75	0.0630	1.45	0.096	0.230
4	18 18	25	1348	243	243	13	783	141	384		0.25	0.0177			
5	13 13	50	1722	224	224	19	960	125	349	3+4+5 1866	0.60	0.0707	0.43	0.061	0.291
6	8 14 22	32 38	1549 1747	124 245	369	13	783	172	541	541	0.52	0.0245			
7	8 16 24	19 25	1144 1348	92 216	308	13	783	188	496	496	0.48	0.0227			
8	8 8	38	1747	140	140	13	783	63	203	6+7+8 1240	0.40	0.0472			
9	9 9	50	1722	155	155	19	960	86	241	5+8+9 3347	0.75	0.1179	1.18	0.117	0.408
10	14 9 23	19 25	1144 1348	160 121	281	13	783	180	461	461	0.53	0.0208			
11	19 19	25	1348	256	256	13	783	149	405		0.47	0.0185			
12	6 5 11	25 32	1348 1549	81 77	158	13	783	86	244	10+11+12 1110	0.25	0.0393			
13	12 24 36	64 75	2017 2309	242 554	796	25	1131	407	1203	9+12+13 5660	1.0	0.1572	0.58	0.230	0.638

GASTO = $\frac{5660}{36000} = 0.1572 \text{ lps}$

CARGA TOTAL = 0.638m = 2.10 pies

Para el cálculo de pérdidas por fricción, tómese la longitud equivalente que es 10% mayor que la longitud medida.

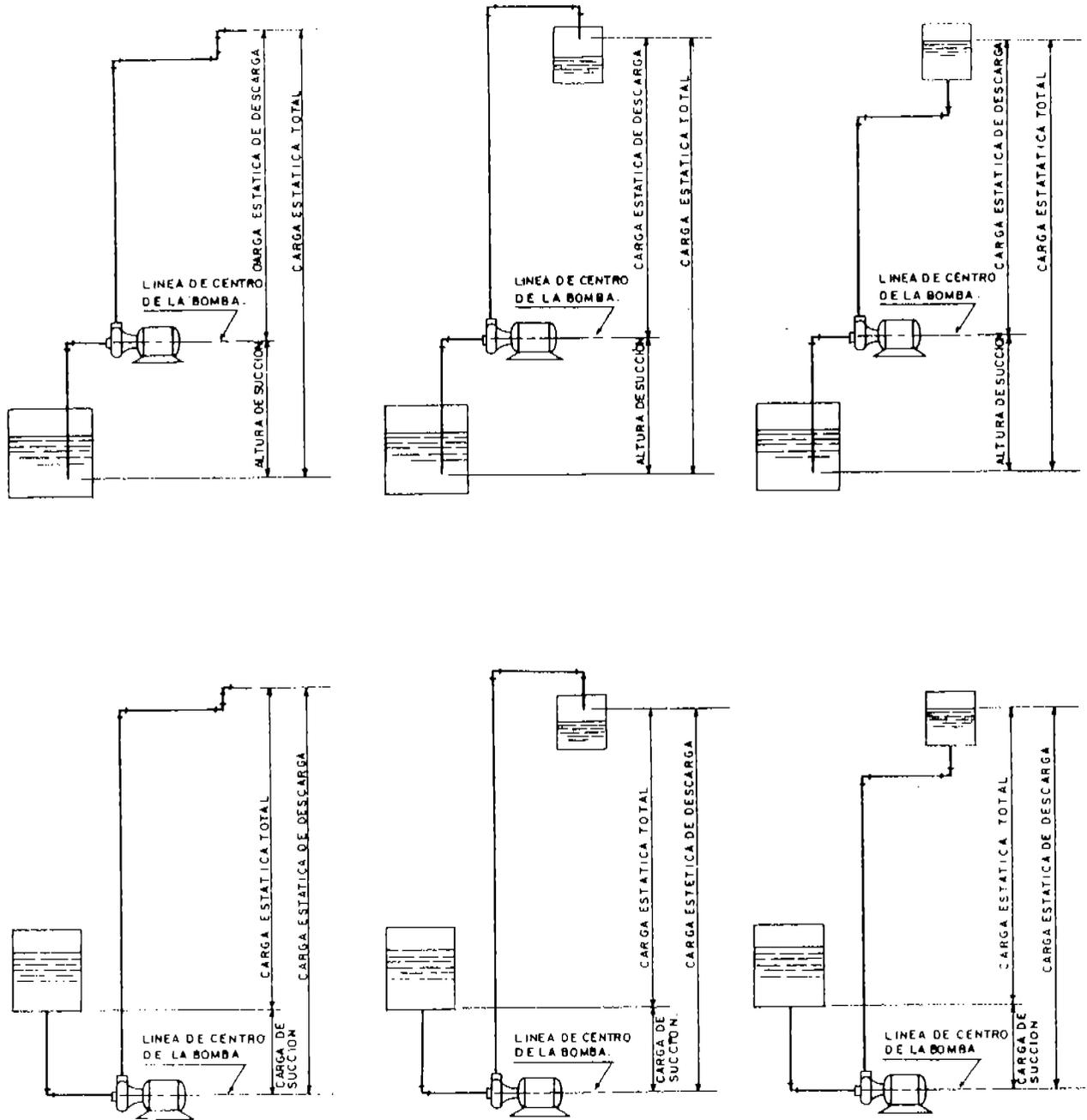


FIGURA 2.7 CARGAS USADAS EN BOMBEO.

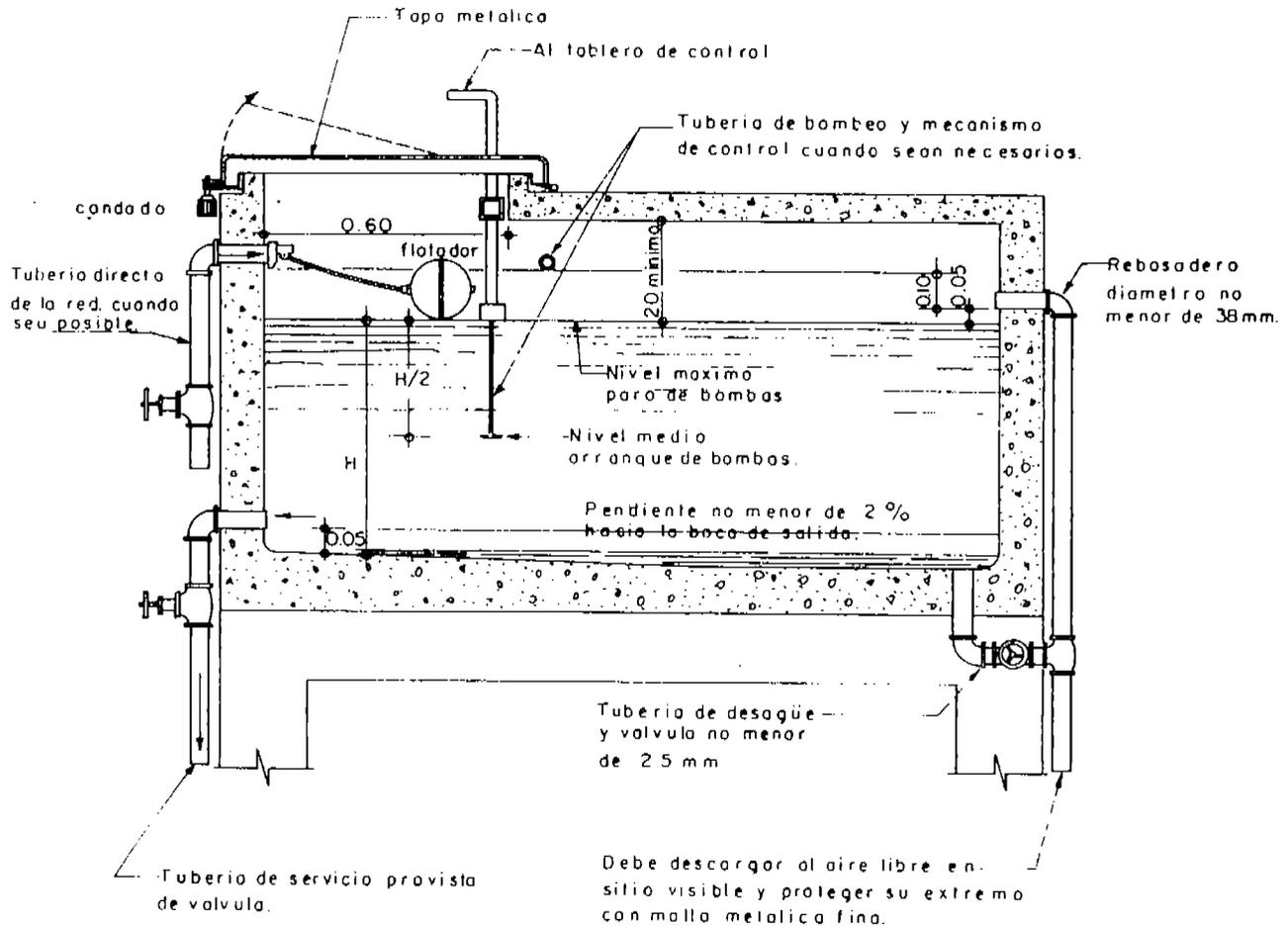


FIGURA 2.8 CROQUIS DE UN TANQUE ELEVADO

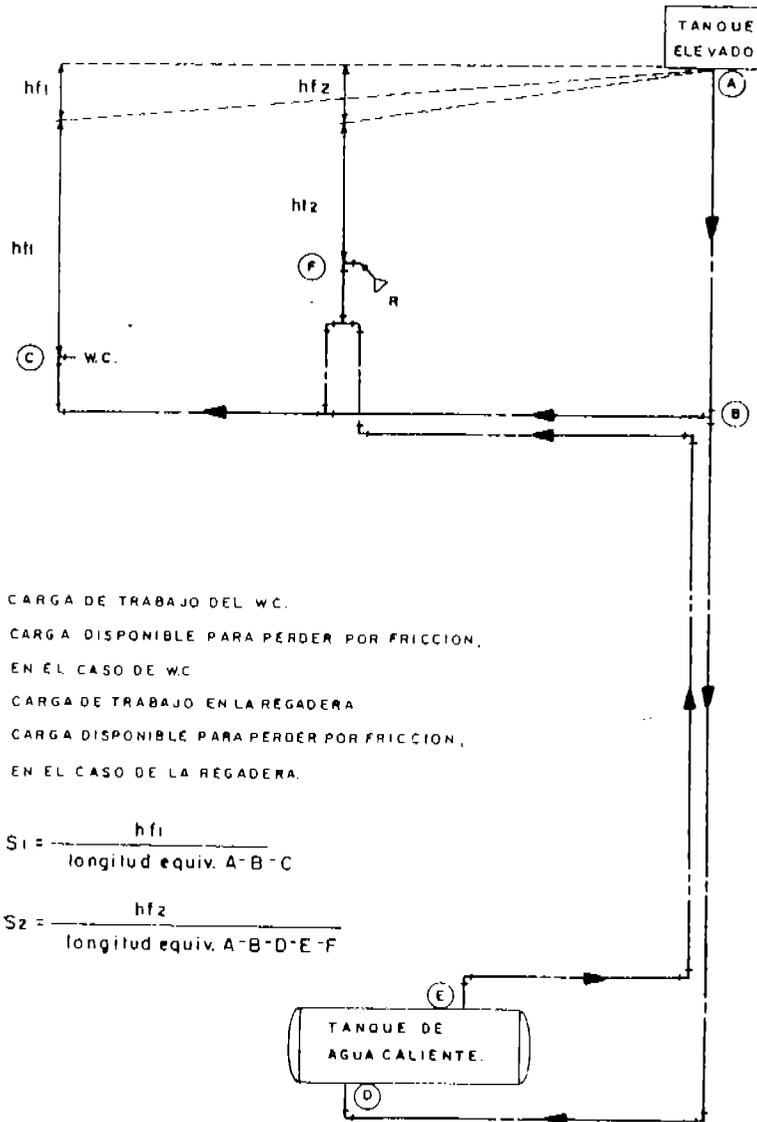


FIGURA 2.9 DETERMINACION DE LA PENDIENTE HIDRAULICA "S" A PARTIR DE UN TANQUE ELEVADO

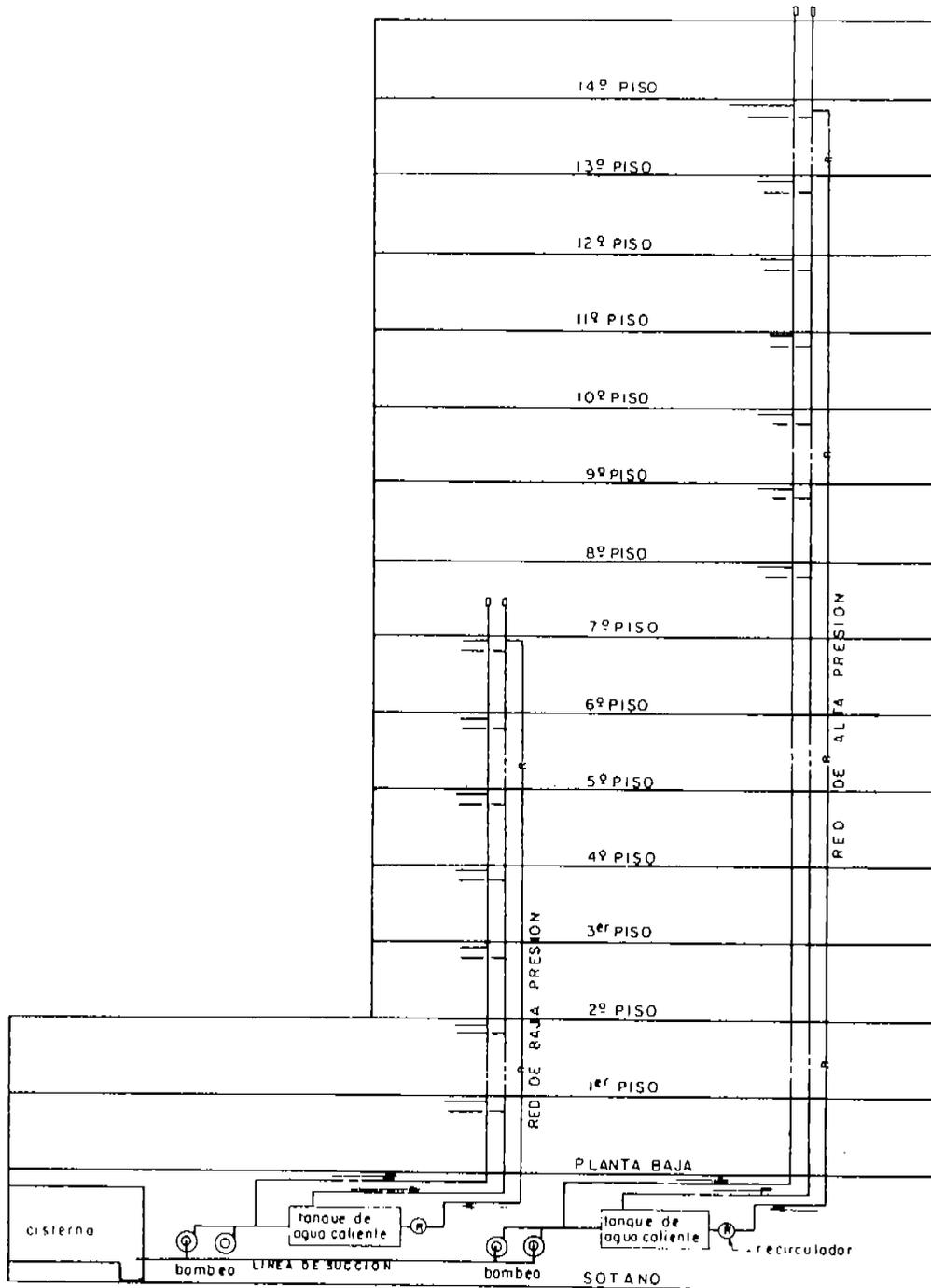


FIGURA 2.10 CROQUIS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA EN BAJA Y ALTA PRESION

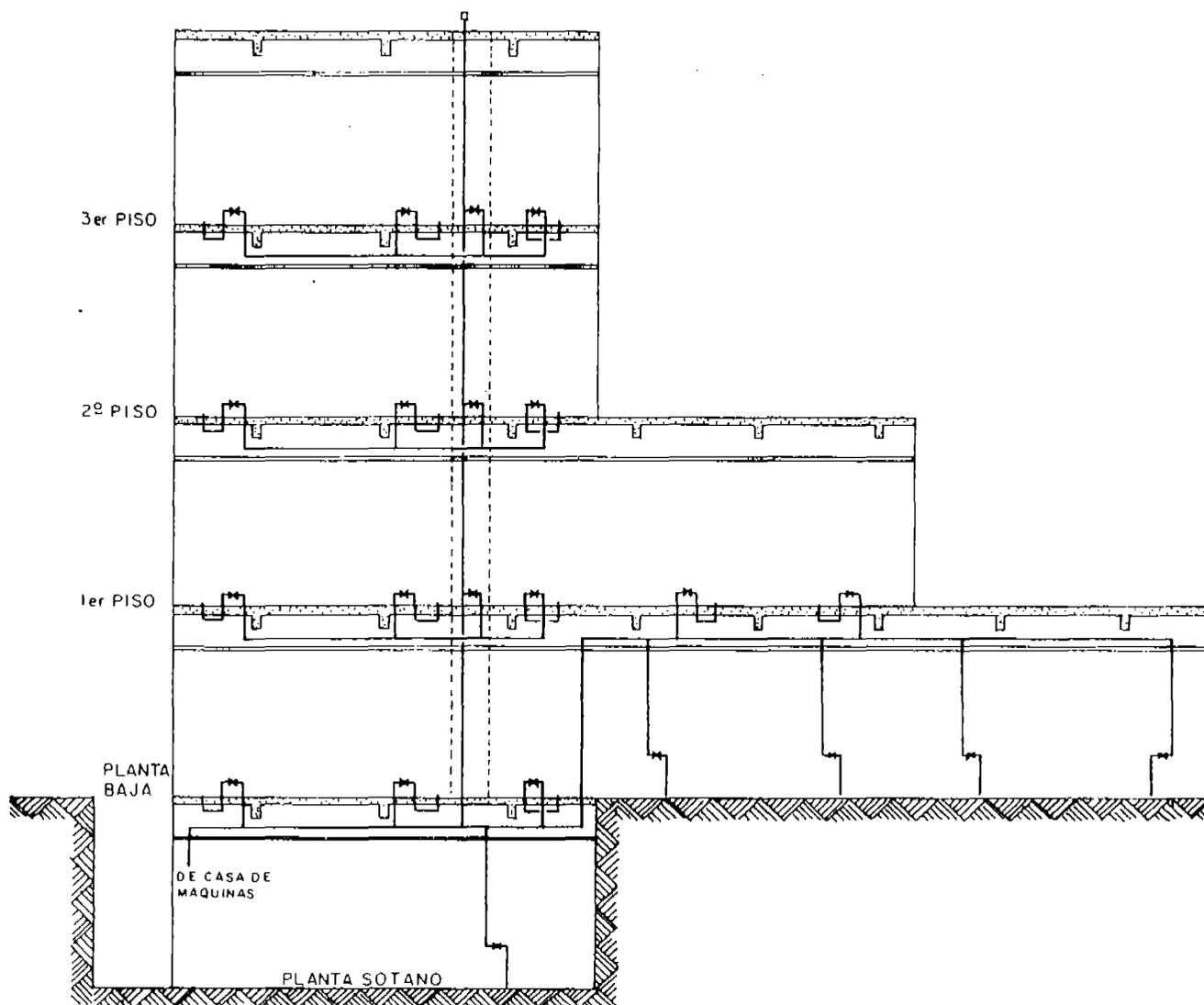


FIGURA 2.11 CROQUIS DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIA.

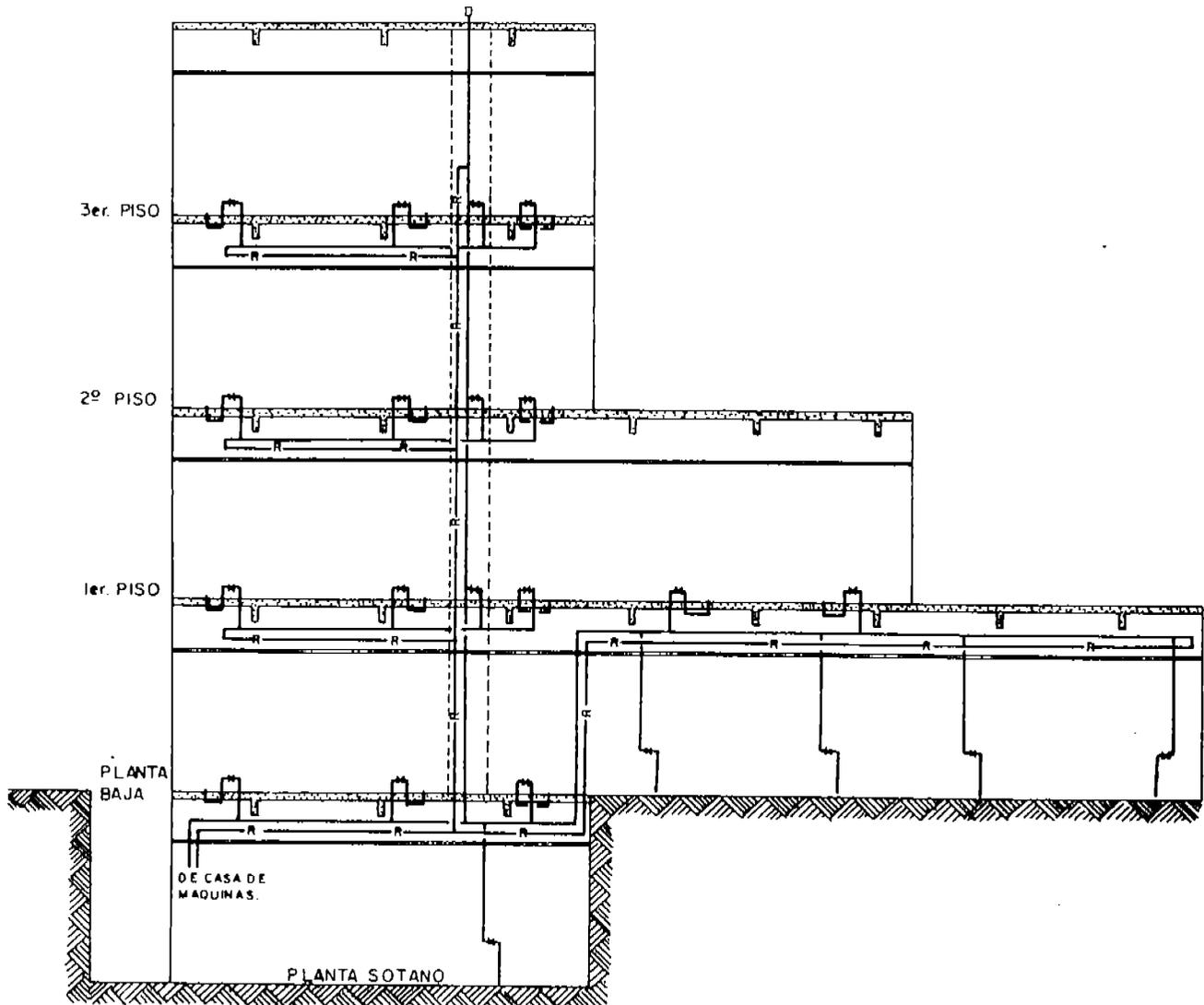


FIGURA 2.12 CROQUIS DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE CON SU RED DE RETORNO DE AGUA CALIENTE

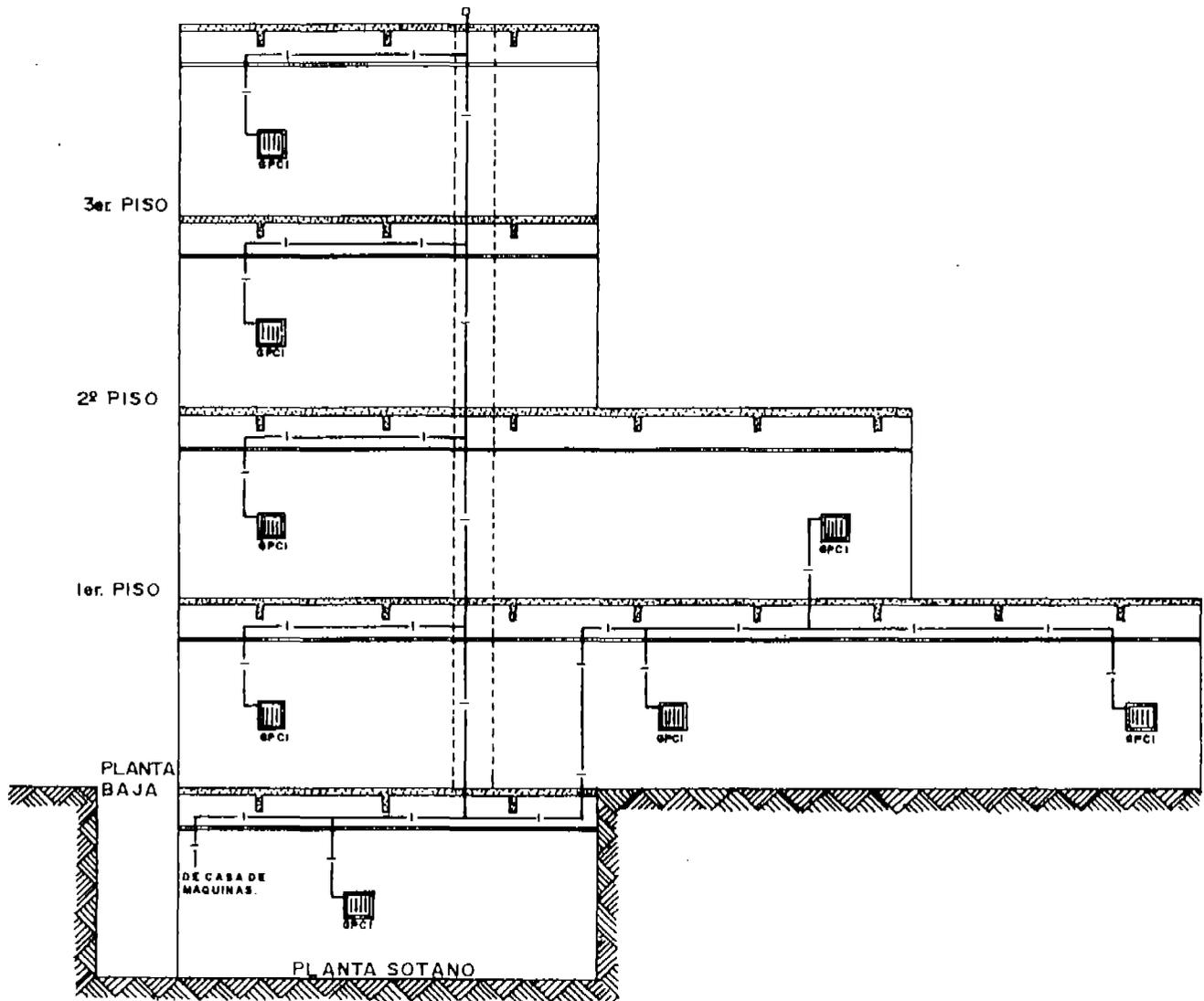
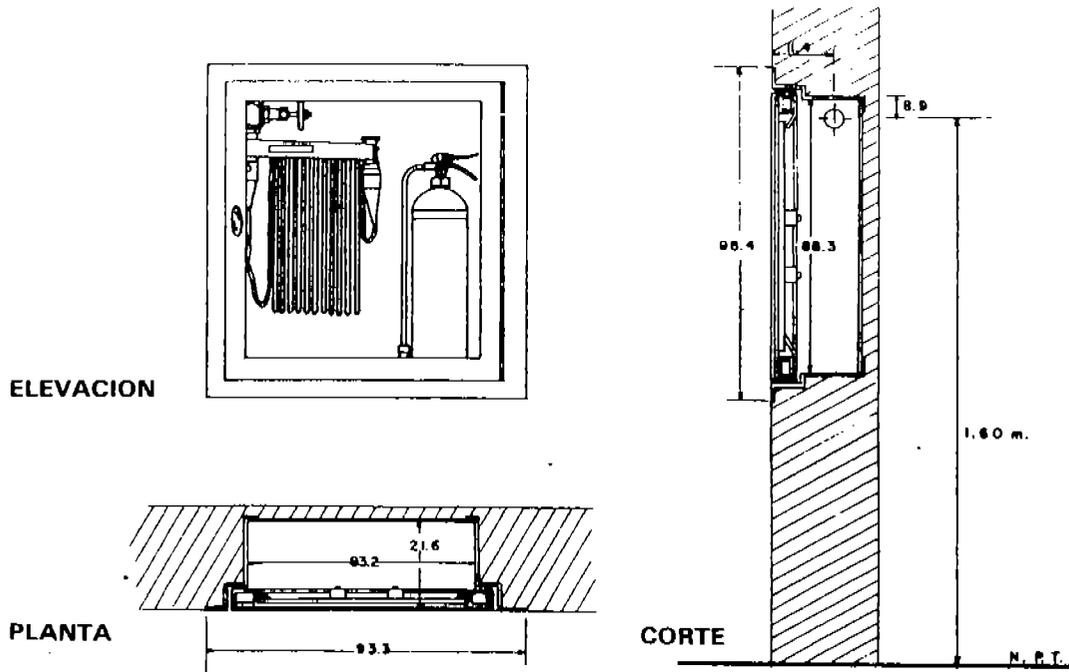


FIGURA 2.13 ESQUEMA DE UNA RED INTERIOR DE DISTRIBUCION DE AGUA A HIDRANTES DE PROTECCION CONTRA INCENDIO



GABINETE DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DE EMPOTRAR

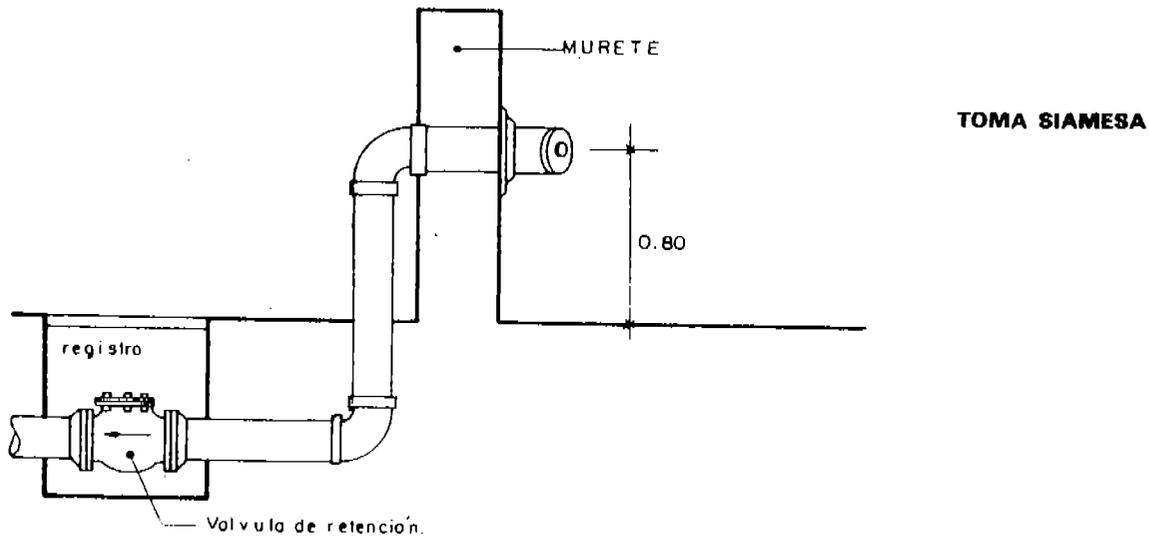


FIGURA 2.14 GABINETE DE PROTECCION CONTRA INCENDIO Y TOMA SIAMESA

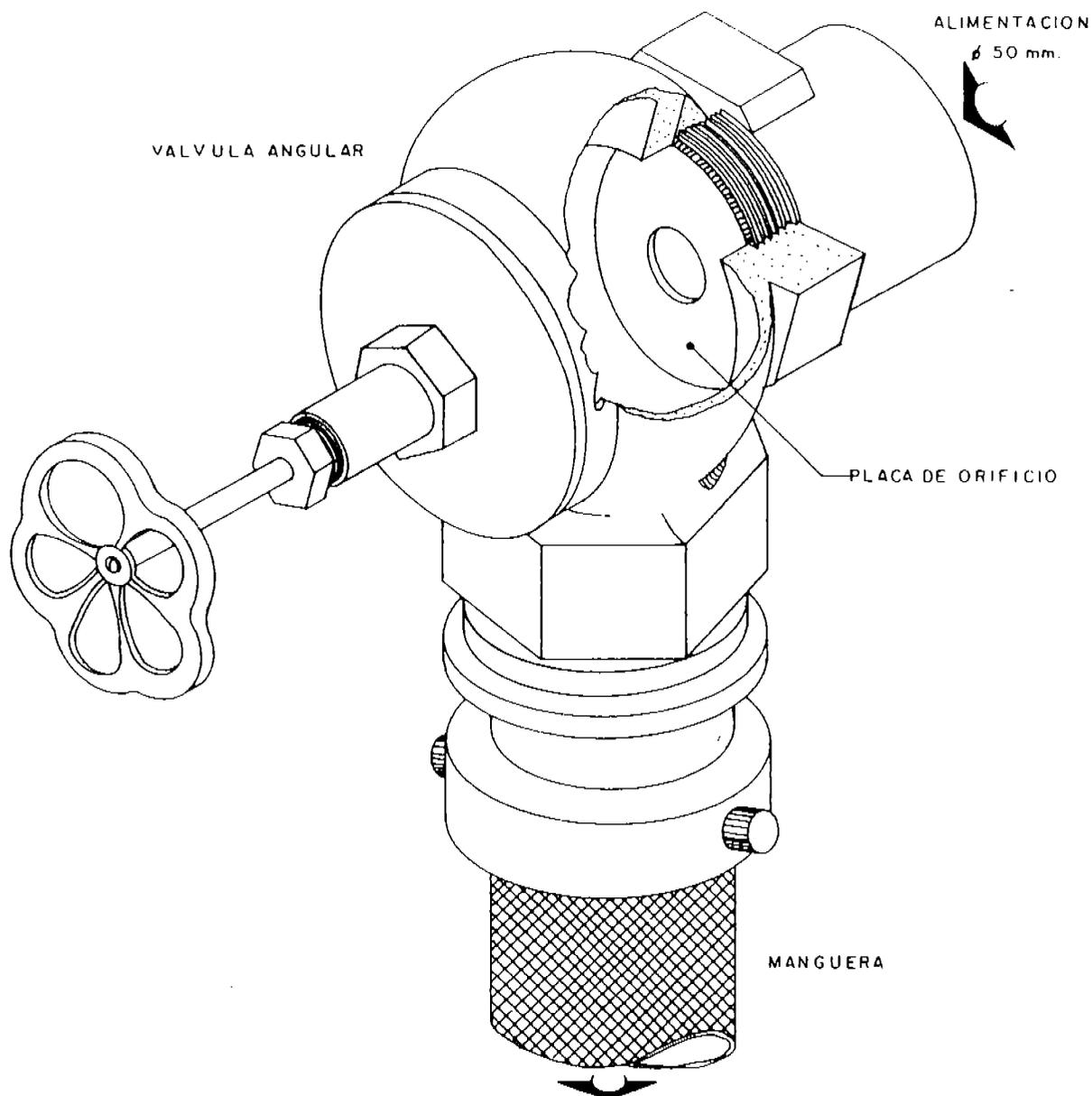


FIGURA 2.15 DETALLE DE INSTALACION DE LA PLACA CON ORIFICIO CALIBRADO EN LAS VALVULAS DE LOS HIDRANTES DE P.C.I.

61

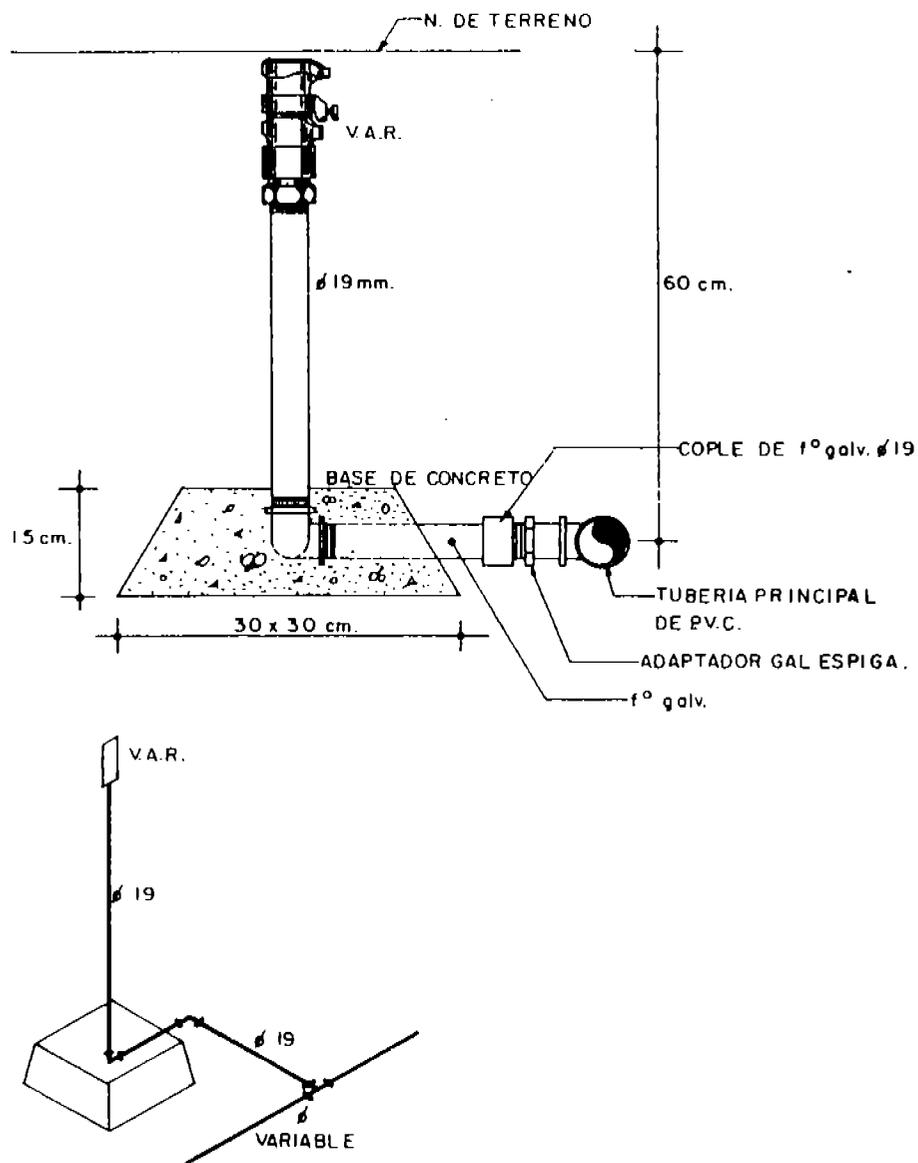


FIGURA 2.16 DETALLE DE INSTALACION DE LAS VALVULAS DE ACOPLAMIENTO RAPIDO EN LAS REDES DE RIEGO.

62

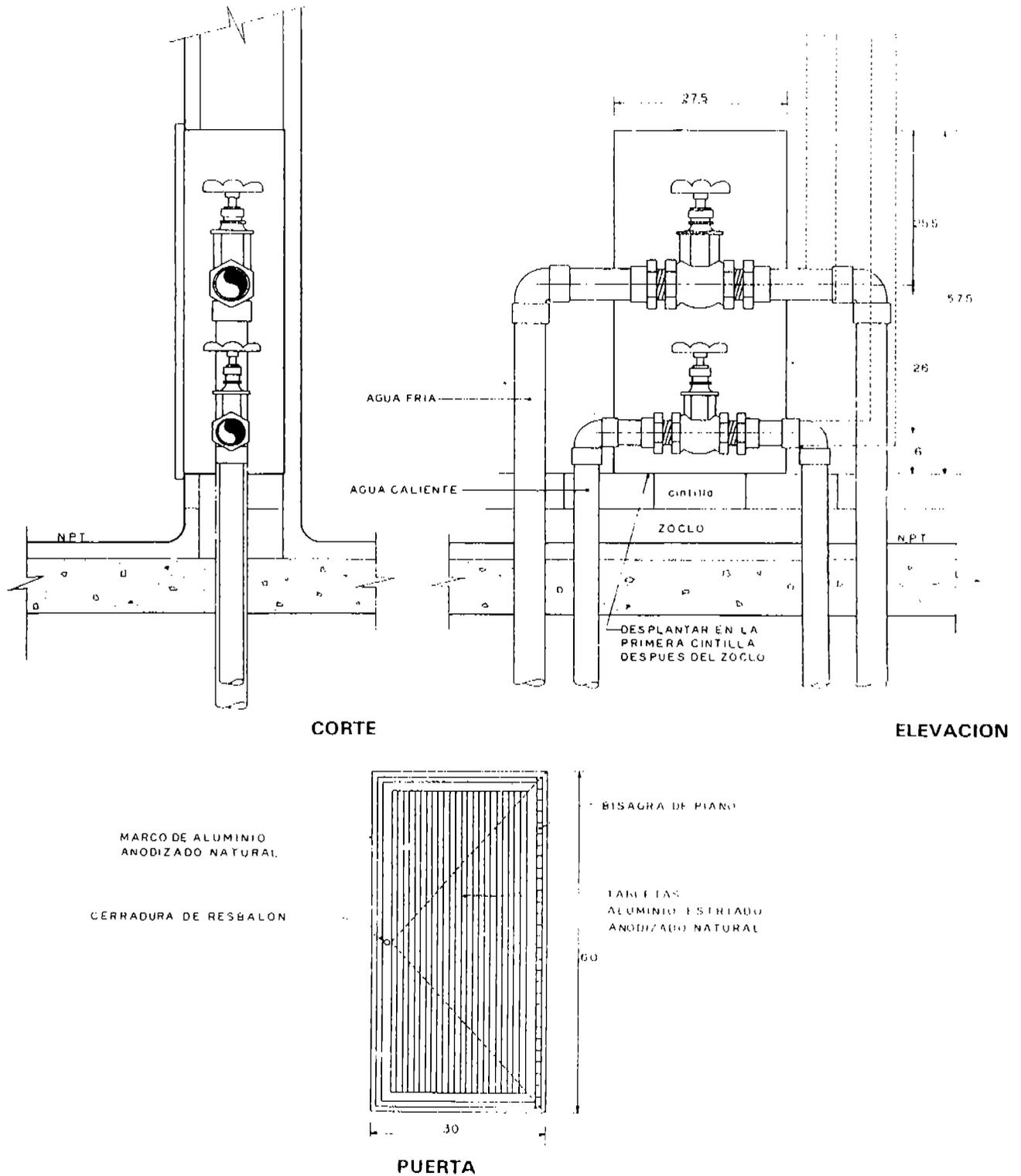


FIGURA 2.17 CAJA DE VALVULAS DE CONTROL DE ZONA.

2.6 RETORNO DE AGUA CALIENTE

62

SELECCION DE LA CAPACIDAD DEL TANQUE, DE LA COMPRESORA Y LONGITUD DE ELECTRODOS

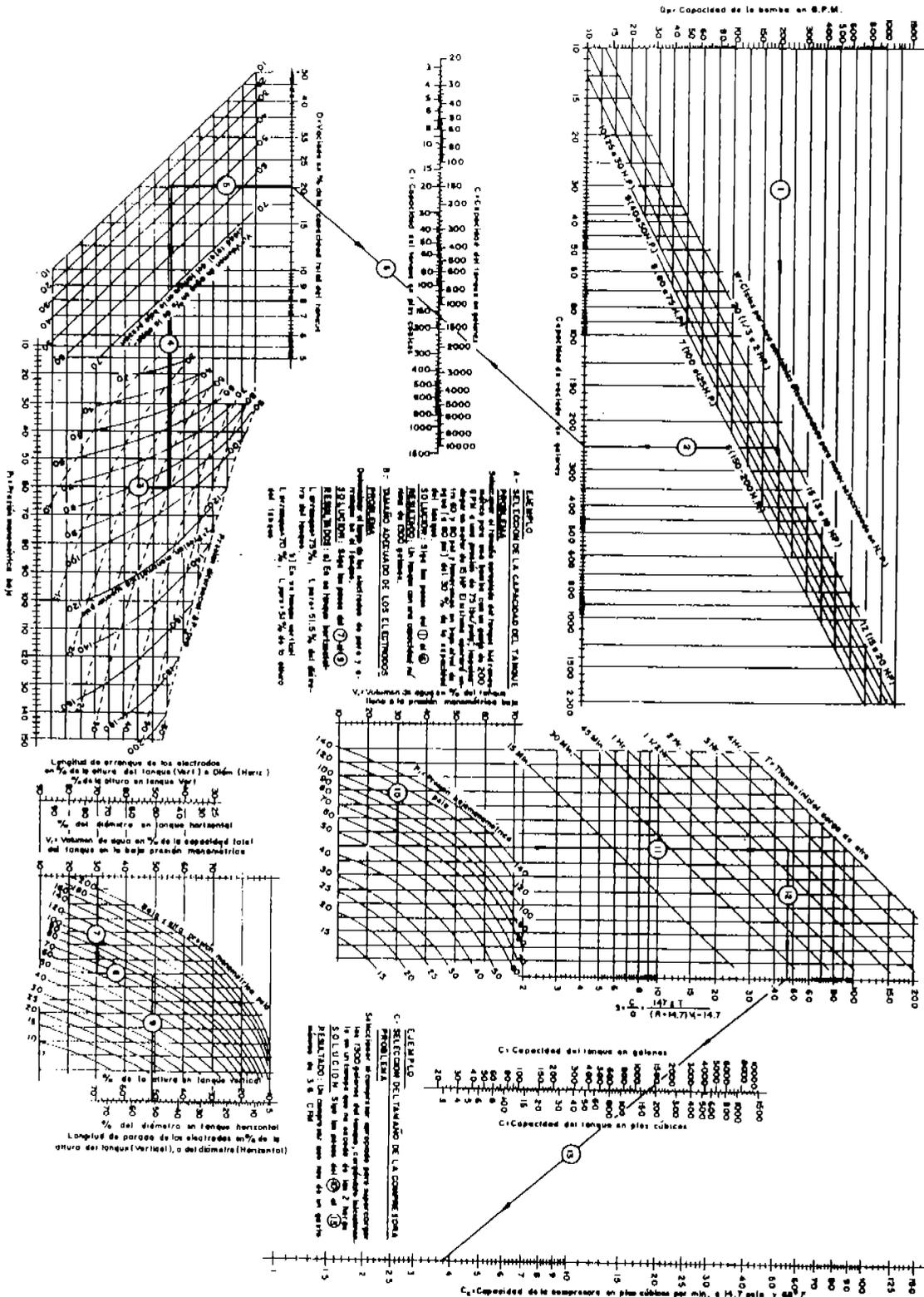


FIGURA 2.18 NOMOGRAMA DE YUAN PARA CALCULAR TANQUES HIDRONEUMATICOS

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- “Normas de Diseño de Ingeniería”
Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Gases medicinales Tomo II
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
México, 1989.
- “Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal” (vigente).
México DF.
- “Costo y Tiempo en Edificación”
Suárez Salazar, Carlos
Editorial Limusa
México, 1989.
- “Abastecimiento de agua potable:
Recomendaciones de construcción”
Tomo II, UNAM, Facultad de Ingeniería
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Valdez César Enrique y Vázquez González Alba B.
Primera edición, México, 1993.
- “Fontanería y Saneamiento”
Dossat, S.A.
Madrid, 1958.
- “Plomería”
Babbit Harold E.
Editorial OCESA
Barcelona 1965.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO PARA EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, PLUVIAL
Y CONTRA INCENDIO DE UN CENTRO EDUCATIVO**

- “Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Gas para Edificio”
UNAM, Facultad de Ingeniería, División de Educación Continua
México DF, Junio 1984.
- “Guía de Plomería Doméstica”
Erno R. Haan
Editorial UTEHA
Estados Unidos, 1980.
- “Manual de Calderas Selmec”
SELMEC S.A. de C.V.
México 2ª Edición, 1981.
- “Instalaciones Sanitarias”
Angelo Gallizio
Editorial Científico – Médica
Barcelona, 1964.
- “Manual para la Instalación de Tubería de PVC”
Asociación Mexicana de Industrias de Tuberías Plásticas, A.C.
México DF.
- “Alcantarillado”
UNAM, Facultad de Ingeniería.
Lara González, Jorge Luis
Segunda Edición, México, 1991.

- “Manual de Saneamiento, Vivienda, Agua y Desechos”
Secretaría de Salubridad y Asistencia
Dirección de Ingeniería Sanitaria
Editorial Limusa
México, 2000.
- “Ley Ambiental del Distrito Federal”
Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda
México DF, 13 Enero 2000.
- “Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal”
Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda
México DF, Julio 2001.
- “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente”
Gobierno de la República Mexicana
México, 2001.
- “Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable”
Gobierno de la República Mexicana
México, 1997.
- “Reglamento y Normas de la Construcción y Servicios Urbanos”
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.
México, 2001.
- “Aprovechamientos Hidroeléctricos y de Bombeo”
Humberto Gardea Villegas
UNAM, Facultad de Ingeniería
Segunda Edición, México 1990.