



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Michelle Alejandra Castro Flores

Asesorado por el Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES
DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES

ASESORADO POR EL ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

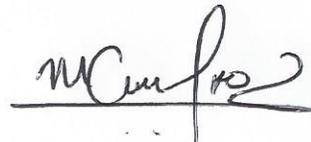
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Fredy Adolfo Alvarado Hernández
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 07 de noviembre de 2016.



Michelle Alejandra Castro Flores

Guatemala 22 de abril de 2019

Ingeniero
Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe del Departamento de Hidráulica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Sandoval:

Por medio de la presente me permito informar que, en mi calidad de asesor nombrado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, he procedido a la revisión final del trabajo de graduación titulado **CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**, desarrollado por la estudiante universitaria Michelle Alejandra Castro Flores, Carné No. 2012-13355, determinando que el mismo cumple con los requisitos establecidos, por lo que de la manera más atenta solicito se autorice continuar con los trámites pertinentes para la aprobación final.

Atentamente,


Dennis Salvador Argueta Mayorga
INGENIERO CIVIL
MAESTRO EN INGENIERIA VIAL
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA
COLEGIADO 8297

MSc. Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga
Asesor
No. de Colegiado: 8297



Guatemala, 26 de Abril de 2019

Ingeniero

Hugo Leonel Montenegro Franco

Director Escuela de Ingeniería Civil

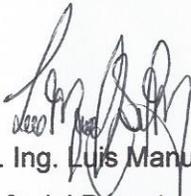
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero

Le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado **“CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE”**, desarrollado por la estudiante de ingeniería civil Michelle Alejandra Castro Flores, quien contó con la asesoría del ingeniero Dennis Salvador Argueta Mayorga.

Considero que este trabajo está bien desarrollado y habiendo cumplido con los objetivos doy mi aprobación al mismo, solicitando darle el tramite respectivo.

Sin otro particular, me despido atentamente.



Dr C. Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga y Coordinador del Departamento de Hidráulica Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza, al trabajo de graduación de la estudiante Michelle Alejandra Castro Flores CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2019

/mmm.

Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

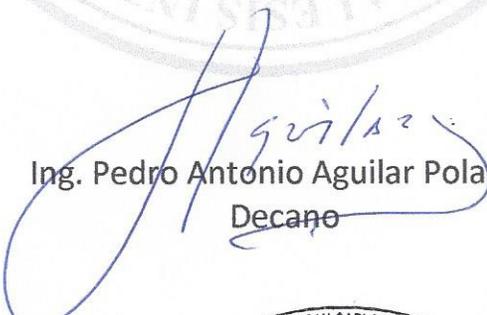


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 233.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**, presentado por la estudiante universitaria: **Michelle Alejandra Castro Flores**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mí guía y darme la oportunidad de realizar mis sueños. Le agradezco por todas las bendiciones que me ha dado en mi vida.
- Mis padres** Lic. Gildardo Enrique Castro García y Elsa Leticia Flores Arango de Castro. Por todo su amor sin medida, por su guía, por su paciencia, por el esfuerzo que me han brindado y motivarme a seguir adelante.
- Mis hermanos** Karen Jennifer y Erick Javier Castro Flores. Por todo su cuidado, amor y apoyo incondicional.
- Mi sobrino** Aaron Alejandro Ara Castro. Por ser la alegría de la casa.
- Mis abuelos** Jesús Santiago Flores Artavia, Mónica Julia Arango Reynoso de Flores, Javier Antonio Castro Galdámez y María Nectalia García de Castro. Por su comprensión, amor y guía en mi vida.
- Dennis Argueta** Por ser una persona a quien admiro y me motiva a seguir luchando por mis sueños.

Mi cuñado

Aaron Enrique Ara Laines. Por su estima.

Mi familia

Por el apoyo brindado durante mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la fuente inagotable de mis conocimientos y permitir cumplir uno de mis sueños.
Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de realizar mis estudios.
Mi asesor	Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga. Por su paciencia y colaboración en el asesoramiento de la tesis, por el tiempo y experiencia brindada para lograr que este trabajo de graduación sea de calidad.
Mis amigos de la Facultad	Por el apoyo brindado durante mi carrera.

2.	DEFINICIONES Y ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES (OBRAS DE ARTE) TÍPICOS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	43
2.1.	Captación de brote definido.....	43
2.2.	Captación galería de infiltración	46
2.3.	Caseta de bombeo para bomba sumergible	48
2.4.	Caja unificadora de caudales	50
2.5.	Caja distribuidora de caudales	51
2.6.	Caja rompe – presión	52
2.7.	Caja rompe – presión con válvula de flote	54
2.8.	Caja para válvulas	55
2.9.	Paso aéreo y paso de zanjón	61
2.10.	Hipoclorador.....	63
2.11.	Conexión domiciliar.....	64
2.12.	Tanque de distribución	66
3.	CUANTIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DE COMPONENTES (OBRAS DE ARTE) TÍPICOS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	71
3.1.	Captación de brote definido.....	71
3.2.	Captación galería de infiltración	73
3.3.	Caseta de bombeo.....	75
3.4.	Caja unificadora de caudales	77
3.5.	Caja distribuidora de caudales	80
3.6.	Caja rompe – presión	82
3.7.	Caja rompe – presión con válvula de flote	84
3.8.	Caja para válvulas	86
3.9.	Paso aéreo de 20 metros	92
3.10.	Paso aéreo de 30 metros	95

3.11.	Paso aéreo de 40 metros.....	97
3.12.	Paso de zanjón	99
3.13.	Construcción e instalación del hipoclorador	102
3.14.	Conexión domiciliar.....	103
3.15.	Tanque de distribución.....	105
4.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE COMPONENTES (OBRAS DE ARTE) TÍPICOS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	111
4.1.	Captación de brote definido.....	111
4.2.	Captación galería de infiltración	112
4.3.	Caseta y equipo de bombeo.....	113
4.4.	Caja distribuidora de caudales	113
4.5.	Caja unificadora de caudales	114
4.6.	Caja rompe – presión.....	114
4.7.	Caja rompe – presión con válvula de flote	115
4.8.	Válvulas.....	115
4.9.	Pasos de zanjón y pasos aéreos.....	117
4.10.	Hipoclorador.....	117
4.11.	Conexión domiciliar.....	117
4.12.	Tanque de distribución.....	117
	CONCLUSIONES	119
	RECOMENDACIONES.....	121
	BIBLIOGRAFÍA.....	123
	APÉNDICES	125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable ...	20
2.	Captación de agua de lluvia	22
3.	Captación directa de río.....	24
4.	Pozo excavado a mano	27
5.	Pozo Ranney	29
6.	Pozos profundos	31
7.	Diagramas de flujo de planta de potabilización.....	37
8.	Continuación diagramas de flujo de planta de potabilización	38
9.	Agua de manantial proveniente de un acuífero superficial	45

TABLAS

I.	Análisis físico-químico y análisis microbiológico para un programa de análisis mínimo	4
II.	Análisis físico-químico y análisis microbiológico para un programa de análisis complementario	5
III.	Características físicas para el agua potable.....	15
IV.	Características químicas para el agua potable	18
V.	Características microbiológicas para el agua potable.....	19
VI.	Valores de rugosidad dados por Horton para el uso de fórmulas de Kutter o Manning.....	33
VII.	Valores de pendiente	33
VIII.	Especificaciones de brote definido	46

IX.	Presupuesto captación de brote definido	71
X.	Presupuesto captación galería de infiltración.....	74
XI.	Presupuesto caseta de bombeo.....	76
XII.	Presupuesto caja unificadora de caudales.....	78
XIII.	Presupuesto caja distribuidora de caudales.....	80
XIV.	Presupuesto caja rompe – presión.....	82
XV.	Presupuesto de caja rompe – presión con válvula de flote.....	84
XVI.	Presupuesto construcción e instalación de válvula de aire.....	87
XVII.	Presupuesto construcción e instalación válvula de limpieza	89
XVIII.	Presupuesto construcción e instalación válvula de compuerta	91
XIX.	Presupuesto paso aéreo de 20 metros	93
XX.	Presupuesto paso aéreo de 30 metros	95
XXI.	Presupuesto paso aéreo de 40 metros	97
XXII.	Presupuesto paso de zanjón de 6 metros.....	99
XXIII.	Presupuesto paso zanjón de 12 metros.....	101
XXIV.	Presupuesto construcción e instalación del hipoclorador	102
XXV.	Presupuesto conexión domiciliar.....	104
XXVI.	Tanque de distribución de 10 m ³	105
XXVII.	Presupuesto tanque de distribución de 20 m ³	108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
H ₂ S	Ácido sulfhídrico
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
S	Azufre
C	Carbono
cm	Centímetro
NaCl	Cloruro de sodio
Ø	Diámetro
°	Grados centígrados
H	Hidrógeno
Fe	Hierro
H.G.	Hierro galvanizado
Kg/cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Lb/plg ²	Libra por pulgada cuadrada
PSI	Libra por pulgada cuadrada
Mn	Manganeso
m	Metro
m/s	Metros por segundo
Ksi	Mil libras por pulgada cuadrada
mg	Milígramo
mg/L	Milígramo por litro
N	Nitrógeno
O	Oxígeno

PVC	Policloruro de vinilo
pH	Potencial de hidrógeno
“	Pulgada
Fy	Resistencia del acero del refuerzo
F´c	Resistencia del concreto
Fu	Resistencia última de la mampostería
MgSO₄	Sulfato de magnesio
Na₂SO₄	Sulfato de sodio
u	Unidades de color en la escala de platino-cobalto
UNT	Unidades nefelométricas de turbiedad

GLOSARIO

Acueductos	Conjunto de elementos, equipos y servicios que brindan el agua potable; también son conocidos como sistemas de abastecimiento de agua potable.
Agua Potable	Agua sanitariamente segura, que no presenta riesgo a la salud de los consumidores.
Captación	Obtención de aguas atmosféricas, aguas superficiales o aguas subterráneas.
Cloro residual libre	Remanente del cloro en el agua, después del proceso de desinfección.
Componentes	Estructuras auxiliares de los sistemas de abastecimiento de agua potable, también conocidas como obras de arte.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
LMA	Límite Máximo Aceptable, es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual sus características son identificadas por sus propiedades organolépticas, sin causar un daño a la salud del consumidor.

LMP	Límite Máximo Permisible, es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua ya no es apta para el consumo humano.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
Pichacha	Instrumento que consta de una rejilla o canastilla que tiene como fin evitar el paso de partículas gruesas suspendidas en el agua.
Válvula	Aparato mecánico que puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases, mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye parcialmente, uno o más orificios.

RESUMEN

La demanda de un sistema de abastecimiento de agua potable, dada la necesidad de accesibilidad y calidad de vida para la población, requiere de un diseño que garantice su funcionalidad para brindar un servicio continuo y seguro. En este trabajo de graduación se presentan los criterios generales para elaborar diseños típicos de componentes de sistemas de abastecimiento de agua potable, que pueden generalizarse en uso, para ajustarse a cualquier diseño de abastecimiento de agua potable.

Primero, se describen aspectos generales relativos al agua potable y a su caracterización fisicoquímica y microbiológica. De igual forma se abordan tópicos relacionados con la toma y preservación de muestras, así como la descripción de los elementos básicos que integran un sistema de abastecimiento de agua potable.

Luego se recopila información concerniente a los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable, analizando guías y normas guatemaltecas, con el fin de crear un documento que facilite el diseño de los acueductos, con base en los criterios generales expuestos en el presente documento.

Finalmente, con base en los planos típicos de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable, se cuantifica y se estima los costos totales por cada unidad de cada componente, tomando como referencia precios actuales; asimismo se describen las especificaciones técnicas generales y las actividades periódicas para la operación y mantenimiento de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

OBJETIVOS

General

Establecer los criterios generales para elaborar diseños de componentes de sistemas de abastecimiento de agua potable, basándose en análisis técnicos y económicos.

Específicos

1. Definir los parámetros y procesos para determinar la calidad del agua, de acuerdo con las guías y normas de Guatemala.
2. Especificar los criterios generales de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
3. Planificar, cuantificar y presupuestar los componentes típicos de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
4. Detallar la operación y mantenimiento de los componentes típicos en sistemas de abastecimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de abastecimiento de agua potable son de gran importancia porque cubren necesidades básicas de la población, como el acceso al vital líquido sanitariamente seguro. Por consiguiente, un acueducto en general, debe garantizar la calidad, cantidad, continuidad y costo razonable.

En el medio guatemalteco, cuando se realiza un diseño y planificación de un sistema de abastecimiento de agua potable, se toma de referencia manuales o guías que se basan en el diseño hidráulico de las tuberías de conducción y distribución; es decir, se cuenta con información suficiente para realizar dicho proceso de diseño; sin embargo, la información sobre los componentes (muchos considerados obras de arte) de dichos sistemas es relativamente escasa y con variedad de criterios.

En virtud de lo antes mencionado, se crea el presente trabajo de graduación, que constituye una herramienta técnica, administrativa, educacional y económica, que se ajusta a las guías y normas de Guatemala, de tal forma que se persigue la facilidad para el diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Este documento permitirá acceder a información relacionada con determinación de los parámetros y procesos de calidad del agua, así como información de planificación, cuantificación y estimación de costo total de cada componente típico y los aspectos relacionados con la operación y mantenimiento de los mismos, para garantizar una correcta funcionalidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

1. CONCEPTOS GENERALES

A continuación se desarrollan los conceptos de importante relevancia en relación con el agua potable, parámetros que determinan la calidad del agua, componentes básicos para la conducción y distribución de agua potable, entre otros.

1.1. Agua potable

El agua potable es uno de los recursos naturales más valiosos, además de ser de vital importancia para la vida en la Tierra. "El agua dulce es un recurso vulnerable y finito, esencial para lograr mantener la vida, el desarrollo y el ambiente".¹ Este, a su vez, está determinado, mayormente, en cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico, el cual se encuentra en función de la distribución y densidad de la vegetación, uso y tipo de suelo, magnitud de precipitación, entre otros.

El movimiento del agua en la tierra se manifiesta por la energía solar y las fuerzas gravitatorias; a este proceso se le denomina ciclo del agua o ciclo hidrológico. Dicho proceso proporciona el agua que fluye por cuerpos de agua, tales como ríos, lagos, embalses y acuíferos.

El ciclo del agua da inicio en los océanos cuando la energía solar calienta la superficie del agua y crea vapor de agua que se evapora en la atmósfera, transportado por masas de aire en movimiento, que bajo ciertas condiciones se condensa y forma nubes que se precipitan en la superficie de la tierra. Una vez

¹ CIAMA. *Los principios de Dublín*. p. 5.

en la superficie, parte del agua que precipita, se convierte en escorrentía superficial, otra parte se infiltra y otra porción permanece en estuarios o reservorios, en los cuales puede evaporarse y regresar a la atmósfera por medio de la transpiración. La otra parte que llega a estratos inferiores del subsuelo, por medio de la percolación, alimenta los cuerpos de agua subterránea; esta, a su vez, puede emerger hacia estratos superiores conocido como ascenso capilar y luego evapotranspirarse.

1.1.1. Definición de agua potable

Según las guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua potable se define como aquella “Adecuada para consumo humano y para uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”.² Por lo tanto, el uso de agua no debería presentar riesgo de enfermedades a los consumidores.

“El agua potable es aquella que se considera sanitariamente segura y agradable a los sentidos”.³ En otras palabras, sus características organolépticas, químicas y bacteriológicas, no representan riesgos para la salud del consumidor y se cumple además, con la norma COGUANOR NTG 29001, la cual establece las especificaciones para el agua potable.

² ROJAS, Ricardo. *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. p 4.

³ AGUILAR, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. p. 1.

1.1.2. Norma COGUANOR NTG 29001

La norma COGUANOR NTG 29001, establece si la calidad del agua es apta para consumo humano, mediante los valores de sus propias características. Esta norma excluye a las aguas purificadas envasadas para el consumo humano, la cual se rige por la norma COGUANOR NTG 29005.

Existen tres tipos de características para el análisis de calidad del agua:

- Características físicas u organolépticas del agua

Son las características detectadas sensorialmente por los consumidores o por análisis de laboratorio. Estas características determinan su calidad mediante el comportamiento físico de la misma.

- Características químicas del agua

Son las características que poseen concentración de elementos o compuestos químicos que determinan la calidad del agua.

- Características microbiológicas del agua

Estas características ayudan a determinar la calidad del agua mediante el análisis de la presencia de microorganismos.

De acuerdo con la norma COGUANOR NTG 29001 existe el programa de análisis mínimo y el programa de análisis complementario, que tienen como objetivo determinar los análisis físicos, químicos y microbiológicos necesarios para el control del agua. Dichos programas se describen a continuación:

- Programa de análisis mínimo

“Este programa aplica para aguas sin tratamiento donde la autoridad competente será el encargado de indicar los parámetros mínimos a ser requeridos”.⁴

Los análisis para control de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para un programa de análisis mínimo, son los siguientes.

Tabla I. **Análisis físico-químico y análisis microbiológico para un programa de análisis mínimo**

Análisis físico-químico	Análisis microbiológico
Color, turbiedad, potencial de hidrógeno (pH), conductividad, cloro residual libre, cloruros, dureza total, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro total y manganeso total.	Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> .

Fuente: elaboración propia.

- Programa de análisis complementario

“Este programa debe realizarse al menos una vez previo a autorizar la distribución o consumo de agua, o cuando sea requerido por la autoridad competente”.⁵

Los análisis para control de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para un programa de análisis complementario, son los siguientes.

⁴ COGUANOR NTG 29001. Especificaciones: Agua para consumo humano (agua potable). p 5.

⁵ Ibíd.

Tabla II. **Análisis físico-químico y análisis microbiológico para un programa de análisis complementario**

Análisis físico-químico	Análisis microbiológico
Programa de análisis mínimo, aluminio, cobre, arsénico, cadmio, cianuro, cromo total, mercurio total, plomo, selenio, cinc, sólidos totales disueltos y sustancias orgánicas (plaguicidas) que afecten la salud del consumidor.	Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> .

Fuente: elaboración propia.

Es importante conocer los conceptos de límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP), dado que interpretan los parámetros que determinan la calidad del agua. La norma COGUANOR NTG 29001 establece las siguientes definiciones.

- Límite máximo aceptable (LMA)

“Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor”.⁶

- Límite máximo permisible (LMP)

“Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para consumo humano”.⁷

⁶ COGUANOR NTG 29001. Especificaciones: Agua para consumo humano (agua potable). p 5.

⁷ Ibíd.

1.1.3. Parámetros de calidad del agua

La vigilancia y control de calidad del agua para consumo humano es una de las actividades de suma importancia para realizar la detección, predicción y prevención de contaminantes en el cuerpo de agua, con el fin de minimizar los casos de enfermedades transmitidas por el consumo de agua. Además, de suministrar agua sanitariamente segura que no represente riesgo alguno hacia sus consumidores; por lo tanto, es necesaria la evaluación de la calidad física, química y microbiológica.

Es importante conocer los riesgos de enfermedades causadas por microorganismos patógenos al consumir agua contaminada con heces humanas o de animales. Sin embargo, aunque el agua a suministrar presente condiciones aptas para su consumo, los consumidores deben tener el hábito de la higiene personal y doméstica para reducir los riesgos de enfermedades. Ahora bien, respecto de la presencia de sustancias químicas en el agua, presentan riesgos a la salud a largo plazo debido a las concentraciones detectadas y periodos de exposición. Asimismo, la evaluación de las características físicas determina sensorialmente la aceptación o rechazo del agua, aunque la ausencia de dichos efectos sensoriales no garantiza la inocuidad del suministro de agua.

1.1.3.1. Obtención y preservación de muestras

La calidad del agua se determina mediante su análisis físico, químico y microbiológico; pero antes de realizar dichos análisis, se debe conocer el procedimiento para la obtención y preservación de la muestra.

Al momento de realizar el muestreo se busca obtener una parte representativa del cuerpo de agua u objeto de estudio. Una vez obtenida la muestra se debe transportar en una hielera, en caso fuera necesario, y almacenar en un refrigerador u otro utensilio que tenga como fin conservar las características propias de la muestra para su análisis posterior.

- Tipos de muestras
 - Muestra simple o puntual

Este tipo de muestra se utiliza cuando se obtiene de un cuerpo de agua en un lugar, tiempo y circunstancia específica. También se puede obtener cuando la composición de la fuente presenta características isotrópicas, es decir, que a través del espacio y tiempo posee características constantes en todas las direcciones, y la variación de su calidad no es significativa.

Las muestras simples o puntuales se recomiendan utilizarlas para el muestreo de suministro de agua potable, aguas superficiales directamente en los nacimientos, los cuales deben realizarse durante la época seca y época de lluvia. Ahora bien, si la composición del cuerpo de agua varía en el tiempo, se debe realizar el muestreo en intervalos de tiempo, donde se registra la extensión, frecuencia y duración de las variaciones. Mientras, si varía la composición del cuerpo de agua en el espacio más que en el tiempo, se debe tomar las muestras en puntos convenientes.

- Muestras Compuestas

La muestra compuesta se define como la combinación de muestras simples o puntuales obtenidas en el mismo punto de referencia durante

diferentes tiempos y tiene como objetivo determinar las concentraciones promedio que sirven para estimar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales.

- Muestras integradas

Las muestras integradas consisten en mezclar muestras simples o puntales tomadas simultáneamente en diferentes puntos. Este tipo de muestras se puede utilizar en circunstancias donde un cuerpo de agua varía su composición a lo largo o ancho del mismo, como por ejemplo ríos o corrientes, donde se recomienda realizar muestreos integrados para representar varios puntos de la sección transversal.

- Control y vigilancia del muestreo, preservación y análisis

La integridad, confiabilidad y precisión del análisis en resultados se basa en el proceso de control y vigilancia del muestreo, preservación y análisis. Para realizar dicho proceso adecuadamente, se deben cumplir las siguientes actividades:

- Monitoreo de las condiciones de toma de la muestra
- Preservación de la muestra
- Codificación de la muestra
- Transporte de la muestra
- Análisis de la muestra

Brevemente, se indicarán los principales aspectos durante el control y vigilancia de la muestra:

- Etiquetas: son etiquetas adhesivas que deben colocarse al recipiente de la muestra antes de realizar el muestreo. Su objetivo es identificar la muestra con la siguiente información: número de muestra, nombre del recolector, fecha, hora y lugar de la recolección y preservación realizada.
- Sellos: tienen como objetivo prevenir alteraciones realizadas luego de la toma de la muestra, además, estos deben ser rotos solamente por el personal de laboratorio. Los recipientes de muestreo deben ser sellados con papel autoadhesivo y deben llevar la siguiente información: el mismo número de muestra que el de la etiqueta, nombre del recolector, fecha y hora de muestreo.
- Libro de campo: sirve para llevar un registro de las muestras realizadas y toda la información pertinente, de tal manera que pueda reconstruirse el evento. Se requiere como mínimo el nombre y dirección del representante de la empresa, localización de la estación de muestreo, tipo de muestra, número y volumen de muestras realizadas, nombre del recolector, fecha, hora y lugar de la recolección y preservación realizada.
- Registro del control y vigilancia de la muestra: la información que se requiere para el control y vigilancia de las muestras, debe contener el número de muestras, firma del recolector responsable, fecha y hora del sitio de muestreo, firmas del personal participante durante el control, vigilancia y posesión de las muestras y fechas correspondientes.

- Formato de solicitud de análisis: la muestra debe llegar al laboratorio con una hoja de solicitud de análisis y el recolector completa la información del libro de campo. Mientras que el personal de laboratorio debe colocar la siguiente información en el formato: nombre de la persona que recibe la muestra, número de muestras, fecha de recepción y los análisis que realizará.
- Entrega de la muestra en el laboratorio: luego del muestreo, las muestras deben ser transportadas lo más pronto posible, con un máximo de dos días, con el fin de evitar cualquier alteración de la misma.
- Recepción y registro de la muestra: la persona que recibe la muestra debe inspeccionar la condición del sello de la muestra, comparar que la información de la etiqueta y el sello sean la misma con el formato del control y vigilancia. Luego, le asigna un código para el acceso al laboratorio y la guarda en el cuarto de almacenamiento para que posteriormente sea analizada por el analista de laboratorio. Una vez en el laboratorio, el personal del mismo será el encargado del cuidado y vigilancia de la muestra.
- Muestras fisicoquímicas y bacteriológicas

Se recomienda realizar las siguientes actividades para la toma de muestra de los análisis fisicoquímicos:

- En el caso en que la toma se toma de un grifo se debe dejar libre el paso del agua durante 5 minutos para evitar agua retenida en las tuberías.

- Si el agua de la muestra no se toma de un grifo verificar que el agua este completamente mezclada para mayor representatividad.
- Llenar y vaciar tres veces el recipiente con el agua de muestra y luego llenar el recipiente con la muestra hasta el tope para evitar dejar aire atrapado en su interior y evitar alteraciones de la muestra durante el transporte. La muestra para análisis fisicoquímicos debe ser al menos de 1 litro.

Se recomienda realizar las siguientes actividades para la toma de muestra para los análisis microbiológicos:

Toma de muestra de un sistema de distribución:

- Limpiar la boquilla del grifo con la ayuda de un algodón con alcohol.
- Se flamea la boquilla del grifo con un mechero de alcohol durante un minuto.
- Dejar libre el paso del agua durante 3 minutos para evitar agua retenida en las tuberías.
- Se abre el frasco de vidrio previamente esterilizado, se remueve el tapón de vidrio con la cubierta de papel *kraft*, teniendo cuidado durante su manipulación, se recolecta la muestra de agua y se deja un espacio libre aproximadamente de 1,2 centímetros. Se cierra el recipiente de la muestra con el tapón de vidrio asegurándolo con la cubierta de papel *kraft* y el nudo de cáñamo.
- Finalmente las muestras se llevan al laboratorio y si no es posible llevarla con prontitud, se almacena en una hielera a una temperatura entre 0° C a 10°C, teniendo cuidado con el agua de

hielo para que no tenga contacto con las muestras, y así evitar contaminar la muestra de agua.

Toma de muestra de un río o reservorio:

- Se destapa el recipiente de muestra exactamente como un sistema de distribución a diferencia de que se llena el recipiente sumergiéndolo 20 centímetros con la boca contra la corriente.
- Continuar las instrucciones de transporte mencionadas anteriormente en los sistemas de distribución.

Toma de muestras de un pozo:

- Se destapa el recipiente de muestra exactamente como un sistema de distribución a diferencia que este se llenará sumergiéndolo completamente dentro del pozo con el cuidado de no tocar ninguna de sus paredes.
- Continuar las instrucciones de transporte mencionadas anteriormente en los sistemas de distribución.

1.1.3.2. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos

- **Parámetros físicos**

Los parámetros físicos son aquellos que determinan la calidad del agua mediante sus características físicas, las cuales pueden ser percibidas por los sentidos, tales como la temperatura, olor, sabor, turbiedad, color, potencial óxido-reducción y sólidos (suspendidos, disueltos, sedimentables o totales).

A continuación se describe el significado sanitario y el método de análisis de los parámetros físicos.

- Color: la coloración del agua se presenta por algunas razones habituales producidas por la presencia del hierro y manganeso coloidal o en solución, la materia orgánica, taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. Estos a su vez generan una renuencia natural por parte de los consumidores para beber tales aguas. Para realizar dichos análisis se utiliza el colorímetro.
- Olor: se analiza mediante una evaluación organoléptica que se encuentra en función del umbral y tipo de olor de la muestra. La mayoría de sustancias olorosas son de naturaleza orgánica formada por elementos químicos como el hidrógeno (H), carbono (C), nitrógeno (N), oxígeno (O) y azufre (S). También, entre las más comunes se encuentra la materia orgánica en solución, ácido sulfhídrico (H_2S), cloruro de sodio (NaCl), sulfato de sodio (Na_2SO_4), sulfato de magnesio ($MgSO_4$), hierro (Fe), manganeso (Mn), fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, entre otros.
- Turbiedad: este parámetro es importante en los sistemas de abastecimiento de agua potable, principalmente por los aspectos estéticos, filtrabilidad y desinfección. En cuanto al aspecto estético, toda agua potable debe ser libre de turbiedad, dado que si en el agua se presenta, se asocia automáticamente a aguas contaminadas por drenajes y los peligros en la salud que involucra. Igualmente, la filtración a medida que aumenta el grado de turbiedad incrementa la dificultad de filtrado y el costo. Así

mismo, el proceso de desinfección se encuentra altamente relacionado con el cloro u ozono, y para lograr mayor efectividad, este debe tener contacto entre el agente y el organismo. La turbiedad se analiza mediante el uso del turbidímetro.

- Conductividad eléctrica: la conductividad tiene como objetivo transportar la corriente eléctrica del agua y depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se realice el análisis, por lo que cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, generan alteraciones en la conductividad. La conductividad eléctrica permite conocer una estimación rápida del contenido de sólidos disueltos. El método para realizar dichos estimaciones se realiza mediante los electrodos de conductividad eléctrica.
- Potencial de hidrógeno: es conocido con el término de pH que expresa la concentración del ion-hidrógeno e indica si la solución presenta un estado ácido o alcalino. Para realizar las estimaciones de pH se hace uso del potenciómetro. A medida que disminuyen los valores de pH se incrementan el estado ácido, es decir de cero a siete, y a medida que aumentan los valores de pH se incrementa el estado alcalino, es decir, entre siete a catorce. Entre los procesos involucrados con el pH y los sistemas de abastecimiento de agua potable se encuentra la coagulación, desinfección, ablandamiento del agua y control de corrosión.
- Sólidos: la medición de sólidos se refiere a medir mediante los electrodos de sólidos la cantidad del material sólido presente en

las sustancias líquidas y semilíquidas, que van desde agua potable hasta aguas contaminadas, aguas residuales, residuos industriales y lodos producidos en procesos de plantas de tratamiento. Dentro de los sólidos se encuentran los sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos y sólidos volátiles o sólidos fijos.

De acuerdo a la norma COGUANOR NTG 29001, las características físicas deben contener los siguientes valores.

Tabla III. **Características físicas para el agua potable**

Características Físicas	LMA	LMP
Color	5,0 u	35,0 u ^(a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT ^(b)
Conductividad eléctrica	750 μ S/cm	1500 μ S/cm ^(d)
Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5 ^{(c)(d)}
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L
(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto (b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). (c) En unidades de pH (d) Límites establecidos a una temperatura de 25°.		

Fuente: Norma Técnica Guatemalteca. *COGUANOR NTG 29001: Agua para consumo humano. Especificaciones.* p. 6.

- **Parámetros químicos**

Las características químicas son las concentraciones de sustancias que afectan al ambiente o a la salud, entre los parámetros a analizar para determinar la calidad del agua se encuentra el cloro residual libre, cloruros dureza total, sulfatos, aluminio, calcio, cinc, cobre, magnesio, manganeso total y

hierro total. A continuación se dará una breve explicación del significado sanitario de algunos parámetros químicos.

- Cloro residual libre: en los sistemas de abastecimiento de agua potable el objetivo principal es prevenir la transmisión de enfermedades mediante el uso del agua. La desinfección es un proceso que está en función del tiempo de contacto y concentración del desinfectante con el fin de eliminar los organismos dañinos en el agua. Actualmente, al decir cloro residual libre también se refiere al cloro, ácido hipocloroso e ion hipoclorito, y las cloraminas son llamadas cloro residual combinado.
- Cloruros: los cloruros están presentes en el agua en distintas concentraciones, normalmente aumentan a medida que aumentan el contenido mineral. En sistemas de suministro de agua potable en zonas montañosas los niveles de cloruros son bajos, mientras que en aguas superficiales o aguas subterráneas poseen valores más altos y en zonas costeras los valores de concentración son mucho más altos debido a la evaporación parcial del agua. En las excretas humanas, principalmente en la orina, presenta una cantidad de cloruros similar a los consumidos en alimentos y agua. Aunque los cloruros en concentraciones razonables no sean tan dañinos para los consumidores, valores arriba de 250 mg/L NaCl generan un sabor salado al agua y puede ser un factor cuestionable.
- Dureza: tanto agua dura como agua blanda pueden satisfacer el consumo humano, sin embargo, las aguas duras requieren mayor

cantidad de jabón para producir espuma y generan incrustaciones en la superficie de contacto en calderas, calentadores, tuberías de agua caliente o cualquier dispositivo que aumente la temperatura del agua. La dureza se expresa en mg/L de CaCO_3 . La dureza total se determina mediante la dureza por calcio y la dureza por magnesio, siendo de dos tipos carbonatada y no carbonatada. Para eliminar la dureza se pueden realizar tratamiento con cal, carbonato de sodio o intercambiadores catiónicos.

- Sulfato: los sulfatos son uno de los aniones más frecuentes en las aguas naturales en distintas concentraciones, tales como los sulfatos de sodio y de magnesio poseen un efecto laxante, principalmente en menores, por lo que los valores deben ser menores a 250 mg/L de SO_4^- . Además, las concentraciones altas de sulfatos forman incrustaciones en los dispositivos que aumentan la temperatura del agua y en aguas residuales se genera ácido sulfhídrico (H_2S), ocasionando sensibilidad al mal olor; similar al huevo podrido, producción de gas tóxico que puede causar daños físicos o muerte al personal de mantenimiento de alcantarillas, producción de gas explosivo con concentraciones del 4 % al 46 % y ataque al concreto por producción de ácido fuerte (H_2SO_4) a causa de la oxidación del ácido sulfhídrico por ciertas bacterias.
- Hierro y manganeso: El hierro y el manganeso originan más inconveniente para los sistemas de abastecimiento de agua potable proveniente de aguas subterráneas, en el hipolimnion anaerobio de lagos estratificados y en algunas aguas superficiales. La coloración del agua con el hierro y el manganeso

solubles se da a causa de la exposición con el aire, modificándolas a aguas turbias.

- El hierro y el manganeso producen tinciones en la ropa, accesorios de plomería, incrustaciones en tuberías y crecimiento de bacterias en los sistemas de distribución. Las bacterias del hierro se conocen como *Crenothrix*, *Leptothrix*, *Galionella* y las bacterias del manganeso son las *Sphaerotilus*, *Leptothrix*, que causan altas demandas de cloro; aunque se sabe que el hierro y el manganeso no producen efectos dañinos en la salud, sí genera problemas organolépticos en cuanto al sabor, dado que a bajas concentraciones producen un sabor metálico y en caso fueran concentraciones mayores deben ser analizadas para elegir el tratamiento de aguas más adecuado, el control durante la purificación del agua y como desvanecer la presencia de bacterias en los sistemas de distribución.

La norma COGUANOR NTG 29001 establece los límites máximos admisibles y los límites máximos permisibles para el consumo de agua potable.

Tabla IV. **Características químicas para el agua potable**

Características Químicas	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre ^(a)	0,5	1,0
Cloruro (Cl ⁻)	100,0	250,0
Dureza total (CaCO ₃)	100,0	500,0
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	100,0	250,0
Aluminio (Al)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinc (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe) ^(b)	0,3	-----

Continuación de la tabla IV.

- | |
|--|
| a) El límite máximo admisible y el límite máximo permisible del cloro residual es estimado según sea el caso, por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. |
| b) La Organización Mundial de la Salud no sugiere un valor para el límite máximo permisible dado que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano. Sin embargo, los valores superiores al límite máximo admisible pueden afectar el gusto y apariencia del agua. |

Fuente: Norma Técnica Guatemalteca. *COGUANOR NTG 29001: Agua para consumo humano. Especificaciones.* p. 7.

- **Parámetros microbiológicos**

La presencia de microorganismos durante el análisis microbiológico es la que determina la calidad del agua, por lo tanto la norma COGUANOR NTG 29001, indica los microorganismos presentes en el agua y el límite máximo permisible.

Tabla V. **Características microbiológicas para el agua potable**

Microorganismos	Límite Máximo Permisible
Agua para consumo directo (Coliformes totales y <i>E. coli</i>)	No deben ser detectables en 100 ml de agua.
Agua tratada que entra al sistema de distribución (Coliformes totales y <i>E. coli</i>)	No deben ser detectables en 100 ml de agua.
Agua tratada en el sistema de distribución (Coliformes totales y <i>E. coli</i>)	No deben ser detectables en 100 ml de agua.

Fuente: Norma Técnica Guatemalteca. *COGUANOR NTG 29001: Agua para consumo humano. Especificaciones.* p. 10.

El análisis bacteriológico del agua es de vital importancia para los suministros de agua potable, dado que las bacterias y virus son la principal fuente de transmisión de enfermedades. Además, la mayoría de bacterias

proviene del contacto con el aire, el suelo, minerales, animales o plantas vivas o en estados de descomposición y excretas. Algunas de las enfermedades producidas por causas hídricas pueden ser de origen bacterial, por protozoos patógenos o por virus.

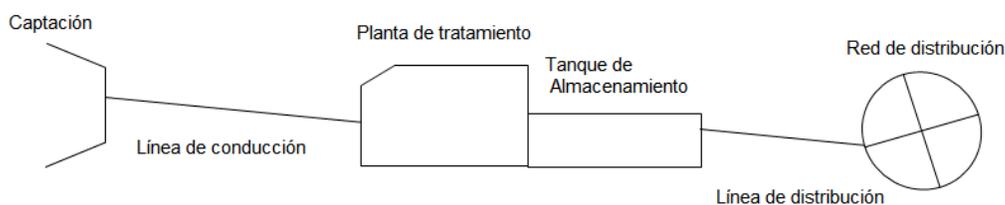
La presencia de coliformes en el agua es un indicador de contaminantes proveniente de excretas humanas, tanto como de animales o mediante la erosión de los suelos.

1.2. Elementos básicos que integran un sistema de abastecimiento de agua potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potable son un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua potable, brindando un servicio de calidad, cantidad, continuidad y costo razonable. Por lo tanto, estos sistemas conllevan al mejoramiento de condiciones de vida, salud y desarrollo de la población beneficiada.

Los sistemas de agua están constituidos por los siguientes componentes:

Figura 1. Componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

1.2.1. Captación

La captación puede darse de diferentes formas, ya sea por aguas atmosféricas, aguas superficiales o aguas subterráneas.

- Captación de aguas atmosféricas
 - Captación de agua de lluvia

La captación de aguas atmosféricas es utilizada en zonas donde el acceso a aguas superficiales y aguas subterráneas es muy limitado, ya sea por sus altos costos o técnica poco viable. El agua de lluvia puede ser de buena calidad sin embargo, es un recurso temporal y, por tal razón, requiere de un almacenamiento adecuado.

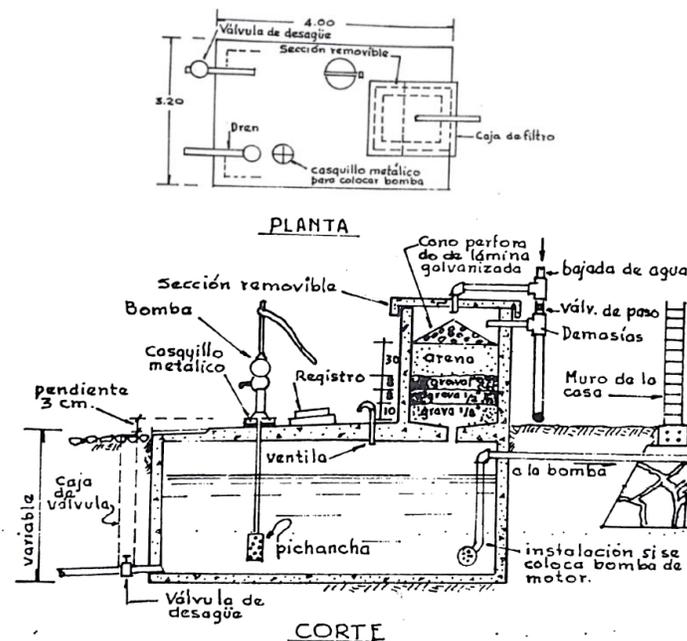
La captación consiste en captar el agua de lluvia sobre los techos mediante una canaleta y un tubo de bajada que transporta el agua hacia el depósito o aljibe.

Para lograr una captación adecuada, se recomienda lo siguiente:

- Que las canaletas y tubo de bajada sean material inoxidable como asbesto-cemento, plástico, acero galvanizado y otros.
- Si el agua será de uso potable, el aljibe debe llevar un filtro de arena y cada vez que se utilice se debe desechar el primer uso de agua, para lavar la superficie.
- El aljibe debe estar libre de grietas para evitar fugas y accesos de polución; además, debe contar con una cubierta impermeable para evitar la entrada de contaminantes.

- Debe llevar un filtro con capas de grava de 1/2", 1/4", 1/8" y una capa de arena. El espesor de cada capa será de 10 centímetros.
- La forma de extracción del agua será mediante fuerzas gravitatorias si la topografía lo permite o mediante el uso de una bomba.
- El aljibe debe estar alejado de cualquier fuente de contaminación tales como drenajes, letrinas sanitarias, fosa séptica, pozo negro, entre otros, como mínimo 25 metros.
- Realizar análisis bacteriológicos y realizar desinfección del agua mediante la cloración.⁸

Figura 2. Captación de agua de lluvia



Fuente: LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 62.

⁸ LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 60 - 61.

- Captación de aguas superficiales

- Ríos

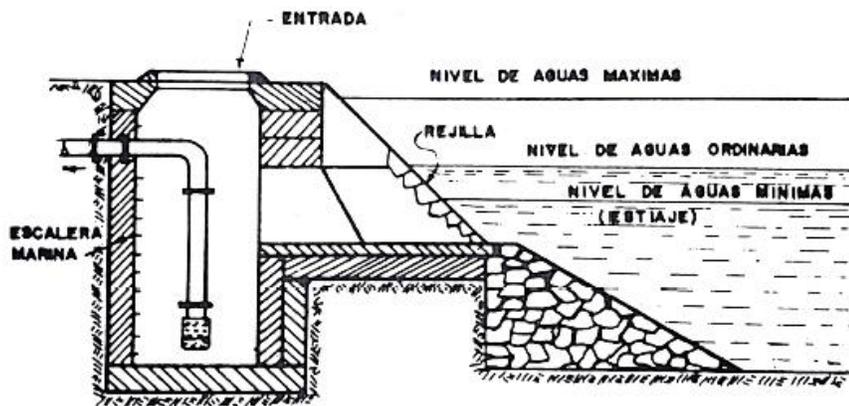
La forma de obtener agua de ríos o arroyos depende de las características hidráulicas tales como su régimen fluvial, caudal, velocidad y pendiente. También, depende de la topografía, uso y tipo de suelo, nivel mínimo, nivel máximo, zonas de inundación, entre otros. Estos factores determinan el tipo de obra de captación a seleccionar para el sistema de agua.

La captación para aguas superficiales requiere de las siguientes condiciones:

- La bocatoma debe estar colocada en un tramo libre de erosión y fuentes de contaminación.
- El conducto de la toma estará situado a un nivel inferior al del nivel mínimo de agua y en la boca deberá llevar una rejilla con una separación entre barras de 3 a 5 centímetros con el fin de evitar la entrada de materiales flotantes. La velocidad entre barras será de 0,10 m/s a 0,15 m/s.
- La velocidad en el interior del conducto debe ser al menos 0,60 m/s para evitar obstrucciones y el límite máximo será según las características del agua y tipo de material del conducto.
- Las aguas superficiales mayormente se contaminan por actividades humanas, por lo tanto, el uso de ellas requiere

de procesos de potabilización, aumentado el costo de utilizarlas.⁹

Figura 3. Captación directa de río



Fuente: LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 62.

- Lagos y Lagunas

La toma de agua se debe elegir en un punto lejos de la orilla y de desembocaduras de corrientes y sedimentos. Sin embargo, el agua suministrada de lagos y lagunas de Guatemala, se encuentran con índices de contaminación debido a que en ellas desembocan aguas contaminadas por el ser humano y el uso de la misma requiere de procesos de tratamiento.

⁹ LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 61 - 64.

- Captación de agua subterránea

- Agua de manantial

El agua de manantial proviene de pozos superficiales cuya agua proviene de un estrato acuífero compuesto de piedra caliza fragmentada, arena o grava. El agua de esta fuente es recomendable por su alta calidad sin embargo, deben protegerse de escurrimientos superficiales de cualquier tipo de contaminación. Si su uso será de consumo humano debe cumplir con los análisis bacteriológicos, y en caso no cumplieran, el agua debe filtrarse con arena y grava, y seleccionar la desinfección más adecuada. Se describirá con mayor detalle en el capítulo dos, definiciones y especificaciones de componentes (obras de arte) típicos en sistemas de abastecimiento de agua potable.

- Aguas freáticas

Las aguas freáticas se representan porque están a presión atmosférica y no se encuentran confinadas, dado que el flujo de agua circula por el medio poroso. La captación de aguas freáticas se capta mediante pozos excavados, pozos drenantes, pozos Ranney o galerías filtrantes.

Pozos excavados: a estos pozos también se le conoce como pozos a cielo abierto o someros, es decir pozos de poca profundidad. Si se tiene un pozo circular se recomienda que posea un diámetro de al menos 1,50 metros y si es rectangular que el lado menor tenga como mínimo 1,50 metros. Normalmente, estos pozos poseen una profundidad entre 10 y 20 metros, eventualmente mayores a los 25 metros. Si se tiene un estrato permeable y la pared del pozo es de concreto se debe realizar perforaciones según lo indique el estudio granulométrico, y en caso no hubiera se harán perforaciones de 2,5 centímetros a 5 centímetros, sin un orden en especial a una distancia entre 15 centímetros a

25 centímetros, de centro a centro. Para pozos de mampostería, tabique o piedra se seguirán las recomendaciones anteriores y se dejarán los espacios sin juntar en el estrato permeable.¹⁰

Además, los pozos excavados a mano deben ser ubicados aguas arriba de cualquier fuente de contaminación, zonas no inundables o de escurrimiento de agua superficial, y estar localizados al menos una distancia de 20 metros de letrinas sanitarias, tanque séptico, pozos de absorción y cualquier otro fuente contaminante.

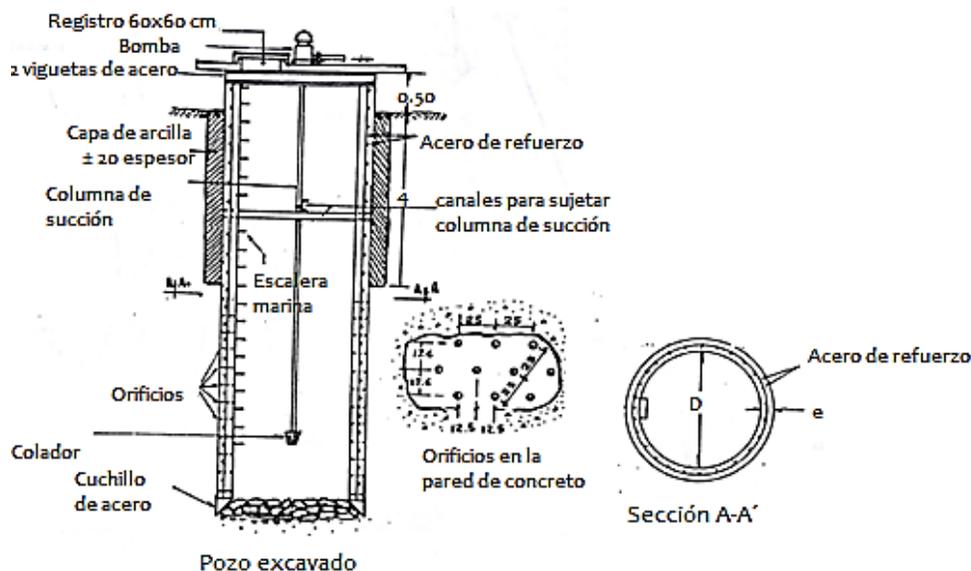
En cuanto a su construcción se recomienda las siguientes condiciones:

- En el sitio de la captación debe garantizar el corrimiento libre del flujo para reducir el riesgo de obstrucción.
- La cubierta del pozo debe ser una losa de concreto reforzado, provista de una tapa de inspección y su respectivo cierre hermético. Dicha cubierta de pozo estará sobre un brocal sólido de al menos 80 centímetros de alto, y dicha cubierta debe sobresalir al menos 20 centímetros sobre el suelo.
- Cuando en la zona de la captación exista la probabilidad de derrumbes se recomienda encamisar el pozo con tubería de concreto.
- El diámetro mínimo del pozo sea de 0,90 metros con el fin de facilitar el mantenimiento.
- Los pozos excavados en época seca deberán tener al menos un manto de 1,5 metros, el nivel antes de extraer el

¹⁰ LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 74 - 79.

agua se deberá restituir en un máximo de 12 horas y el caudal mínimo será estimado en función de la población a servir.¹¹

Figura 4. **Pozo excavado a mano**



Fuente: LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 80.

Pozos radiales: entre los más típicos se encuentra el pozo Ranney, el cual es un pozo central armado con diámetro mínimo de 4 metros y espesor de pared de 0,45 metros, cuyo fondo posee una solera de concreto armado. Del fondo del pozo a 1,20 metros se dejan orificios en la pared del pozo para introducir horizontalmente tubos perforados de 30 a 80 metros de longitud con la ayuda del mecanismo del gato hidráulico. Estos tubos perforados poseen una

¹¹ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 36.

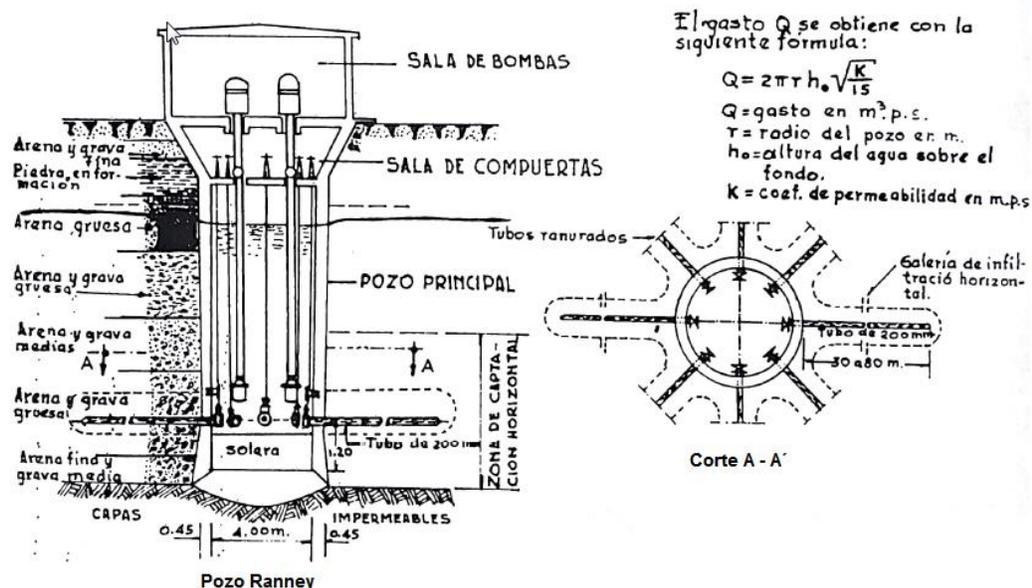
punta patentada en uno de sus extremos con el fin de lograr mayor habilidad durante la penetración en los orificios de la pared del pozo. Los pozos Ranney se caracterizan por los siguientes principios:

- Poseen la capacidad de filtrar grandes acuíferos.
- Extracción artificial de la arena propia de la capa del acuífero.
- En el caso se cierren algunos tubos se puede controlar el caudal del pozo.
- Las paredes del pozo actúan de manera impermeable dado que el pozo funciona como recolector de aguas.

En cuanto al material de los tubos perforados son de acero con un espesor de 8 milímetros, diámetro externo de 21,6 centímetros y ranuras de 9 x 37,5 milímetros, cada tramo posee una longitud de 2,50 metros y la punta esta taladrada con ranuras más grandes para el acceso de arenas y gravas de menor tamaño, la velocidad en el tubo perforado debe ser entre 6 mm/s o 12 mm/s y en el pozo de 1 m/s a 2 m/s. La zona de captación alrededor del pozo posee un diámetro entre 1,50 metros a 2,50 metros, según sea el tamaño del a capa filtrante debajo del lecho del río. En cuanto utilidad de captación los pozos Ranney poseen un rendimiento hidráulico de la capa acuífera de 70 % a 90 % mientras que un pozo ordinario 25 % a 30 %, permitiendo caudales de 200 l/s a 400 l/s y en pozos cercanos a ríos 750 l/s a 1150 l/s.¹²

¹² LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 85 - 86.

Figura 5. Pozo Ranney



Fuente: LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 87.

Puyones: es un sistema de captación de aguas freáticas que bajo condiciones ideales capta pequeñas cantidades de agua, aproximadamente 1 l/s y es utilizado únicamente cuando el medio es permeable arenoso y superficial. Los puyones son una serie de tubos hincados en el terreno que se conectan a un tubo múltiple, este a su vez se conecta a la succión de la bomba. En cuanto a los tubos deben poseer diámetros de 1" a 2", longitud entre 4 a 5 metros y los tubos perforados deben ser protegidos por una malla a lo largo de su longitud con el fin de evitar obstrucciones durante la perforación y proteger la bomba de la arena extraída.

Galerías de infiltración: son tubos horizontales que tienen como objetivo interceptar y recolectar agua subterránea, a través de las perforaciones del

tubo, el cual se encuentra rodeado de material graduado colocado en el acuífero. Se describirá con mayor detalle en el capítulo dos, definiciones y especificaciones de componentes (obras de arte) típicos en sistemas de abastecimiento de agua potable.

- Aguas artesianas

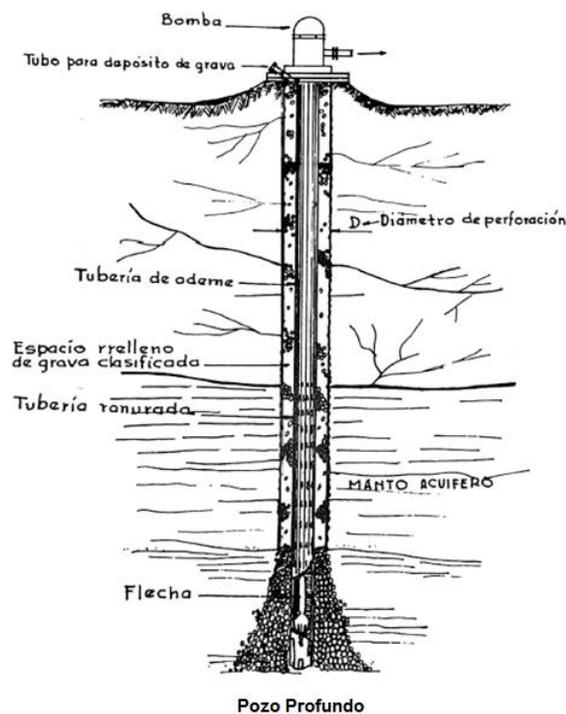
Pozos profundos: provienen de agua subterránea muy remota que se encuentra en acuíferos confinados y por su origen antiguo poseen la capacidad de mantener su nivel piezométrico constante, por lo tanto ofrecen un rendimiento constante y uniforme, por tal razón los pozos profundos son utilizados para suministros de agua donde existe fuertes concentraciones demográficas.

Las características de un pozo profundo son las siguientes:

- Diámetros de 14” a 30”.
- Profundidades entre 30 metros y 650 metros, incluso existen más profundos.
- El ademe será de acero con diámetros entre 10” a 24”. En muchas ocasiones los ademes varían su diámetro desde la superficie de la tierra hasta el acuífero. Durante la perforación se hace unos 4” a 6” mayor que el diámetro del ademe con el fin de rellenar ese espacio con grava.
- Al final del tubo del ademe, en la parte donde tenga contacto con el acuífero se ranura para el acceso del agua.
- El sitio de perforación del pozo será de acuerdo a los estudios geohidrológicos y/o geofísicos.
- Una vez terminada la construcción del pozo se debe limpiar el barro y todo el material caído durante la perforación,

mediante la succión de la bomba. Luego, se procede a efectuar el aforo mediante un bombeo continuo de 72 horas, dichos resultados y el registro eléctrico para medir la profundidad del acuífero servirán para crear el gráfico de gasto versus abatimiento que determinara el caudal de explotación. El nivel estático es el nivel del agua del pozo cuando no ha habido extracciones durante un tiempo mientras que el nivel dinámico es el nivel del agua cuando se está utilizando la bomba.¹³

Figura 6. Pozos profundos



Fuente: LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 90.

¹³ LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 88 - 92.

1.2.2. Conducción

La conducción es el conjunto de dispositivos que transportan el agua de la captación hasta el tanque de almacenamiento, planta de tratamiento o distribución. La conducción puede ser por gravedad mediante tuberías, canales abiertos o cubiertos y por bombeo mediante el uso de tuberías.

- Conducción libre (canales)

Las características que representan la conducción libre es que la superficie libre del canal se encuentra a presión atmosférica y coincide con la línea piezométrica, el área de la sección transversal está en función de su tirante hidráulico y otros parámetros, el agua se mueve por medio de las fuerzas gravitatorias y presentan coeficientes de rugosidad variados, predominando las rugosidades mayores. Además, el agua transportada por medio de canales generalmente se le conoce como agua cruda, es decir que requiere de un proceso de potabilización.

Para las conducciones libres, se recomienda lo siguiente:

En secciones circulares se utilizará un diámetro mínimo de 6" y en secciones no circulares se utilizará el equivalente, velocidad de 0,4 m/s a 0,5 m/s, se consideran pérdidas por evaporación, filtración, fugas, entre otros. Se utilizará la ecuación de Manning para determinar las variables hidráulicas de un flujo uniforme y diseño de cajas de inspección.¹⁴

¹⁴ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 41.

Tabla VI. **Valores de rugosidad dados por Horton para el uso de fórmulas de Kutter o Manning**

Tipo de Canal	n
Tierra, rectos y uniformes	0.025
Roca, lisos y uniformes	0.033
Roca con salientes y sinuosos	0.040
Revestido de concreto	0.014 a 0.016
Mampostería con cemento	0.020 a 0.025

Fuente: LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 94.

Tabla VII. **Valores de pendiente**

Tipo de Canal	m
Tierra	1.30
Con paredes lisas de concreto	0.16
Con paredes de canto rodado o roca con salientes	0.46
Con paredes mixtas	0.55

Fuente: LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. p. 94.

- Conducción forzada (tuberías)

En cuanto al comportamiento de las tuberías se puede apreciar que el fluido ejerce una presión sobre el contorno de la misma, posee un área constate y el agua se mueve por acción de la presión ejercida por la bomba y generalmente su superficie es menos rugosa.

Para las conducciones forzadas, se recomienda lo siguiente:

- El diámetro de la conducción está en función de las características hidráulicas y económicas del diseño, debe poseer un diámetro mínimo de $\frac{3}{4}$ ".
- La velocidad está comprendida entre 0,4 m/s y 3 m/s.¹⁵
- Requerimientos mínimos de colocación de la línea de conducción
 - La tubería debe ser colocada a una profundidad mínima de 0,60 metros a la cota superior del tubo. En caso fuera terreno de uso agrícola la profundidad mínima será de 0,80 metros y en caminos, urbanización o pasos de vehículos de carga la profundidad mínima será de 1,20 metros.
 - En terrenos inclinados se recomienda proteger la tubería de posibles deslaves mediante la construcción de muros o túneles secos.
 - Toda tipo de anclaje en la conducción requiere de análisis estructural para determinar el dimensionamiento y refuerzo de la obra; además, debe ir indicado en los respectivos planos y especificaciones.
 - En cuanto a los puntos más bajos y en cruce de cuerpos de agua se puede colocar tubería aérea, que cumpla con la seguridad estructural y sanitaria.
 - El uso de válvulas se utilizará de acuerdo a los puntos topográficos de la línea de conducción, en puntos bajos se colocarán válvulas de limpieza y en puntos altos se colocarán válvulas de aire, en puntos donde la presión sea alta se utilizarán válvulas reguladoras de presión con el fin de aliviar la presión.

¹⁵ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 41.

- Se colocarán cajas rompe-presión con el fin que la máxima presión estática no exceda la presión de trabajo de la tubería.
- Se colocarán cajas distribuidoras de caudal según sea el diseño de la línea de conducción con el fin de distribuir el caudal por medio de verdaderos. Mientras que las cajas unificadoras de caudal tienen el objeto de unificar caudales.¹⁶

1.2.3. Plantas de tratamiento

Las plantas de tratamiento de agua potable son un conjunto de obras que tienen por objeto la remoción de materia contaminante y la potabilización del agua. Generalmente, dichas plantas están formadas por flocuradores, tanque de sedimentación, filtros, tanques de almacenamiento o distribución.

El diseño de una planta de tratamiento debe garantizar un proceso eficiente y económico. Por lo tanto, se requiere de un estudio de ingeniería, basado en la calidad del agua cruda y la elección adecuada de los procesos y operaciones de potabilización para proporcionar agua sanitariamente segura.

A continuación se describen algunas consideraciones generales de diseño de plantas de tratamiento:

- No existen plantas de tratamiento típicas, dichas plantas varían de acuerdo a la calidad del agua cruda y del diseño propio de cada una.
- La calidad del agua potable depende significativamente del proceso de potabilización, sin embargo, para lograr mayor

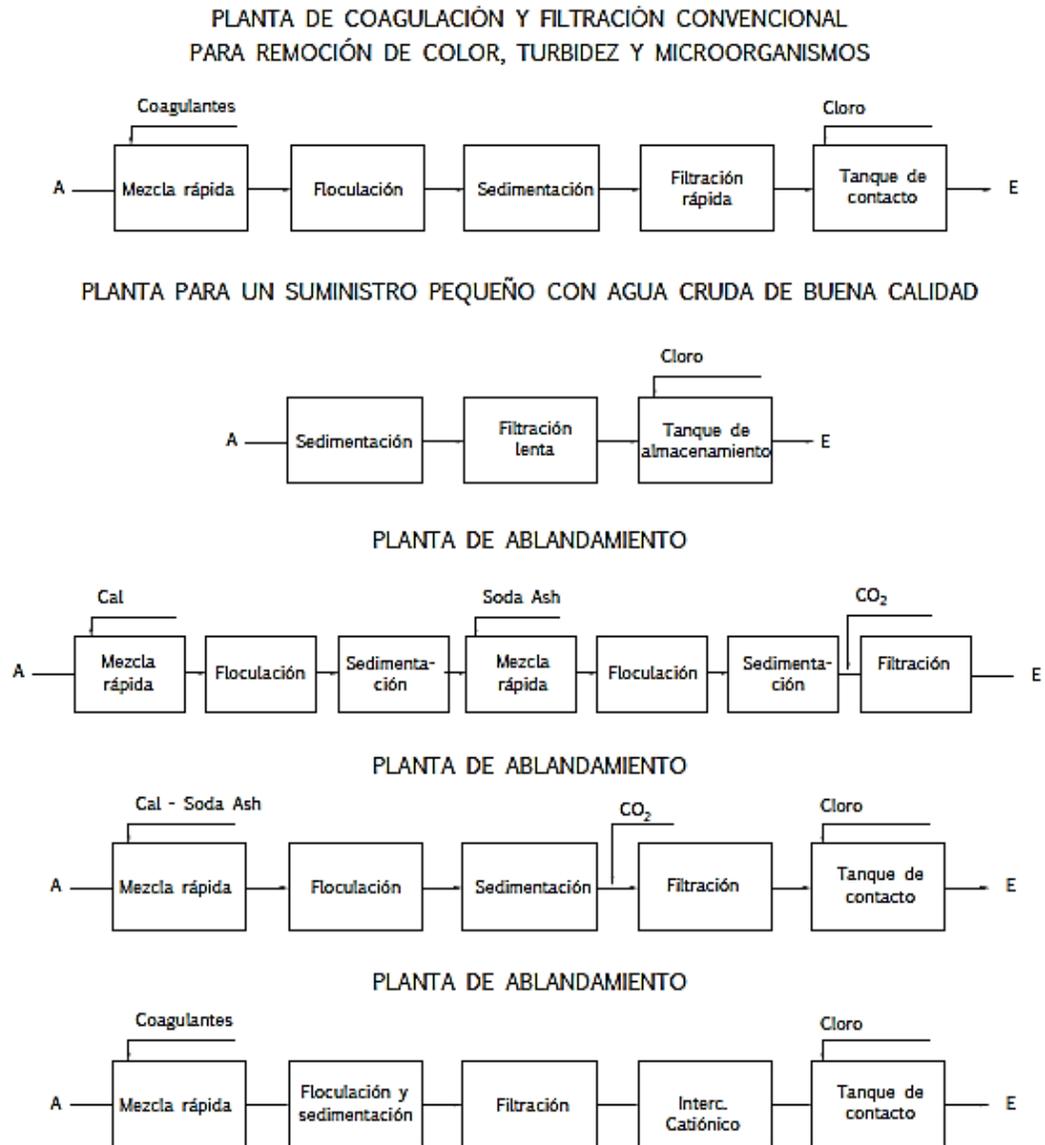
¹⁶ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 41.

efectividad se debe diseñar adecuadamente la captación y distribución del sistema.

- El ingeniero diseñador de la planta de tratamiento debe estar en pleno conocimiento de las leyes vigentes del agua.
- Si no existe información suficiente de la calidad de la fuente, además de las muestras y análisis, se puede obtener información de otras plantas en operación de fuentes similares del área.
- Se debe proteger la captación de cualquier fuente de contaminación.
- La capacidad representativa de diseño de una planta de tratamiento es generalmente mayor que la demanda máxima diaria proyectada para el periodo de diseño.
- La elección del periodo de diseño debe considerar ciertos factores tales como, la vida útil de la estructura y el equipo, facilidad de expansión, tasa de crecimiento del área a servir, tasa de interés sobre los préstamos, valor de la moneda durante el periodo de endeudamiento y operación de la estructura y equipos durante los primeros años.
- La planta de tratamiento debe poseer uno o más unidades con el fin que durante el mantenimiento no se restrinja el servicio de suministro de agua potable.
- La construcción de la planta de tratamiento debe ser funcional, económica y durable, dado que dichas plantas sobrepasan el periodo de diseño y continúan en funcionamiento.¹⁷

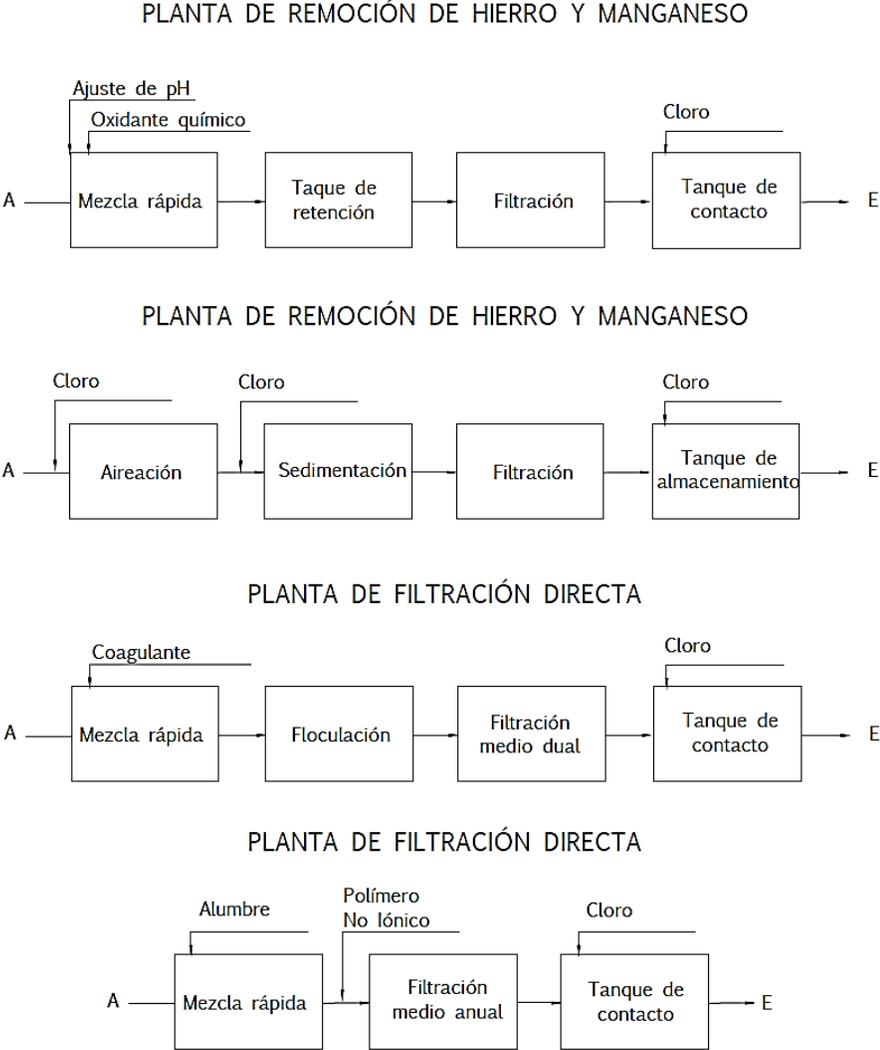
¹⁷ ROMERO ROJAS, Jairo. *Purificación del agua*. p. 21 - 22.

Figura 7. Diagramas de flujo de planta de potabilización



Fuente: ROMERO, Jairo. *Purificación del agua*. p. 23.

Figura 8. Continuación diagramas de flujo de planta de potabilización



Fuente: ROMERO, Jairo. *Purificación del agua*. p. 24.

1.2.4. Almacenamiento

Los tanque de almacenamiento sirven para almacenar el agua ya potabiliza para luego colocarla en la red de distribución. Dado que, los tanques de almacenamiento también son utilizados para tanque de distribución, deben

asegurar la demanda máxima horaria esperada en la red de distribución y proveer de una reserva para casos donde el servicio sea interrumpido. Se describirá con mayor detalle en el capítulo dos, definiciones y especificaciones de componentes (obras de arte) típicos en sistemas de abastecimiento de agua potable.

1.2.5. Red de distribución

La red de distribución es la unidad final de los suministros de agua potable que conducen el agua tratada a los consumidores. Es el conjunto de tuberías y obras que garantizaran el abastecimiento hasta los lugares de consumo.

Para el diseño de redes de distribución, se recomienda lo siguiente:

En redes de distribución

- Para población en general se utilizará el método de gradiente hidráulico, considerando los valores límites entre 10 metros columna de agua y 60 metros columna de agua.
- En cuanto a la velocidad del agua en tuberías es de 0,60 m/s y 3 m/s. Se puede utilizar el método de Hardy–Cross simultáneamente con métodos computarizados para verificación del cálculo. En el caso del uso de Hardy–Cross se permite un máximo del 1 % de caudal total que entra a la red para el cierre de circuitos.
- Para estimaciones preliminares en distribuciones abiertas se puede utilizar el método de secciones, el método de Bustamante u otro método que sea comprobado.
- La red de distribución se deben diseñar circuitos cerrados y en el caso fueron ramales abiertos deben partir de la tubería principal y

cumplir con las presiones de servicio, además, deben terminar en conexiones domiciliarias, servicio públicos, o caso especial, en puntos muertos con válvulas de limpieza.

- Proveer el diseño de la red de distribución para futuras ampliaciones.

Presiones

- La presión de servicio para una red de distribución, se considerará a la menor altura de las viviendas en medios rurales, una presión mínima de 10 metros y una máxima de 60 metros.
- Se debe chequear la calidad de las válvulas, uniones, accesorios cuando el sistema esté en servicio y la presión hidrostática supere los 60 metros, con el fin de evitar fugas.

Obras de arte en la red de distribución

- Las válvulas de control serán tipo compuerta con el objeto de aislar un tramo, sin dejar fuera de servicio una extensión de red, para futuras reparaciones y mantenimiento. Se recomienda utiliza una válvula de control cada 20 viviendas.
- Las válvulas reguladoras de caudal serán de tipo globo y se utilizarán cuando el diseñador considere necesario.
- Las válvulas de limpieza se colocarán en punto bajos de la red, dichos caudales serán conducidos a un zanjón, sin ocasionar daños o inundaciones.
- Las válvulas reguladoras de presión servirán para aliviar la presión en tuberías y artefacto sanitarios.

- La caja rompe-presión tiene como fin disminuir la cota piezométrica en un punto de un tramo específico, dicho punto es el punto de referencia y donde inicia el nuevo diseño.
- Se colocarán cajas distribuidoras de caudal según sea el diseño de la línea de conducción con el fin de distribuir el caudal por medio de vertederos. Mientras que las cajas unificadoras de caudal tienen el objeto de unificar caudales.¹⁸

¹⁸ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 47.

2. DEFINICIONES Y ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES (OBRAS DE ARTE) TÍPICOS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

En este capítulo se abordan los componentes típicos en los sistemas de abastecimiento de agua potable tales como la captación de brote definido, captación de galería de infiltración, caseta de bombeo para bomba sumergible, caja unificadora de caudal, caja distribuidora de caudal, caja rompe-presión, caja rompe-presión con válvula de flote, caja para válvulas, paso aéreo, paso de zanjón, hipoclorador, tanque de distribución y conexión domiciliar.

2.1. Captación de brote definido

El agua de manantial es un brote natural de agua subterránea que primordialmente se encuentra en terrenos montañosos, por tal razón sus aguas poseen una alta calidad, siempre y cuando la captación sea protegida sanitariamente, con el fin de aislarla del medio ambiente y de todo tipo de contaminación. (Ver apéndice 3, plano típico de captación de brote definido).

Las fuentes de agua y sus componentes deben estar localizadas en sitios alejados de origen de contaminación a una distancia horizontal mínima de 15 metros, en condiciones ideales del terreno, y si la fuente está ubicada pendiente abajo requiere como mínimo una distancia de 300 metros, con el fin de evitar fuentes de contaminación, como lo son las letrinas sanitarias, pozos ciegos, drenajes, entre otros. Así mismo, en terrenos de grava gruesa, piedra caliza, roca desintegrada u otro material poroso no se recomienda su uso ya que permiten el movimiento de agua a través de ellos, por lo tanto, si se utiliza dichos suelos

debe impermeabilizarse el terreno o analizar el proceso de potabilización adecuado. Las fuentes situadas en zanjones o depresiones no deben utilizarse ya que son susceptibles a anegamientos.¹⁹

- Especificaciones técnicas

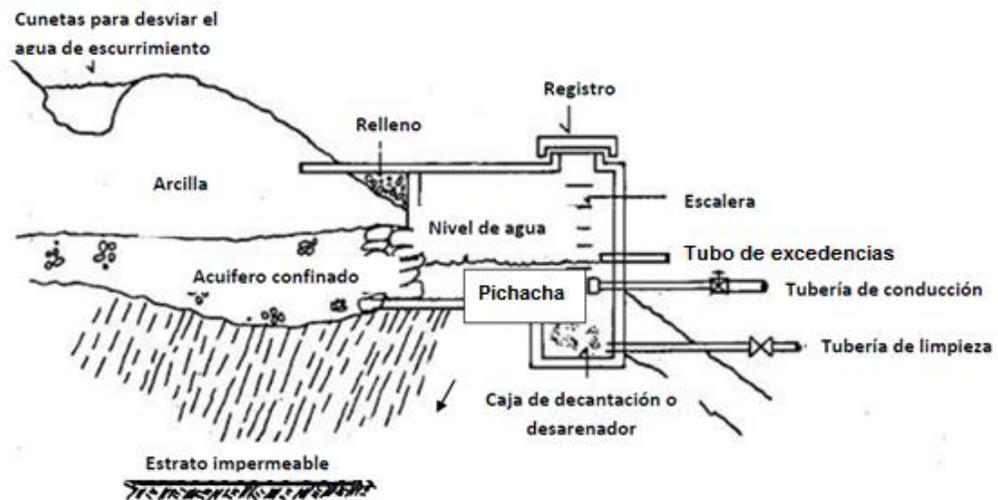
La captación para agua de manantial, requiere de las siguientes condiciones:

- La construcción de la captación debe asegurar el flujo del brote de agua en un taque de recolección, el cual debe ser construido con material impermeable y su debida protección sanitaria.
- Se debe colocar una cuneta interceptora contracuneta para evitar el acceso de aguas de escorrentía, a una distancias mínima de 7 metros.
- La obra de captación debe protegerse con un cerco para evitar el acceso de personas y animales
- La pichacha debe estar colocada 10 centímetros por debajo del nivel del agua en su cota superior con el objetivo de evitar el ingreso de aire a la tubería.²⁰

¹⁹ Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales de abastecimiento*. p. 11- 12.

²⁰ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 34.

Figura 9. Agua de manantial proveniente de un acuífero superficial



Fuente: Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 34.

Las especificaciones técnicas para la captación de brote definido, indica lo siguiente:

- La tubería que conduce el agua de la galería a la caja de captación debe diseñarse en base al caudal máximo que proporciona la fuente.
- Debe captarse la totalidad del agua del acuífero y para evitar la recarga en la captación debe colocarse un rebalse con diámetro de 4", a un mínimo de 5 centímetros debajo de la cota más baja del brote del manantial. Además, el desfogue del rebalse será protegido con una rejilla de agujeros de 1/4" de diámetro.

- La excavación debe realizarse hasta encontrar el estrato impermeable.
- Se debe realizar una zanja de drenaje interceptor para proteger y evitar infiltraciones de agua superficial. Esta zanja estará al menos 7 metros de la captación.
- La contracuneta debe ser revestida.
- Sello sanitario de concreto con espesor de 8 centímetros.
- La grava a utilizar será de ½", 3" y piedra bola de 6" a 10".
- Viga 0,20x0,20, 4 hierros de 3/8" de diámetro y estribos de ¼" de diámetro a cada 20 centímetros, sin embargo queda a criterio del constructor.²¹

Tabla VIII. **Especificaciones de brote definido**

Material	Especificaciones
Mampostería de piedra	Piedra bola 60 % Mortero 40 % Mortero: sabieta con proporción de mezcla cemento y arena: (1:2)
Concreto	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Proporción de mezcla cemento, arena y piedrín: (1:2:3)
Muros	Muros de mampostería de piedra debe ser impermeabilizado con sabieta de con proporción de cemento y arena: (1:2), y su debido alisado.
Losas	La losa de concreto debe dársele un desnivel del 1 % hacia los lados y la superficie será con cernido de cemento y arena en proporción de (1:2).
Refuerzo	$Fy = 280 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p.133.

2.2. Captación galería de infiltración

Las galerías de infiltración consisten la captación de aguas freáticas mediante un tubo perforado de concreto, rodeado de material graduado

²¹ Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p. 133.

colocado en el acuífero. (Ver apéndice 3, plano típico de captación de galería de infiltración).

- Especificaciones técnicas

La captación de galerías de infiltración, requiere de las siguientes condiciones:

- Se construyen con tuberías según sea la capacidad requerida, las tuberías se colocan a junta perdida o serán perforadas con el fin de captar el caudal requerido. Se realizará una granulometría y características de calidad del acuífero, luego se colocará el material graduado alrededor del tubo en capas de 20 centímetros de grava de $\frac{3}{4}$ ", 15 centímetros de grava fina y 15 centímetros de arena gruesa lavada. Durante el diseño debe considerarse el número de perforaciones, diámetros, posiciones de los agujeros y tipo de tubo.
- El agua captada será almacenada mediante un depósito cubierto.
- Debe llevar una capa impermeable y drenajes en la superficie con el fin de la protección sanitaria.
- La velocidad máxima de ingreso del agua por los orificios será de 0,05 m/s y la velocidad mínima dentro de la tubería será de 0,60 m/s.
- Durante el diseño hidrogeológico se debe considerar la pendiente de la superficie del terreno y del estrato del agua, dado que las galerías de infiltración tienen como función interceptar y recolectar agua del acuífero.
- El terreno debe tener facilidad de drenar agua superficial hacia afuera.

- Las galerías de infiltración deben excavarse a una profundidad mínima de 3 metros y una distancia mayor de 15 metros de la orilla de ríos y lagos, si las condiciones topográficas lo permiten.²²

2.3. Caseta de bombeo para bomba sumergible

Es una estructura que se elabora con el fin de albergar y proteger el equipo de bombeo, sus accesorios y tableros de mando, para la elevación del agua. La caseta debe permitir un espacio adecuado para el movimiento, en relación al montaje, desmontaje, entrada y salida de equipo. Además, la caseta se ubicará en relación a las estaciones de bombeo y los pozos.

Una bomba sumergible requiere de una caseta de bombeo para alojar los circuitos y tableros de control, el generador y válvulas de accionamiento de la línea de impulsión. (Ver apéndice 3, caseta de bombeo para bomba sumergible).

- Especificaciones técnicas
 - Todos los accesos a la sala de bombas debe situarse a un mínimo de 1 metro por encima de nivel máximo del pozo de succión, si fuera el caso.
 - Si la sobre elevación del piso de la sala de bombas es menor de 1 metro con relación al nivel máximo de agua en el pozo de succión, el asentamiento de la misma deber ser construido para una instalación sujeta a inundación.

²² Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 35.

- La sala de bombas debe estar prevista de bombas de drenaje, en el caso en que el piso de la sala de bombas estuviera por debajo del nivel máximo de agua en el pozo de succión.
- La superficie de la sala de mando debe ser diseñada con una buena distribución y minimizando los costos de construcción.
- La instalación eléctrica de la caseta de bombeo debe estar prevista de interruptor de chuchillas con seguros, tablero de flipones, arrancador magnético, botonera, guardanivel del pozo y guardanivel al tanque.²³

Así mismo, se recomienda lo siguiente:

- La cimentación será de cimiento corrido de 0,20x0,30 metros con dos hierros de 3/8" de diámetro y eslabones de 3/8" a cada 15 centímetros.
- La solera de humedad será de 0,15x0,20 metros de 4 hierros de 3/8" de diámetro y estribos de 1/4" a cada 20 centímetros.
- La solera intermedia será de 0,10x0,15 metros y llevara 2 hierros de 3/8" de diámetro y eslabones de 1/4" a cada 20 centímetros.
- La solera de corona será de 0,15x0,20 metros con 4 hierros de 3/8" de diámetro y estribos de 1/4" diámetro a cada 20 centímetros.
- La viga solera será de 0,15x0,20 metros con 6 hierros de 3/8" de diámetro y estribos de 1/4" diámetro a cada 15 centímetros.
- Las columnas serán de 0,15x0,15 con 4 hierros de 3/8" de diámetro y estribos de 1/4" diámetro a cada 20 centímetros y 0,15x0,15 con 2 hierros de 3/8" de diámetro y eslabones de 1/4" diámetro a cada 20 centímetros.²⁴

²³ Organización Panamericana de la Salud. *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*. p. 32.

²⁴ Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p. 133.

2.4. Caja unificadora de caudales

Las cajas unificadoras de caudales tienen como función unificar caudales en sitios donde existen varias fuentes de abastecimiento, o bien cuando la fuente seleccionada no cumple con el caudal necesario para la población y requiere de unir varias fuentes por medio de un tanque unificador o caja unificadora de caudales.

Las caja unificadora de caudales cuenta con las tuberías de entrada, tubería de rebose, tubería de drenaje y la tubería de conducción. Además, debe tener una tapa movable que no permita la entrada de animales, insectos o agua superficial en su interior. La tubería de salida debe estar al menos 10 centímetros sobre el fondo y las tuberías de entrada deben estar en la parte superior. (Ver apéndice 3, plano típico de caja unificadora de caudales de 1 m³ de concreto reforzado).

- Especificaciones Técnicas
 - La caja de captación, unificadora de caudal, distribuidora de caudal y para válvulas, serán construidas de concreto o mampostería de piedra según sea las especificaciones en planos. Además, cada caja deber contener su respectiva tapa de concreto o metal, y un candado de seguridad.²⁵

Así mismo, se recomienda lo siguiente:

²⁵ Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones generales y técnicas de construcción*. p. 113.

- El diámetro de la tubería de rebalse será mayor que el diámetro de la tubería de entrada y el diámetro mínimo será de 2”.
- La resistencia del concreto será de 3Ksi.
- La resistencia del acero será de 40Ksi.²⁶

2.5. Caja distribuidora de caudales

La caja distribuidora de caudales sirve para distribuir los caudales según sea la demanda de los diferentes puntos de consumo, mediante el uso de vertederos o pantallas con agujeros. Este tipo de obra se utiliza cuando la fuente dispone de suficiente agua para abastecer varias comunidades, el agua es transportada mediante la línea de conducción hasta llegar al punto de distribución, en el cual se construye una caja distribuidora de caudal con el fin de distribuir por diferentes tuberías el caudal necesario para cada comunidad. (Ver apéndice 3, plano típico de caja distribuidora de caudales de 2 vertederos de concreto reforzado).

Ciertas cajas distribuidoras de caudal poseen dos cámaras, divididas por vertederos o pantallas con agujeros para distribuir la cantidad de agua necesaria. La primer cámara proviene directamente de la conducción y sirve para tranquilizar y almacenar el agua, mientras que la segunda cámara es dividida por los vertederos o pantallas con agujeros que se encargan de realizar la distribución, además en dicha cámara se encuentran las tuberías de conducción. “Las bocas de salida deben estar como mínimo 10 centímetros sobre el fondo y tener drenajes para su limpieza”.²⁷

²⁶ Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p. 133.

²⁷ LAGOS, Oscar. *Obras de arte en sistemas de abastecimiento de agua potable*. p. 32.

- Especificaciones Técnicas
 - Serán construidas de concreto o mampostería de piedra, sueltas o acopadas, según sea las especificaciones en planos.
 - Cada caja deber contener su respectiva tapa de concreto o metal, y un candado de seguridad.²⁸

Así mismo, se recomienda lo siguiente:

- La caja distribuidora de caudal estará en función del número de vertederos y la distribución de caudales solicitada.
- La resistencia del concreto será de 3000 lb/pg².
- La resistencia del acero será de 40 Ksi.²⁹

2.6. Caja rompe – presión

Las cajas rompe–presión son colocadas en las líneas de conducción en puntos donde la presión estática es igual o superior a la presión de trabajo de la tubería. Dichas cajas tienen como objetivo reducir la presión del agua en la tubería, a la presión atmosférica. (Ver apéndice 3, plano típico de caja rompe–presión de 1m³ de mampostería).

- Especificaciones Técnicas
 - En obras de arte la presión dinámica de llegada máxima será de 5 metros columna de agua.

²⁸ Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones generales y técnicas de construcción*. p. 113.

²⁹ Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p. 133.

- Se pueden utilizar cajas rompe-presión en líneas de conducción y en ramales abiertos.
- En casos donde se requiera mantener la presión alta, debida a la topografía del lugar, tales como depresiones, y no es posible el uso de cajas rompe presión, dado que el agua no llegaría por gravedad al punto deseado, por lo tanto, se debe cambiar la tubería por una tubería de mayor presión de trabajo.³⁰

Así mismo, se recomienda lo siguiente:

- Todas las cajas deberán estar provistas de sus respectivas válvulas de entrada y de salida.
- Serán construidas de concreto o mampostería de piedra, según sea las especificaciones en planos. En el caso fueran de mampostería de piedra deben llevar un 60 % de piedra, 40 % de sabieta de cemento y arena de rio con la siguiente proporción, (1:2). Si la caja es de mampostería de ladrillo deberá ser impermeabilizada mediante un repello de cemento.
- El diámetro de la tubería de rebalse debe ser mayor que el diámetro de la tubería de entrada, diámetro mínimo es de 2”.
- La tapadera debe ser hermética.
- La resistencia del concreto será de 3 Ksi.
- La resistencia del acero será de 40 Ksi.³¹

Tambien, se recomienda lo siguiente:

³⁰ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 35.

³¹ Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p. 133.

- La salida del agua deberá estar al menos 10 centímetros sobre el fondo de la caja.
- En su interior deberá tener un tabique tranquilizador con el fin de prevenir turbulencias y posibles entradas de aire a la tubería.
- La tubería de entrada debe terminar en un tubo perforado en posición vertical con el fin de disipar la carga con la que entra el agua; además, también se le puede colocar una válvula de flote en la entrada.³²

2.7. Caja rompe – presión con válvula de flote

La válvula de flote es instalada dentro de la cajas rompe – presión en las líneas de distribución con el fin de evitar el desperdicio de agua, dado que la válvula de flote indica cuando el nivel máximo ha sido alcanzado durante el llenado de la caja rompe – presión. (Ver apéndice 3, plano típico de caja rompe–presión con válvula de flote de 1m³ de mampostería).

- Especificaciones Técnicas
 - Las dimensiones mínimas para la caja rompe – presión será de 0,65x0,50x0,80 metros libres. Asegurando, el manejo adecuado del flotador y demás accesorios.
 - Las válvulas de flotador de 13 milímetros deben diseñarse para una carga menor a 40 metros columnas de agua y para diámetros mayores la carga estática menor 60 metros columna de agua, además, deben tener una válvula de globo en la entrada.³³

³² LAGOS, Oscar. *Obras de arte en sistemas de abastecimiento de agua potable*. p. 29.

³³ Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales de abastecimiento*. p. 38.

2.8. Caja para válvulas

Las cajas para válvulas son estructuras construidas de concreto o de mampostería de piedra o ladrillo tayuyo, que tienen como función proteger las válvulas. Las válvulas sirven para controlar el flujo de agua en los sistemas de agua, aislar tramos de una sección de una línea, aliviar presiones, limpieza de sedimentos, impulsión y extracción de aire en tuberías, entre otros. A continuación se describirán algunas válvulas en los sistemas de suministro de agua potable. (Vera anexos, plano típico de cajas para válvulas de Ø 2" a 4").

- Las válvulas serán colocadas sobre un anclaje de concreto y el suelo del soporte de la válvula será de lecho arenoso.
 - Las cajas de concreto tendrán una resistencia de 210 kg/cm².
 - Las tapaderas de las cajas tendrán una resistencia de 210 kg/cm².
 - El recubrimiento de las tapaderas para cajas de concreto o mampostería será de 4 centímetros.
 - La resistencia del acero de refuerzo será de grado 40 Ksi.
 - En el caso de cajas de mampostería de piedra las paredes se construirán con el 60% de piedra y 40% de sabieta de cemento y arena de río con la siguiente proporción, (1:2).
 - Si la caja se construye con mampostería de ladrillo, las paredes serán de la ladrillo tayuyo de sogá.³⁴
-
- Válvula de aire

Las válvulas de aire son colocadas en los puntos altos de la conducción y sirven para eliminar el aire desplazado durante el llenado de la línea y el aire

³⁴ Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p. 133.

producido cuando disminuye la presión. (Ver apéndice 3, plano típico de instalación de válvulas de aire, limpieza y compuerta).

Las cajas para válvulas de aire deben estar protegidas de contaminantes, animales y humanos que perjudiquen el funcionamiento de la misma. Además, poseen ventilación para que el aire que entre a la tubería no contamine el sistema y cuando se extraiga el aire de la tubería no aumente la presión en la caja. Es importante la extracción del aire de la tubería, ya que puede llegar a causar daños en la línea tales como, la interrupción del flujo mediante el estrangulamiento de la sección o la ruptura de la tubería.

- En el caso que la válvula de aire introduzca y extraiga aire, el diámetro nominal será del 12 % del diámetro de la línea de conducción. Si el valor calculado resulta menor que el diámetro mínimo comercial, se utilizará este último.
 - Para tuberías principales de diámetro menor a 4" se utilizarán válvulas de aire de ½" de diámetro.
 - En todo punto alto de la conducción se puede instalar válvulas de aire, ventosas o chimeneas.
 - Todas las válvulas deben estar sobre una base adecuada de concreto y protegidas mediante una caja que garantice la operación, mantenimiento y seguridad sanitaria.³⁵
-
- Válvula de limpieza

Las cajas para válvulas de limpieza son construidas de concreto o mampostería de ladrillo, y son colocadas en los puntos bajo de la líneas.

³⁵ Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. p.34.

Además, las válvulas de limpieza tienen como función extraer la arena y sedimento que se deposita en los puntos bajos del perfil. (Ver apéndice 3, plano típico de instalación de válvulas de aire, limpieza y compuerta).

- En el caso de líneas de conducción se colocarán válvulas de limpieza en puntos bajos de sifones, dado que tienden a acumular sedimentos. Si la conducción es menor de 2", el diámetro de la purga sera igual al de la conducción y si el diámetro de la conducción es mayor de 2", el diámetro de purga será de 2".³³
 - En líneas de conducción mayores a 2 kilómetros, deberán instalarse válvulas de limpieza en el tramo inicial, intermedio y final.
 - En el caso de la red de distribución también se colocará válvulas de limpieza en puntos bajos de la red, extrayendo los caudales hacia cloacas o zanjones, teniendo en cuenta evitar daños o anegamientos.
 - Las válvulas en la red de distribución será tipo compuerta.³⁶
- Válvula de control

Las válvulas de control se utilizan en la red de distribución para reparaciones y mantenimiento, mediante el aislamiento de un tramo de la línea, permitiendo no dejar gran extensión de la red fuera de servicio.

- Se recomienda una válvula de control por cada 20 viviendas.³⁶

³⁶ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 44 y 49.

- La localización de las válvulas debe garantizar el aislamiento de tramos para no perjudicar gran extensión de la red cuando se lleve a cabo reparaciones o mantenimiento.³⁷
- Válvula de compuerta

La válvula de compuerta tiene como objeto abrir o cerrar el flujo de agua en un sistema de agua. Estas válvulas están formadas por el cuerpo, sección desmontable, compuerta, vástago y volante. Poseen un mecanismo de funcionamiento mediante un disco o compuerta, que es operado por medio de un vástago. Dichas válvulas no son para regular el flujo, por lo tanto, deben estar completamente abiertas o cerradas, con el fin de evitar el desgaste del asiento y compuerta de la válvula. (Ver apéndice 3, plano típico de instalación de válvulas de aire, limpieza y compuerta).

- El cuerpo, la sección desmontable y la compuerta deben ser de bronce. Además, debe cumplir la norma ASTM B – 62 (*American Society of Testing Materials*), especificación estándar para piezas de fundición de metal de bronce onza de composición.
- Las roscas deben estar libres de imperfecciones, sin orillas irregulares y será construidas de acuerdo a las especificaciones ASPT (*American Standard for Piping Test*).
- Las válvulas con diámetros menores a 4" serán de extremos roscados, y deben cumplir con las especificaciones ASPT (*American Standard for Piping Test*).
- Las válvulas mayores de 4" serán de acople con brida plana roscada asegurada por pernos, con cuerpo de hierro fundido.

³⁷ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 44.

- Para tuberías principales de diámetro menor a 4" se utilizarán válvulas de compuerta de ½" de diámetro.³⁸
- Válvula de alivio

La válvula de alivio protege los sistemas de bombeo y tiene como función equilibrar el golpe de ariete mediante la regulación automática de la presión. Comúnmente están constituidas por cuerpo, sección desmontable, diagrama y mecanismo de descarga.

- El cuerpo y sección desmontable serán de bronce de acuerdo a la norma ASTM (*American Society of Testing Materials*).
 - Todas las partes de las válvulas pueden ser intercambiables con otras válvulas, siempre y cuando sean del mismo tipo y tamaño.
 - Deben poseer una resistencia inicial mínima de presión de 17,60 kg/cm² o 250 PSI.
 - Se recomienda colocar válvulas de alivio como auxiliar.³⁹
- Válvula de paso

Se utilizan en las conexiones domiciliarias para interrumpir o permitir la circulación rápida del flujo. La válvula de paso es constituida por cuerpo, sección desmontable y cono horadado. Generalmente, se instalan en conexiones domiciliarias, conexión predial o llena cántaros.

- Debe ser de bronce según las especificaciones ASTM (*American Society of Testing Materials*).

³⁸ Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones generales y técnicas de construcción*. p. 128.

³⁹ *Ibíd.*, p. 129.

- El cono exterior debe finalizar con un tornillo de cabeza cuadrada para que permita el uso del vástago durante la operación de la válvula.
 - Las roscas serán realizadas sin imperfecciones de acuerdo a la norma ASTM (*American Society of Testing Materials*) o ANSI (*American National Standards Institute*).
 - La válvula debe trabajar satisfactoriamente a una presión de trabajo de 10,50 kg/cm² o 150 PSI.⁴⁰
- Válvula reguladoras de presión

Las válvulas reguladoras de presión sirven para aliviar las presiones altas en puntos de la línea de conducción, evitan daños a la tubería y artefactos sanitarios, y protegen de sobrecargas al sistema de agua. Dichas válvulas deben utilizarse en casos adecuados dado a su alto costo y dificultad de uso.

- Válvula de retención

La válvula de retención normalmente se utiliza para líneas de bombeo, además, es la encargada del paso del flujo, en caso se quiera la circulación del fluido se abre la válvula y en caso contrario se invierte la circulación y cierra el paso del fluido.

- Válvula de globo

La válvula de globo se utiliza en la redes de distribución para regular los caudales a distribuir, también se pueden emplear en conexiones domiciliarias.

⁴⁰ Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones generales y técnicas de construcción*. p. 128.

En cuanto al desgaste por uso tienen mayor resistencia las válvulas de globo que las válvulas de paso.

2.9. Paso aéreo y paso de zanjón

Los pasos aéreos y paso de zanjón se utilizan cuando las condiciones topográficas no permiten enterrar la tubería, por tal razón es necesario el uso de los mismos. Los pasos aéreos se utilizan para salvar una depresión del terreno o atravesar un río, mientras que los pasos de zanjón salvan una depresión menor. Durante su construcción se deben evaluar aspectos ambientales del terreno y el diseño estructural de los componentes. (Ver apéndice 3, planos típicos de paso aéreo y pasos de zanjón).

- Especificaciones Técnicas
 - Los pasos aéreos deben asegurar estabilidad y seguridad sanitaria.
 - Se utilizará tubería de hierro galvanizada con sus respectivos anclajes.
 - El diseño de los pasos aéreos debe cumplir con la seguridad estructural tales como cargas vivas, cargas muertas, cargas de viento, cargas de sismo, esfuerzo por variaciones de temperatura, entre otros.⁴¹

Así mismo, se recomienda lo siguiente:

⁴¹ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 42 y 43.

- Los pasos aéreos sean construidos con soportes de concreto armado, mampostería de piedra o metal, y las vigas serán construidas de concreto, metal, o cables de acero para sostener las tuberías.
- Para la fundición de columnas y zapatas la resistencia del concreto será de 210 kg/cm² o 3000 lb/plg² a los 28 días.
- La resistencia del acero de refuerzo será de grado 40 Ksi.
- El cable de alambre será cable de acero de arado mejorado compuesto de 6 cordones de 19 alambres por cordón con alma de acero con un el diámetro indicado según sea su uso.
- Las zapatas y las columnas deben estar al mismo nivel, además las columnas deben estar debidamente alineadas con los muertos de concreto.
- Las dimensiones y refuerzo de la zapata estarán en función del diámetro de la tubería del paso aéreo.
- Las columnas serán de 0,30x0,30 metros con 8 varillas con diámetro de ½” y estribos de 3/8” de diámetro a cada 15 centímetros.
- Según la estructura de los planos típicos para pasos aéreos deberán tener una capacidad de suelo mínima de 15 ton/m².
- El recubrimiento de las columnas será de 4 centímetros y para las zapatas será de 7,5 centímetros, medidos entre el rostro de la barra y la superficie de concreto.
- La base de la mordaza deberá tener contacto con la prolongación del cable.
- El puente es diseñado solamente para el paso de la tubería.
- Se usará dos manos de pintura anticorrosiva para la protección de los ganchos de anclaje

- Los extremos del cable deben ser protegidos con 8 a 10 vueltas de alambre galvanizado.
- Si en caso el terreno tuviera pendiente, la localización del muerto de concreto será establecida con la consideración que el cable debe tener una inclinación con la siguiente relación, 1 vertical y 2 horizontal.
- Tal como lo indica el plano típico de pasos de zanjón del Instituto de Fomento Municipal, si la obra es de mampostería de piedra se utilizará un 60 % de piedra bola, 40 % de mortero, el cual será sabieta de cemento y arena con la siguiente proporción, (1:2). Si la obra será de concreto reforzado el concreto será con una resistencia de 210 kg/cm² o 3000 lb/plg², y la proporción de mezcla será cemento, arena y pedrín (1:2:3), y la resistencia del acero será de 2810 kg/cm² o 40 Ksi, y se utilizan varillas corrugadas.⁴²

2.10. Hipoclorador

El hipoclorador o tanque de cloración tiene como fin la desinfección del agua. Generalmente, la desinfección se utiliza para suministros de agua superficial y agua de lluvia, y en aguas subterráneas en donde la fuente no cumpla con los análisis bacteriológicos. El método más eficaz y económico para la desinfección es mediante la cloración del agua, dichos resultados están en función de la forma en que se encuentre el cloro residual y tiempo de contacto, temperatura y potencial de hidrógeno del agua. Además, la desinfección final para la red de distribución es de suma importancia dado que contiene el cloro residual, el cual su función es prevenir las enfermedades bacterianas que se

⁴² Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p. 133.

puedan producir por la línea de distribución y artefactos sanitarios. (Ver apéndice 3, plano típico de construcción e instalación de hipoclorador).

- Especificaciones Técnicas
 - Los dosificadores deben estar localizados antes de los tanques de distribución.
 - Si existe tubería entre el dosificador y el tanque, la tubería debe colocarse con pendiente ascendente hacia el tanque.
 - El periodo de contacto para cloración simple será de 20 minutos.
 - El periodo de contacto para amonio cloración será de 2 horas.⁴³

2.11. Conexión domiciliar

En la red de distribución existe la línea principal que provee el agua potable hacia diferentes puntos en la red de distribución y la línea secundaria es la encargada de formar parte de las conexiones domiciliarias. También se le conoce como conexión intradomiciliar, que consiste en la instalación de la red interna dentro y fuera de la vivienda; además, dichas instalaciones serán financiadas por el usuario. Generalmente, la red interna está prevista de niples, accesorios, válvulas de paso, medidor y caja de protección. (Ver apéndice 3, plano típico de conexión domiciliar).

- Especificaciones Técnicas
 - Las tuberías y accesorios sanitarios serán de cloruro de polivinilo (PVC).

⁴³ Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales de abastecimiento*. p. 34.

- La válvula de paso y válvula de globo deberán ser de bronce con diámetro de ½", resistir una presión mínima de trabajo de 17,6 kg/cm² o 250 PSI, y contar con roscar hembra en ambos extremos.
- El medidor tendrá un caudal nominal de 3 m³/hora, según el tipo en las disposiciones especiales, el registro será en litros, la transmisión será magnética o mecánica, deberá contar con coladera de plástico o acero inoxidable, cada medidor tendrá sus respectivos conectores de bronce de ½".
- Las cajas serán construidas a las especificaciones y planos típicos.⁴⁴

Respecto a la ejecución de la conexión domiciliar, se recomienda lo siguiente:

- Para efectuar la conexión domiciliar primero se debe realizar una excavación para ubicar la línea de distribución y para la futura instalación de la red interna, se realizará la perforación de la tubería de la red, se realizará la instalación de tubería interna y accesorios, ubicación de valvular y medidor, y la construcción de cajas, por último se realizará el relleno de zanja y reparación de la acera.
- Las conexiones domiciliarias deben ser perpendiculares al alineamiento de las viviendas.
- La conexión domiciliar debe estar bajo el nivel de la banquetta al menos 0,50 metros.

⁴⁴ Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones generales y técnicas de construcción*. p. 125 y 126.

- La perforación del tubo principal y el roscado, deberá realizarse con el equipo necesario, para proteger al tubo y evitar fugas.
- Se construirá una caja para la protección del medidor, la cual debe ser desfondada con una capa de material granular de 10 centímetros.
- La caja del medidor debe estar al mismo nivel de la banqueta, en el caso que no existiera banqueta se deberá construir una losa de 1,10x0,50x0,10 metros e integrar la caja del medidor en ella.
- Durante el relleno de zanjas, se debe compactar en capas máximas de 15 centímetros.⁴⁵

2.12. Tanque de distribución

Los tanques de almacenamiento tienen como objetivo almacenar el agua ya potabilizada, para luego ser colocada en la red de distribución. Además, los tanques de distribución también pueden utilizarse como tanque de almacenamiento, para un correcto funcionamiento se debe chequear que el tanque posea la capacidad adecuada para cumplir las variaciones de consumo, teniendo en cuenta la capacidad de producción de la fuente. También se debe considerar el tamaño del terreno donde se ubicará, el tipo de suelo y condiciones de inundación, conocer la capacidad soporte del suelo para la cimentación y proveer de una tubería de ventilación de al menos 2 pulgadas. (Ver apéndice 3, plano típico de tanque de distribución).

A continuación se describirán algunas generalidades de los tanques de distribución:

⁴⁵ Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones generales y técnicas de construcción*. p. 125 y 126.

- Los tanques pueden construirse en la superficie, semienterrado o elevados, siempre y cuando cumplan con la protección necesaria tales como contracunetas, muros de contención, drenajes tipo francés y otros, para evitar la fuente de cualquier tipo de contaminación, infiltraciones, entre otros.
- Todo tanque de concreto reforzado, mampostería de piedra o concreto ciclópeo deberá cubrirse con una losa de concreto reforzada y prevista de una tapa sanitaria. Dicha tapa sanitaria será de concreto, hermética y con cierre de seguridad con el objeto de acceso para inspección y reparación del tanque.
- El tanque debe tener tubería de ventilación, rebalse y limpieza. Además, requiere de una tubería salida con pichacha colocada a 0,10 metros sobre el nivel del piso del tanque con el fin de que no conduzca los sedimentos.
- En caso que los muros sean de mampostería de piedra en la parte superior del mismo se debe eliminar todo tipo de adherencia posible de la losa.
- Durante la limpieza de los tanques de almacenamiento se recomienda que tenga divisiones interiores que permitan dividir el almacenamiento en varios depósitos con sistemas de interconexión con el fin garantizar el servicio continuo de suministro de agua potable.
- El ingeniero diseñador debe elaborar la memoria de cálculo en la cual hará constar los estudios y demás elementos que consideró para el diseño.⁴⁶

⁴⁶ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 45.

Los tanque de almacenamiento o distribución son elaborados de concreto reforzado, concreto ciclópeo, mampostería de piedra o metal. Se recomienda aprovechar los materiales y mano de obra disponible en el lugar. Las formas de los tanques de almacenamiento pueden ser rectangulares o circulares.

Ahora bien se describirán algunas recomendaciones:

Tanque superficial, semienterrado o enterrado: el área donde se localicen los tanques deben estar aislados mediante un cerco que evite el acceso de personas y animales, el área donde se ubique el tanque de almacenamiento debe estar alejado de cualquier fuente de contaminación, a un distancia y altura conveniente, además la superficie del terreno alrededor del tanque debe tener una pendiente que permita drenar hacia afuera el agua superficial, el fondo del tanque debe estar por encima del nivel freático, y en caso para tanques enterrados deben sobresalir como mínimo 30 centímetros de la superficie del terreno.⁴⁷

Tanques elevados: estos tanques podrán ser de concreto reforzado o de metal, deben considerarse las siguientes condiciones:

- Chequear cual es el nivel mínimo del tanque para proporcionar la presión adecuada en la red de distribución.
- La tubería de rebose debe tener una descarga libre.
- La tubería de salida hacia la línea de distribución debe ingresar al tanque como mínimo 20 centímetros.
- Para vaciar el tanque se requiere de un tubo de desagüe con su respectiva válvula compuerta.

⁴⁷ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 46.

- Se debe instalar como mínimo un aparato de ventilación con su debida protección por cada 30 m² de superficie.
- Se deben instalar escaleras internas y externas a las paredes del tanque, una vez pasado los 1,20 metros de alto. Sin embargo, se sugiere evitar las escaleras fijas dentro del tanque debido a la corrosión natural y del cloro.
- Las escaleras y corredores deben ser protegidos con medidas de seguridad con el fin de evitar accidentes al personal que tenga acceso al tanque.
- Se debe construir una cámara seca para la operación de llaves y válvulas del tanque.
- La tubería de rebose y desagüe no estará conectada a la red de alcantarillado sino deberá tener una descarga libre de al menos 1 metro y siempre buscara un desfogue que no cause erosión, ni cualquier otro inconveniente. Además, las salidas de estas tuberías deben estar protegidas con el fin de evitar el paso de insectos y otros animales.
- Se debe realizar un estudio de mecánica de suelos para su adecuada cimentación.
- El ingeniero diseñador debe realizar una memoria de cálculo donde detalle el cálculo estructural y especificaciones del material a utilizar.⁴⁸

Algunas recomendaciones para tanques de distribución de mampostería:

- La resistencia de concreto a los 28 días será de 210 kg/cm² o 3000 lb/plg².
- La resistencia del acero será de 2810 kg/cm² o grado 40 Ksi.

⁴⁸ Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 46.

- El terreno bajo la losa del piso debe estar apisonado perfectamente.
- El techo tendrá una pendiente de 1 % hacia los lados.
- Los muros los tanques de mampostería de piedra deberán ser impermeabilizados en sus interior mediante una capa de sabieta con la siguiente proporción de cemento y arena (1:2).
- La superficie de las losas de concreto deberán ser cernidas con mortero de cemento y arena.
- Si el tanque es de mampostería tendrá un 60 % de piedra bola y 40 % de sabieta, dicha sabieta será de arena y cemento con la siguiente proporción: (1:2).
- El recubrimiento en la losa será de 0,03 metros.⁴⁹

⁴⁹ Instituto de Fomento Municipal. *Planos típicos*. p. 133.

3. CUANTIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DE COMPONENTES (OBRAS DE ARTE) TÍPICOS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

A continuación se presentarán las cuantificaciones y presupuestos de los componentes típicos de los sistemas de abastecimiento de agua potable, tomando como base los planos típicos, así como los precios actuales cotizados.

3.1. Captación de brote definido

De acuerdo con el plano típico de la captación de brote definido (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 14 451,73 por cada unidad.

Tabla IX. Presupuesto captación de brote definido

Nombre del renglón	Captación de brote definido
Medida	Unidad
Precio Unitario	Q14 451,73

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Tubo PVC 2" de 160 PSI para conexión	0,50	Unidad	Q 67,10	Q	33,55
Codo PVC Ø 2" x 90º para rebalse	9,00	Unidad	Q 6,20	Q	55,80
Tubo PVC de 2" de 125 PSI para rebalse	1,00	Unidad	Q 54,10	Q	54,10
Adaptador macho PVC de 4"	3,00	Unidad	Q 26,74	Q	80,22
Válvula de compuerta de 4"	1,00	Unidad	Q 1 887,50	Q	1 887,50
Pichacha 4"	1,00	Unidad	Q 550,00	Q	550,00
Postes brotones	13,00	Unidad	Q 14,10	Q	183,30

Continuación de la tabla IX.

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Cemento solvente para tubería PVC	0,08	Galón	Q 450,21	Q	36,02
Teflón	1,00	Unidad	Q 2,57	Q	2,57
Cemento	24,00	m ³	Q 74,68	Q	1 792,20
Arena de río	2,00	m ³	Q 103,76	Q	207,53
Piedrín	2,00	m ³	Q 209,10	Q	418,20
Piedra bola	3,85	m ³	Q 185,00	Q	712,25
Agua	200,00	Galón	Q 0,66	Q	132,00
Hierro corrugado de 3/8"	8,00	Varilla	Q 26,06	Q	208,45
Hierro liso de 1/4"	4,00	Varilla	Q 8,76	Q	35,06
Hierro corrugado de 1/2"	0,25	Varilla	Q 46,76	Q	11,69
Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 5,53	Q	27,66
Madera para formaleta	33,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q	226,38
Clavo de 2"	5,00	Libra	Q 4,50	Q	22,50
Candado de intemperie de 50 mm	2,00	Unidad	Q 80,33	Q	160,67
Alambre espigado	100,00	Vara	Q 0,48	Q	48,42
Grapas para cerco	1,00	Libra	Q 6,88	Q	6,88
SUBTOTAL				Q	6 892,92
TOTAL MATERIALES				Q	6 892,92

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Colocación de piedra de filtro	4,00	m ³	Q 25,35	Q	101,40
Elaboración de tapadera	3,00	Unidad	Q 39,00	Q	117,00
Elaboración de batiante	2,00	Unidad	Q 39,00	Q	78,00
Fundición de losa sobre filtro de piedra	2,24	m ²	Q 18,08	Q	40,51
Fundición de diente sobre filtro	3,20	ml	Q 7,61	Q	24,34
Fundición de bordillo sobre diente de 5x 10 cm	3,20	ml	Q 1,69	Q	5,41
Fundición de contra cuneta	5,00	m ²	Q 18,08	Q	90,42
Fundición de concreto ciclópeo	3,00	m ³	Q 101,40	Q	304,20
Encofrado y desencofrado de cajas y muro de contención	12,00	m ²	Q 42,25	Q	507,00

Continuación de la tabla IX.

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Repellado	12,00	m ²	Q 10,99	Q	131,82
Colocación de válvulas y accesorios captación brote definido	1,00	Global	Q 806,00	Q	806,00
Colocación de cerco	16,00	ml	Q 5,07	Q	81,12
SUBTOTAL				Q	2 287,20
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 2 287,20	Q	1 936,58
SUBTOTAL				Q	1 936,58
TOTAL MANO DE OBRA				Q	4 223,78

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 11 116,71
Administración	7 %	Q 778,17
Imprevistos	3 %	Q 333,50
Dirección técnica	5 %	Q 555,84
Utilidad	15 %	Q 1 667,51
TOTAL INDIRECTO		Q 3 335,02
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 14 451,73

Fuente: elaboración propia.

3.2. Captación galería de infiltración

De acuerdo con el plano típico de la captación de galería de infiltración (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 140 344,72 por cada unidad.

Tabla X. **Presupuesto captación galería de infiltración**

Nombre del renglón	Captación galería de infiltración
Medida	Unidad
Costo unitario	Q140 344,72

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Tubo de Cemento de 8"	6,00	Unidad	Q 34,42	Q	206,50
Tubo de 4" PVC 160 PSI	1,00	Unidad	Q 190,36	Q	190,36
Codo de 4" x 90 PVC	2,00	Unidad	Q 32,79	Q	65,58
Adaptador macho de 4" PVC	4,00	Unidad	Q 26,74	Q	106,96
Adaptador hembra de 3" PVC	1,00	Unidad	Q 19,27	Q	19,27
Niple de HG de 3" x 0,50 m	1,00	Unidad	Q 45,50	Q	45,50
Válvula de compuerta de 3"	1,00	Unidad	Q 631,67	Q	631,67
Válvula de compuerta de 4"	2,00	Unidad	Q 718,00	Q	1 436,00
Compuerta 0,50 m X 0,60 m con volante	1,00	Unidad	Q 1 300,00	Q	1 300,00
Cemento	488,00	Saco	Q 74,68	Q	36 441,40
Arena de río	31,38	m ³	Q 103,76	Q	3 256,09
Piedrín	2,50	m ³	Q 209,10	Q	522,75
Piedra bola de 2"	13,00	m ³	Q 185,00	Q	2 405,00
Piedra bola 3/4" a 1 ½"	20,30	m ³	Q 185,00	Q	3 755,50
Piedra bola de 2" - 4"	87,44	m ³	Q 185,00	Q	16 176,40
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	58,00	Varilla	Q 26,06	Q	1 511,25
Alambre de amarre calibre 16	21,00	Libra	Q 5,53	Q	116,16
Madera para formaleta	135,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q	926,10
Clavo de 3"	6,00	Libra	Q 4,50	Q	27,00
Malla de triple torsión con alambre (para gaviones)	175,00	m ²	Q 40,07	Q	7 012,25
Herramienta galería de infiltración	1,00	Global	Q 5 590,00	Q	5 590,00
SUBTOTAL				Q	81 741,74
TOTAL MATERIALES				Q	81 741,74

Continuación de la tabla X.

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Mano de obra no calificada	80,00	Jornal	Q	84,50	Q 6 760,00
Mano de obra no calificada (excavación)	5,00	Jornal	Q	84,50	Q 422,50
Mano de obra no calificada (relleno)	3,00	Jornal	Q	84,50	Q 253,50
SUBTOTAL					Q 14 196,00
Prestaciones laborales	84,67 %		Q	14 196,00	Q 12 019,75
SUBTOTAL					Q 12 019,75
TOTAL MANO DE OBRA					Q 26 215,75

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 107 957,49
Administración	7 %	Q 7 557,02
Imprevistos	3 %	Q 3 238,72
Dirección técnica	5 %	Q 5 397,87
Utilidad	15 %	Q 16 193,62
TOTAL INDIRECTO		Q 32 387,23
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 140 344,72

Fuente: elaboración propia.

3.3. Caseta de bombeo

De acuerdo con el plano típico de la caseta de bombeo para bomba sumergible (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 36 408,20 por cada unidad.

Tabla XI. Presupuesto caseta de bombeo

Nombre del renglón	Caseta de Bombeo
Medida	Unidad
Costo unitario	Q36 408,20

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Cemento	27,00	Saco	Q	74,68	Q 2 016,23
Cal hidratada	1,00	Saco	Q	32,18	Q 32,18
Arena de río	2,10	m ³	Q	103,76	Q 217,90
Piedrín	1,85	m ³	Q	209,10	Q 386,84
Hierro de 1/4"	16,00	Varilla	Q	10,57	Q 169,14
Hierro de 3/8"	45,00	Varilla	Q	26,06	Q 1 172,52
Hierro de 1/2"	2,00	Varilla	Q	46,76	Q 93,52
Alambre de amarre	16,00	Libra	Q	5,53	Q 88,50
Ladrillo tayuyo de 0,65 m x 0,11 m x 0,23 m	50,00	Unidad	Q	1,92	Q 96,00
Block de 0,15 m x 0,20 m x 0,40 m	175,00	Unidad	Q	4,12	Q 721,60
Madera	220,00	Pie/Tabla	Q	6,86	Q 1 509,20
Clavo	6,00	Libra	Q	6,50	Q 39,00
Niple PVC 2" x 3 m para bajada de agua pluvial	1,00	Unidad	Q	108,42	Q 108,42
Instalación eléctrica	1,00	Global	Q	910,00	Q 910,00
Puerta de metal	1,00	Unidad	Q	635,00	Q 635,00
Accesorios caseta de bombeo	1,00	Global	Q	9 100,00	Q 9 100,00
SUBTOTAL					Q 17 296,04
TOTAL MATERIALES					Q 17 296,04

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Trazo y estaqueado	16,00	ml	Q	14,86	Q 237,71
Soleras	0,56	m ³	Q	890,50	Q 498,68
Columnas	0,40	m ³	Q	988,00	Q 395,20
Losa	0,72	m ³	Q	1 003,08	Q 722,22
Pared de block	13,55	m ²	Q	173,45	Q 2 350,19
Piso torta de concreto	0,71	m ³	Q	636,16	Q 451,67
Ventanas y puertas	1,00	Global	Q	260,00	Q 260,00
Instalación eléctrica	1,00	Global	Q	416,00	Q 416,00
Accesorios caseta de bombeo	1,00	Global	Q	468,00	Q 468,00

Continuación de la tabla XI.

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
SUBTOTAL				Q 5 799,68
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 5 799,68	Q 4 910,59
SUBTOTAL				Q 4 910,59
TOTAL MANO DE OBRA				Q 10 710,26

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 28 006,30
Administración	7 %	Q 1 960,44
Imprevistos	3 %	Q 840,19
Dirección Técnica	5 %	Q 1 400,32
Utilidad	15 %	Q 4 200,95
TOTAL INDIRECTO		Q 8 401,90
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 36 408,20

Fuente: elaboración propia.

3.4. Caja unificadora de caudales

De acuerdo con el plano típico de la caja unificadora de caudales con una capacidad de 1m³ de concreto reforzado (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 5 531,84 por cada unidad.

Tabla XII. **Presupuesto caja unificadora de caudales**

Nombre del renglón	Caja unificadora de caudal
Medida	Unidad
Costo unitario	Q5 531,84

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Madera para formaleta	30,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q	205,80
Clavo de 2"	2,00	Libra	Q 4,50	Q	9,00
Cemento	9	Saco	Q 74,68	Q	672,08
Arena	0,6	m ³	Q 103,76	Q	62,26
Piedrín	0,8	m ³	Q 209,10	Q	167,28
Piedra bola	1,1	m ³	Q 185,00	Q	203,50
Hierro corrugado de 3/8 "	4,50	Varilla	Q 26,06	Q	117,25
Hierro corrugado de 1/2"	0,25	Varilla	Q 46,76	Q	11,69
Alambre de amarre	1,00	Libra	Q 5,53	Q	5,53
Alambre espigado	120,00	Vara	Q 0,48	Q	58,10
Grapas para cerco	1,00	Libra	Q 6,88	Q	6,88
Tubo PVC 2" de 125 PSI para rebalse	1,00	Unidad	Q 54,10	Q	54,10
Codo de PVC 2" x 90° para rebalse	4,00	Unidad	Q 6,20	Q	24,80
Codo de PVC 2" x 90° para entrada	1,00	Unidad	Q 6,20	Q	6,20
Pichacha PVC de 2"	1,00	Unidad	Q 179,50	Q	179,50
Válvula de compuerta de 2"	1,00	Unidad	Q 392,25	Q	392,25
Adaptador macho PVC de 2"	3,00	Unidad	Q 5,50	Q	16,50
Pegamento PVC pinta	0,22	Unidad	Q 67,33	Q	14,96
Teflón	4,00	Unidad	Q 2,57	Q	10,27
Postes brotones	11,00	Unidad	Q 14,10	Q	155,10
Candado	2,00	Unidad	Q 80,33	Q	160,67
Herramienta caja unificadora de caudal	1,00	Global	Q 81,90	Q	81,90
SUBTOTAL				Q	2 615,61
TOTAL MATERIALES				Q	2 615,61

Continuación de la tabla XII.

MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total	
Encofrado y desencofrado cajas	5,40	m ²	Q	42,25	Q	228,15
Fundición concreto ciclópeo	1,80	m ³	Q	101,40	Q	182,52
Armadura hierro 3/8" legítimo	1,50	ml	Q	0,85	Q	1,27
Elaboración de tapadera de caja unificadora de caudal	1,00	Unidad	Q	39,00	Q	39,00
Elaboración de tapadera de caja válvulas	1,00	Unidad	Q	39,00	Q	39,00
Repello	6,64	m ²	Q	10,99	Q	72,94
Instalación de tubería y accesorios	1,00	Global	Q	325,00	Q	325,00
SUBTOTAL					Q	887,88
Prestaciones laborales	84,67 %		Q	887,88	Q	751,77
SUBTOTAL					Q	751,77
TOTAL MANO DE OBRA					Q	1 639,64

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO			
Descripción	Porcentaje		Total
TOTAL DIRECTO			Q 4 255,26
Administración	7 %		Q 297,87
Imprevistos	3 %		Q 127,66
Dirección Técnica	5 %		Q 212,76
Utilidad	15 %		Q 638,29
TOTAL INDIRECTO			Q 1 276,58
COSTO TOTAL UNITARIO			Q 5 531,84

Fuente: elaboración propia.

3.5. Caja distribuidora de caudales

De acuerdo con el plano típico de la caja distribuidora de caudales de dos vertederos con una capacidad de 1m³ de concreto reforzado (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 7 262,68 por cada unidad.

Tabla XIII. Presupuesto caja distribuidora de caudales

Nombre del renglón	Caja distribuidora de caudal
Medida	Unidad
Costo unitario	Q7 262,68

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Madera para formaleta	45,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q 308,70
Clavo de 2"	3,00	Libra	Q 4,50	Q 13,50
Cemento	14,00	Saco	Q 74,68	Q 1 045,45
Arena	0,90	m ³	Q 103,76	Q 93,39
Piedrín	1,20	m ³	Q 209,10	Q 250,92
Piedra bola	1,70	m ³	Q 185,00	Q 314,50
Hierro corrugado de 3/8"	5,40	Varilla	Q 26,06	Q 140,70
Hierro corrugado de 1/2"	0,40	Varilla	Q 46,76	Q 18,70
Alambre de amarre	1,50	Libra	Q 5,53	Q 8,30
Tubo PVC 2" de 125 PSI para rebalse	1,00	Unidad	Q 54,10	Q 54,10
Codo de PVC 2" x 90° para rebalse	4,00	Unidad	Q 6,20	Q 24,80
Codo de PVC 2" x 90° para entrada	1,00	Unidad	Q 6,20	Q 6,20
Adaptador macho PVC de 2"	6,00	Unidad	Q 5,50	Q 33,00
Pichacha PVC de 2"	1,00	Unidad	Q 179,50	Q 179,50
Válvula de compuerta de 2"	2,00	Unidad	Q 392,25	Q 784,50
Pegamento PVC pinta	0,22	Unidad	Q 67,33	Q 14,96
Teflón	4,00	Unidad	Q 2,57	Q 10,27
Postes brotones	17,00	Unidad	Q 14,10	Q 239,70

Continuación de la tabla XIII.

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Alambre espigado	150,00	Vara	Q 0,48	Q 72,63
Grapas para cerco	1,50	Libra	Q 6,88	Q 10,31
Candado	3,00	Unidad	Q 80,33	Q 241,00
Herramienta caja distribuidora de caudal	1,00	Global	Q 81,90	Q 81,90
SUBTOTAL				Q 3 947,03
TOTAL MATERIALES				Q 3 947,03

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Encofrado y desencofrado cajas	5,40	m ²	Q 42,25	Q 228,15
Fundición concreto ciclópeo	1,80	m ³	Q 101,40	Q 182,52
Armadura hierro 3/8" legítimo	1,50	ml	Q 0,85	Q 1,27
Elaboración tapadera caja distribuidora de caudal	1,00	Unidad	Q 39,00	Q 39,00
Elaboración de tapadera de caja válvulas	1,00	Unidad	Q 39,00	Q 39,00
Repellado	6,64	m ²	Q 10,99	Q 72,94
Instalación de tubería y accesorios	1,00	Global	Q 325,00	Q 325,00
SUBTOTAL				Q 887,88
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 887,88	Q 751,77
SUBTOTAL				Q 751,77
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 639,64

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 5 586,68
Administración	7 %	Q 391,07
Imprevistos	3 %	Q 167,60
Dirección Técnica	5 %	Q 279,33
Utilidad	15 %	Q 838,00

Continuación de la tabla XIII.

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL INDIRECTO		Q 1 676,00
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 7 262,68

Fuente: elaboración propia.

3.6. Caja rompe – presión

De acuerdo con el plano típico de la caja rompe–presión con una capacidad de 1m³ de mampostería de piedra (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 7 477,93 por cada unidad.

Tabla XIV. **Presupuesto caja rompe – presión**

Nombre del renglón	Caja rompe - presión de 1 m ³
Descripción	Unidad
Costo unitario	Q7 477,93

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Madera para formaleta	35,17	Pie/Tabla	Q 6,86	Q 241,25
Clavo de 2"	2,00	Libra	Q 4,50	Q 9,00
Cemento	10,00	Saco	Q 74,68	Q 746,75
Arena	0,70	m ³	Q 103,76	Q 72,63
Piedrín	0,90	m ³	Q 209,10	Q 188,19
Piedra bola	1,30	m ³	Q 185,00	Q 240,50
Hierro corrugado de 3/8"	5,50	Varilla	Q 26,06	Q 143,31
Hierro corrugado de 1/2"	0,25	Varilla	Q 46,76	Q 11,69
Alambre de amarre	1,00	Libra	Q 5,53	Q 5,53
Tubo PVC 2" de 125 PSI para rebalse	1,00	Unidad	Q 54,10	Q 54,10
Codo de PVC 2 ½" x 90°	1,00	Unidad	Q 28,79	Q 28,79

Continuación de la tabla XIV.

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Codo de PVC 2" x 90° para rebalse	4,00	Unidad	Q	6,20	Q 24,80
Adaptador macho PVC de 2 ½"	3,00	Unidad	Q	15,12	Q 45,36
Pichacha PVC de 2 ½"	1,00	Unidad	Q	320,00	Q 320,00
Válvula de compuerta de 2 ½"	1,00	Unidad	Q	985,00	Q 985,00
Pegamento PVC pinta	0,07	Unidad	Q	67,33	Q 4,49
Teflón	2,00	Unidad	Q	2,57	Q 5,14
Postes brotones	11,00	Unidad	Q	14,10	Q 155,10
Alambre espigado	120,00	Vara	Q	0,48	Q 58,10
Grapas para cerco	1,00	Libra	Q	6,88	Q 6,88
Candado	2,00	Unidad	Q	80,33	Q 160,67
Herramienta caja rompe - presión	1,00	Global	Q	97,50	Q 97,50
SUBTOTAL					Q 3 604,77
TOTAL MATERIALES					Q 3 604,77

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Encofrado y desencofrado cajas	7,78	m ²	Q	42,25	Q 328,71
Fundición concreto ciclópeo	3,00	m ³	Q	101,40	Q 304,20
Armadura hierro 3/8" legítimo	33,00	ml	Q	0,85	Q 27,89
Elaboración tapadera de caja rompe - presión	1,00	Unidad	Q	39,00	Q 39,00
Elaboración de tapadera de caja válvulas	1,00	Unidad	Q	39,00	Q 39,00
Repellado	9,02	m ²	Q	10,99	Q 99,08
Instalación de tubería y accesorios	1,00	Global	Q	325,00	Q 325,00
SUBTOTAL					Q 1 162,87
Prestaciones laborales	84,67 %		Q	1 162,87	Q 984,61
SUBTOTAL					Q 984,61
TOTAL MANO DE OBRA					Q 2 147,48

Continuación de la tabla XIV.

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO			
Descripción	Porcentaje	Total	
TOTAL DIRECTO		Q	5 752,25
Administración	7 %	Q	402,66
Imprevistos	3 %	Q	172,57
Dirección Técnica	5 %	Q	287,61
Utilidad	15 %	Q	862,84
TOTAL INDIRECTO		Q	1 725,68
COSTO TOTAL UNITARIO		Q	7 477,93

Fuente: elaboración propia.

3.7. Caja rompe – presión con válvula de flote

De acuerdo con el plano típico de la caja rompe–presión con válvula de flote de una capacidad de 1m³ de mampostería de piedra (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 8 107,65 por cada unidad.

Tabla XV. **Presupuesto de caja rompe – presión con válvula de flote**

Nombre del renglón	Caja rompe - presión de 1 m ³ , con válvula de flote
Medida	Unidad
Costo unitario	Q8 107,65

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Madera para formaleta	35,17	Pie/Tabla	Q 6,86	Q 241,25
Clavo de 2"	2,00	Libra	Q 4,50	Q 9,00
Cemento	10	Saco	Q 74,68	Q 746,75
Arena	0,7	m ³	Q 103,76	Q 72,63
Piedrín	0,9	m ³	Q 209,10	Q 188,19

Continuación de la tabla XV.

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Piedra bola	1,3	m ³	Q	185,00	Q 240,50
Hierro corrugado de 3/8"	5,50	Varilla	Q	26,06	Q 143,31
Hierro corrugado de 1/4"	0,25	Varilla	Q	46,76	Q 11,69
Alambre de amarre	1,00	Libra	Q	5,53	Q 5,53
Tubo PVC 2" de 125	1,00	Unidad	Q	54,10	Q 54,10
PSI para rebalse	4,00	Unidad	Q	6,20	Q 24,80
Codo de PVC 2" x 90° para rebalse	1,00	Unidad	Q	28,79	Q 28,79
Codo de PVC 2 ½" x 90° para entrada	3,00	Unidad	Q	15,12	Q 45,36
Adaptador macho PVC de 2 ½"	1,00	Unidad	Q	320,00	Q 320,00
Pichacha PVC de 2 ½"	1,00	Unidad	Q	500,00	Q 500,00
Válvula de compuerta 2 ½"	1,00	Unidad	Q	985,00	Q 985,00
Válvula de flote de 2"	0,07	Unidad	Q	67,33	Q 4,49
Pegamento PVC pinta	2,00	Unidad	Q	2,57	Q 5,14
Teflón	11,00	Unidad	Q	14,10	Q 155,10
Postes brotones	120,00	Vara	Q	0,48	Q 58,10
Alambre espigado	1,00	Libra	Q	6,88	Q 6,88
Grapas para cerco	2,00	Unidad	Q	80,33	Q 160,67
Candado	1,00	Global	Q	81,90	Q 81,90
Herramienta caja rompe - presión con válvula de flote					Q 4 089,17
SUBTOTAL					Q 4 089,17
TOTAL MATERIALES					Q 4 089,17

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Encofrado y desencofrado cajas	7,78	m ²	Q	42,25	Q 328,71
Fundición concreto ciclópeo	3,00	m ³	Q	101,40	Q 304,20
Armadura hierro 3/8" legítimo	33,00	ml	Q	0,85	Q 27,89
Elaboración de tapadera de caja rompe - presión	1,00	Unidad	Q	39,00	Q 39,00

Continuación de la tabla XV.

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total	
Elaboración de tapadera de caja válvulas	1,00	Unidad	Q	39,00	Q	39,00
Repellado	9,02	m ²	Q	10,99	Q	99,08
Instalación de tubería y accesorios	1,00	Global	Q	325,00	Q	325,00
SUBTOTAL					Q	1 162,87
Prestaciones laborales	84,67 %		Q	1 162,87	Q	984,61
SUBTOTAL					Q	984,61
TOTAL MANO DE OBRA					Q	2 147,48

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO			
Descripción	Porcentaje		Total
TOTAL DIRECTO			Q 6 236,65
Administración	7 %		Q 436,57
Imprevistos	3 %		Q 187,10
Dirección Técnica	5 %		Q 311,83
Utilidad	15 %		Q 935,50
TOTAL INDIRECTO			Q 1 871,00
COSTO TOTAL UNITARIO			Q 8 107,65

Fuente: elaboración propia.

3.8. Caja para válvulas

De acuerdo con el plano típico de cajas para válvulas de 2 pulgadas a 4 pulgadas con instalación de válvula de aire, válvula de limpieza y válvula de compuerta (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo unitario para la instalación de válvulas de aire de

Q. 2 283,33, para la válvula de limpieza Q. 4 109,93, y para válvula de compuerta Q. 5 174,17.

Tabla XVI. **Presupuesto construcción e instalación de válvula de aire**

Nombre del renglón	Caja de válvula de aire
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q2 283,33

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Madera para formaleta	26,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q	178,36
Clavo de 2"	3,00	Libra	Q 4,50	Q	13,50
Cemento	4,00	Saco	Q 74,68	Q	298,70
Arena de río	0,40	m ³	Q 103,76	Q	41,51
Piedrín	0,40	m ³	Q 209,10	Q	83,64
Piedra bola	0,40	m ³	Q 185,00	Q	74,00
Hierro corrugado de 3/8"	4,50	Varilla	Q 26,06	Q	117,25
Hierro liso de 1/4"	2,00	Varilla	Q 8,76	Q	17,53
Hierro corrugado de 1/2"	0,25	Varilla	Q 46,76	Q	11,69
Alambre de amarre	3,00	Libra	Q 5,53	Q	16,59
Niple HG ½"x 4"	1,00	Unidad	Q 5,94	Q	5,94
Válvula de aire de 1/2"	1,00	Unidad	Q 51,95	Q	51,95
Tee de 1"	1,00	Unidad	Q 3,24	Q	3,24
Reducidor <i>bushing</i> de 1" a 1/2"	1,00	Unidad	Q 5,68	Q	5,68
Adaptador hembra PVC de 1/2"	2,00	Unidad	Q 1,28	Q	2,57
Cemento solvente para tubería PVC	0,01	Galón	Q 450,21	Q	4,50
Teflón	1,00	Unidad	Q 2,57	Q	2,57
Candado de intemperie de 50 mm	1,00	Unidad	Q 80,33	Q	80,33
Herramienta caja para válvula de aire	1,00	Global	Q 36,18	Q	36,18
SUBTOTAL				Q	1 045,73
TOTAL MATERIALES				Q	1 045,73

Continuación de la tabla XVI.

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario		Total
Encofrado y desencofrado	2,24	m ²	Q	42,25	Q 94,64
Fundición concreto ciclópeo	0,60	m ³	Q	101,40	Q 60,84
Elaboración de tapadera de caja de válvula de aire	1,00	Unidad	Q	39,00	Q 39,00
Elaboración de batiente	1,00	Unidad	Q	39,00	Q 39,00
Repellado	2,24	m ²	Q	10,99	Q 24,61
Colocación de válvula y artefactos	1,00	Global	Q	126,75	Q 126,75
SUBTOTAL					Q 384,84
Prestaciones laborales	84,67 %		Q	384,84	Q 325,84
SUBTOTAL					Q 325,84
TOTAL MANO DE OBRA					Q 710,68

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO			
Descripción	Porcentaje		Total
TOTAL DIRECTO			Q 1 756,41
Administración	7 %		Q 122,95
Imprevistos	3 %		Q 52,69
Dirección Técnica	5 %		Q 87,82
Utilidad	15 %		Q 263,46
TOTAL INDIRECTO			Q 526,92
COSTO TOTAL UNITARIO			Q 2 283,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Presupuesto construcción e instalación válvula de limpieza**

Nombre del renglón	Caja de válvula de limpieza
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q4 109,93

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Madera para formaleta	16,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q	109,76
Clavo de 2"	3,00	Libra	Q 4,50	Q	13,50
Cemento	5,00	Saco	Q 74,68	Q	373,38
Arena de río	0,50	m ³	Q 103,76	Q	51,88
Piedrín	0,50	m ³	Q 209,10	Q	104,55
Piedra bola	0,40	m ³	Q 185,00	Q	74,00
Hierro liso de 1/4"	2,00	Varilla	Q 8,76	Q	17,53
Hierro corrugado de 3/8"	4,50	Varilla	Q 26,06	Q	117,25
Hierro corrugado de 1/2"	0,25	Varilla	Q 46,76	Q	11,69
Alambre de amarre	3,00	Libra	Q 5,53	Q	16,59
Tubo PVC de 3" de 125 PSI	1,00	Unidad	Q 118,17	Q	118,17
Tee de 3"	1,00	Unidad	Q 18,93	Q	18,93
Adaptador macho PVC de 3"	2,00	Unidad	Q 17,22	Q	34,43
Válvula de compuerta de 3"	1,00	Unidad	Q 1 212,50	Q	1 212,50
Cemento solvente para tubería PVC	0,01	Galón	Q 450,21	Q	4,82
Teflón	2,00	Unidad	Q 2,57	Q	5,14
Candado de intemperie de 50 mm	1,00	Unidad	Q 80,33	Q	80,33
Herramienta caja válvula de limpieza	1,00	Global	Q 36,18	Q	36,18
SUBTOTAL				Q	2 400,64
TOTAL MATERIALES				Q	2 400,64

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Encofrado y desencofrado	2,56	m ²	Q 42,25	Q	108,16
Fundición concreto ciclópeo	0,70	m ³	Q 101,40	Q	70,98
Elaboración de tapadera de caja de válvula de aire	1,00	Unidad	Q 39,00	Q	39,00
Elaboración de batiente	1,00	Unidad	Q 39,00	Q	39,00
Repellado	2,56	m ²	Q 10,99	Q	28,12
Colocación de válvula y artefactos	1,00	Global	Q 126,75	Q	126,75
SUBTOTAL				Q	412,01

Continuación de la tabla XVII.

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 412,01	Q 348,85
SUBTOTAL				Q 348,85
TOTAL MANO DE OBRA				Q 760,86

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 3 161,50
Administración	7 %	Q 221,30
Imprevistos	3 %	Q 94,84
Dirección Técnica	5 %	Q 158,07
Utilidad	15 %	Q 474,22
TOTAL INDIRECTO		Q 948,43
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 4 109,93

Fuente: elaboración propia

Tabla XVIII. Presupuesto construcción e instalación válvula de compuerta

Nombre del renglón	Caja de válvula de compuerta
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q5 174,17

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Madera para formaleta	16,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q	109,76
Clavo de 2"	3,00	Libra	Q 4,50	Q	13,50
Cemento	5,00	Saco	Q 74,68	Q	373,38
Arena de río	0,50	m ³	Q 103,76	Q	51,88
Piedrín	0,50	m ³	Q 209,10	Q	104,55
Piedra bola	0,40	m ³	Q 185,00	Q	74,00
Hierro liso de 1/4"	2,00	Varilla	Q 18,00	Q	36,00
Hierro corrugado de 3/8"	4,50	Varilla	Q 26,06	Q	117,25
Hierro corrugado de 1/2"	0,25	Varilla	Q 46,76	Q	11,69
Alambre de amarre	3,00	Libra	Q 5,53	Q	16,59
Tubo PVC de 4" de 125 PSI	1,00	Unidad	Q 190,36	Q	190,36
Tee de 4"	1,00	Unidad	Q 52,92	Q	52,92
Adaptador macho PVC de 4"	2,00	Unidad	Q 26,74	Q	53,48
Válvula de compuerta 4"	1,00	Unidad	Q 1 887,50	Q	1 887,50
Cemento solvente para tubería PVC	0,01	Galón	Q443,81	Q	4,76
Teflón	2,00	Unidad	Q 2,57	Q	5,14
Candado de intemperie de 50 mm	1,00	Unidad	Q 80,33	Q	80,33
Herramienta caja válvula de compuerta	1,00	Global	Q 36,18	Q	36,18
SUBTOTAL				Q	3 219,27
TOTAL MATERIALES				Q	3 219,27

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Encofrado y desencofrado	2,56	m ²	Q 42,25	Q	108,16
Fundición concreto ciclópeo	0,70	m ³	Q 101,40	Q	70,98
Elaboración de tapadera de caja de válvula de aire	1,00	Unidad	Q 39,00	Q	39,00
Elaboración de batiente	1,00	Unidad	Q 39,00	Q	39,00
Repellado	2,56	m ²	Q 10,99	Q	28,12
Colocación de válvula y artefactos	1,00	Global	Q 126,75	Q	126,75
SUBTOTAL				Q	412,01

Continuación de la tabla XVIII.

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 412,01	Q 348,85
SUBTOTAL				Q 348,85
TOTAL MANO DE OBRA				Q 760,86

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 3 980,13
Administración	7 %	Q 278,61
Imprevistos	3 %	Q 119,40
Dirección Técnica	5 %	Q 199,01
Utilidad	15 %	Q 597,02
TOTAL INDIRECTO		Q 1 194,04
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 5 174,17

Fuente: elaboración propia.

3.9. Paso aéreo de 20 metros

De acuerdo con el plano típico del paso aéreo de 20 metros sin considerar tubería (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q.10 272,44 por cada unidad.

Tabla XIX. Presupuesto paso aéreo de 20 metros

Nombre del renglón	Paso aéreo de 20 metros, sin tubería
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q10 272,44

MATERIALES						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total	
Madera para formaleta	40,00	Pie/Tabla	Q	6,86	Q	274,40
Clavo	5,00	Libra	Q	4,50	Q	22,50
Cemento para muertos de ciclópeo	9,00	Saco	Q	74,68	Q	672,08
Arena de río para muertos de ciclópeo	0,70	m ³	Q	103,76	Q	72,63
Piedrín para muertos de ciclópeo	0,90	m ³	Q	150,00	Q	135,00
Piedra bola para muertos de ciclópeo	1,50	m ³	Q	185,00	Q	277,50
Cemento para columnas	13,00	Saco	Q	74,68	Q	970,78
Arena de río para columnas	0,90	m ³	Q	103,76	Q	93,39
Piedrín para columnas	1,20	m ³	Q	209,10	Q	250,92
Hierro no. 3 legítimo	9,00	Varilla	Q	26,06	Q	234,50
Hierro no. 4 legítimo	9,00	Varilla	Q	46,76	Q	420,84
Alambre de amarre	15,00	Libra	Q	5,53	Q	82,97
Niples HG de 3" x 12"	2,00	Unidad	Q	35,00	Q	70,00
Mordazas	49,00	Unidad	Q	10,00	Q	490,00
Cable tirante de 3/8" galvanizado	34,00	ml	Q	8,04	Q	273,36
Cable de suspensión de 1/4" galvanizado	16,00	ml	Q	6,89	Q	110,16
Guarda cable de 3/8"	2,00	Unidad	Q	5,05	Q	10,10
Guarda cable de 1/4"	9,00	Unidad	Q	3,20	Q	28,80
Herramienta paso aéreo 20 m	1,00	Global	Q	97,50	Q	97,50
SUBTOTAL					Q	4 587,43
TOTAL MATERIALES					Q	4 587,43

MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total	
Excavación para columnas y muro ciclópeo	3,65	m ³	Q	42,25	Q	154,21
Encofrado y desencofrado de columnas	10,88	m ²	Q	76,05	Q	827,42

Continuación de la tabla XIX.

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Fundición concreto de 3000 PSI de columnas	1,35	m ³	Q	169,00	Q 228,15
Fundición de concreto ciclópeo	2,37	m ³	Q	101,40	Q 240,32
Armado de columnas hierro No. 4	30,00	ml	Q	1,06	Q 31,94
Estribos con hierro No. 3 de 0,33 m x 0,33 m	56,00	Unidad	Q	0,93	Q 52,05
Elaboración de anclaje con hierro No. 4	2,00	ml	Q	1,06	Q 2,13
Centrado de columnas	6,80	ml	Q	4,23	Q 28,73
Colocación de tubería HG	4,00	Unidad	Q	-	Q -
Colocación de niples de 3"	2,00	Unidad	Q	33,80	Q 67,60
Colocación de cables tensores de 3/8"	34,00	ml	Q	3,38	Q 114,92
Colocación de cables suspensores de 1/4"	16,00	ml	Q	2,96	Q 47,32
SUBTOTAL					Q 1 794,80
Prestaciones laborales	84,67 %		Q	794,80	Q 1 519,65
SUBTOTAL					Q 1 519,65
TOTAL MANO DE OBRA					Q 3 314,45

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 7 901,88
Administración	7 %	Q 553,13
Imprevistos	3 %	Q 237,06
Dirección Técnica	5 %	Q 395,09
Utilidad	15 %	Q 1 185,28
TOTAL INDIRECTO		Q 2 370,56
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 10 272,44

Fuente: elaboración propia.

3.10. Paso aéreo de 30 metros

De acuerdo con el plano típico del paso aéreo de 30 metros sin considerar tubería (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q.13 943,70 por cada unidad.

Tabla XX. Presupuesto paso aéreo de 30 metros

Nombre del renglón	Paso aéreo de 30 metros, sin tubería
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q13 943,70

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Madera para formaleta	40,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q	274,40
Clavo	5,00	Libra	Q 4,50	Q	22,50
Cemento para muertos de ciclópeo	12,00	Saco	Q 74,68	Q	896,10
Arena de río para muertos de ciclópeo	1,00	m ³	Q 103,76	Q	103,76
Piedrín para muertos de ciclópeo	1,00	m ³	Q 209,10	Q	209,10
Piedra bola para muertos de ciclópeo	1,50	m ³	Q 185,00	Q	277,50
Cemento para columnas	15,00	Saco	Q 74,68	Q	1 120,13
Arena de río para columnas	1,00	m ³	Q 103,76	Q	103,76
Piedrín para columnas	2,00	m ³	Q 209,10	Q	418,20
Hierro no. 3 legítimo	9,00	Varilla	Q 26,06	Q	234,50
Hierro no. 4 legítimo	9,00	Varilla	Q 46,76	Q	420,84
Alambre de amarre	15,00	Libra	Q 5,53	Q	82,97
Niples HG de 3" x 12"	2,00	Unidad	Q 98,00	Q	196,00
Mordazas	49,00	Unidad	Q 10,00	Q	490,00
Tubería de HG de 3"	4,00	Unidad	Q 491,50	Q	1 966,00
Cable tirante de 3/8" galvanizado	40,00	ml	Q 8,04	Q	321,60
Cable de suspensión de 1/4" galvanizado	20,00	ml	Q 6,89	Q	137,70
Guarda cable de 3/8"	2,00	Unidad	Q 5,05	Q	10,10
Guarda cable de 1/4"	9,00	Unidad	Q 3,20	Q	28,80
Herramienta paso aéreo 30 m	1,00	Global	Q 97,50	Q	97,50
SUBTOTAL				Q	7 411,47
TOTAL MATERIALES				Q	7 411,47

Continuación de la tabla XX.

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario		Total
Excavación para columnas y muro ciclópeo	3,65	m ³	Q	42,25	Q 154,21
Encofrado y desencofrado de columnas	10,88	m ²	Q	76,05	Q 827,42
Fundición concreto de 3000 PSI de columnas	1,35	m ³	Q	169,00	Q 228,15
Fundición de concreto ciclópeo	2,37	m ³	Q	101,40	Q 240,32
Estribos con hierro No. 3 de 0,33 m x 0,33 m	56,00	Unidad	Q	0,93	Q 52,05
Armado de columnas hierro No. 4	30,00	ml	Q	1,06	Q 31,94
Elaboración de anclaje con hierro No. 4	2,00	ml	Q	1,06	Q 2,13
Centrado de columnas	6,80	ml	Q	4,23	Q 28,73
Colocación de tubería HG	4,00	Unidad	Q	-	Q -
Colocación de niples de 3"	2,00	Unidad	Q	33,80	Q 67,60
Colocación de cables tensores de 3/8"	34,00	ml	Q	3,38	Q 114,92
Colocación de cables suspensores de 1/4"	16,00	ml	Q	2,96	Q 47,32
SUBTOTAL					Q 1 794,80
Prestaciones laborales	84,67 %		Q	1 794,80	Q 1 519,65
SUBTOTAL					Q 1 519,65
TOTAL MANO DE OBRA					Q 3 314,45

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 10 725,92
Administración	7 %	Q 750,81
Imprevistos	3 %	Q 321,78
Dirección Técnica	5 %	Q 536,30
Utilidad	15 %	Q 1 608,89
TOTAL INDIRECTO		Q 3 217,78
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 13 943,70

Fuente: elaboración propia.

3.11. Paso aéreo de 40 metros

De acuerdo con el plano típico del paso aéreo de 40 metros sin considerar tubería (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q.16 866,44 por cada unidad.

Tabla XXI. Presupuesto paso aéreo de 40 metros

Nombre del renglón	Paso aéreo de 40 metros, sin tubería
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q16 866,44

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Madera para formaleta	80,00	Pie/Tabla	Q 6,86	Q	548,80
Clavo	10,00	Libra	Q 4,50	Q	45,00
Cemento para muertos de ciclópeo	18,00	Saco	Q 74,68	Q	1 344,15
Arena de río para muertos de ciclópeo	1,40	m ³	Q 103,76	Q	145,27
Piedrín para muertos de ciclópeo	1,80	m ³	Q 209,10	Q	376,38
Piedra bola para muertos de ciclópeo	3,00	m ³	Q 185,00	Q	555,00
Cemento para columnas	26,00	Saco	Q 74,68	Q	1 941,55
Arena de río para columnas	1,80	m ³	Q 103,76	Q	186,77
Piedrín para columnas	2,40	m ³	Q 209,10	Q	501,84
Hierro no. 4 legítimo	18,00	Varilla	Q 46,76	Q	841,68
Hierro no. 3 legítimo	18,00	Varilla	Q 26,06	Q	469,01
Alambre de amarre	30,00	Libra	Q 5,53	Q	165,94
Niples HG de 3" x 12"	4,00	Unidad	Q 98,00	Q	392,00
Mordazas	98,00	Unidad	Q 10,00	Q	980,00
Cable tirante de 3/8" galvanizado	64,00	ml	Q 8,04	Q	514,56
Cable de suspensión de 1/4" galvanizado	32,00	ml	Q 6,89	Q	220,32
Guarda cable de 3/8"	4,00	Unidad	Q 5,05	Q	20,20
Guarda cable de 1/4"	18,00	Unidad	Q 3,20	Q	57,60
Herramienta Paso aéreo 40 m	1,00	Global	Q 158,60	Q	158,60

Continuación de la tabla XXI.

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
SUBTOTAL				Q 9 464,67
TOTAL MATERIALES				Q 9 464,67

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Excavación para columnas y muro ciclópeo	3,65	m ³	Q 42,25	Q 154,21
Encofrado y desencofrado de columnas	10,88	m ²	Q 76,05	Q 827,42
Fundición concreto de 3000 PSI de columnas	1,35	m ³	Q 169,00	Q 228,15
Fundición de concreto ciclópeo	2,37	m ³	Q 101,40	Q 240,32
Estribos con hierro No. 3 de 0,33 m x 0,33 m	56,00	Unidad	Q 0,93	Q 52,05
Armado de columnas hierro No. 4	30,00	ml	Q 1,06	Q 31,94
Elaboración de anclaje con hierro No. 4	2,00	ml	Q 1,06	Q 2,13
Centrado de columnas	6,80	ml	Q 4,23	Q 28,73
Colocación de niples de 2 ½"	2,00	Unidad	Q 33,80	Q 67,60
Colocación de cables tensores de 3/8"	60,00	ml	Q 3,38	Q 202,80
Colocación de cables suspensores de 1/4"	22,00	ml	Q 2,96	Q 65,07
SUBTOTAL				Q 1 900,42
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 1 900,42	Q 1 609,09
SUBTOTAL				Q 1 609,09
TOTAL MANO DE OBRA				Q 3 509,51

Continuación de la tabla XXI.

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 12 974,18
Administración	7 %	Q 908,19
Imprevistos	3 %	Q 389,23
Dirección Técnica	5 %	Q 648,71
Utilidad	15 %	Q 1 946,13
TOTAL INDIRECTO		Q 3 892,26
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 16 866,44

Fuente: elaboración propia

3.12. Paso de zanjón

De acuerdo con el plano típico del paso de zanjón de 6 metros y 12 metros, para un terreno duro (tipo B) (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo unitario de Q. 2 603,85 para el paso de zanjón de 6 metros y un costo unitario de Q. 4 409,97, para el paso de zanjón de 12 metros.

Tabla XXII. Presupuesto paso de zanjón de 6 metros

Nombre del renglón	Paso de zanjón de 6 metros (tipo B)
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q 2 603,85

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Zapatillas de 0,80 m x 0,80 m con 4 hierros No.3 en ambos sentidos	0,80	m ³	Q 221,00	Q 176,80

Continuación de la tabla XXII.

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Columna de 0,50 m x 0,50 m con 4 hierros No.4 y estribos de 3/8" a cada 20 cm	0,60	m ³	Q 156,00	Q 93,60
Cemento	9,00	Saco	Q 74,68	Q 672,08
SUBTOTAL				Q 942,48
TOTAL MATERIALES				Q 942,48

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Armadura de hierro legítimo de 3/8"	12,00	ml	Q 0,85	Q 10,14
Fundición concreto	1,20	m ³	Q 101,40	Q 121,68
Repello y cernido	4,80	m ²	Q 24,47	Q 117,44
Instalación de tubería y accesorios	1,00	Global	Q 325,00	Q 325,00
SUBTOTAL				Q 574,26
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 574,26	Q 486,22
SUBTOTAL				Q 486,22
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 060,48

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 2 002,96
Administración	7 %	Q 140,21
Imprevistos	3 %	Q 60,09
Dirección Técnica	5 %	Q 100,15
Utilidad	15 %	Q 300,44
TOTAL INDIRECTO		Q 600,89
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 2 603,85

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Presupuesto paso zanjón de 12 metros

Nombre del renglón	Paso de zanjón de 12 metros (tipo B)
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q4 409,97

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Zapatas de 0,80 m x 0,80 m con 4 hierros No.3 en ambos sentidos	1,20	m ³	Q 221,00	Q 265,20
Columna de 0,50 m x 0,50 m con 4 hierros No.4 y estribos de 3/8" a cada 20 cm	0,90	m ³	Q 156,00	Q 140,40
Cemento	14,00	Saco	Q 74,68	Q 1 045,45
SUBTOTAL				Q 1 451,05
TOTAL MATERIALES				Q 1 451,05

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Armadura de hierro legítimo de 3/8"	18,00	ml	Q 0,85	Q 15,21
Fundición concreto	1,80	m ³	Q 101,40	Q 182,52
Repello y cernido	21,60	m ²	Q 24,47	Q 528,47
Instalación de tubería y accesorios	1,00	Global	Q 325,00	Q 325,00
SUBTOTAL				Q 1 051,20
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 1 051,20	Q 890,05
SUBTOTAL				Q 890,05
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 941,24

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 3 392,29
Administración	7 %	Q 237,46
Imprevistos	3 %	Q 101,77
Dirección Técnica	5 %	Q 169,61
Utilidad	15 %	Q 508,84
TOTAL INDIRECTO		Q 1 017,68
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 4 409,97

Fuente: elaboración propia.

3.13. Construcción e instalación del hipoclorador

De acuerdo con el plano típico de la construcción e instalación del tanque hipoclorador (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 6 213,86 por cada unidad.

Tabla XXIV. Presupuesto construcción e instalación del hipoclorador

Nombre del renglón	Tanque Hipoclorador
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q6 213,86

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Madera	100,00	Pie/Tabla	Q	6,86	Q 686,00
Clavo	2,00	Libra	Q	4,50	Q 9,00
Tubería PVCde ½" (c-315 PSI)	2,00	Tubo	Q	14,68	Q 29,37
Codo PVCde 45° de ½"	1,00	Unidad	Q	2,46	Q 2,46
Codo PVCde 90° de 1/2"	4,00	Unidad	Q	1,19	Q 4,77
Codo PVC de 90° de ½" roscado	1,00	Unidad	Q	1,68	Q 1,68
Adaptador hembra PVCde ½"	1,00	Unidad	Q	1,28	Q 1,28
Adaptador macho PVCde ½"	6,00	Unidad	Q	0,81	Q 4,88
Tee reductora PVCde 1 ½" x ½"	1,00	Unidad	Q	10,73	Q 10,73
Dosificador	1,00	Unidad	Q	130,00	Q 130,00
Válvula de flote de ½"br	1,00	Unidad	Q	95,00	Q 95,00
Válvula de compuerta de ½"plástica	1,00	Unidad	Q	36,40	Q 36,40
Válvula de compuerta de ½"br	2,00	Unidad	Q	99,50	Q 199,00
Cemento	10,00	Saco	Q	74,68	Q 746,75
Arena de río	0,55	m³	Q	103,76	Q 57,07
Piedrín	0,75	m³	Q	209,10	Q 156,83
Hierro corrugado de 1/2"	1,00	Varilla	Q	46,76	Q 46,76
Hierro corrugado de 3/8"	12,00	Varilla	Q	26,06	Q 312,67
Alambre de amarre	3,00	Libra	Q	5,53	Q 16,59
SUBTOTAL					Q 2 547,24
TOTAL MATERIALES					Q 2 547,24

Continuación de la tabla XXIV.

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Depósito de concreto armado	1,00	Unidad	Q	1 014,00	Q 1 014,00
Tubería y accesorios hipoclorador	1,00	Global	Q	195,00	Q 195,00
SUBTOTAL					Q 1 209,00
Prestaciones laborales	84,67 %		Q	1 209,00	Q 1 023,66
SUBTOTAL					Q 1 023,66
TOTAL MANO DE OBRA					Q 2 232,66

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 4 779,90
Administración	7 %	Q 334,59
Imprevistos	3 %	Q 143,40
Dirección Técnica	5 %	Q 238,99
Utilidad	15 %	Q 716,98
TOTAL INDIRECTO		Q 1 433,96
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 6 213,86

Fuente: elaboración propia.

3.14. Conexión domiciliar

De acuerdo con el plano típico de la conexión domiciliar (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo total de Q. 1 285,78 por cada unidad.

Tabla XXV. Presupuesto conexión domiciliar

Nombre del renglón	Conexión Domiciliar
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q1 285,78

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Tubo de ½"PVC	6,00	Unidad	Q 14,68	Q	88,10
Niples HG con rosca de ½"x6'	1,00	Unidad	Q 7,69	Q	7,69
Niples HG con rosca de ½"x1'	1,00	Unidad	Q 4,52	Q	4,52
Coplas de HG de ½"	1,00	Unidad	Q 4,61	Q	4,61
Codo PVCde 90° de ½"	4,00	Unidad	Q 1,19	Q	4,77
Codo PVC de 90° de ½" roscado	1,00	Unidad	Q 1,68	Q	1,68
Codo HG de 90°de ½"	1,00	Unidad	Q 4,43	Q	4,43
Adaptador macho PVC de ½"	3,00	Unidad	Q 0,81	Q	2,44
Cemento solvente para tubería PVC	0,01	Galón	Q 450,21	Q	2,57
Llaves de paso de bronce de ½"	1,00	Unidad	Q 70,33	Q	70,33
Llaves de chorro con rosca de ½"	1,00	Unidad	Q 40,60	Q	40,60
Teflón	1,50	Unidad	Q 2,57	Q	3,85
Caja de registro para válvulas	1,00	Unidad	Q 52,33	Q	52,33
Cemento	0,07	Saco	Q 74,68	Q	5,12
Arena de río	0,01	m³	Q 103,76	Q	0,54
Piedrín	0,01	m³	Q 209,10	Q	1,43
Herramienta conexión domiciliar	1	Global	Q 15,60	Q	15,60
SUBTOTAL				Q	310,63
TOTAL MATERIALES				Q	310,63

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Fundición concreto de 3000 PSI	0,02	m³	Q 169,00	Q	3,38
Instalación de tubería y accesorios conexión domiciliar	1,00	Global	Q 364,00	Q	364,00
SUBTOTAL				Q	367,38
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 367,38	Q	311,06
SUBTOTAL				Q	311,06
TOTAL MANO DE OBRA				Q	678,44

Continuación de la tabla XXV.

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO			
Descripción	Porcentaje	Total	
TOTAL DIRECTO		Q	989,07
Administración	7 %	Q	69,23
Imprevistos	3 %	Q	29,67
Dirección Técnica	5 %	Q	49,45
Utilidad	15 %	Q	148,36
TOTAL INDIRECTO		Q	296,71
COSTO TOTAL UNITARIO		Q	1 285,78

Fuente: elaboración propia.

3.15. Tanque de distribución

De acuerdo con el plano típico del tanque de distribución con capacidad de 10 m³ y 20 m³ de mampostería de piedra (ver apéndice 3), se realizó la cuantificación y presupuestación, estimándose un costo unitario de Q. 57 157,34 para el tanque de distribución de 10 m³ y un costo unitario de Q. 108 777,56 para el tanque de distribución de 20 m³.

Tabla XXVI. **Tanque de distribución de 10 m³**

Nombre del renglón	Tanque de distribución de 10 m ³ de concreto ciclópeo
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q57 157,34

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Piso de concreto ciclópeo con mezcladora	5,00	m ³	Q 1 800,00	Q 9 000,00

Continuación de la tabla XXVI.

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Total
Solera de 10 cm x 15 cm con 2 hierros No.3 y eslabones de 1/4" a cada 20 cm	6,00	ml	Q	76,14	Q 456,86
Solera remate perimetral de 15 cm x 20 cm con 4 hierros No.3 y eslabones de 1/4" a cada 20 cm	19,00	ml	Q	115,45	Q 2 193,61
Muros de concreto ciclópeo de 30 cm de espesor con mezcladora	20,00	m ³	Q	720,57	Q 14 411,43
Solera de remate perimetral de 30 cm x 40 cm con 4 hierros No.4 y eslabones de 1/4" a cada 20 cm (Incluye pin No.3 a cada 30 cm con l = 40 cm)	5,00	ml	Q	263,72	Q 1 318,59
Viga No.1 de 20 cm x 40 cm. con 2 hierros No.4 + 2 hierros No.5 y 1 hierro No.3 con eslabones de 1/4" a cada 15 centímetros (5 estribos a 5 cm en cada extremo)	12,00	ml	Q	342,64	Q 4 111,69
Losa de concreto armado de 10 cm de espesor con tensiones a cada 40 cm en ambos sentidos	5,00	m ²	Q	348,22	Q 1 741,09
Repello para pared del tanque	25,00	m ²	Q	36,21	Q 905,36
Solera de remate perimetral de acceso de 12,5 cm x 30 cm con 4 hierros No.3 y eslabones de 1/4" a cada 15 cm	8,00	ml	Q	110,50	Q 884,00
Cerco perimetral del tanque (con postes brotones)	44,00	ml	Q	20,42	Q 898,61
Muerto o anclaje (30 cm x 30 cm x 40 cm) para desfogue de rebalse	1,00	Unidad	Q	40,86	Q 40,86
Suministro e instalación de tubería de PVC	1,00	Unidad	Q	1 264,71	Q 1 264,71
Tapadera con candado de 50 mm	1,00	Unidad	Q	377,00	Q 377,00
Tiempo de mezcladora	14,00	Hora	Q	60,36	Q 845,00
Tiempo de vibrador de concreto	14,00	Hora	Q	46,43	Q 650,00
SUBTOTAL					Q 39 098,81

Continuación de la tabla XXVI.

MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
TOTAL MATERIALES				Q 39 098,81

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Trazo y estaqueado	36,00	ml	Q 14,86	Q 534,86
Nivelación y compactación del fondo del tanque	18,00	m ²	Q 9,29	Q 167,14
Colocación y retiro de andamios	12,00	ml	Q 28,87	Q 346,50
Curado de losa de concreto	5,00	m ²	Q 4,81	Q 24,06
Repellado de muros y fondo del tanque	25,00	m ²	Q 26,00	Q 650,00
Colocación de escalones	6,00	Unidad	Q 22,28	Q 133,69
Operación de mezcladora	14,00	Hora	Q 27,86	Q 390,00
Operación de vibrador	14,00	Hora	Q 27,86	Q 390,00
SUBTOTAL				Q 2 636,25
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 2 636,25	Q 2 232,12
SUBTOTAL				Q 2 232,12
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4 868,37

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 43 967,18
Administración	7 %	Q 3 077,70
Imprevistos	3 %	Q 1 319,02
Dirección Técnica	5 %	Q 2 198,36
Utilidad	15 %	Q 6 595,08
TOTAL INDIRECTO		Q 13 190,16
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 57 157,34

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Presupuesto tanque de distribución de 20 m³

Nombre del renglón	Tanque de distribución de 20 m ³ de concreto ciclópeo
Medida	Unidad
Costo Unitario	Q108 777,56

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Piso de concreto ciclópeo con mezcladora	10,00	m ³	Q 1 800,00	Q	18 000,00
Solera de 10 cm x 15 cm con 2 hierros No.3 y eslabones de 1/4" a cada 20 cm	12,00	ml	Q 76,14	Q	913,71
Solera remate perimetral de 15 cm x 20 cm con 4 hierros No.3 y eslabones de 1/4" a cada 20 cm	38,00	ml	Q 115,45	Q	4 387,21
Muros de concreto ciclópeo de 30 cm de espesor con mezcladora	40,00	m ³	Q 720,57	Q	28 822,86
Solera de remate perimetral de 30 cm x 40 cm con 4 hierros No.4 y eslabones de 1/4" a cada 20 cm (Incluye pin No.3 a cada 30 cm con l = 40 cm)	10,00	ml	Q 263,72	Q	2 637,18
Viga No.1 de 20 cm x 40 cm. con 2 hierros No.4 + 2 hierros No.5 y 1 hierro No.3 con eslabones de 1/4" a cada 15 centímetros (5 estribos a 5 cm en cada extremo)	24,00	ml	Q 342,64	Q	8 223,38
Losa de concreto armado de 10 cm de espesor con tensiones a cada 40 cm en ambos sentidos	10,00	m ²	Q 348,22	Q	3 482,18
Repello para pared del tanque	50,00	m ²	Q 36,21	Q	1 810,71
Solera de remate perimetral de acceso de 12,5 cm x 30 cm con 4 hierros No.3 y eslabones de 1/4" a cada 15 cm	10,00	ml	Q 110,50	Q	1 105,00
Cerco perimetral del tanque (con postes brotones)	44,00	ml	Q 20,42	Q	898,61
Muerto o anclaje (30 cm x 30 cm x 40 cm) para desfogue de rebalse	1,00	Unidad	Q 40,86	Q	40,86

Continuación de la tabla XXVII.

MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Suministro e instalación de tubería de PVC	1,00	Unidad	Q 1 264,71	Q	1 264,71
Tapadera con candado de 50 mm	1,00	Unidad	Q 377,00	Q	377,00
Tiempo de mezcladora	28,00	Hora	Q 60,36	Q	1 690,00
Tiempo de vibrador de concreto	28,00	Hora	Q 46,43	Q	1 300,00
SUBTOTAL				Q	74 953,43
TOTAL MATERIALES				Q	74 953,43

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total	
Trazo y estaqueado	44,00	ml	Q 14,86	Q	653,71
Nivelación y compactación del fondo del tanque	36,00	m ²	Q 9,29	Q	334,29
Colocación y retiro de andamios	24,00	ml	Q 28,87	Q	693,00
Curado de losa de concreto	10,00	m ²	Q 4,81	Q	48,12
Repellado de muros y fondo del tanque	50,00	m ²	Q 26,00	Q	1 300,00
Colocación de escalones	6,00	Unidad	Q 22,28	Q	133,69
Operación de mezcladora	28,00	Hora	Q 27,86	Q	780,00
Operación de vibrador	28,00	Hora	Q 27,86	Q	780,00
SUBTOTAL				Q	4 722,82
Prestaciones laborales	84,67 %		Q 4 722,82	Q	3 998,81
SUBTOTAL				Q	3 998,81
TOTAL MANO DE OBRA				Q	8 721,63

Continuación de la tabla XXVII.

Precio Unitario DIRECTO E INDIRECTO		
Descripción	Porcentaje	Total
TOTAL DIRECTO		Q 83 675,05
Administración	7 %	Q 5 857,25
Imprevistos	3 %	Q 2 510,25
Dirección Técnica	5 %	Q 4 183,75
Utilidad	15 %	Q 12 551,26
TOTAL INDIRECTO		Q 25 102,51
COSTO TOTAL UNITARIO		Q 108 777,56

Fuente: elaboración propia.

4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE COMPONENTES (OBRAS DE ARTE) TÍPICOS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Es importante que un sistema de abastecimiento de agua potable beneficie a la mayor cantidad de consumidores posible, brindando un servicio de calidad, cantidad, continuidad y costo razonable. Por consiguiente, en este capítulo se describirán los aspectos de mayor relevancia para la adecuada operación y mantenimiento con el fin de promover algunas recomendaciones para la eficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

De acuerdo al Instituto de Fomento Municipal en el Manual de administración, operación y mantenimiento, se presentarán dichas recomendaciones para algunos componentes básicos.

4.1. Captación de brote definido

Mensualmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Revisar los componentes de la caja de captación, tales como el muro y el sello sanitario, con el fin de observar la existencia de grietas, filtraciones o tapaderas quebradas. En caso hubiera una filtración se debe impermeabilizar con sabieta de cemento y arena de río, con la proporción (1:3).
- b) Limpiar la contracuneta con el fin de eliminar cualquier material que la obstruya, tales como tierra, basura o cualquier otro contaminante.

- c) Realizar inspección y lavado de la caja de captación mediante cepillos de raíz o plástico; no se recomienda utilizar jabones o detergentes y utilizar botas de hule durante la limpieza.
- d) Verificar que las válvulas giren con facilidad, que no posean fugas, ni estén quebradas.
- e) Comprobar la existencia de posibles fugas en la tubería y reparar inmediatamente.
- f) Realizar un chequeo de limpieza alrededor de la captación, con el fin de detectar posibles focos de contaminación.
- g) Revisar y reparar cualquier anomalía del cerco perimetral.

Anualmente, se recomienda pintar tapaderas, lubricar candados y chequear si existe corrosión en agarradores, accesorios de hierro galvanizado, escaleras de hierro, tapaderas, entre otros, para que sea removido el óxido mediante el uso de un cepillo de acero o lija, y posteriormente aplicar dos capas de pintura anticorrosiva.

4.2. Captación galería de infiltración

Mensualmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Aplican literales “a)”, “c)”, “d)”, “f)” y “g)” de las recomendaciones de la captación de brote definido, descritas en el subacápite anterior.
- b) Se debe limpiar el área donde se encuentre la galería de infiltración con el fin de evitar que las raíces penetren el suelo por los sistemas radiculares de las plantas.
- c) Verificar la capa de impermeabilidad de la galería para localizar posibles filtraciones de agua superficial.

Anualmente, se recomienda pintar tapaderas, lubricar candados y chequear si existe corrosión en agarradores, accesorios de hierro galvanizado, escaleras de hierro, tapaderas, entre otros, para que sea removido el óxido mediante el uso de un cepillo de acero o lija, y posteriormente aplicar dos capas de pintura anticorrosiva.

4.3. Caseta y equipo de bombeo

- a) Se recomienda diariamente mantener limpia y ordenada la caseta de bombeo, el motor y la bomba.
- b) Revisar el estado de los fusibles del tablero de control y chequear que el *switch* de arranque se encuentre en posición manual, con el fin de evitar encendidos automáticos no esperados.
- c) Chequear el nivel del aceite del motor de la bomba.
- d) Revisar que todas las válvulas de compuerta estén completamente abiertas.
- e) Seguir las instrucciones del manual de operación y mantenimiento del fabricante del equipo.

4.4. Caja distribuidora de caudales

Mensualmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Aplican literales “d)” y “e)” de las recomendaciones mensuales de la captación de brote definido.
- b) Se debe realizar una inspección del estado de la caja y válvulas. En caso hubieran grietas en los muros se le colocará sabieta de cemento y arena de río, con la proporción (1:3).

Trimestralmente para lavar el interior de la caja se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Se cierra la válvula de salida y se abre el drenaje para vaciar la caja.
- b) Se lava el piso y paredes con agua y cepillo de raíz o plástico, además, no se recomienda el uso de jabones y detergentes. Luego de pasar el cepillo se debe lavar la caja con suficiente agua.
- c) Se cierra el drenaje y se abre la válvula de salida.

4.5. Caja unificadora de caudales

Aplican las mismas recomendaciones mensuales y trimestrales de la caja distribuidora de caudales.

4.6. Caja rompe – presión

Mensualmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Revisar el estado de la caja y en caso hubieran grietas en los muros se le colocará sabieta de cemento y arena de río, con la proporción (1:3).
- b) Aplican literales “d)” y “e)” de las recomendaciones mensuales de la captación de brote definido.

Trimestralmente para lavar el interior de la caja se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Aplican las literales a), b) y c) de las recomendaciones trimestrales de la caja distribuidora de caudales.

4.7. Caja rompe – presión con válvula de flote

Mensualmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Aplican las literales “a)” y “b)” de las recomendaciones mensuales para caja rompe – presión.
- b) Chequear si el flote cierre completamente la válvula, dicha prueba pueda realizarse levantando el flote.
- c) Chequear si el flote requiere graduación.
- d) En caso el flote tuviera picaduras se debe sellar inmediatamente.
- e) En caos que se requiera de alargar o acortar la acción del flote se puede ajustar enroscándolo o desenroscándolo de la varilla.

Trimestralmente para lavar el interior de la caja se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Aplican las literales “a)”, “b)” y “c)” de las recomendaciones trimestrales de la caja distribuidora de caudal.

4.8. Válvulas

- Válvula de aire

Mensualmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Revisar el estado de la caja y en caso hubieran grietas en los muros se le colocará sabieta de cemento y arena de río, con la proporción (1:3).
- b) Revisar las tuberías y en caso existiera fuga, reparar inmediatamente.

Trimestralmente para lavar el interior de la caja se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Revisar roturas o fugas en la válvula de aire, válvula de globo o en la tee reductora.
 - b) Verificar si expulsa aire.
 - b) Limpiar y lubricar el mecanismo interno de la válvula de aire, además, se debe revisar si internamente se encuentre oxidada.
- Válvula de compuerta para limpieza

Trimestralmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Aplican las literales “a)” y “b)” de las recomendaciones mensuales para válvula de aire.
 - b) Abrir completamente la válvula de compuerta para limpieza con el fin de liberar los sedimentos y lodos. Luego de dos minutos, se debe cerrar completamente la válvula de compuerta.
- Válvula de control

Trimestralmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Aplica la literal “a)” de las recomendaciones mensuales para válvula de aire.
- b) Durante el funcionamiento de las válvulas se debe revisar que no existan fugas, y comprobar que cierran y abren fácilmente.

4.9. Pasos de zanjón y pasos aéreos

Generalmente, estas estructuras no requieren de un mantenimiento específico, sin embargo, se recomienda mensualmente recorrer las líneas de conducción o distribución para una revisión general de las estructuras y hacer cualquier reparación, si en caso fuera necesario.

4.10. Hipoclorador

Mensualmente se recomiendan las siguientes actividades para la limpieza del hipoclorador:

- a) Se debe medir la concentración de cloro en la red de distribución, mediante el uso del colorímetro y la muestra de agua del grifo tomada en el punto más lejano de la conexión predial. Se recomienda que la concentración sea entre 0,4 a 0,8 mg/L, si la concentración es superior o inferior a dichos valores se debe recalibrar la dosificación del cloro.

4.11. Conexión domiciliar

Constantemente se debe verificar que la tubería de la conexión domiciliar no este superficial y que el contador de agua no este cubierto de tierra. Además, se debe chequear que la caja del contador y la válvula no se encuentre rota.

4.12. Tanque de distribución

Mensualmente se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Revisar el estado de la caja y en caso hubieran grietas en los muros se le colocará sabieta de cemento y arena de río, con la proporción (1:3).
- b) Verificar el estado del cerco perimetral y candados de las tapaderas del tanque de distribución.
- c) Al manejar las válvulas comprobar que cierran y abren fácilmente. Además, revisar que no existan fugas durante su funcionamiento.

Trimestralmente para lavar el interior del tanque de distribución se recomiendan las siguientes actividades:

- a) Se debe cerrar la válvula del hipoclorador, la válvula de la línea de conducción y la válvula de línea de distribución.
- b) Abrir la válvula de drenaje para vaciar el tanque.
- c) Se lava el piso y paredes con agua y cepillo de raíz o plástico, además, no se recomienda el uso de jabones y detergentes. Luego de pasar el cepillo se debe lavar la caja con suficiente agua.
- d) Se abre la válvula de la línea de conducción y se deja correr el agua durante 20 minutos. Luego, se abre la válvula del hipoclorador y la válvula de la línea de distribución.

Anualmente, se recomienda pintar tapaderas, lubricar candados y chequear si existe corrosión en agarradores, accesorios de hierro galvanizado, escaleras de hierro, tapaderas, entre otros, para que sea removido el óxido mediante el uso de un cepillo de acero o lija y posteriormente aplicar dos capas de pintura anticorrosiva.

CONCLUSIONES

1. Previo a la ejecución de un sistema de abastecimiento de agua potable, se debe garantizar que el agua que se conducirá a los usuarios sea sanitariamente segura, lo que se logra cumpliendo con los límites máximos aceptables y/o permisibles de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 29001, analizando las características físicas, químicas y microbiológicas.
2. Los criterios generales que se deben tomar en consideración para el diseño, planificación y cuantificación de los componentes típicos de un sistema de abastecimiento de agua potable, deben contener como mínimo: a) descripción general o definición del componente, b) especificaciones técnicas indicando medidas, materiales, y criterios generales de diseño (velocidad, largo de tubería, entre otros), c) planos de cada componente, d) cuantificación en función de las especificaciones y planos, y e) elaboración de presupuestos tomando como referencia los precios actuales de materiales, así como costo de mano de obra, incluyendo prestaciones, así como los impuestos descritos en la legislación guatemalteca.
3. Con base en los planos típicos de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable, se realizó la cuantificación y estimación del costo de cada componente, los que serán de utilidad para la planificación de proyectos. Dichos presupuestos se realizaron con base en los precios unitarios que se manejan en la ciudad de Guatemala del

año 2019, por lo tanto, al considerarlos para un futuro proyecto, deben ser actualizados.

4. El buen funcionamiento y la prevención ante posibles fallos, son partes inherentes a una adecuada operación y mantenimiento que se le brinde a los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable. Como mínimo, un adecuado plan de operación y mantenimiento debe contener a) descripción la actividad a realizar, b) persona encargada de realizar la actividad, c) horarios y/o frecuencia (horaria, diaria, mensual, semestral o anual), d) equipo y/o herramienta necesaria para realizar la actividad, e) Breve descripción de cómo se debe realizar la actividad. Para el presente estudio se tomaron aspectos generales, ya que los componentes descritos son típicos y pueden ser ajustados a cualquier sitio, en el cual cada autoridad preverá qué actividades realizar y quién las hará.

RECOMENDACIONES

1. Los criterios generales difundidos en este trabajo de graduación deben utilizarse de forma adecuada por los diseñadores que pretendan disponer de las especificaciones técnicas, planos o presupuestos de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable, para que se ajusten a las demás unidades diseñadas que no son típicas, como las líneas de conducción, líneas y redes de distribución, perfiles hidráulicos, entre otros. Es decir, se deben tomar los criterios estipulados en este trabajo como una guía y no simplemente como una actividad de copiar y pegar en cualquier diseño, sino que se deben ajustar a las necesidades de cada proyecto en particular.
2. Este trabajo de graduación debe utilizarse como una herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje en las unidades académicas que contengan dentro de su pensum de estudio, el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, como por ejemplo la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que en el curso de Ingeniería Sanitaria 1 pueda tomarse como referencia este trabajo como apoyo para el cuerpo docente y estudiantil.
3. Para todos los diseñadores, así como en el ámbito académico, es importante tomar en consideración las actividades relacionadas con la operación y mantenimiento de las unidades que se diseñen y planifiquen en un acueducto, para que se garantice un periodo óptimo de vida útil del proyecto, así como que las obras diseñadas cumplan adecuadamente con su función.

4. Socializar este trabajo de graduación con toda la comunidad educativa, así como instituciones públicas, privadas, descentralizadas, entre otras, que intervengan en el proceso de diseño, supervisión, monitoreo o construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, con el fin de proporcionar una herramienta de fácil acceso para que las obras que se gestionen relacionadas con el abastecimiento de agua potable tengan un mayor y mejor alcance a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 169 p.
2. Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones generales y técnicas
de construcción*. Guatemala: INFOM. 171 p.
3. _____ . *Manual de administración, operación y mantenimiento*.
Guatemala: Programa de agua potable y saneamiento básico rural
IV, 2004. 61 p.
4. _____ . *Normas generales de abastecimiento*. Guatemala:
INFOM, 1997. 40 p.
5. Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y
Asistencia Social. *Guía de normas sanitarias para el diseño de
sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo
humano*. Guatemala, INFOM-MSPAS, 2011. 64 p.
6. Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de
Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de
agua potable a zonas rurales*. Guatemala, INFOM-UNEPAR, 2011.
66 p.

7. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. *Temas ambientales: toma y preservación de la muestra*. Colombia: Ministerio del Medio Ambiente. 20 p.
8. KEMMER, Frank, MCCALLION, John. *Manual del agua: su naturaleza, tratamiento y aplicaciones*. NALCO, McGraw-Hill: México D.F., 1989. 256 p.
9. LÓPEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas*. México D.F: Instituto Politécnico Nacional, 2013. 295 p.
10. Norma Técnica Guatemalteca. *COGUANOR NTG 29001: Agua para consumo humano. Especificaciones*. Guatemala: COGUANOR, 2010. 12 p.
11. ROJAS, Ricardo. *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima: OPS/CEPIS, 2002. 63 p.
12. ROMERO, Jairo. *Purificación del agua*. Colombia: Escuela de Ingeniería, 2009. 473 p.
13. SAWYER, Clair, MCCARTY, Perry. *Chemistry for sanitary engineers*. Segunda edición. USA: McGraw-Hill Book Co., 1992. 367 p.

APÉNDICES

El promedio de listado de precios, se obtuvo de las diferentes cotizaciones que se realizaron en ferreterías de Guatemala, durante febrero de 2019. Dicho promedio está basado en los precios de las siguientes ferreterías: Construfácil, Súper Mayen, Ferretería El Alambrón, FFACSA, Ferromax, Novex, Ferretería Tuba, Celasa, Ferretería El Trébol, y el listado de precios promedio de materiales de construcción de la Cámara Guatemalteca de la Construcción.

Apéndice 1. Listado de precios, año 2019.

Costos de materiales, año 2019				
No.	Descripción	Precio unitario	Unidad	
1	Accesorios caseta de bombeo	Q 9 100,00	Global	
2	Adaptador hembra PVC de 1/2"	Q 1,28	Unidad	
3	Adaptador hembra de 3" PVC	Q 19,27	Unidad	
4	Adaptador macho PVC de 1/2"	Q 0,81	Unidad	
5	Adaptador macho PVC de 1 1/2"	Q 3,93	Unidad	
6	Adaptador macho PVC de 2"	Q 5,50	Unidad	
7	Adaptador macho PVC de 2 1/2"	Q 15,12	Unidad	
8	Adaptador macho PVC de 3"	Q 17,22	Unidad	
9	Adaptador macho PVC de 4"	Q 26,74	Unidad	
10	Adaptador macho PVC de 6"	Q 113,45	Unidad	
11	Agua	Q 0,66	Galón	
12	Alambre de amarre	Q 5,53	Libra	
13	Alambre espigado	Q 0,48	Vara	
14	Arandelas planas galvanizadas de 1/4"	Q 0,43	Unidad	
15	Arandelas tipo polser de 1/4" (con hule y tuerca)	Q 0,50	Unidad	
16	Arena de río	Q 103,76	m ³	
17	Block de 0,15 m x 0,20 m x 0,40 m	Q 4,12	Unidad	
18	Cable galvanizado de suspensión de 1/4"	Q 6,89	ml	
19	Cable tirante de 3/8" galvanizado	Q 8,04	ml	
20	Caja de registro para válvulas	Q 52,33	Unidad	
21	Caja de válvula de concreto ciclópeo de 6"	Q 6 811,07	Unidad	

Continuación del apéndice 1.

No.	Descripción	Precio unitario	Unidad
22	Caja de válvula de concreto ciclópeo de 3/4"	Q 1 810,71	Unidad
23	Cal hidratada	Q 32,18	Saco
24	Candado de intemperie de 50 mm	Q 80,33	Unidad
25	Cedazo tipo mosquitero plástico 1/16"	Q 7,44	m2
26	Cemento	Q 74,68	Saco
27	Cemento solvente para PVC	Q 450,21	Galón
28	Cerco perimetral del tanque (con postes brotones)	Q 20,42	ml
29	Clavo de 2"	Q 4,50	Libra
30	Clavo de 3"	Q 4,50	Libra
31	Codo HG de 90° de 1/2"	Q 4,43	Unidad
32	Codo PVC Ø 1/2" x 90° para drenaje	Q 1,19	Unidad
33	Codo PVC de 45° de 1/2"	Q 2,46	Unidad
34	Codo PVC de 90° de 1/2" roscado	Q 1,68	Unidad
35	Codo PVC Ø 2" x 90° para rebalse	Q 6,20	Unidad
36	Codo PVC Ø 2 1/2" x 90° para entrada	Q 28,79	Unidad
37	Codo PVC Ø 3" x 90° para drenaje	Q 21,55	Unidad
38	Codo PVC Ø 4" x 90°	Q 32,79	Unidad
39	Columna de 0,50 m x 0,50 m con 4 hierros no.4 y estribos de 3/8" a cada 20 cm	Q 156,00	m³
40	Columna de 30 m x 30 m con 8 hierros No.4 más estribos y eslabones de 1/4" a cada 15 cm	Q 434,57	ml
41	Compuerta 0,50 m X 0,60 m con volante	Q 1 300,00	Unidad
42	Coplas de HG de 1/2"	Q 4,61	Unidad
43	Dosificador	Q 130,00	Unidad
44	Electrodo café 1/8" punto	Q 13,15	Libra
45	Grapas para cerco	Q 6,88	Libra
46	Guarda cable de 3/8"	Q 5,05	Unidad
47	Guarda cable de 1/4"	Q 3,20	Unidad
48	Herramienta caja distribuidora de caudal	Q 81,90	Global
49	Herramienta caja rompe-presión	Q 97,50	Global
50	Herramienta caja rompe-presión con válvula de flote	Q 81,90	Global
51	Herramienta caja unificadora de caudal	Q 81,90	Global
52	Herramienta galería de infiltración	Q 5 590,00	Global
53	Herramienta conexión domiciliar	Q 15,60	Global
54	Herramienta para cajas de válvulas	Q 36,18	Global
55	Herramienta paso aéreo 20 m	Q 97,50	Global
56	Herramienta paso aéreo 30 m	Q 97,50	Global
57	Herramienta paso aéreo 40 m	Q 158,60	Global
58	Hierro legítimo de 1/2"	Q 46,76	Varilla
No.	Descripción	Precio unitario	Unidad

Continuación del apéndice 1.

No.	Descripción	Precio unitario	Unidad
59	Hierro legítimo de 3/8"	Q 26,06	Varilla
60	Hierro legítimo dede 1/4"	Q 10,57	Varilla
61	Hierro liso de 1/4"	Q 8,76	Varilla
62	Instalación eléctrica	Q 910,00	Global
63	Ladrillo tayuyo	Q 1,92	Unidad
64	Lámina legítima acanalada de 6´ calibre 28	Q 62,57	Unidad
65	Lámina lisa negra de 3/64" de 4' x 8'	Q 265,00	Unidad
66	Lija de agua	Q 4,27	Pliego
67	Llaves de chorro con rosca de ½"	Q 40,60	Unidad
68	Llaves de paso de bronce de ½"	Q 70,33	Unidad
69	Losa de concreto armado de 10 cm de espesor con tensiones a cada 40 cm en ambos sentidos	Q 348,22	m ²
70	Madera	Q 6,86	Pie/Tabla
71	Malla de triple torsión con alambre (para gaviones)	Q 40,07	m ²
72	Mordazas	Q 10,00	Unidad
73	Muerto o anclaje (30 cm x 30 cm x 40 cm) para desfogue de rebalse	Q 40,86	Unidad
74	Muros de concreto ciclópeo de 30 cm de espesor con mezcladora	Q 720,57	m ³
75	Niple HG Ø ½"x 4"	Q 5,94	Unidad
76	Niples HG con rosca de ½"x1'	Q 4,52	Unidad
77	Niples HG con rosca de ½"x6'	Q 7,69	Unidad
78	Niple HG Ø 3" x 0,50 m	Q 45,50	Unidad
79	Niple HG Ø 3" x 12"	Q 98,00	Unidad
80	Niple PVC Ø 2" x 3 m para bajada de agua pluvial	Q 108,42	Unidad
81	Niple PVC Ø 3" x 1,50 m de 100 PSI	Q 58,40	Unidad
82	Niple PVC Ø 3" x 2,00 m de drenaje astm 2241	Q 58,40	Unidad
83	Par de bisagra de 2" x 3" para puertas	Q 4,38	Unidad
84	Pasador para puerta de 2 ½" con tornillos	Q 9,75	Unidad
85	Pegamento PVC pinta	Q 67,33	Unidad
86	Perfil hembra de 1/8" x 1" x 6 m de largo	Q 38,00	Unidad
87	Perno de metal galvanizado roscado de forma J de 1/4" x 4"	Q 1,35	Unidad
88	Pichacha PVC de 2"	Q 179,50	Unidad
89	Pichacha PVC de 2 ½"	Q 320,00	Unidad
90	Pichacha PVC de 3"	Q 440,10	Unidad
91	Pichacha PVC de 4"	Q 550,00	Unidad
92	Piedra bola	Q 185,00	m ³
93	Piedra bola 3/4" a 1 ½"	Q 185,00	m ³
94	Piedra bola de 2"	Q 185,00	m ³

Continuación del apéndice 1.

No.	Descripción	Precio unitario	Unidad
95	Piedra bola de 2" a 4"	Q 185,00	m ³
96	Piedrín	Q 209,10	m ³
97	Pintura anticorrosiva	Q 136,80	Galón
98	Pintura esmalte	Q 124,87	Galón
99	Piso de concreto ciclópeo con mezcladora	Q 1 800,00	m ³
100	Planchas de fibrocemento hidrofugada para exterior de 4' x 8' x 11 mm	Q 250,00	Unidad
101	Postes brotones	Q 14,10	Unidad
102	Puerta de metal	Q 635,00	Unidad
103	Reductor <i>bushing</i> de 1" a 1/2"	Q 5,68	Unidad
104	Reductor <i>bushing</i> de 6" a 2"	Q 116,05	Unidad
105	Sanitario tipo rural	Q 294,00	Unidad
106	Selecto	Q 100,23	m ³
107	Solera de 10 cm x 15 cm con 2 hierros no.3 y eslabones de 1/4" a cada 20 cm	Q 76,14	ml
108	Solera de remate perimetral de 30 cm x 40 cm con 4 hierros no.4 y eslabones de 1/4 a cada 20 cm (incluye pin no.3 a cada 30 cm con l = 40 cm)	Q 263,72	ml
109	Solera de remate perimetral de acceso de 12,5 cm x 30 cm con 4 hierros no.3 y eslabones de 1/4" a cada 15 cm	Q 110,50	ml
110	Solera remate perimetral de 15 cm x 20 cm con 4 hierros no.3 y eslabones de 1/4" a cada 20 cm	Q 115,45	ml
111	Suministro e instalación de tubería de PVC	Q 1 264,71	Unidad
112	Tapadera con candado de 50 mm	Q 377,00	Unidad
113	Tapaderas de 0,90 m x 0,90 m x 0,06 m con refuerzo No.3 ambos sentidos (incluye candado de 50 mm)	Q 297,14	Unidad
114	Tapón hembra PVC Ø 3"	Q 19,88	Unidad
115	Taza	Q 294,00	Unidad
116	Tee PVC Ø 1/2"	Q 1,15	Unidad
117	Tee PCV de 1"	Q 3,24	Unidad
118	Tee PCV de 1 1/2"	Q 8,06	Unidad
119	Tee PCV de 2"	Q 9,31	Unidad
120	Tee PVC Ø 3" de drenaje 125 PSI	Q 18,93	Unidad
121	Tee PVC de 4"	Q 52,92	Unidad
122	Tee PVC de 6"	Q 140,28	Unidad
123	Tee reductora PVC de 1 1/2" x 1/2"	Q 10,73	Unidad
124	Teflón	Q 2,57	Unidad
125	Thinner	Q 58,15	Galón
126	Tiempo de mezcladora	Q 60,36	Hora

Continuación del apéndice 1.

No.	Descripción	Precio unitario	Unidad
127	Tiempo de vibrador de concreto	Q 46,43	Hora
128	Tornillo galvanizado roscado 1/4" x 1 1/4" con tuerca galvanizada	Q 0,91	Unidad
129	Tornillo galvanizado roscado 1/4" x 1" con tuerca galvanizada	Q 0,78	Unidad
130	Tornillo galvanizado roscado 1/4" x 3/4" con tuerca galvanizada	Q 0,65	Unidad
131	Tubería de HG de 3"	Q 491,50	Unidad
132	Tubo cuadrado 1 1/2" x 1 1/2" x chapa 18	Q 78,03	Unidad
133	Tubo HG de 1 1/2"	Q 241,00	Unidad
134	Tubos de 3/4" PVC de 250 PSI	Q 18,87	Unidad
135	Tubos PVC de 1/2" de 315 PSI	Q 14,68	Unidad
136	Tubos de 1" PVC de 160 PSI	Q 24,30	Unidad
137	Tubos PVC de 1 1/4" 160 PSI	Q 32,28	Unidad
138	Tubo PVC de 1 1/2" de 125 PSI	Q 37,69	Unidad
139	Tubos PVC de 1 1/2" 160 PSI	Q 43,25	Unidad
140	Tubo PVC de 2" de 125 PSI	Q 54,10	Unidad
141	Tubos PVC de 2" 160 PSI	Q 67,10	Unidad
142	Tubos PVC de 2 1/2" 160 PSI	Q 102,27	Unidad
143	Tubo de PVC de 3" c-100 PSI	Q 95,49	Tubo
144	Tubo PVC de 3" de 125 PSI	Q 118,17	Unidad
145	Tubos PVC de 3" 160 PSI	Q 147,04	Unidad
146	Tubo PVC de 4" de 125 PSI	Q 190,36	Unidad
147	Tubo de 4" PVC 160 PSI	Q 228,09	Unidad
148	Tubo de Cemento de 8"	Q 34,42	Unidad
149	Válvula de aire de 1/2"	Q 51,95	Unidad
150	Válvula de compuerta de 1 1/2"	Q 191,75	Unidad
151	Válvula de compuerta de 1/2"br	Q 99,50	Unidad
152	Válvula de compuerta de 1/2"plástica	Q 36,40	Unidad
153	Válvula de compuerta de 2"	Q 392,25	Unidad
154	Válvula de compuerta de 2 1/2"	Q 985,00	Unidad
155	Válvula de compuerta de 3"	Q 631,67	Unidad
156	Válvula de compuerta de 4"	Q 1 887,50	Unidad
157	Válvula de flote de 1/2"br	Q 95,00	Unidad
158	Válvula de flote de 2"	Q 899,00	Unidad
159	Viga No.1 de 20 cm x 40 cm con 2 hierros No.4, más 2 hierros No.5 y 1 hierro No.3 con eslabones de 1/4" a cada 15 centímetros (5 estribos a 5 cm en cada extremo)	Q 342,64	ml
160	Viga No.2 de 20 cm x 30 cm con 4 hierros No.4, más 2 hierros No.3 eslabones de 1/4" a cada 15 (5 estribos a 5 cm en cada extremo)	Q 300,86	ml

Continuación del apéndice 1.

No.	Descripción	Precio unitario	Unidad
161	Wippe	Q 17,30	Libra
162	Zapata de 1,5 m x 1,5 m x 0,30 cm con hierro No.3 a cada 10 cm en ambos sentidos	Q 1 139,36	ml
163	Zapatas de 0,80 m x 0,80 m con 4 hierros no.3 en ambos sentidos	Q 221,00	m ³

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Cálculo de prestaciones laborales

Prestaciones laborales		
No	Días de goce de sueldo	Días
1	1 de enero	1,00
2	Jueves Santo	1,00
3	Viernes Santo	1,00
4	Sábado Santo	1,00
5	1 de mayo	1,00
6	30 de junio	1,00
7	15 de septiembre	1,00
8	20 de octubre	1,00
9	1 de noviembre	1,00
10	24 de diciembre	0,50
11	31 de diciembre	0,50
12	De fiesta (feriado)	1,00
13	Vacaciones	15,00
14	Sábado	26,00
15	Domingo	52,00
	TOTAL	104,00

Prestaciones Extras		
No	Descripción	Días
1	Aguinaldo	30,00
2	Bono 14	30,00
3	Indemnización	30,00
	TOTAL	90,00

Días del año	365,00
Días no trabajados	104,00
Días efectivos	261,00
Días de días extras	90,00

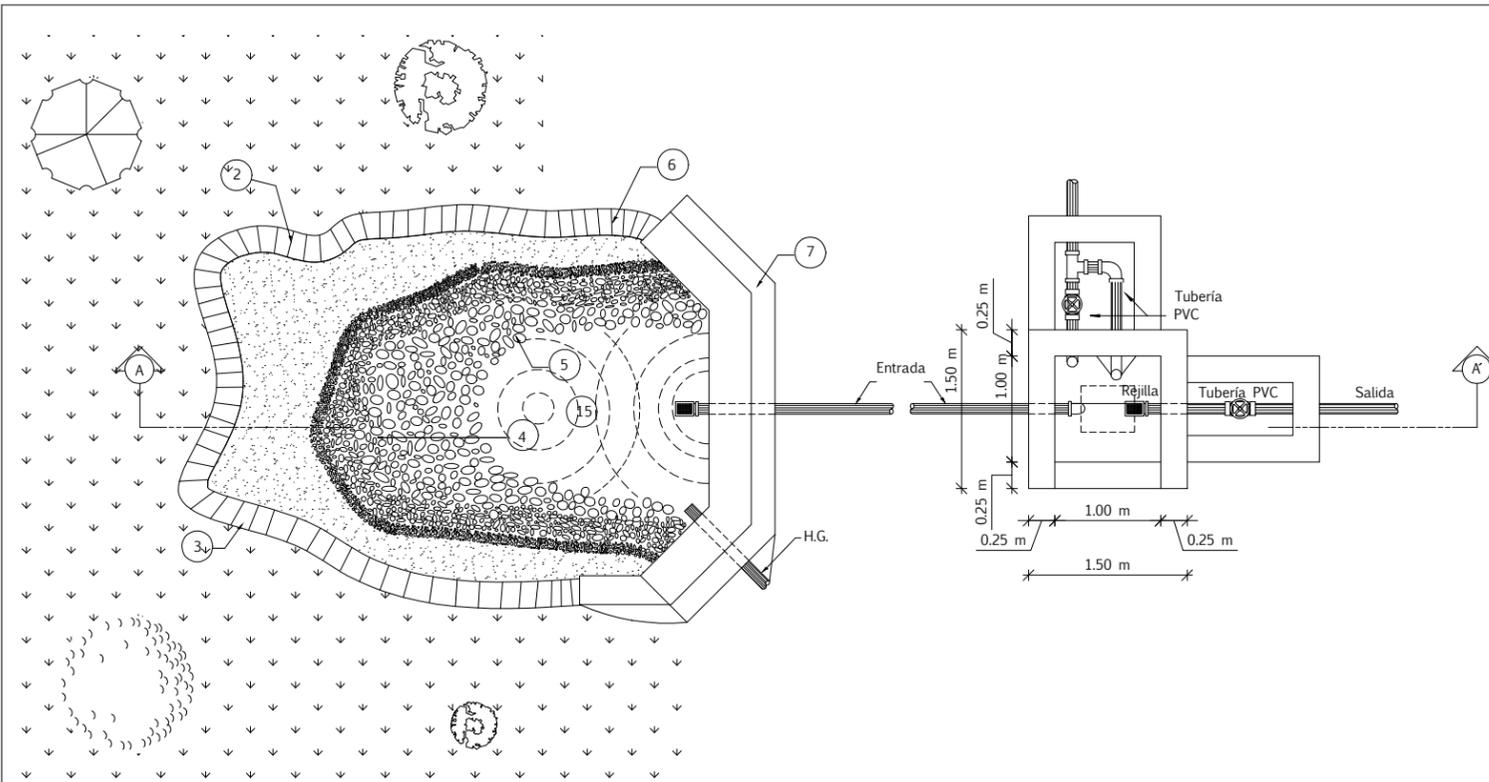
Total de días a pagar como prestaciones	194,00
Porcentaje de prestaciones laborales	74,00 %
IGGS	10,67 %

Porcentaje total de prestaciones laborales	84,67 %
---	----------------

Fuente: elaboración propia.

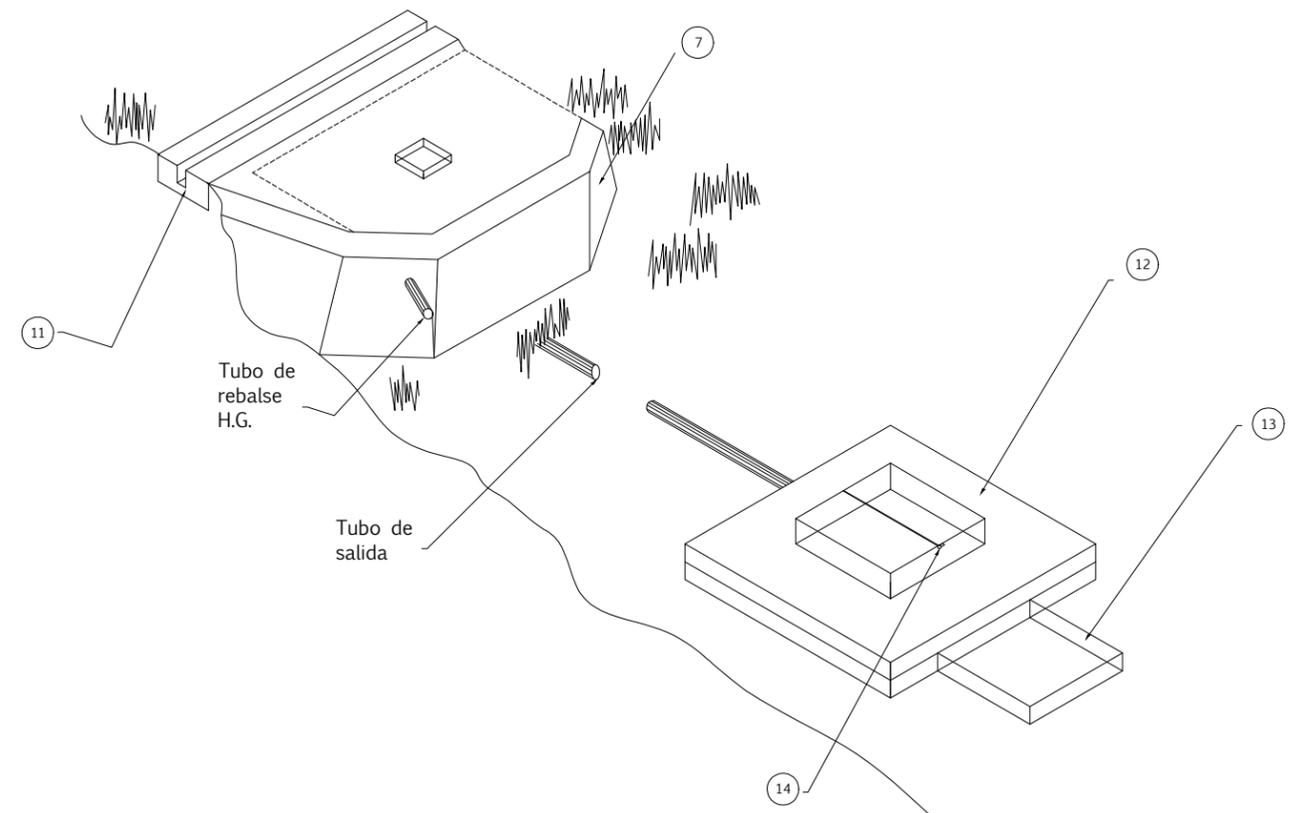
Apéndice 3. **Planos típicos de componentes de sistemas de abastecimiento de agua potable del Instituto de Fomento Municipal**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.



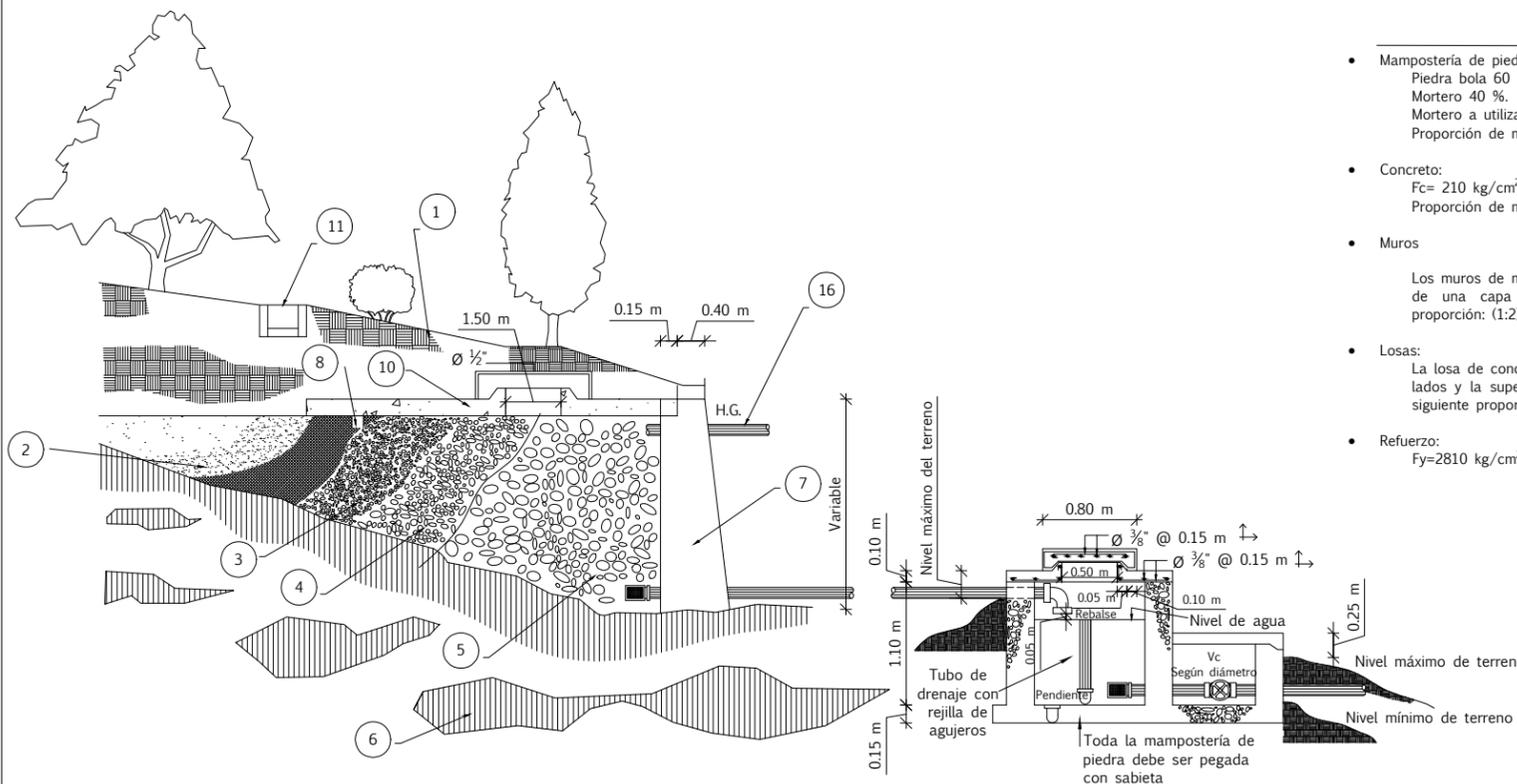
PLANTA DE CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO

ESCALA: 1:680



PERSPECTIVA DE CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO

ESCALA: 1:730



SECCIÓN LONGITUDINAL DE BROTE DEFINIDO

ESCALA: 1:650

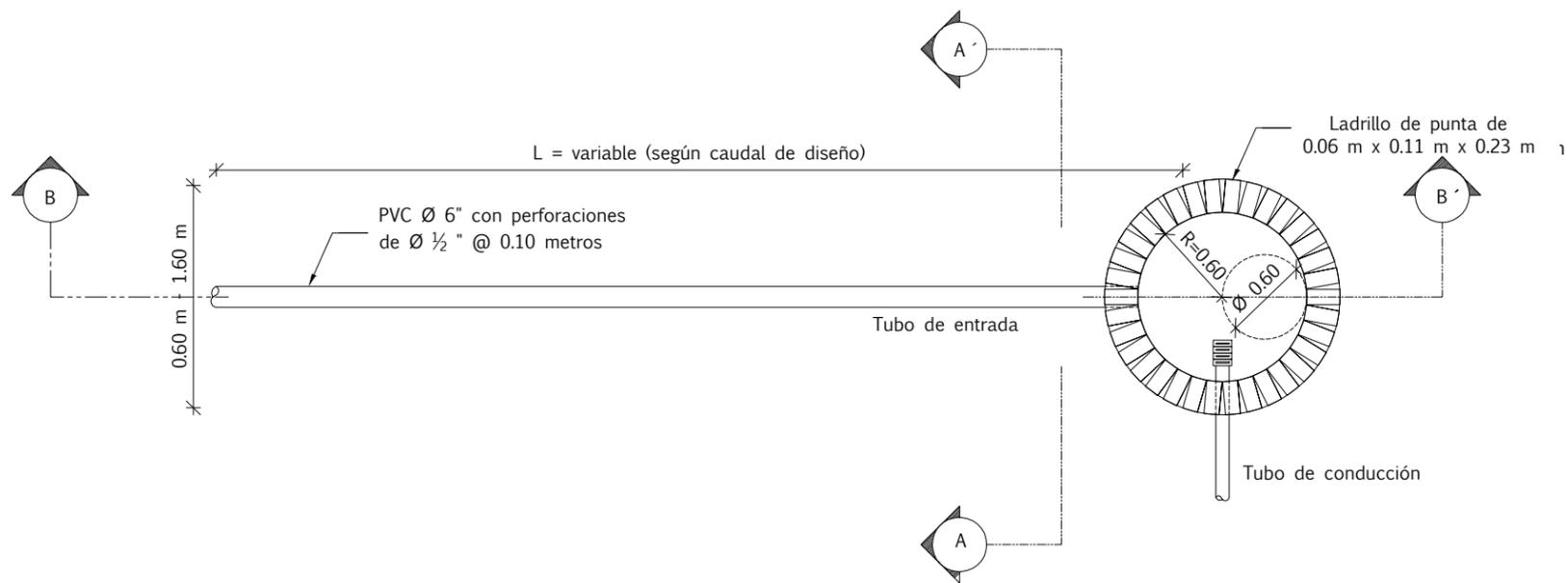
ESPECIFICACIONES

- Mampostería de piedra:
Piedra bola 60 %
Mortero 40 %
Mortero a utilizar será sabieta.
Proporción de mezcla: cemento, arena; (1:2).
- Concreto:
Fc= 210 kg/cm².
Proporción de mezcla: cemento, arena, pedrín; (1:2:3).
- Muros
Los muros de mampostería de piedra deben impermeabilizarse por medio de una capa de sabieta de cemento y arena con la siguiente proporción: (1:2), debidamente aislada.
- Losas:
La losa de concreto debe tener un desnivel de 1% hacia los lados y la superficie debe quedar cernida con cemento y arena con la siguiente proporción: (1:2).
- Refuerzo:
Fy=2810 kg/cm².

SIMBOLOGÍA

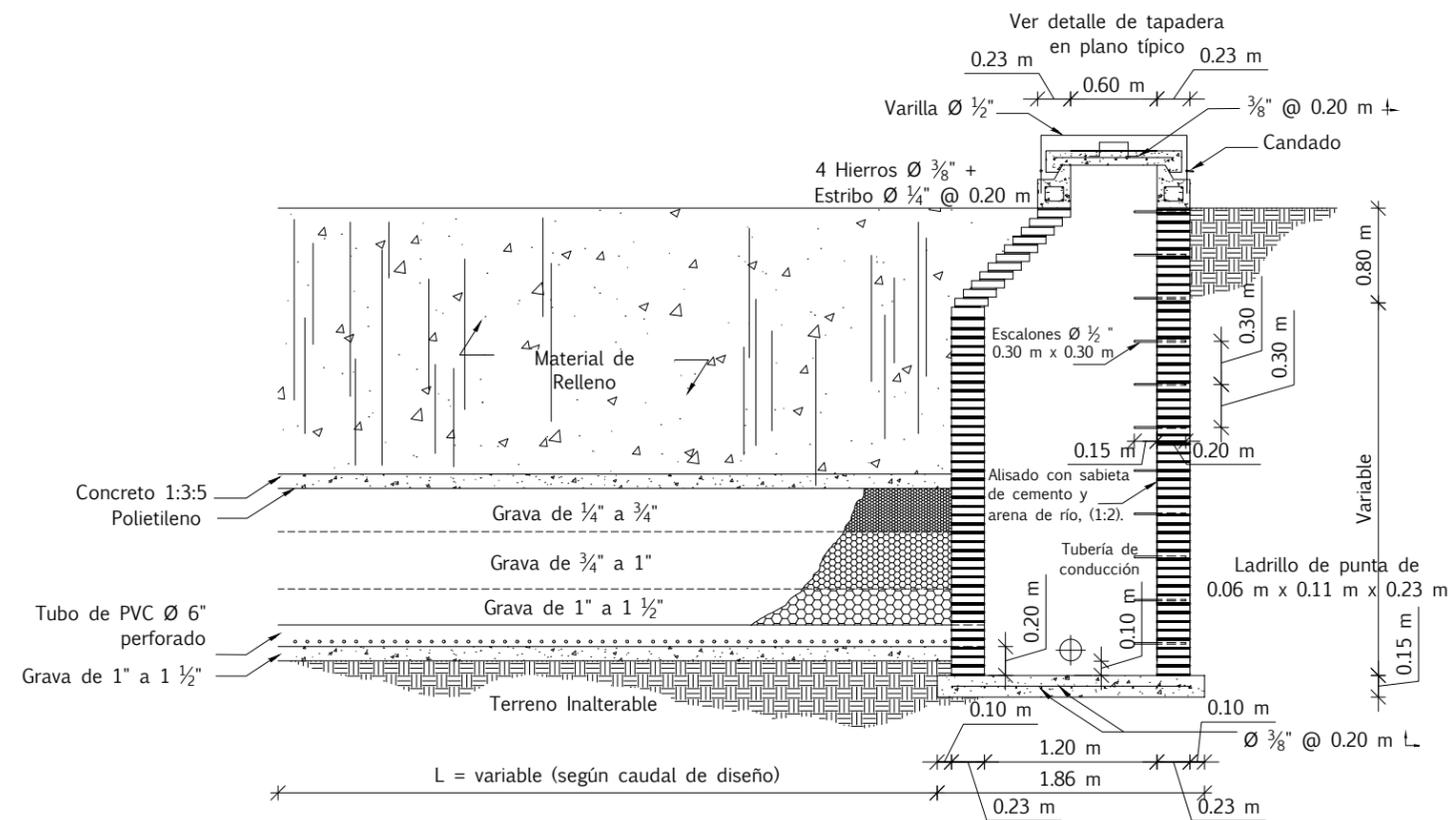
- | | |
|---|--|
| 1 Terreno natural | 9 Tapadera para inspección |
| 2 Acuífero | 10 Sello sanitario de concreto con espesor de 8 cm |
| 3 Grava de Ø de 1/2" | 11 Contracuneta revestida |
| 4 Grava de Ø de 3" | 12 Caja reunidora |
| 5 Piedra bola de Ø 6" a 10" | 13 Caja de válvula de compuerta |
| 6 Manto de roca | 14 Candado de interperie |
| 7 Muro de contención de mampostería | 15 Depósito de agua |
| 8 Viga 0.20 m x 0.20 m, 4 fierros de Ø 3/8" con estribos de Ø 1/4" @ 0.20 m | 16 Rebalse con Ø de 4" mínimo |

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO	
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	
HOJA NO: 1 / 20	
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES C.A.B.E. 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	



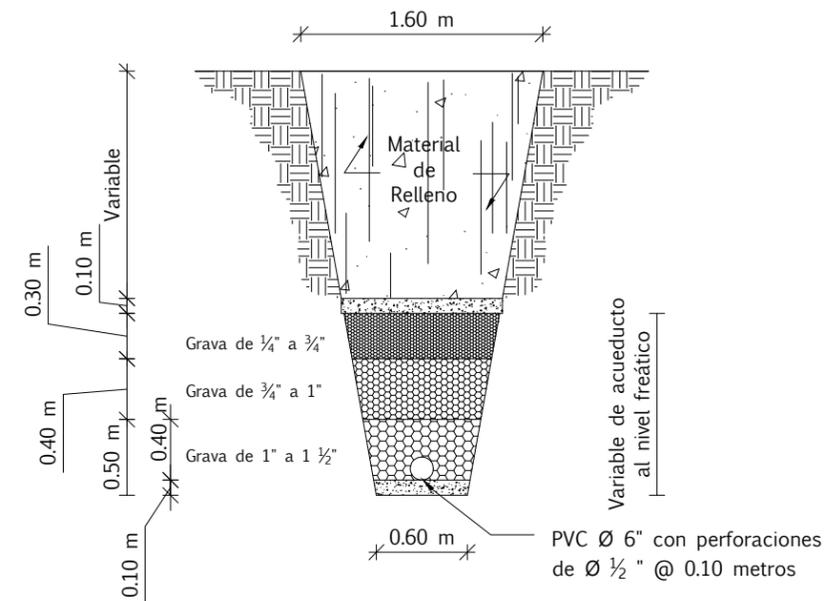
PLANTA CAPTACIÓN GALERÍA DE INFILTRACIÓN

ESCALA 1:500



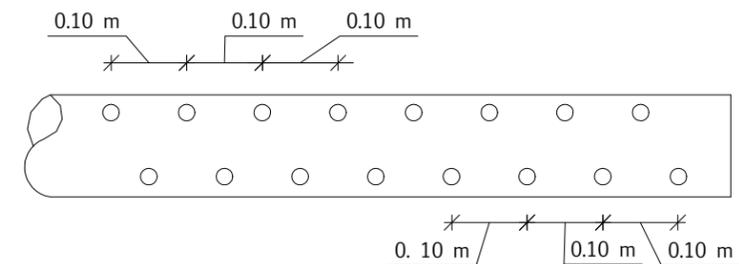
SECCIÓN LONGITUDINAL B-B' DE GALERÍA FILTRANTE

ESCALA 1:500



SECCIÓN TRANSVERSAL A-A' DE GALERÍA FILTRANTE

ESCALA 1:475



Vista interior del tubo perforado



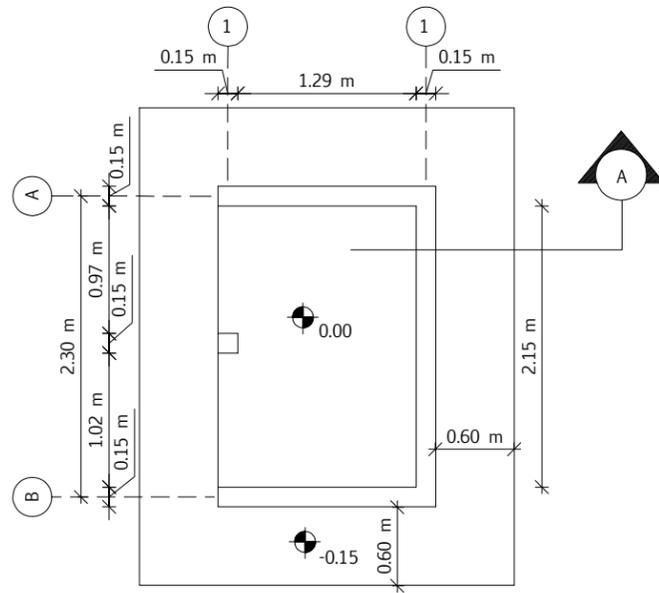
PVC Ø 6" con perforaciones de Ø 1/2" @ 0.10 metros

Sección transversal

DETALLE DE TUBO PERFORADO

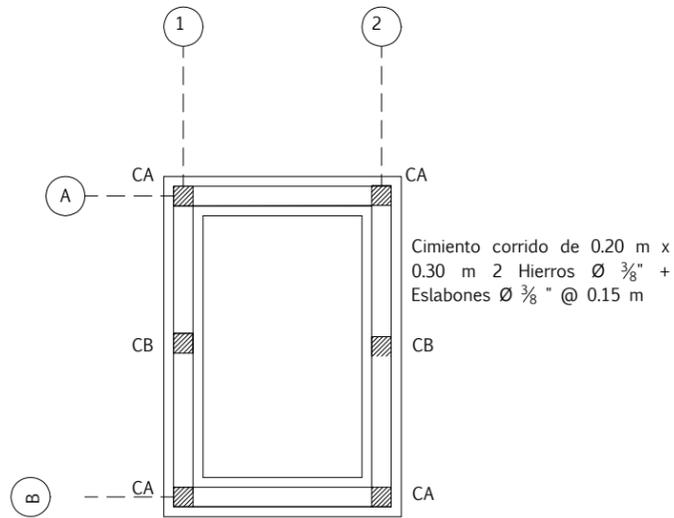
ESCALA 1:475

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
	CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CAPTACIÓN DE GALERÍA DE INFILTRACIÓN		
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		ESCALA: INDICADA	
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355		FECHA: MARZO 2019	
20			
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR			



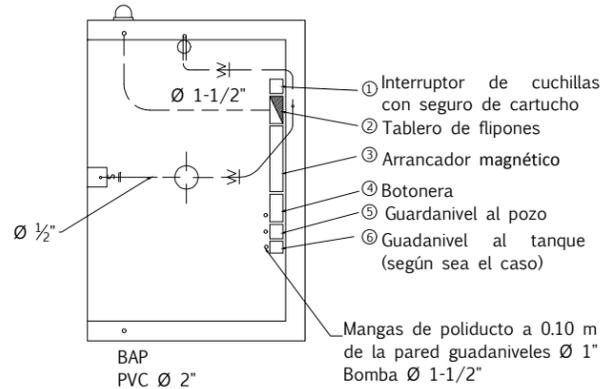
PLANTA DE COTAS

ESCALA 1:550



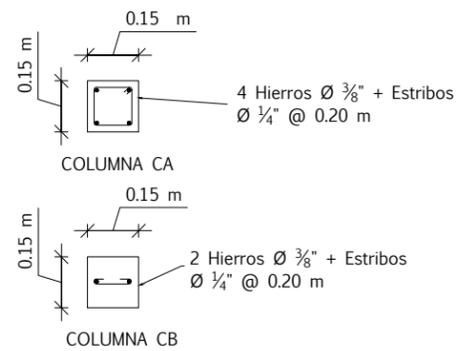
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

ESCALA 1:550



PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ESCALA 1:550



DETALLE DE COLUMNAS

ESCALA 1:550

ESPECIFICACIONES

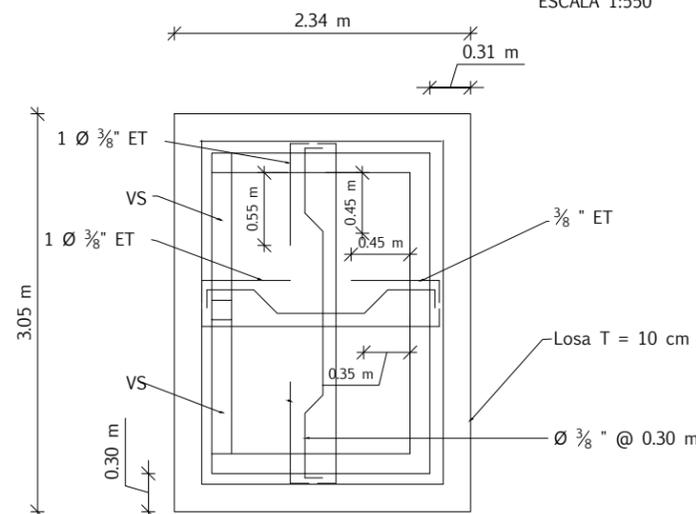
- FC = 3 Ksi (CONCRETO)
- FY = 40 Ksi (ACERO DEL REFUERZO)
- FU = 45 Kg/cm² (RESISTENCIA DE LA UNIDAD DEL BLOCK)

ESPECIFICACIÓN DE SOLERAS

Tipo	Medida	Refuerzo
Solera de humedad	0.15 m x 0.20 m	4 Ø 3/8" + EST Ø 1/4" @ 0.20 m
Solera intermedia	0.10 m x 0.15 m	2 Ø 3/8" + ESL Ø 1/4" @ 0.20 m
Solera de corona	0.15 m x 0.20 m	4 Ø 3/8" + EST Ø 1/4" @ 0.20 m
Solera de cimiento	0.15 m x 0.15 m	6 Ø 3/8" + EST Ø 1/4" @ 0.15 m

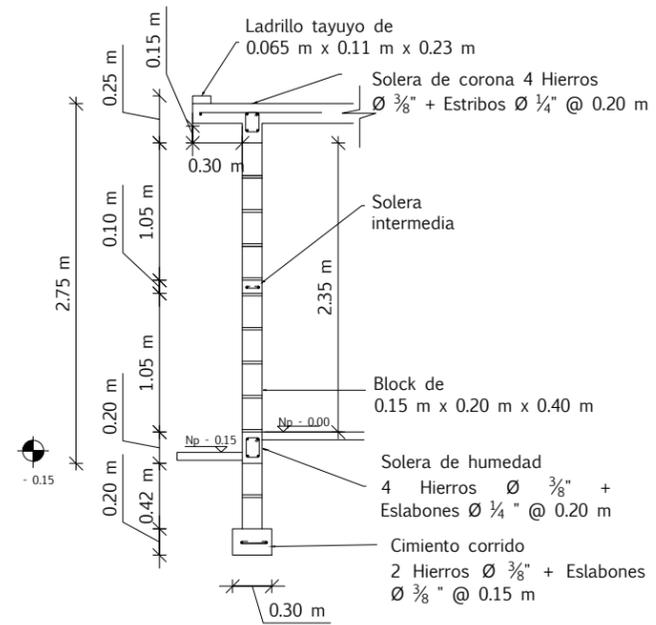
ESPECIFICACIÓN DE COLUMNAS

Tipo	Medida	Refuerzo
A	0.15 m x 0.15 m	4 Ø 3/8" + EST Ø 1/4" @ 0.20 m
B	0.15 m x 0.15 m	2 Ø 3/8" + ESL Ø 1/4" @ 0.20 m



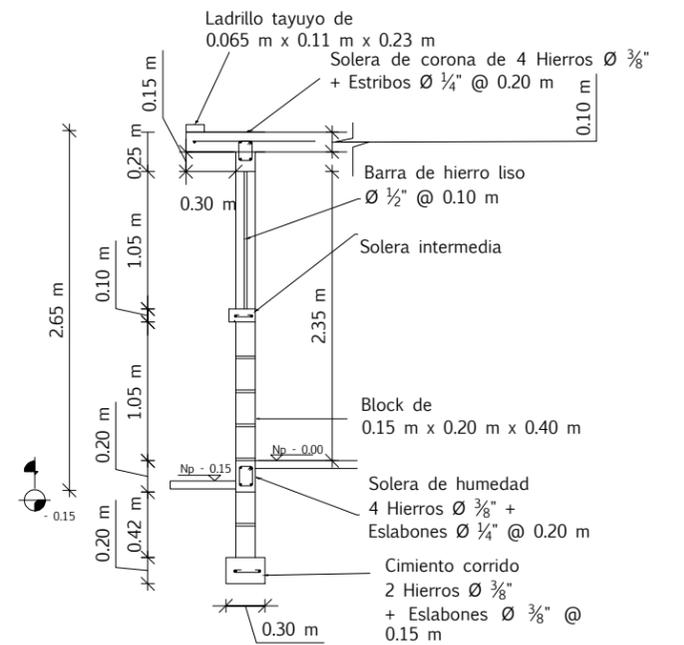
PLANTA DE ESTRUCTURA DEL TECHO

ESCALA 1:550



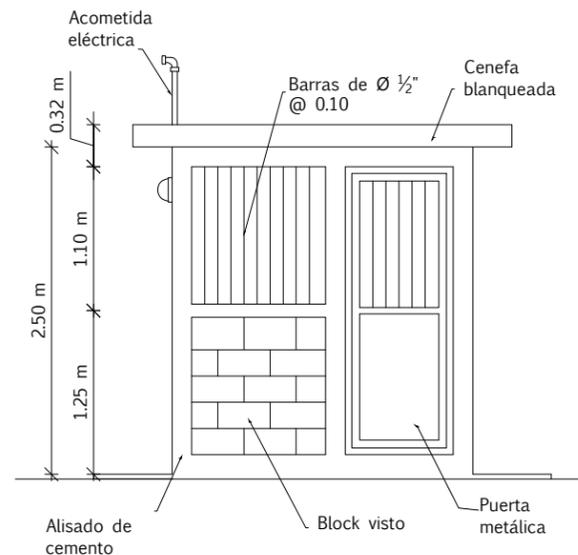
SECCIÓN 1

ESCALA 1:650



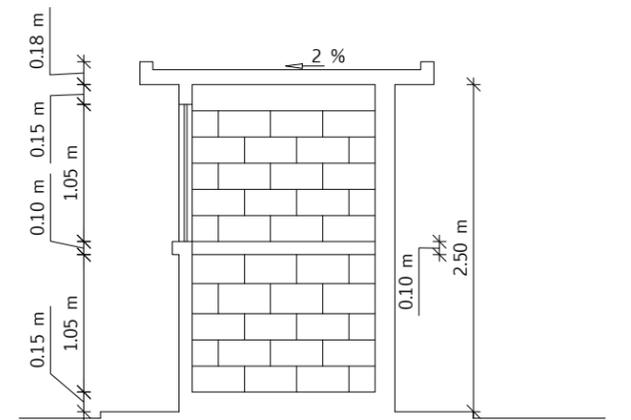
SECCIÓN 2

ESCALA 1:650



FACHADA FRONTAL

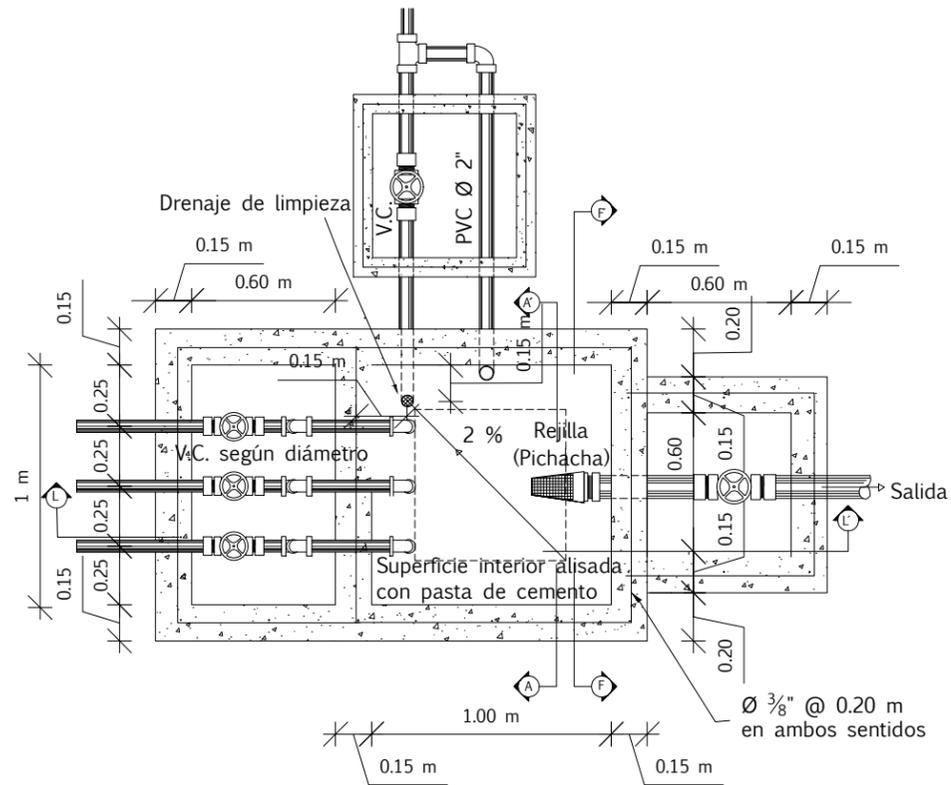
ESCALA 1:650



FACHADA LATERAL

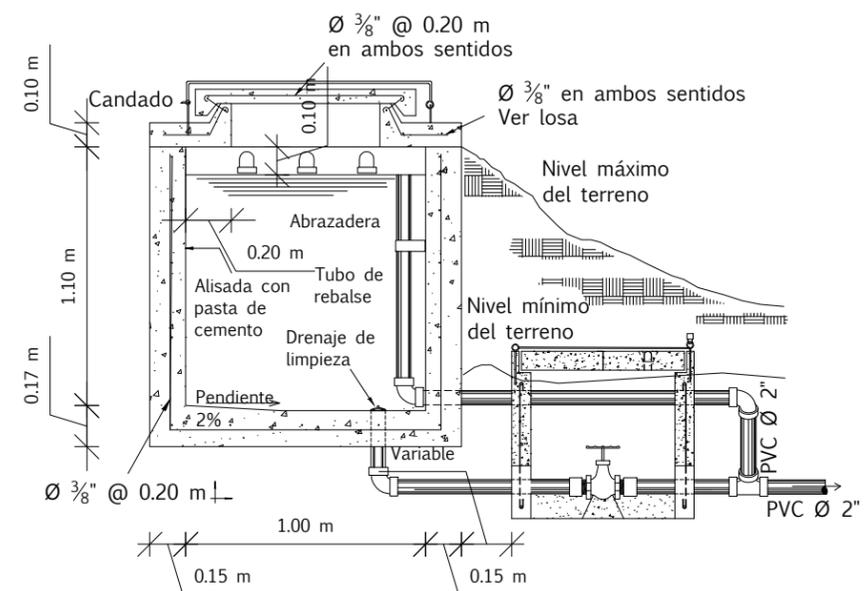
ESCALA 1:650

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	HOJA NO: 3 DE 20
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CASETA DE BOMBEO PARA BOMBA SUMERGIBLE		
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019	
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR		



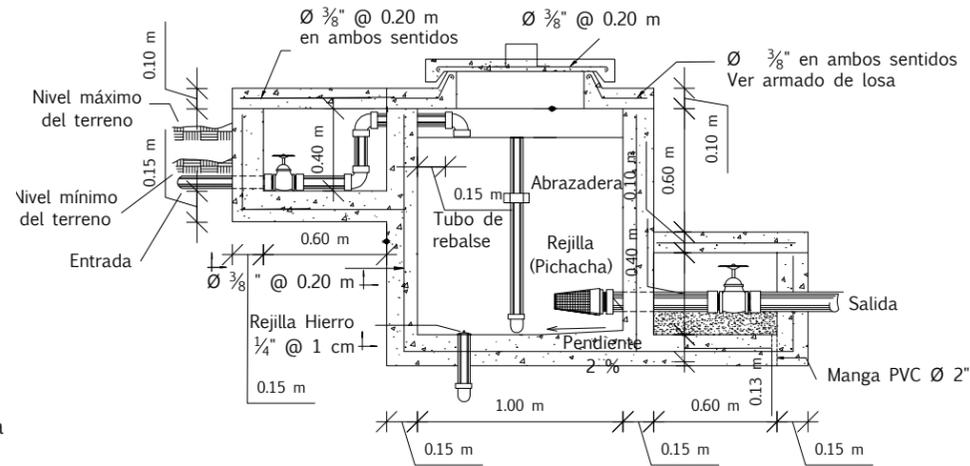
PLANTA

ESCALA 1:300



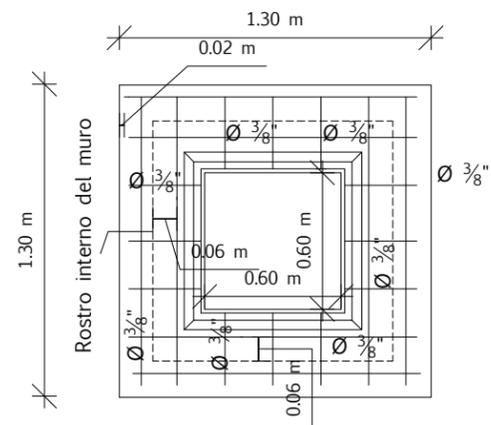
SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:300



SECCIÓN L-L'

ESCALA 1:350

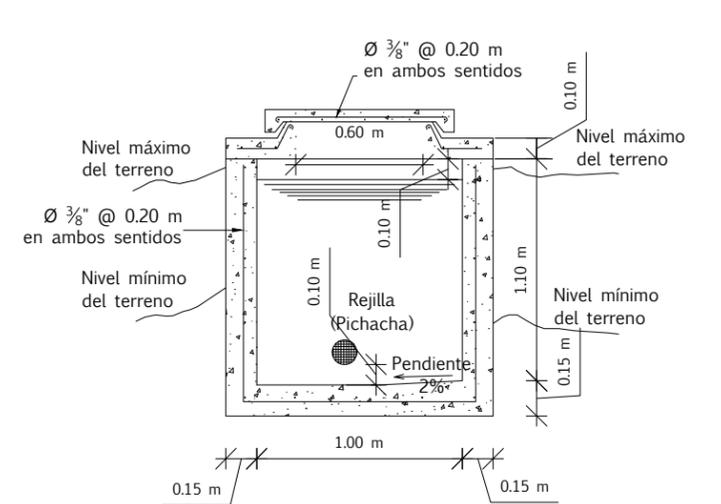


DETALLE DE LOSA

ESCALA 1:300

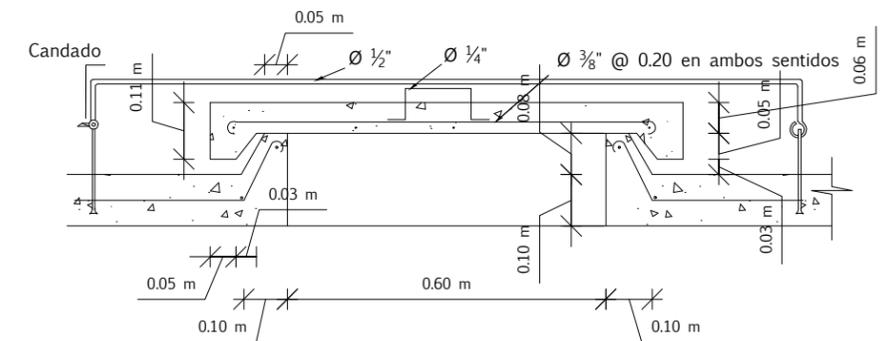
ESPECIFICACIONES

- F C = 3 Ksi (CONCRETO)
- FY = 40 Ksi (ACERO DEL REFUERZO)
- El diámetro de tubería de rebalse será mayor que el diámetro de la tubería de entrada. Diámetro mínimo de 2".



SECCIÓN F-F'

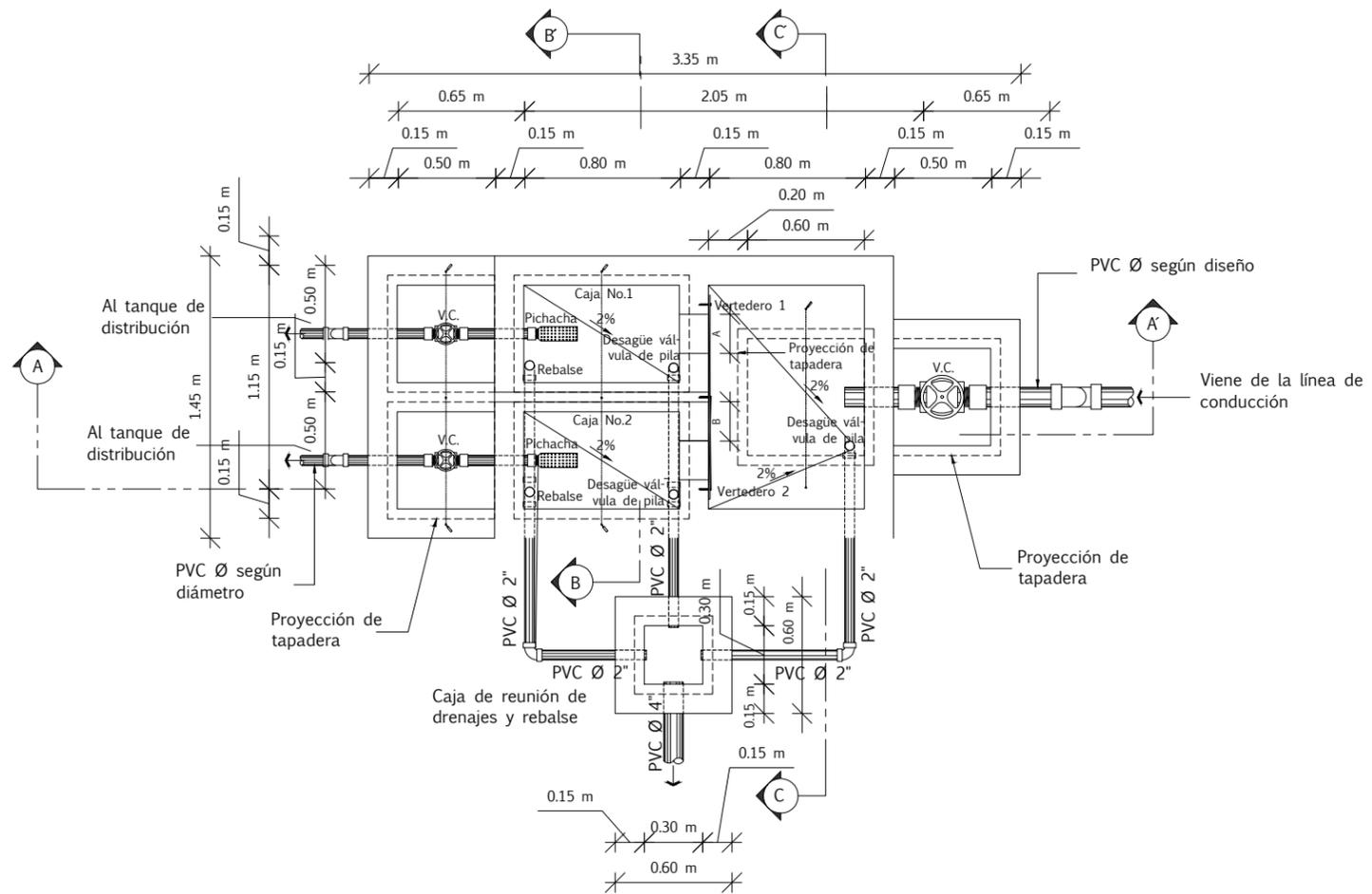
ESCALA 1:350



DETALLE DE TAPADERA

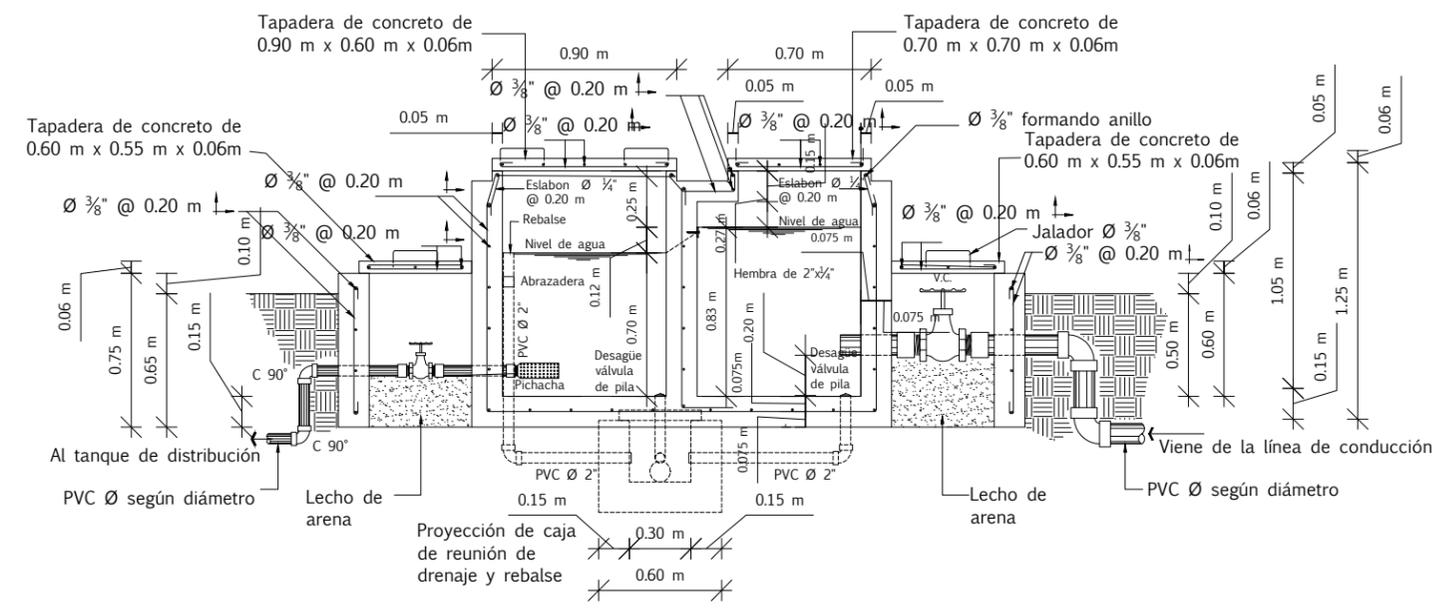
ESCALA 1:350

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES DE 1 M ³ DE CONCRETO REFORZADO	
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	
HOJA NO: 4 / 20	
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	



PLANTA DE CAJA DISTRIBUIDORA DE 2 VERTEDEROS

ESCALA 1:350



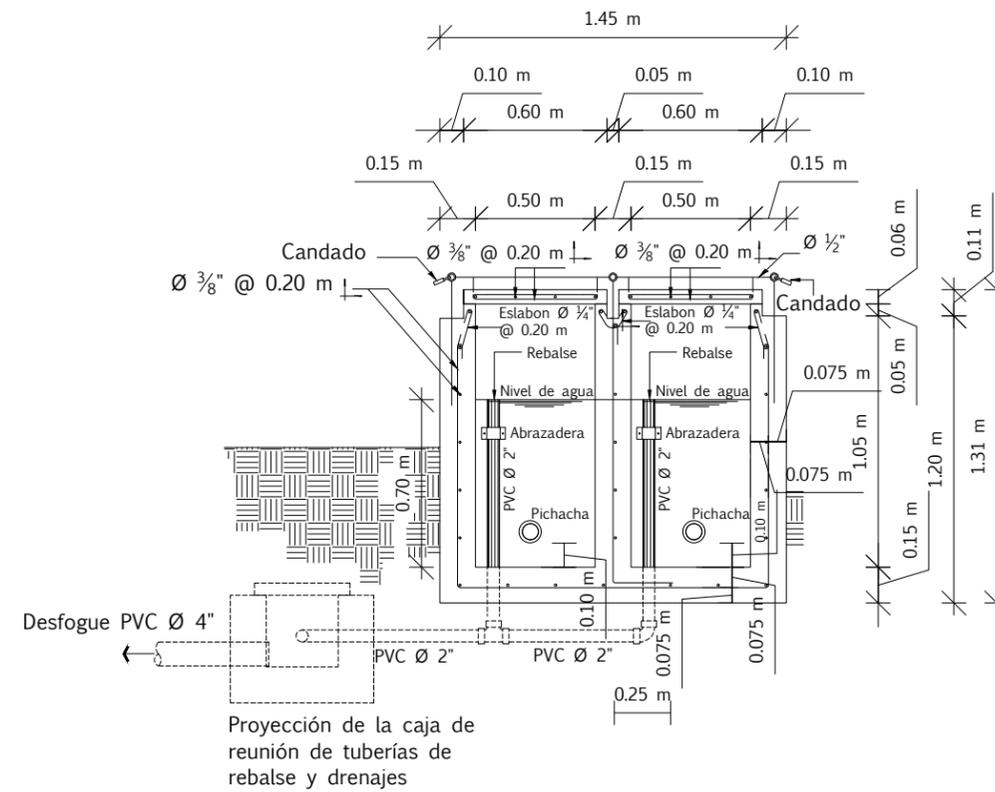
SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'

ESCALA 1: 350

ESPECIFICACIONES

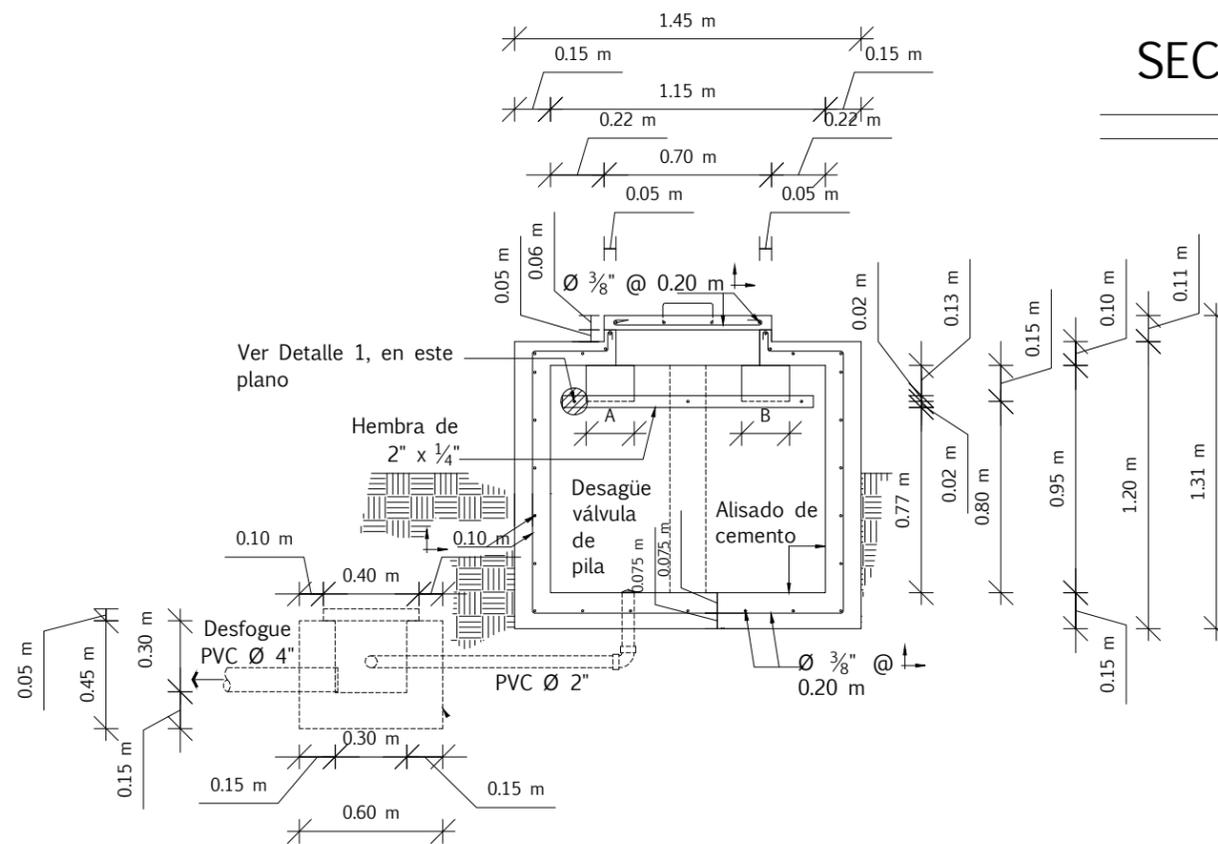
- FC = 3 Ksi
- FY = 40 Ksi

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 2 VERTEDEROS DE CONCRETO REFORZADO		
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		HOJA NO.: 5
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355		ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
20		
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR		



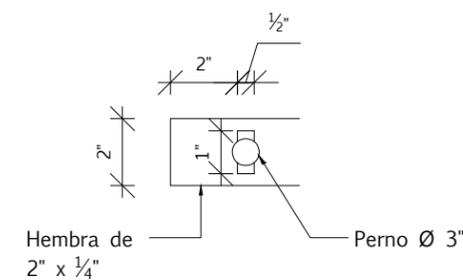
SECCIÓN TRANSVERSAL B-B'

ESCALA 1:300



SECCIÓN TRANSVERSAL C-C'

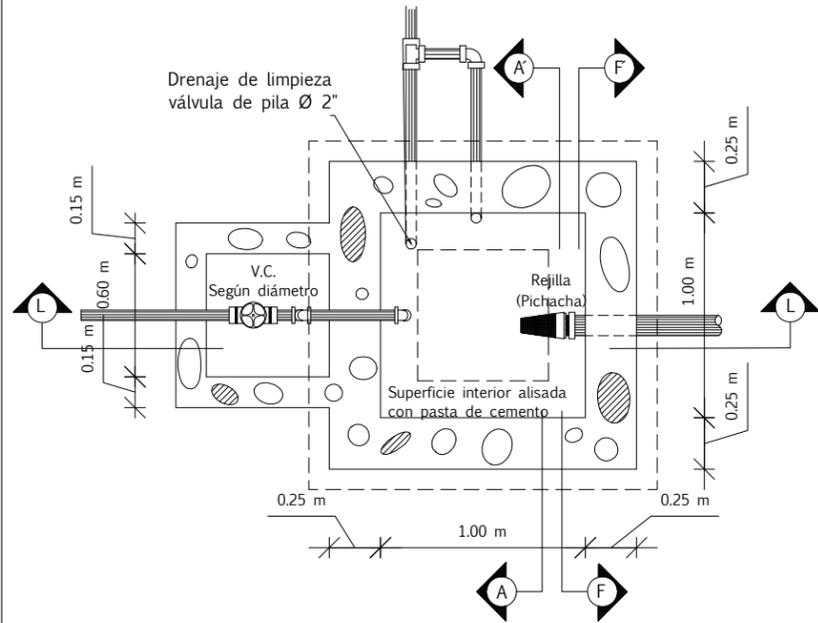
ESCALA 1: 300



DETALLE 1

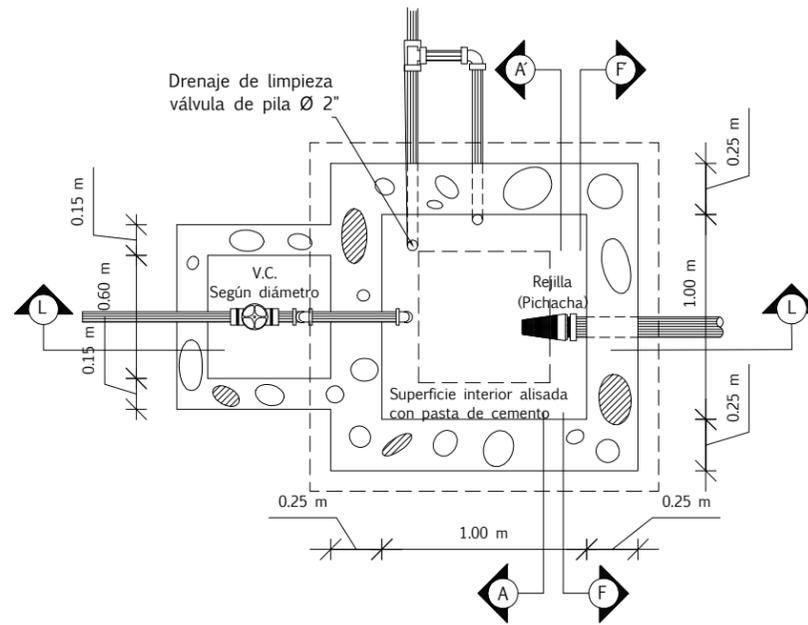
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: CONTINUACIÓN DE PLANO TÍPICO DE CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 2 VERTEDEROS DE CONCRETO REFORZADO		
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		HOJA NO: 6
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019	20
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR		



PLANTA

ESCALA 1:350

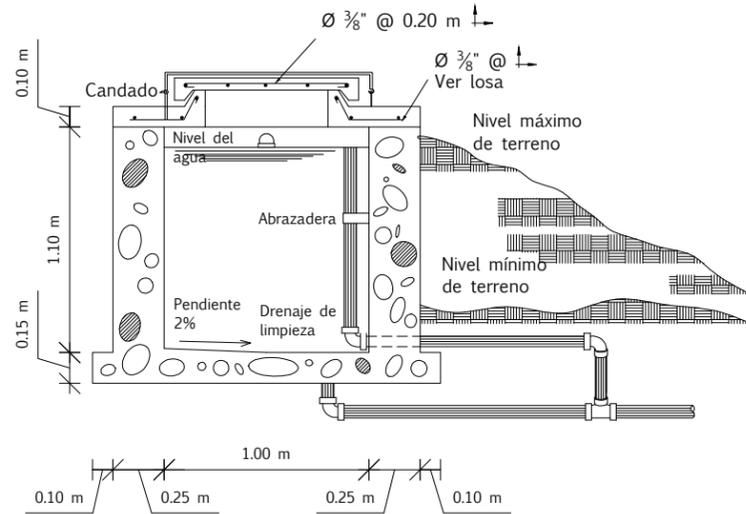
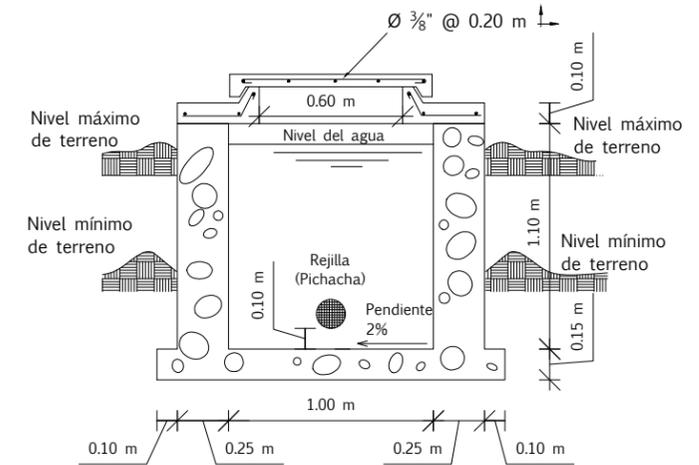


PLANTA

ESCALA 1:350

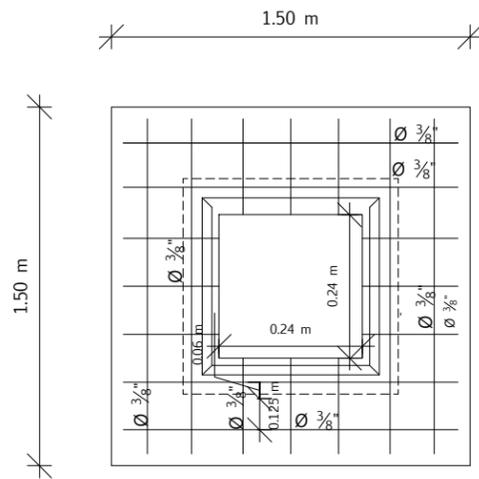
SECCIÓN F-F'

ESCALA 1:350



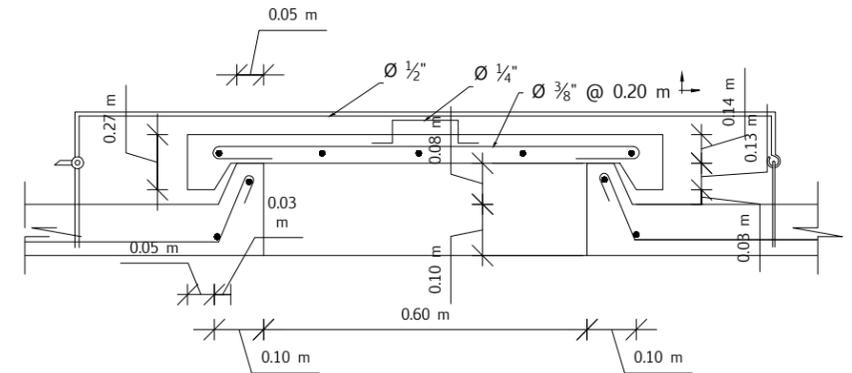
SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:350



DETALLE DE LOSA

ESCALA 1:300



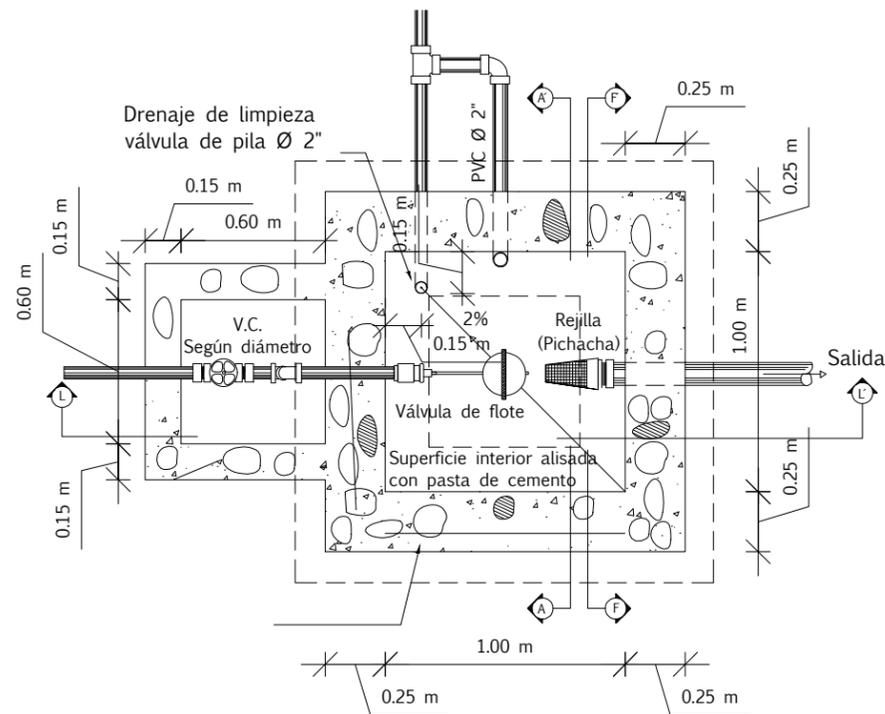
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:350

ESPECIFICACIONES

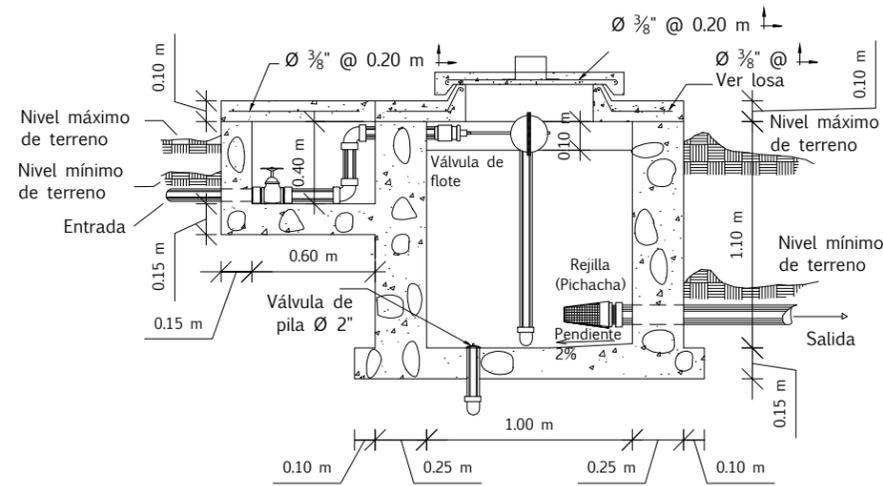
- FC = 3 Ksi (CONCRETO)
- FY = 40 Ksi (ACERO DEL REFUERZO)
- Mampostería 60% de piedra, 40% sabieta. Toda mampostería de piedra deberá ser pegado con sabieta de concreto y arena de río, con la siguiente proporción (1:2).
- El diámetro de la tubería de rebalse será mayor que el diámetro de la tubería de entrada y el mínimo debe ser de 2".

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN		PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		HOJA NO: 7
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019	20
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR		



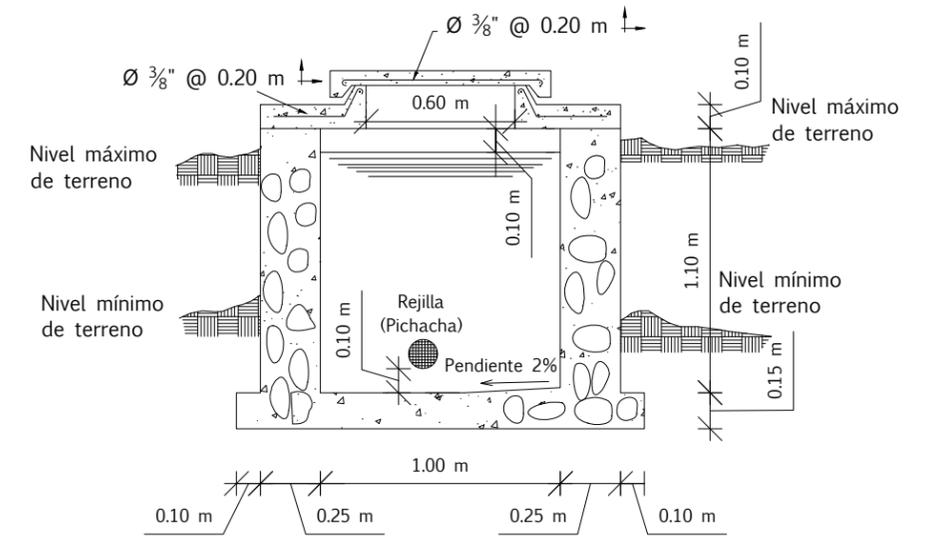
PLANTA

ESCALA 1:300



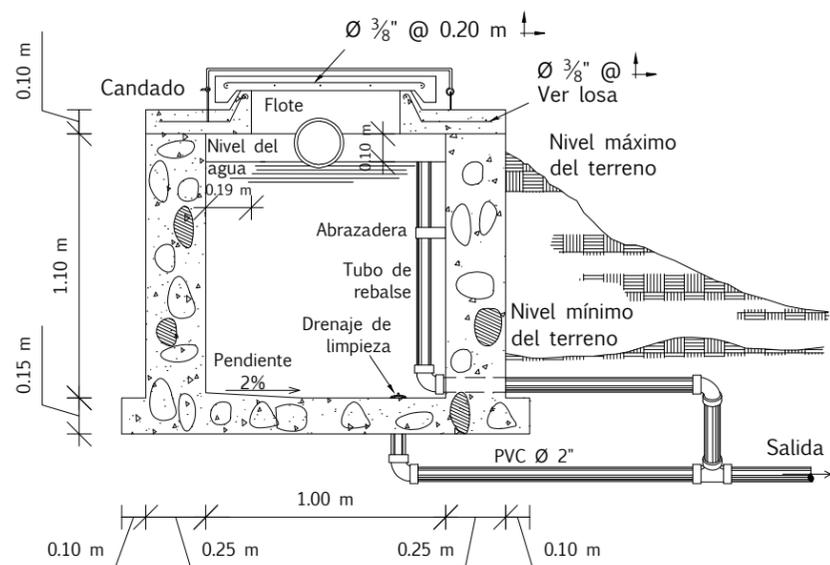
SECCIÓN L-L'

ESCALA 1:350



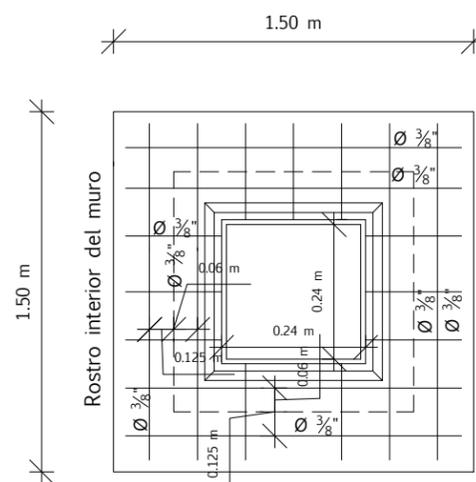
SECCIÓN F-F'

ESCALA 1:350



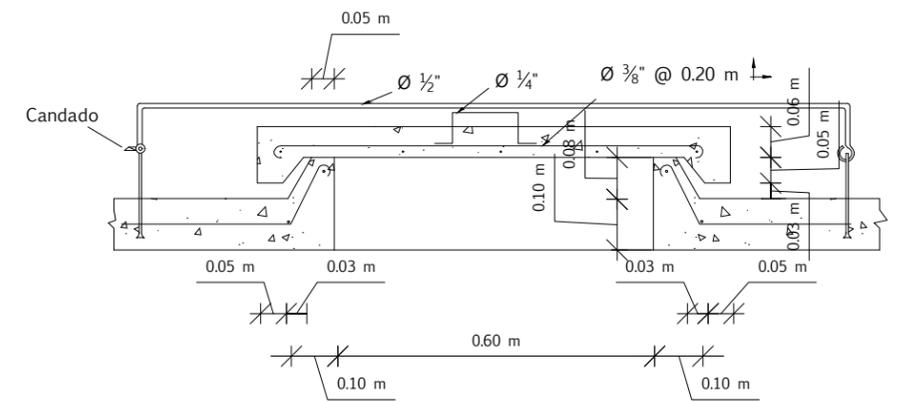
SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:300



DETALLE DE LOSA

ESCALA 1:300



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:350

ESPECIFICACIONES

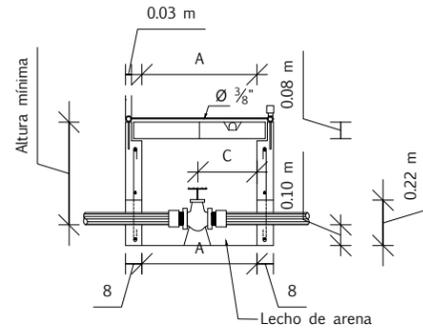
- FC = 3 Ksi (CONCRETO)
- FY = 40 Ksi (ACERO DEL REFUERZO)
- Mampostería 60% de piedra, 40% sabieta. Toda mampostería de piedra deberá ser pegado con sabieta con concreto y arena de río, con la siguiente proporción (1:2).
- El diámetro de la tubería de rebalse será mayor que el diámetro de la tubería de entrada y el mínimo debe ser de 2".

ESPECIFICACIONES PARA VÁLVULA DE FLOTE

- MATERIALES
 - Cuerpo y varilla: bronce
 - Sello: caucho
 - Pelota: cobre
- PRESIÓN DE TRABAJO
 - 100 lbs/pulg², en roscas.
- INSTALACIÓN
 - Horizontal, desviación máxima permitida 45°.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CAJA ROMPE - PRESIÓN CON VÁLVULA DE FLOTE DE 1 M ³ DE MAMPOSTERÍA	
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	
HOJA NO: <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">8</div>	
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	

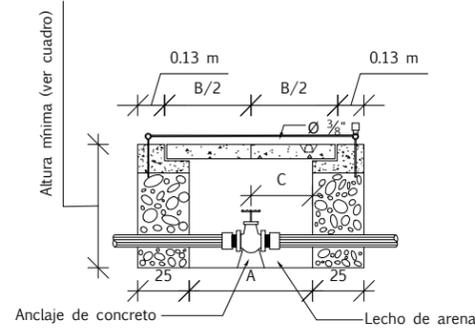
CAJA DE CONCRETO



ELEVACIÓN

CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:300

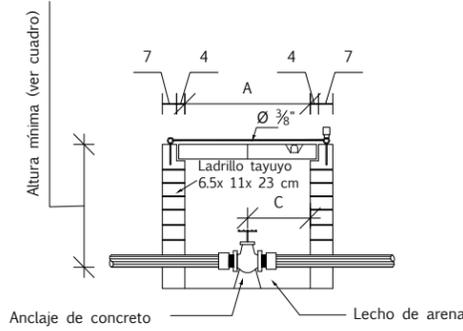
CAJA DE MAMPOSTERÍA



ELEVACIÓN

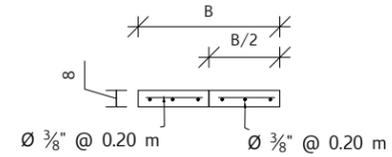
CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:300

CAJA DE LADRILLO



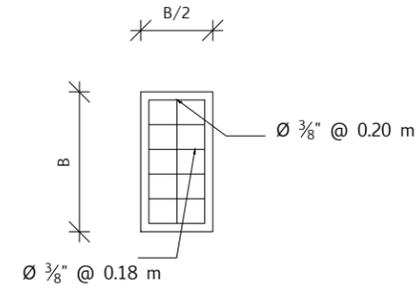
ELEVACIÓN

CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:300



SECCIÓN

TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:650



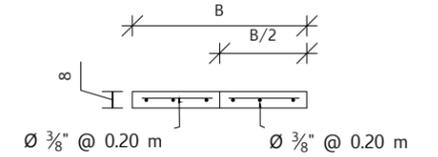
PLANTA

TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:650

DIMENSIONES		
-	B	B/2
2"	58	29
2 1/2"	68	34
3"	78	39
4"	108	54

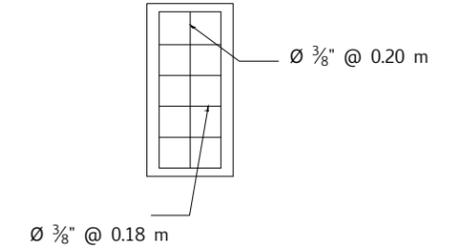
ESPECIFICACIONES

- Esta tapadera de caja será la misma para las cajas de concreto y ladrillo tayuyo
- Ver dimensiones en cuadro
- Recubrimiento de 4 centímetros



SECCIÓN

TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:650



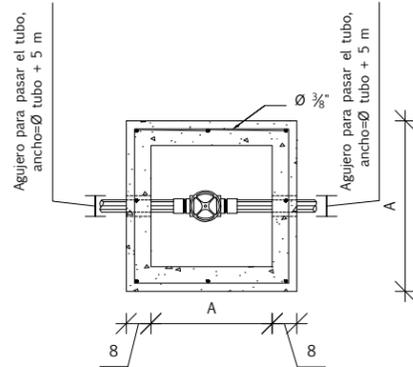
PLANTA

TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:650

DIMENSIONES		
-	B	B/2
2"	74	37
2 1/2"	84	42
3"	94	47
4"	124	62

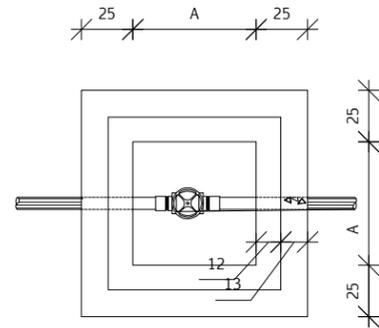
ESPECIFICACIONES

- Esta tapadera corresponde a las cajas de mampostería
- Recubrimiento de 4 centímetros



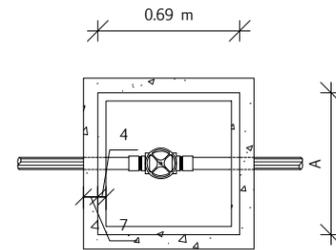
PLANTA

CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:300



PLANTA

CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:300



PLANTA

CAJA DE VÁLVULAS ESCALA 1:300

DIMENSIONES				
-	A	B	C	ALTURA MÍNIMA
2"	50	58	25	40
2 1/2"	60	68	30	50
3"	70	78	35	60
4"	100	108	50	70

ESPECIFICACIONES

- Las dimensiones de las cajas están dadas en centímetros
- El suelo de soporte de la válvula debe ser arenoso
- Las paredes y tapadera de la caja serán de concreto con una resistencia de 210 kg/cm²
- El acero de refuerzo será de grado 40 ksi

DIMENSIONES				
-	A	B	C	ALTURA MÍNIMA
2"	50	74	25	40
2 1/2"	60	84	30	50
3"	70	94	35	60
4"	100	124	50	70

ESPECIFICACIONES

- Las dimensiones de las cajas están dadas en centímetros
- El suelo de soporte de la válvula debe ser arenoso
- Las paredes se construirán de 60% de mampostería de piedra y 40% de sabieta. Dicha sabieta será de concreto y arena de río, con la siguiente proporción: (1,2).
- El acero de refuerzo será de grado 40 ksi

DIMENSIONES				
-	A	B	C	ALTURA MÍNIMA
2"	50	58	25	40
2 1/2"	60	68	30	50
3"	70	78	35	60
4"	100	108	50	70

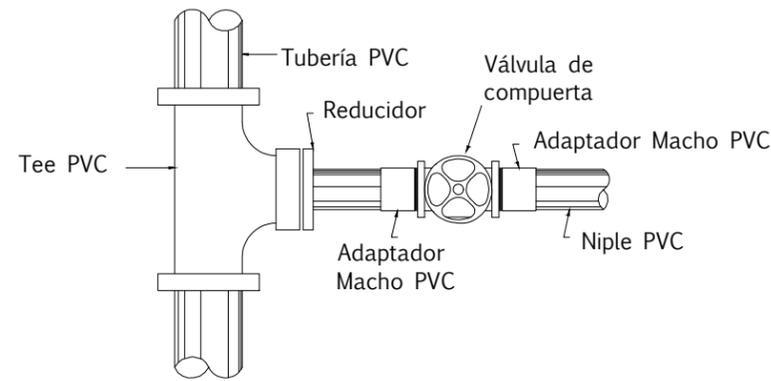
ESPECIFICACIONES

- Las dimensiones de las cajas están dadas en centímetros
- El suelo de soporte de la válvula debe ser arenoso
- Las paredes de la caja se construirán de ladrillo tayuyo de sogá

ESPECIFICACIONES GENERALES

- A = Dimensión interior
- B = Dimensión de tapadera
- C = Posición de válvula (A/2)

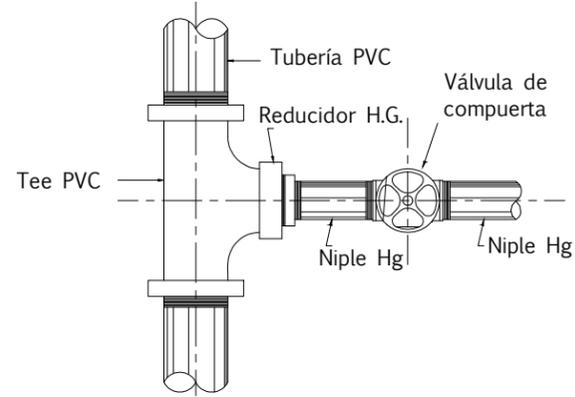
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CAJAS PARA VÁLVULAS DE Ø 2" A 4"	
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	HOJA NO: 9 / 20
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	



PLANTA VÁLVULA DE COMPUERTA

TUBERÍA Y ACCESORIO PVC

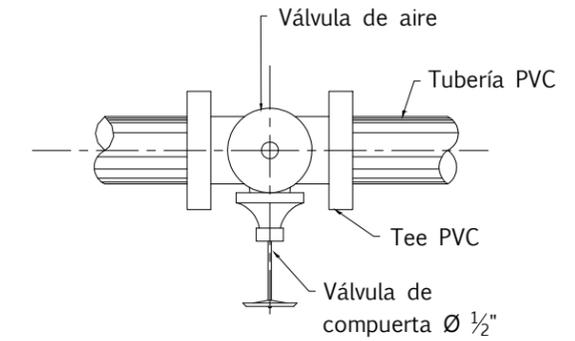
ESCALA 1:425



PLANTA VÁLVULA DE COMPUERTA

TUBERÍA Y ACCESORIOS H.G.

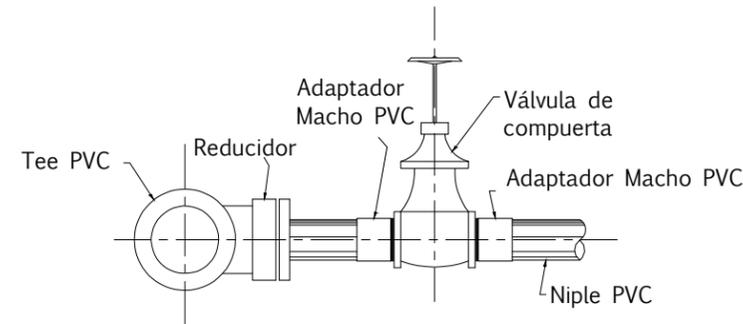
ESCALA 1:450



PLANTA

VÁLVULA DE AIRE

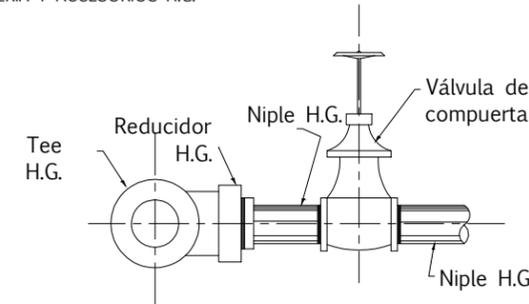
ESCALA 1:650



ELEVACIÓN VÁLVULA DE COMPUERTA

TUBERÍA Y ACCESORIO PVC

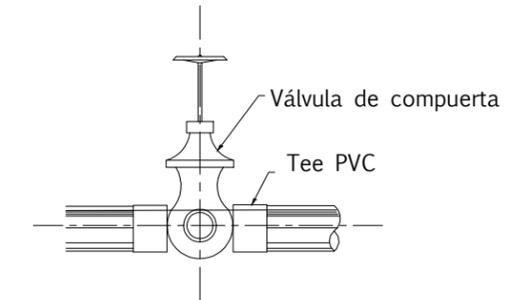
ESCALA 1:425



PLANTA VÁLVULA DE COMPUERTA

TUBERÍA Y ACCESORIOS H.G.

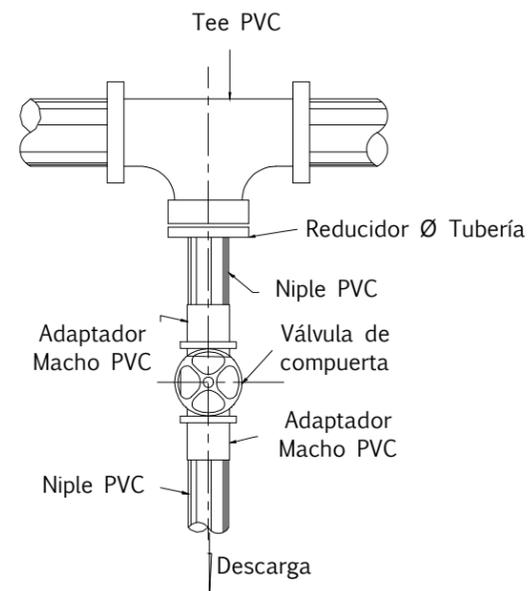
ESCALA 1:450



ELEVACIÓN

VÁLVULA DE LIMPIEZA

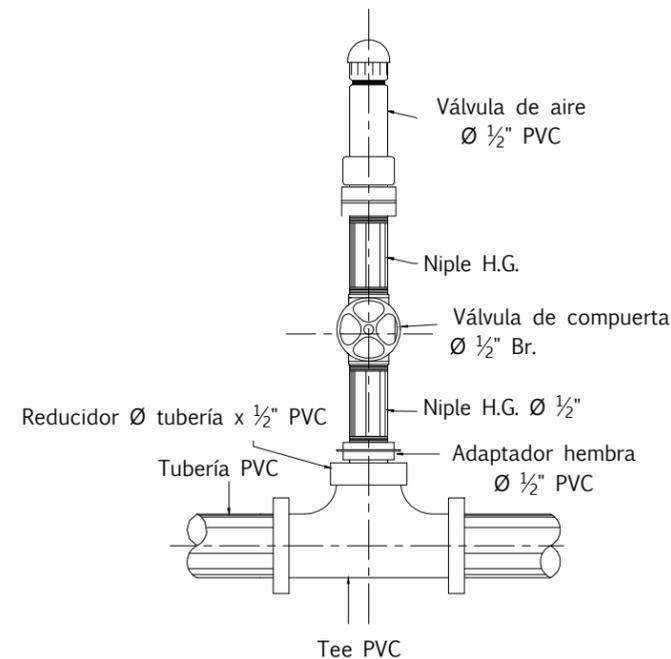
ESCALA 1:650



PLANTA

VÁLVULA DE LIMPIEZA

ESCALA 1:425



ELEVACIÓN

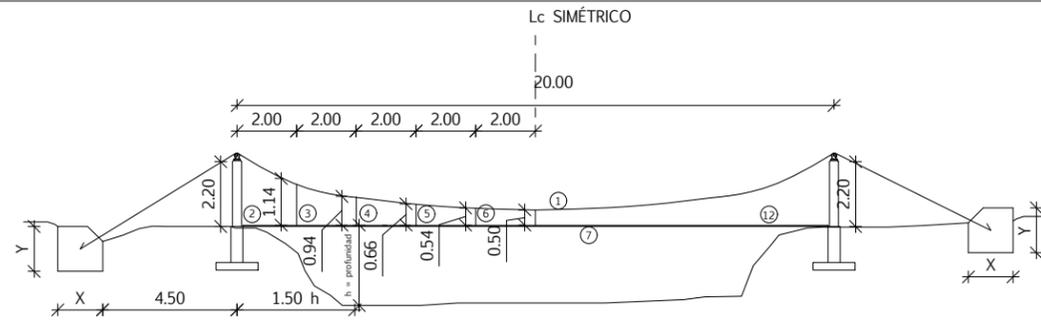
VÁLVULA DE AIRE

ESCALA 1:450

ESPECIFICACIONES

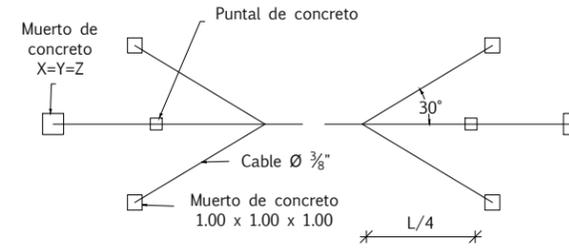
- La válvula de aire y compuerta será $\text{Ø } \frac{1}{2}$ " para tubería principal $\text{Ø} < 4$ ".
- Todas la válvulas de limpieza serán válvulas de compuerta, las cuales se protegen con cajas de concreto, piedra o ladrillo tayuyo, según se indique en las especificaciones del proyecto.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE AIRE, LIMPIEZA Y COMPUERTA		
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		HOJA NO: 10
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019	20
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR		



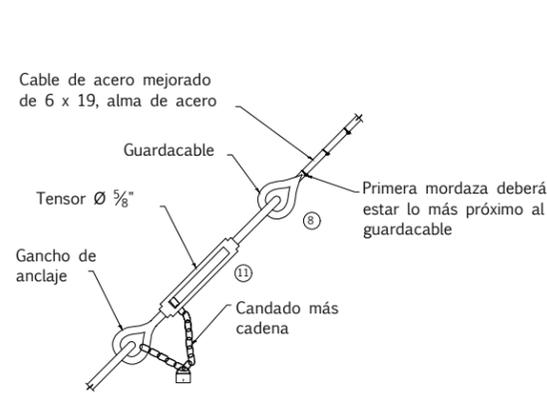
PUENTE COLGANTE DE 20 METROS

ESCALA 1:600



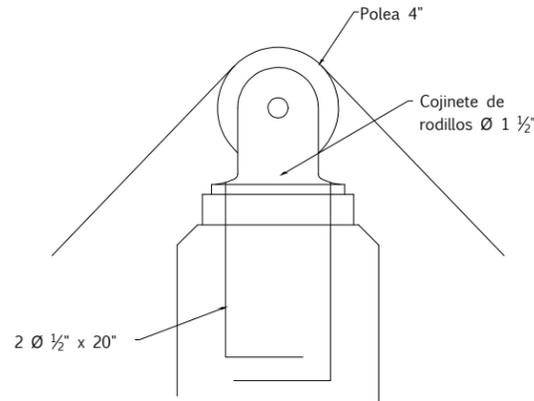
PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

ESCALA 1:600



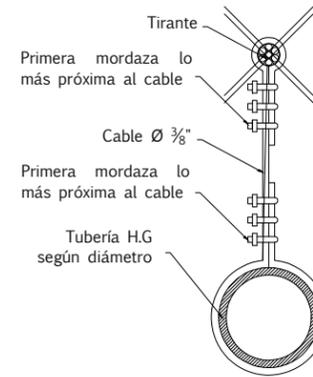
DETALLE DE TENSOR

ESCALA 1:600



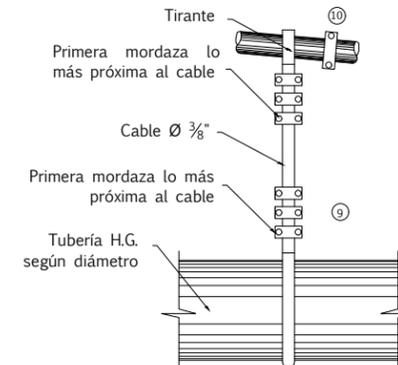
APOYO DEL CABLE EN COLUMNA

ESCALA 1:600



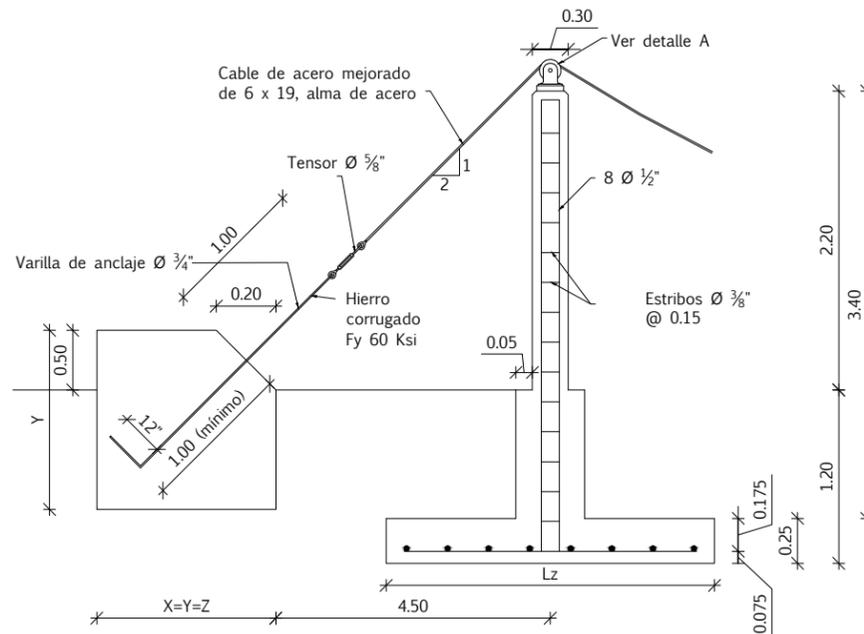
DETALLE DE SUSPENSIÓN DE TUBO

ESCALA 1:600



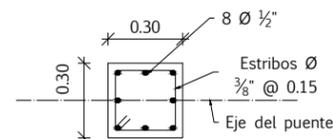
DETALLE DE SUSPENSIÓN DE TUBO

ESCALA 1:600



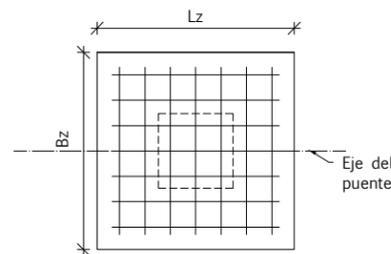
ELEVACIÓN

ESCALA 1:600



ESTRUCTURA DE COLUMNA

ESCALA 1:600



PLANTA DE ZAPATA

ESCALA 1:600

ESPECIFICACIONES

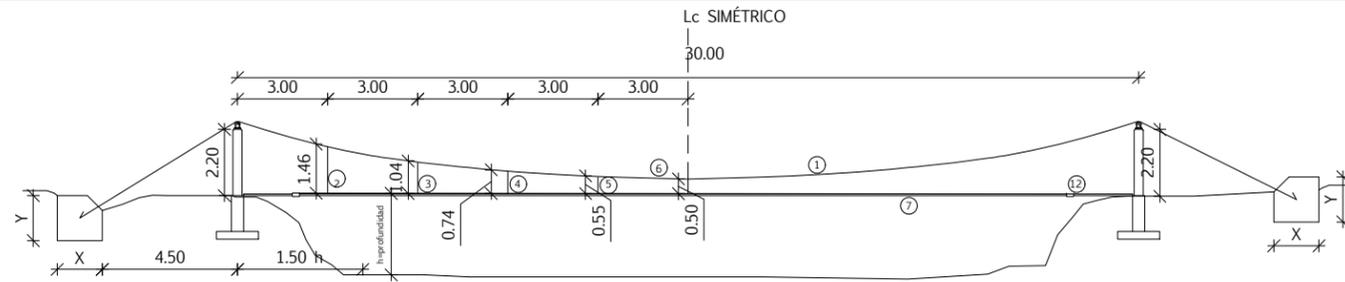
- MATERIALES
 - Concreto: se usará concreto con refuerzo de ruptura a compresión de 210 kg/cm² (3000 lb/pig²). A los 2 días para la fundición de las columnas y zapatas.
 - Acero de refuerzo: se usará refuerzo grado 40 Ksi.
 - Cable de alambre: se usará cable de acero mejorado compuesto de 6 cordones de 19 alambres por cordón con alma de acero con un diámetro según para cada uso.
- VARIOS
 - El nivel de la cimentación de las zapatas deberá ser el mismo para ambas columnas y estas últimas quedarán perfectamente alineadas con los muertos respectivos.
 - La estructura ha sido calculada para un suelo cuya capacidad soporte no sea menor de 15 ton/m².
 - El recubrimiento en las columnas y zapatas, serán de 4 cm y 7.5 cm, respectivamente.
 - Las mordazas de empalme se deberán colocar de modo que la base de la mordaza se halle en contacto con la prolongación del cable.
 - El puente ha sido diseñado para el uso exclusivo del paso de la tubería.
 - A los ganchos de anclaje se les deberá aplicar dos manos de pintura anticorrosiva.
 - Todas las dimensiones están dadas en metros.
 - Todos los extremos del cable deberán protegerse con 8 a 10 vueltas de alambre galvanizado.
 - Si el terreno tiene pendiente, la localización del muerto estará definida considerando que el cable tiene una inclinación con relación 1 vertical y 2 horizontal.

	DIÁMETRO DE TUBERÍA			
	2"	3"	4"	6"
Lz	1	1.1	1.15	1.40
Bz	1	1	1	1
Refuerzo en Bz	5 Ø 1/2"	5 Ø 1/2"	5 Ø 1/2"	6 Ø 1/2"
Refuerzo en Lz	5 Ø 1/2"	5 Ø 1/2"	6 Ø 1/2"	7 Ø 1/2"
X=Y=Z	1.3	1.4	1.5	1.70
Ø cable	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"

SIMBOLOGÍA

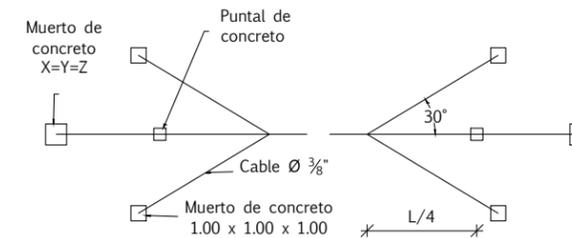
- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1 Cable tirante | 7 Tubos de HG según diámetro |
| 2 Cable de suspensión Ø 3/8" | 8 Guardacable |
| 3 Cable de suspensión Ø 3/8" | 9 Mordaza de 3/8" |
| 4 Cable de suspensión Ø 3/8" | 10 Mordaza Ø tirante |
| 5 Cable de suspensión Ø 3/8" | 11 Tensor 3/8" |
| 6 Cable de suspensión Ø 3/8" | 12 Unión Dresser |

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE PASO AÉREO DE 20 METROS	
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	HOJA NO: 11 / 20
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	



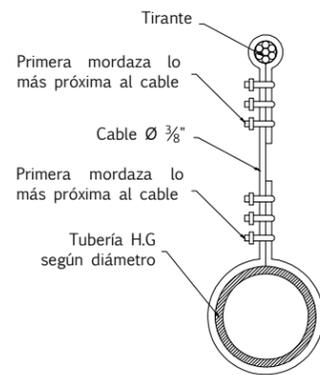
PUENTE COLGANTE DE 30 METROS

ESCALA 1:600



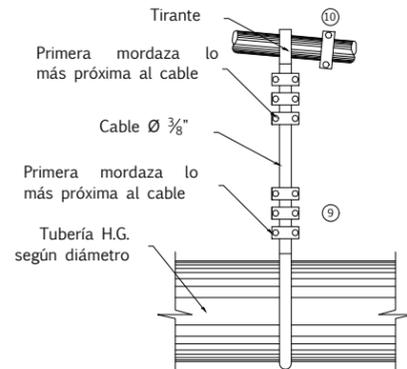
PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

ESCALA 1:600



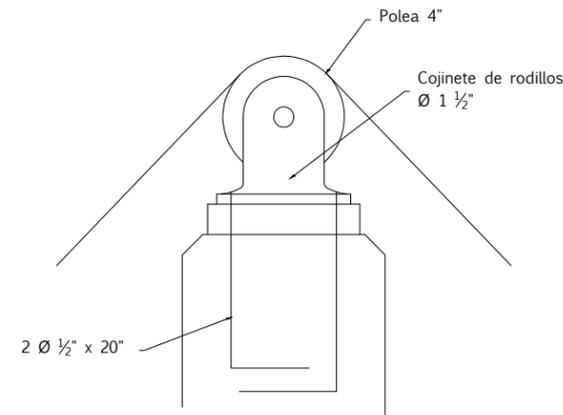
DETALLE DE SUSPENSIÓN DE TUBO

ESCALA 1:600



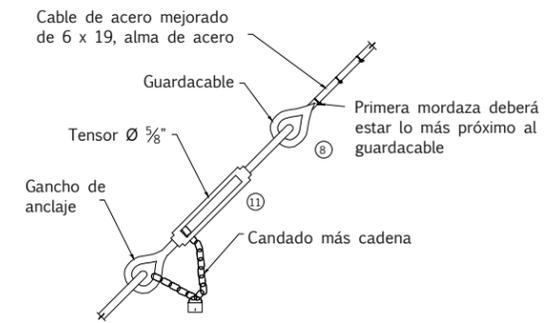
DETALLE DE SUSPENSIÓN DE TUBO

ESCALA 1:600



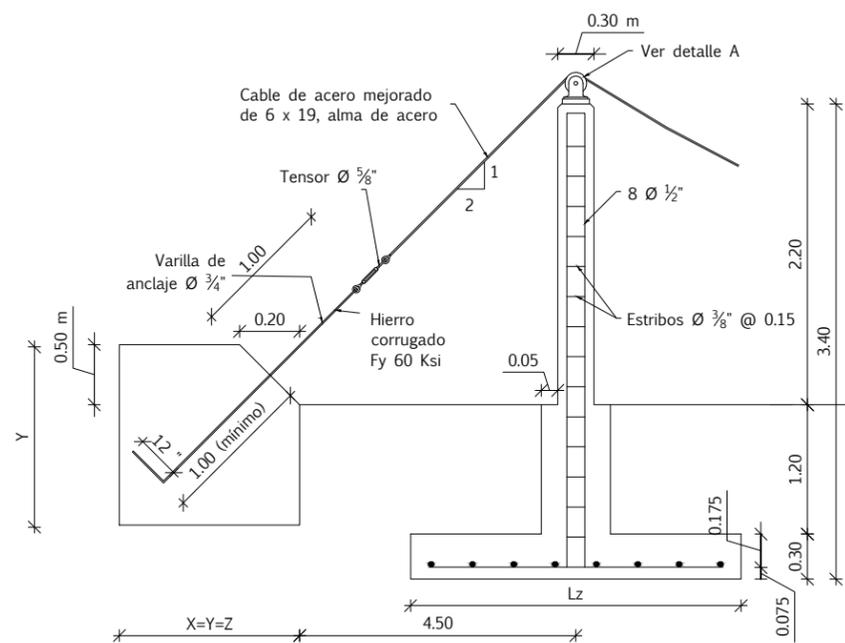
APOYO DEL CABLE EN COLUMNA

ESCALA 1:600



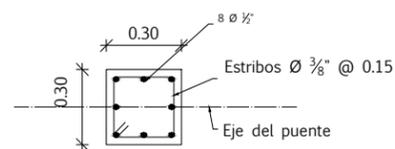
DETALLE DEL TENSOR

ESCALA 1:600



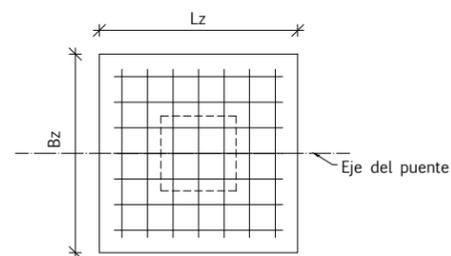
ELEVACIÓN

ESCALA 1:600



ESTRUCTURA DE COLUMNA

ESCALA 1:600



PLANTA DE ZAPATA

ESCALA 1:600

ESPECIFICACIONES

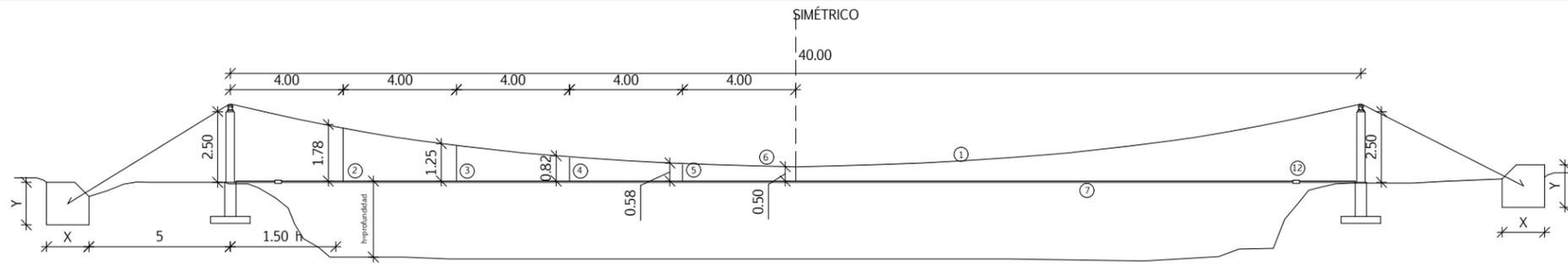
- MATERIALES
 - Concreto: se usará concreto con refuerzo de ruptura a compresión de 210 kg/cm² (3000 lb/plg²). A los 2 días para la fundición de las columnas y zapatas.
 - Acero de refuerzo: se usará refuerzo grado 40 Ksi.
 - Cable de alambre: se usará cable de acero mejorado compuesto de 6 cordones de 19 alambres por cordón con alma de acero con un diámetro según para cada uso.
- VARIOS
 - El nivel de la cimentación de las zapatas deberá ser el mismo para ambas columnas y estas últimas quedarán perfectamente alineadas con los muertos respectivos.
 - La estructura ha sido calculada para un suelo cuya capacidad soporte no sea menor de 15 ton/m².
 - El recubrimiento en las columnas y zapatas, serán de 4 cm y 7.5 cm, respectivamente.
 - Las mordazas de empalme se deberán colocar de modo que la base de la mordaza se halle en contacto con la prolongación del cable.
 - El puente ha sido diseñado para el uso exclusivo del paso de la tubería.
 - A los ganchos de anclaje se les deberá aplicar dos manos de pintura anticorrosiva.
 - Todos las dimensiones están dadas en metros.
 - Todos los extremos del cable deberán protegerse con 8 a 10 vueltas de alambre galvanizado.
 - Si el terreno tiene pendiente, la localización del muerto estará definida considerando que el cable tiene una inclinación con relación 1 vertical y 2 horizontal.

	DIÁMETRO DE TUBERÍA			
	2"	3"	4"	6"
Lz	1	1.15	1.30	1.60
Bz	1	1	1	1
Refuerzo en Bz	5 Ø 1/2"	5 Ø 1/2"	6 Ø 1/2"	8 Ø 1/2"
Refuerzo en Lz	5 Ø 1/2"	5 Ø 1/2"	6 Ø 1/2"	8 Ø 1/2"
X=Y=Z	1.35	1.45	1.60	1.80
Ø cable	3/8"	3/8"	1/2"	3/8"

SIMBOLOGÍA

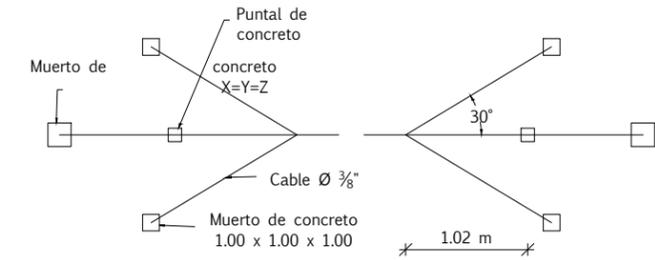
- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1 Cable tirante | 7 Tubos de HG según diámetro |
| 2 Cable de suspensión Ø 3/8" | 8 Guardacable |
| 3 Cable de suspensión Ø 3/8" | 9 Mordaza de 3/8" |
| 4 Cable de suspensión Ø 3/8" | 10 Mordaza Ø tirante |
| 5 Cable de suspensión Ø 3/8" | 11 Tensor 5/8" |
| 6 Cable de suspensión Ø 3/8" | 12 Unión Dresser |

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE PASO AÉREO DE 30 METROS	
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	HOJA NO: <div style="font-size: 2em; text-align: center;">12</div> <div style="font-size: 2em; text-align: right;">20</div>
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CÁBENE 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	



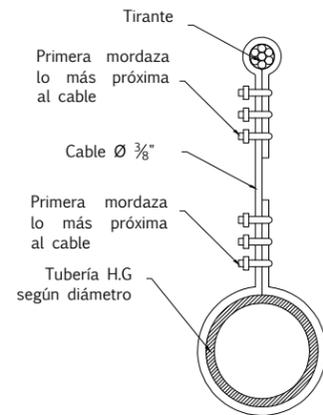
PUENTE COLGANTE DE 40 METROS

ESCALA 1:600



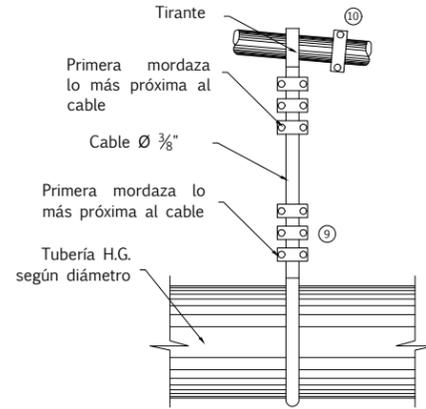
PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

ESCALA 1:600



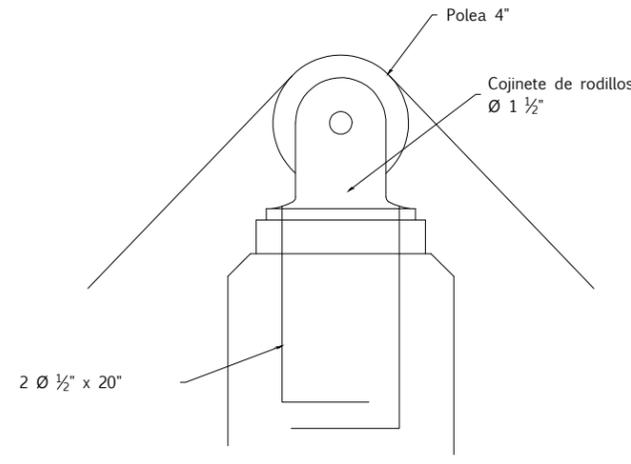
DETALLE DE SUSPENSIÓN DE TUBO

ESCALA 1:600



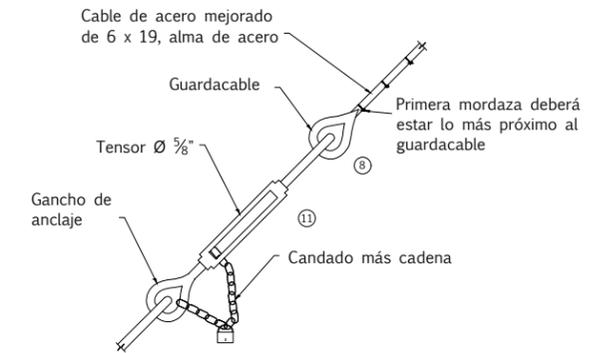
DETALLE DE SUSPENSIÓN DE TUBO

ESCALA 1:600



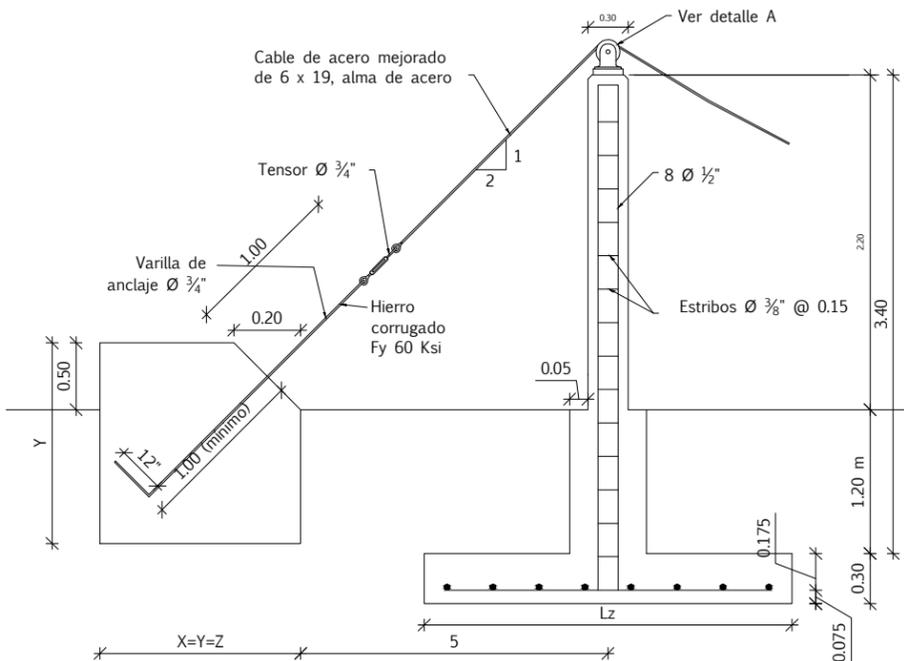
APOYO DEL CABLE EN COLUMNA

ESCALA 1:600



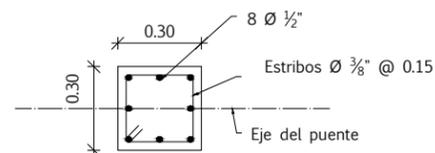
DETALLE DEL TENSOR

ESCALA 1:600



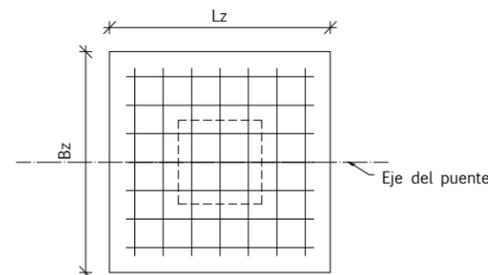
ELEVACIÓN

ESCALA 1:600



ESTRUCTURA DE COLUMNA

ESCALA 1:600



PLANTA DE ZAPATA

ESCALA 1:600

ESPECIFICACIONES

1. MATERIALES

- 1.1. Concreto: se usará concreto con refuerzo de ruptura a compresión de 210 kg/cm² (3000 lb/plg²). A los 2 días para la fundición de las columnas y zapatas.
- 1.2. Acero de refuerzo: se usará refuerzo grado 40 Ksi.
- 1.3. Cable de alambre: se usará cable de acero mejorado compuesto de 6 cordones de 19 alambres por cordón con alma de acero con un diámetro según para cada uso.

2. VARIOS

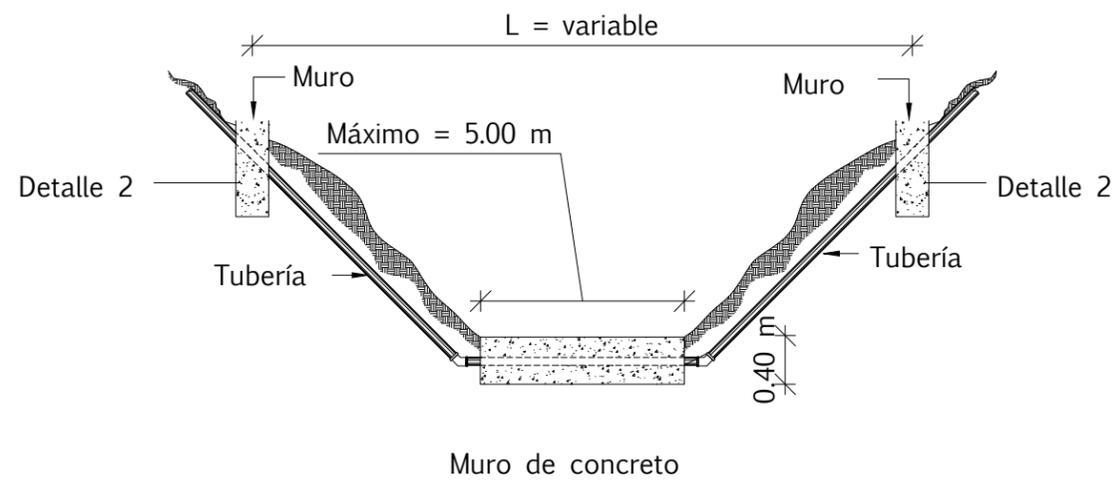
- 2.1. El nivel de la cimentación de las zapatas deberá ser el mismo para ambas columnas y estas últimas quedarán perfectamente alineadas con los muertos respectivos.
- 2.2. La estructura ha sido calculada para un suelo cuya capacidad soporte no sea menor de 15 ton/m².
- 2.3. El recubrimiento en las columnas y zapatas, serán de 4 cm y 7.5 cm, respectivamente.
- 2.4. Las mordazas de empalme se deberán colocar de modo que la base de la mordaza se halle en contacto con la prolongación del cable.
- 2.5. El puente ha sido diseñado para el uso exclusivo del paso de la tubería.
- 2.6. A los ganchos de anclaje se les deberá aplicar dos manos de pintura anticorrosiva.
- 2.7. Todas las dimensiones están dadas en metros.
- 2.8. Todos los extremos del cable deberán protegerse con 8 a 10 vueltas de alambre galvanizado.
- 2.9. Si el terreno tiene pendiente, la localización del muerto estará definida considerando que el cable tiene una inclinación con relación 1 vertical y 2 horizontal.

	DIÁMETRO DE TUBERÍA			
	2"	3"	4"	6"
Lz	1.10	1.25	1.40	1.75
Bz	1.00	1	1.00	1.00
Refuerzo en Bz	5 Ø 1/2"	5 Ø 1/2"	6 Ø 1/2"	8 Ø 1/2"
Refuerzo en Lz	5 Ø 1/2"	6 Ø 1/2"	7 Ø 1/2"	10 Ø 1/2"
X=Y=Z	1.40	1.55	1.55	2.00
Ø cable	3/8"	1/2"	1/2"	3/8"

SIMBOLOGÍA

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1 Cable tirante | 7 Tubos de HG según diámetro |
| 2 Cable de suspensión Ø 3/8" | 8 Guardacable |
| 3 Cable de suspensión Ø 3/8" | 9 Mordaza de 3/8" |
| 4 Cable de suspensión Ø 3/8" | 10 Mordaza Ø tirante |
| 5 Cable de suspensión Ø 3/8" | 11 Tensor 5/8" |
| 6 Cable de suspensión Ø 3/8" | 12 Unión Dresser |

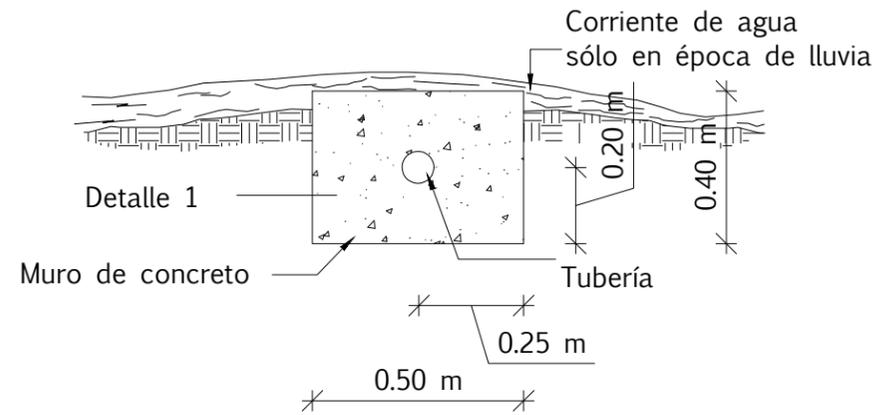
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE PASO AÉREO DE 40 METROS	FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
HOJA NO.: 13 20	
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	



DETALLE LONGITUDINAL

TERRENO DURO TIPO B

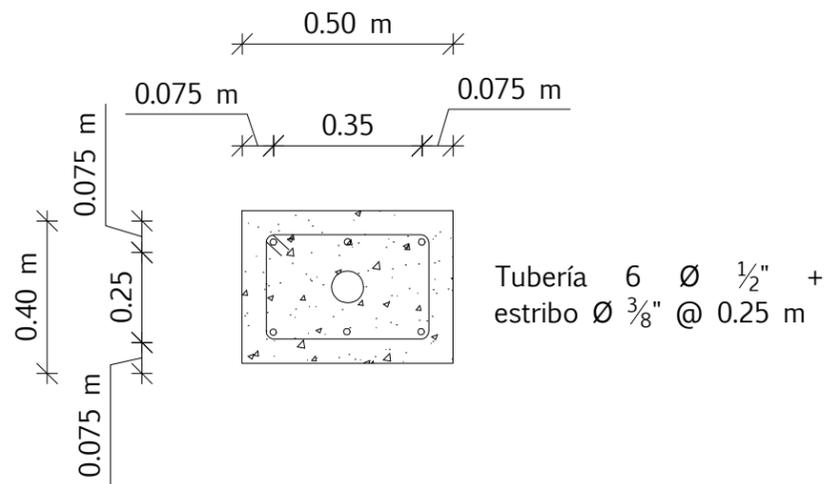
ESCALA 1:350



DETALLE TRANSVERSAL

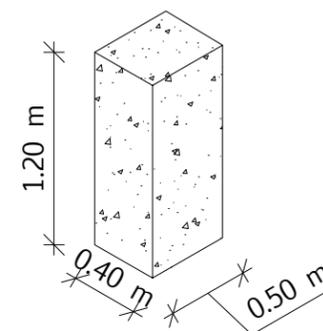
TERRENO DURO TIPO B

ESCALA 1:350



DETALLE 1

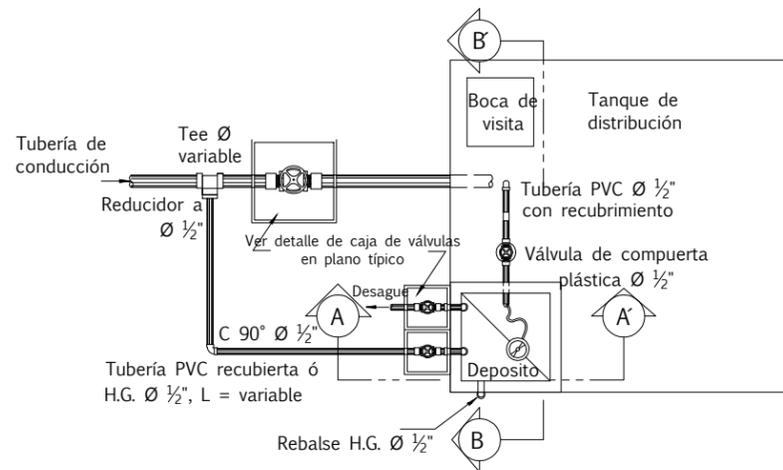
ESCALA 1:350



DETALLE 2

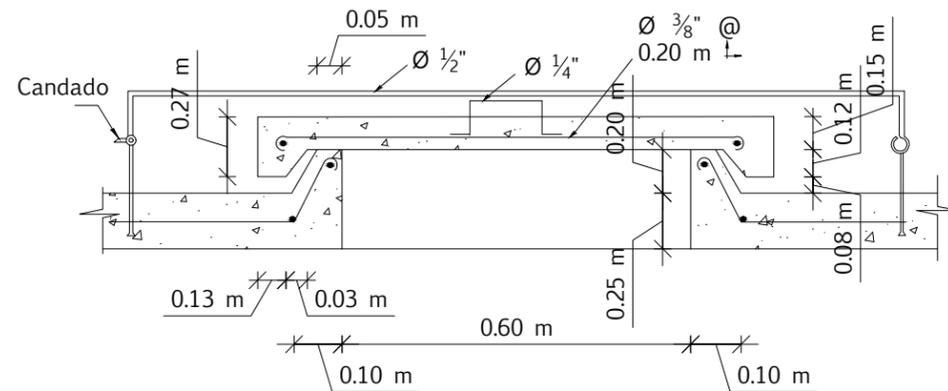
ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE PASO DE ZANJÓN		
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		HOJA NO: 14 / 20
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES C.A.B.N.E. 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019	
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR		



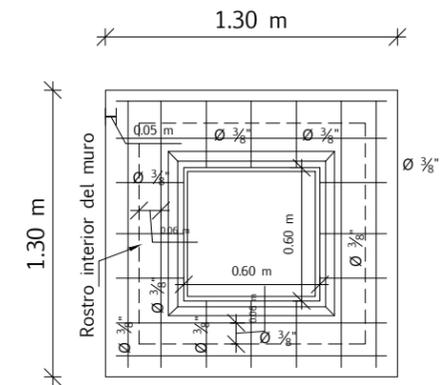
PLANTA DE HIPOCLORADOR

ESCALA 1:425



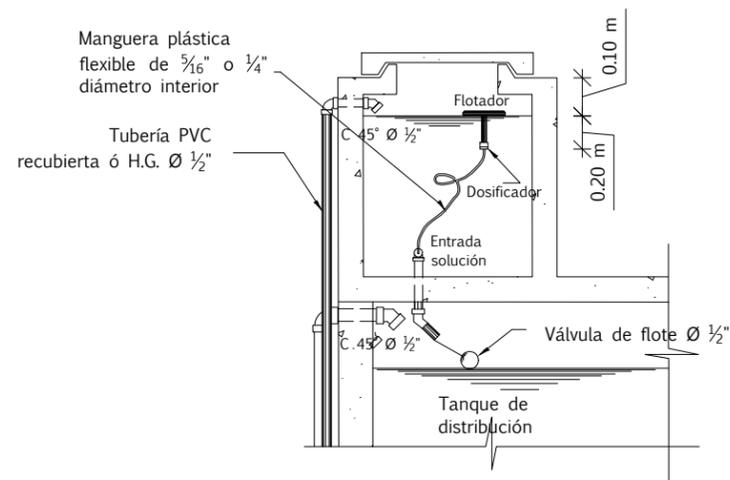
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:425



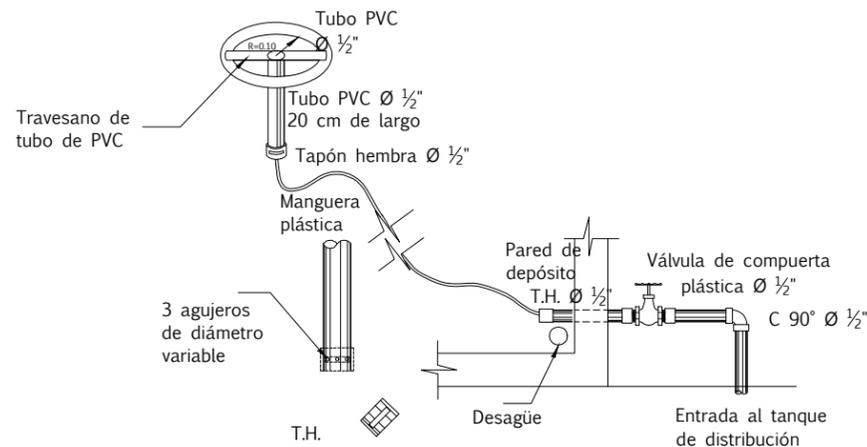
DETALLE DE LOSA

ESCALA 1:425



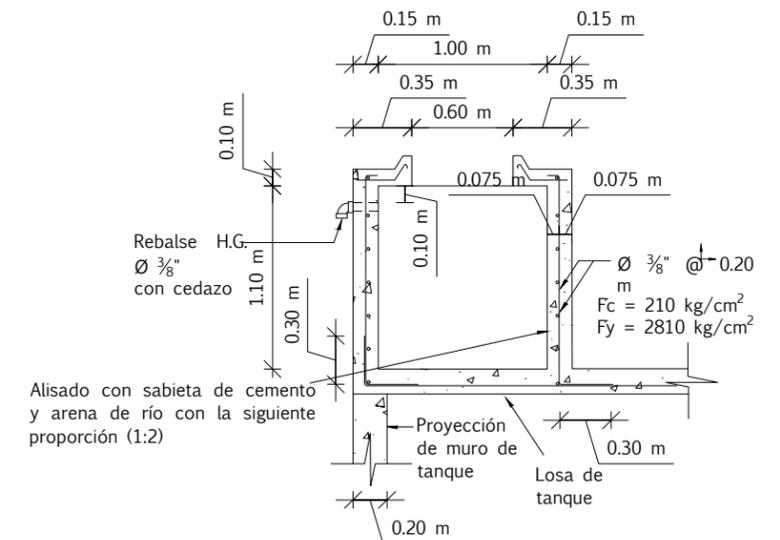
SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:425



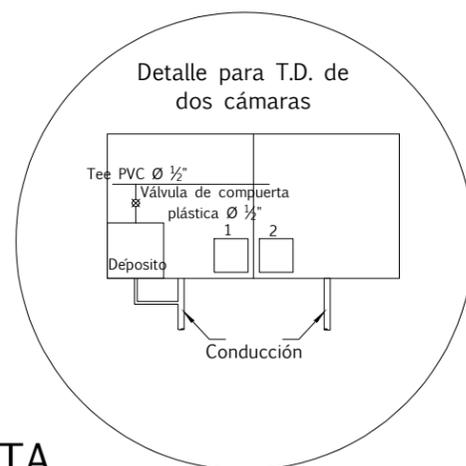
SECCIÓN B-B'

ESCALA 1:425



ARMADO DE MUROS

ESCALA 1:425



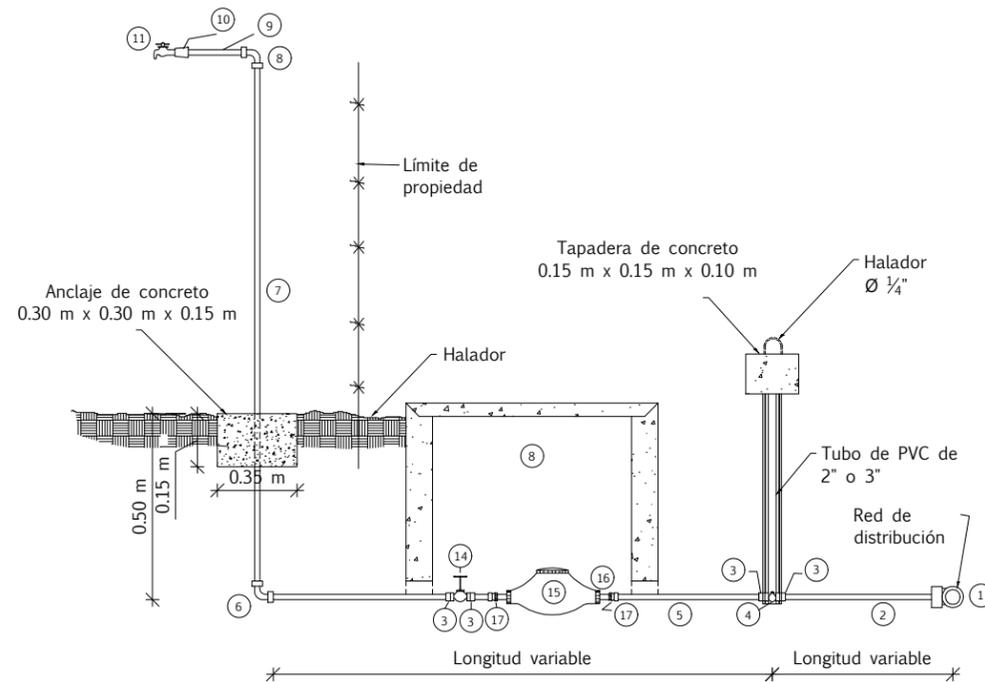
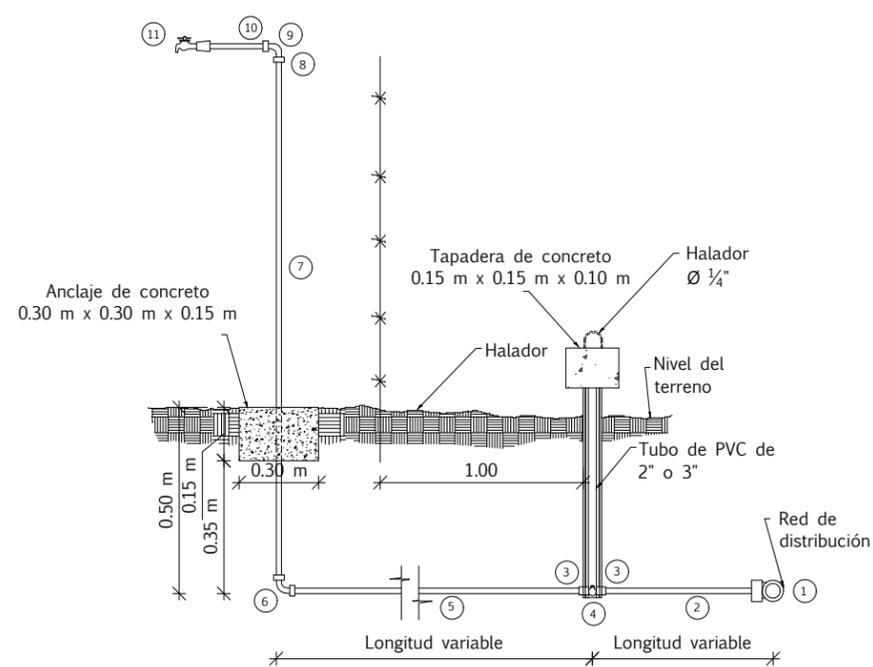
PLANTA

ESCALA 1:425

ESPECIFICACIONES

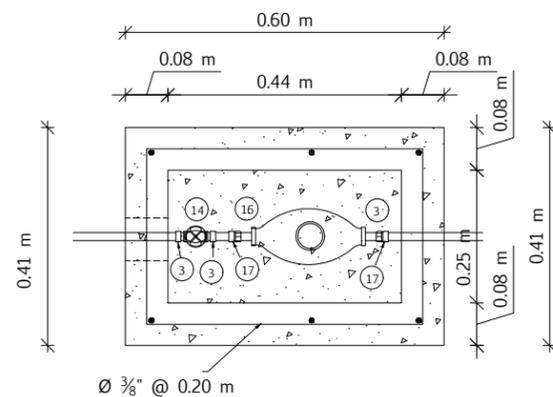
- La conexión de la tubería PVC \varnothing 1/2" en la tee puede estar en sentido contrario a lo expresado en la planta del hipoclorador, dado que depende de la topografía del terreno y la ubicación del tanque.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
	CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE HIPOCLORADOR	FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	HOJA NO.: 15 / 20
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019		
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR			



CONEXIÓN DOMICILIAR TÍPICA TIPO 1

ESCALA 1:550

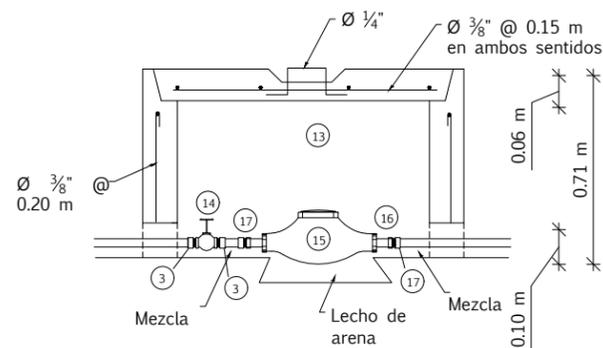


DETALLE DE CAJA PARA CONTADOR DE AGUA

ESCALA 1:550

CONEXIÓN DOMICILIAR TÍPICA TIPO 2

ESCALA 1:550



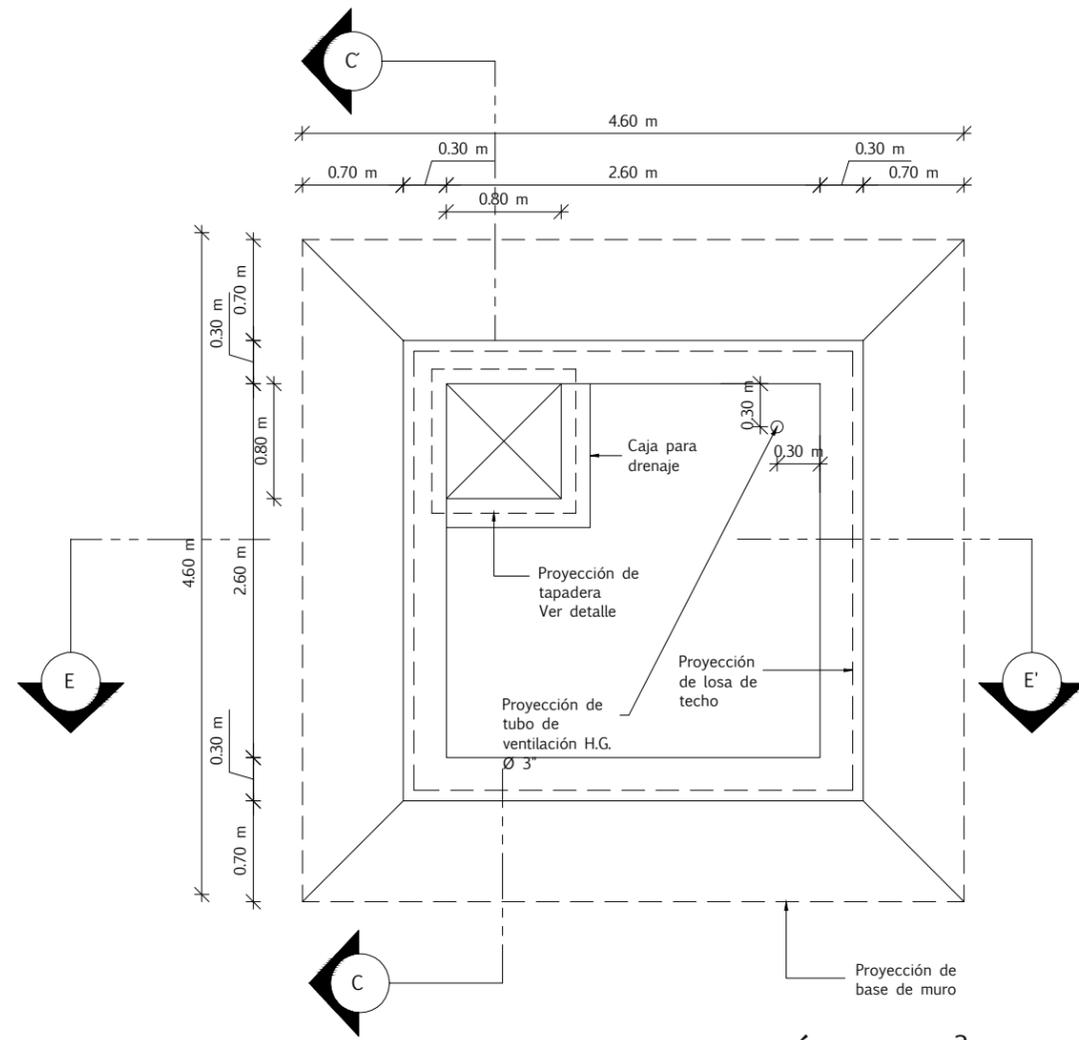
SIMBOLOGÍA CONEXIÓN DOMICILIAR TÍPICA TIPO 1

- | | |
|---|---|
| 1 Tee reducida PVC Ø tubería principal x 3/4" | 8 Codo H.G. 90° Ø 3/4" |
| 2 Niple (tubo) PVC longitud variable Ø 3/4" | 9 Niple H.G. 0.15 Ø 3/4" |
| 3 Adaptador macho PVC Ø 3/4" | 10 Reductor de campana H.G. 3/4" x 1/2" |
| 4 Llave de paso de bronce Ø 3/4" | 11 Llave de chorro con rosca Ø 1/2" |
| 5 Tubo de PVC longitud variable Ø 3/4" | 12 Tubería PVC Ø 2" o 3" |
| 6 Codo H.G. 90° Ø 3/4" con rosca | 13 Adaptado hembra PVC Ø 3/4" |
| 7 Niple H.G. 1.50 Ø 3/4" | |

SIMBOLOGÍA CONEXIÓN DOMICILIAR TÍPICA TIPO 2

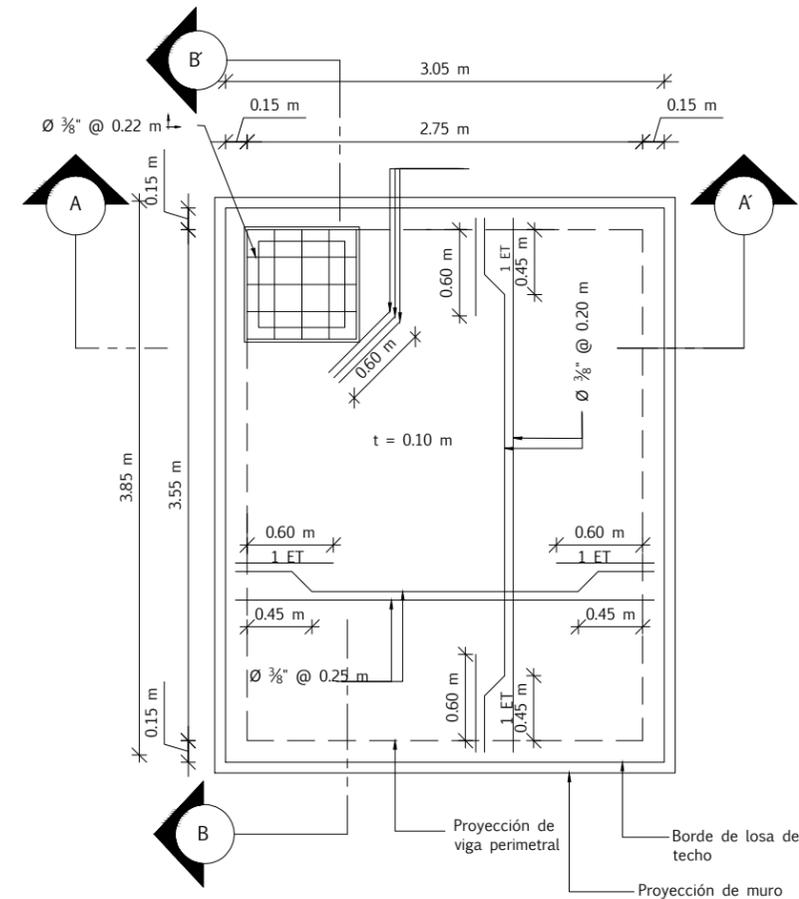
- | | |
|---|---|
| 1 Tee reducida PVC Ø tubería principal x 3/4" | 10 Codo H.G. 90° Ø 3/4" |
| 2 Niple (tubo) PVC longitud variable Ø 3/4" | 11 Niple H.G. 0.15 Ø 3/4" |
| 3 Adaptador macho PVC Ø 3/4" | 12 Reductor de campana H.G. 3/4" x 1/2" |
| 4 Llave de paso de bronce Ø 3/4" | 13 Caja de concreto para contador |
| 5 Tubo de PVC longitud variable Ø 3/4" | 14 Llave de compuerta de Ø 3/4" bronce |
| 6 Codo H.G. 90° Ø 3/4" con rosca | 15 Contador Ø 3/4" bronce |
| 7 Niple H.G. 1.50 Ø 3/4" | 16 Niple conector de contador Ø 3/4" |
| 8 Codo H.G. 90° Ø 3/4" con rosca | 17 Adaptado hembra PVC Ø 3/4" |
| 9 Niple H.G. 1.50 Ø 3/4" | |

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE CONEXIÓN DOMICILIAR	
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	HOJA NO.: 16 / 20
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABENÉ 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	



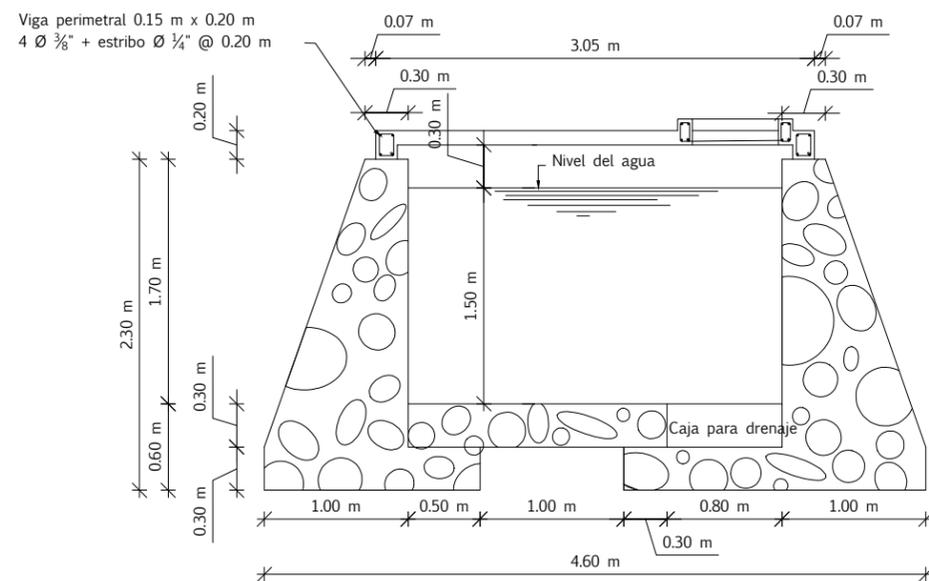
PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 10 M³

ESCALA 1:500



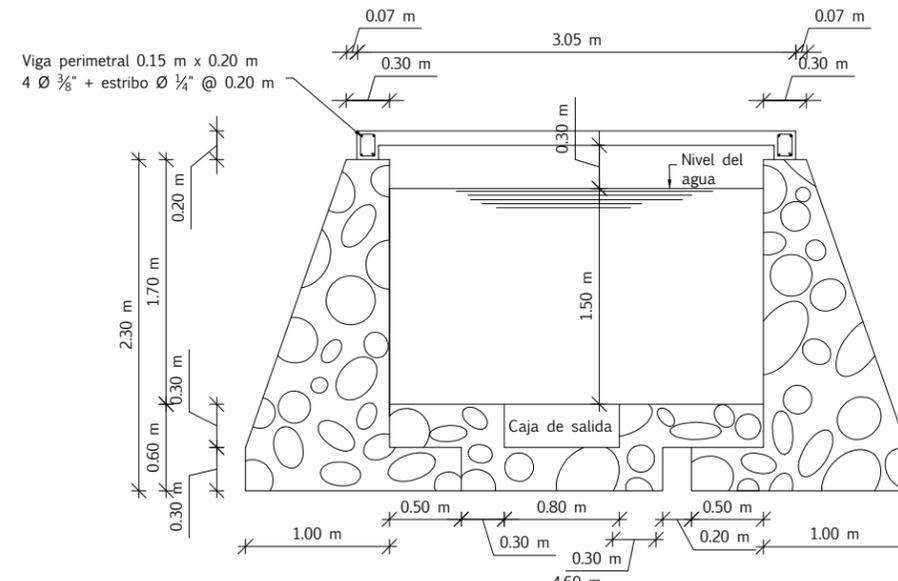
PLANTA LOSA DE TECHO

ESCALA 1:500



SECCIÓN C-C

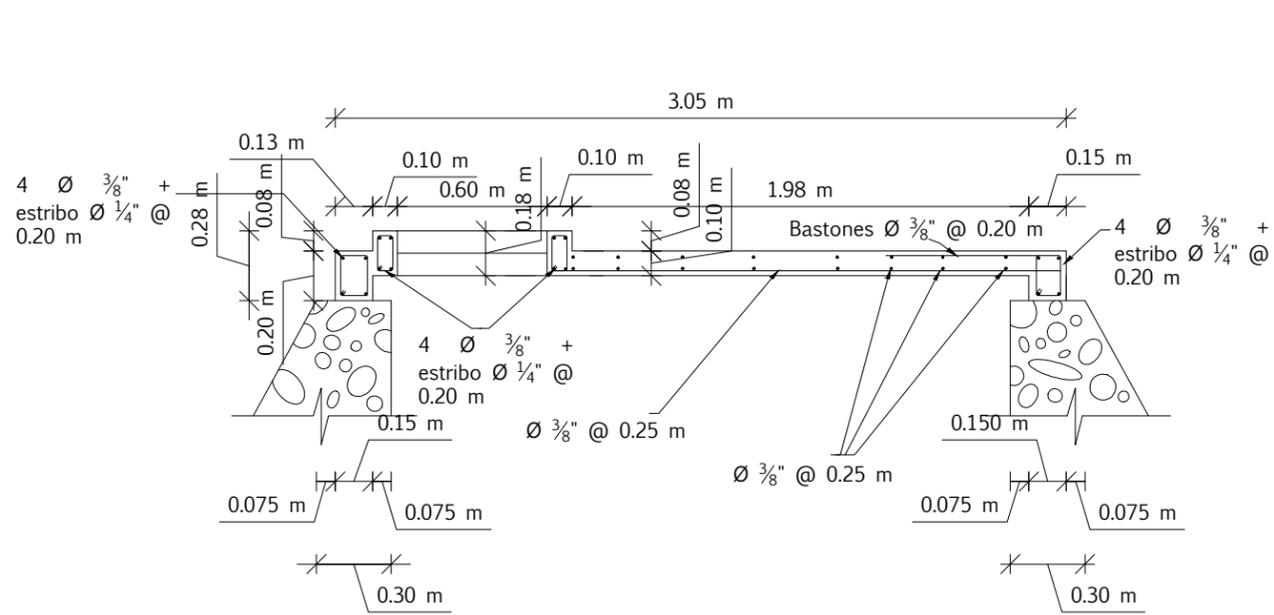
ESCALA 1:500



SECCIÓN E-E

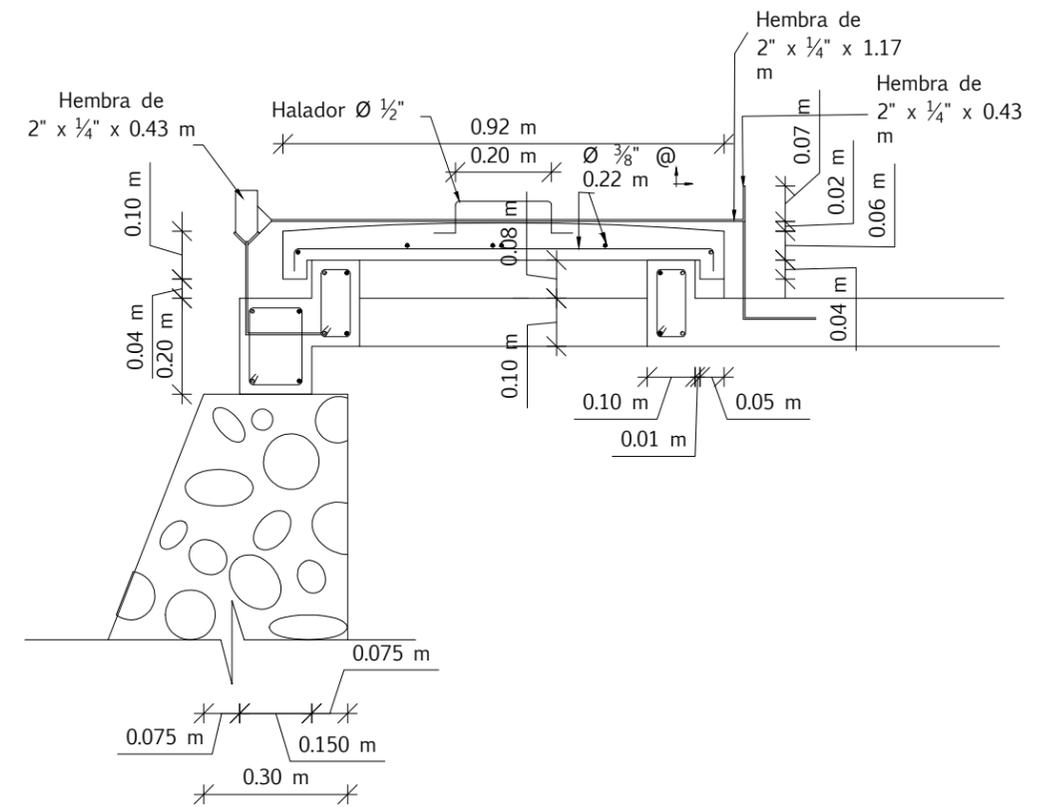
ESCALA 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 10 M ³ DE MAMPOSTERÍA		
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		HOJA NO.: 17
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES C.A.B.N.E. 2012 13355		ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
20		
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR		



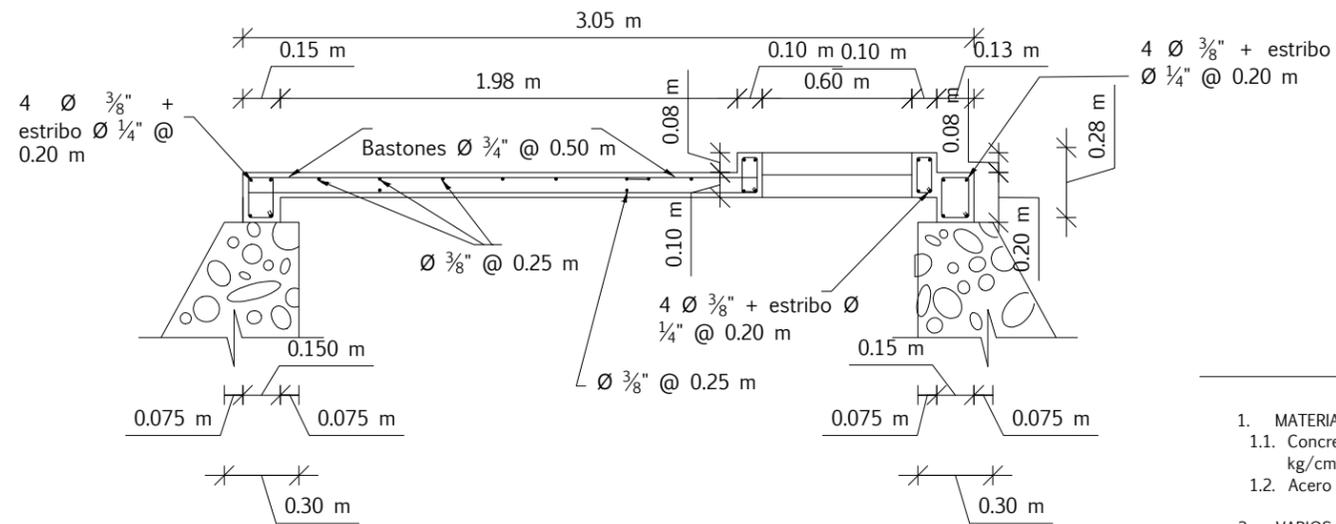
SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:375



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:375



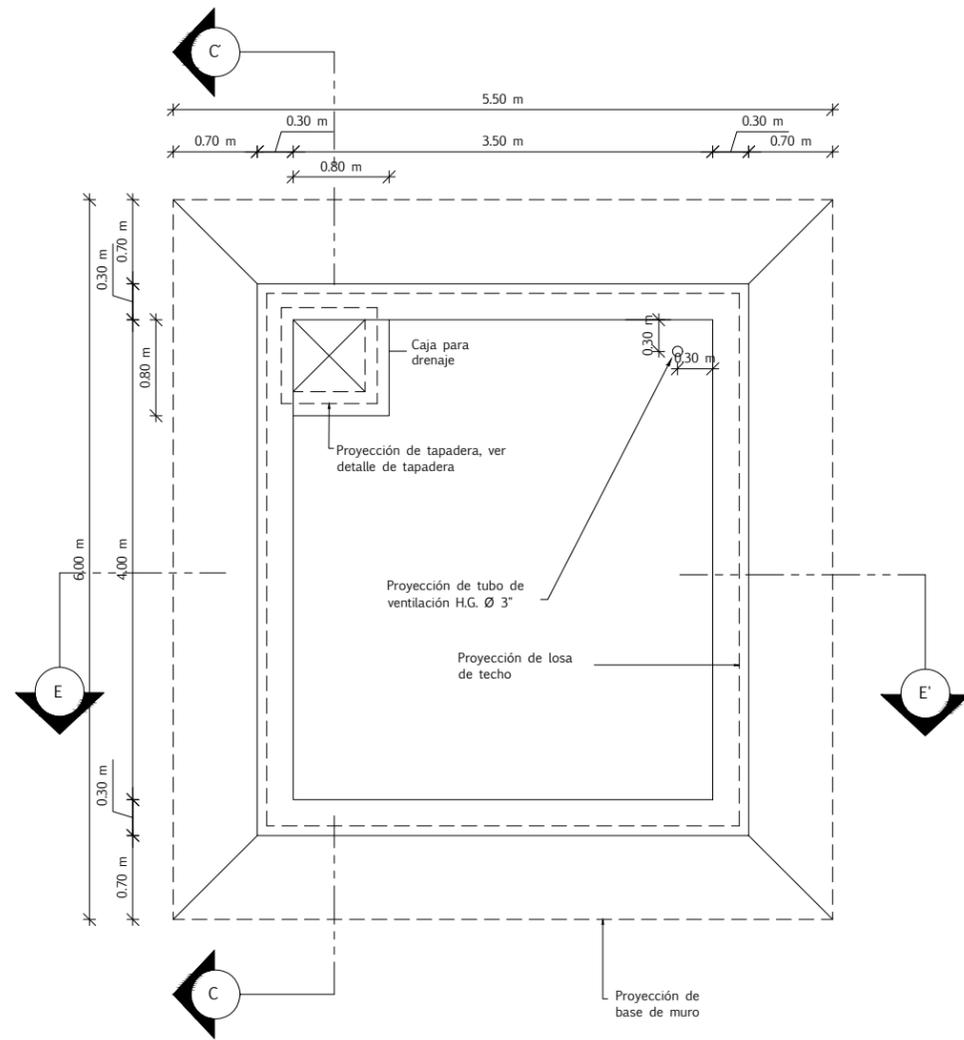
SECCIÓN B-B'

ESCALA 1:375

ESPECIFICACIONES

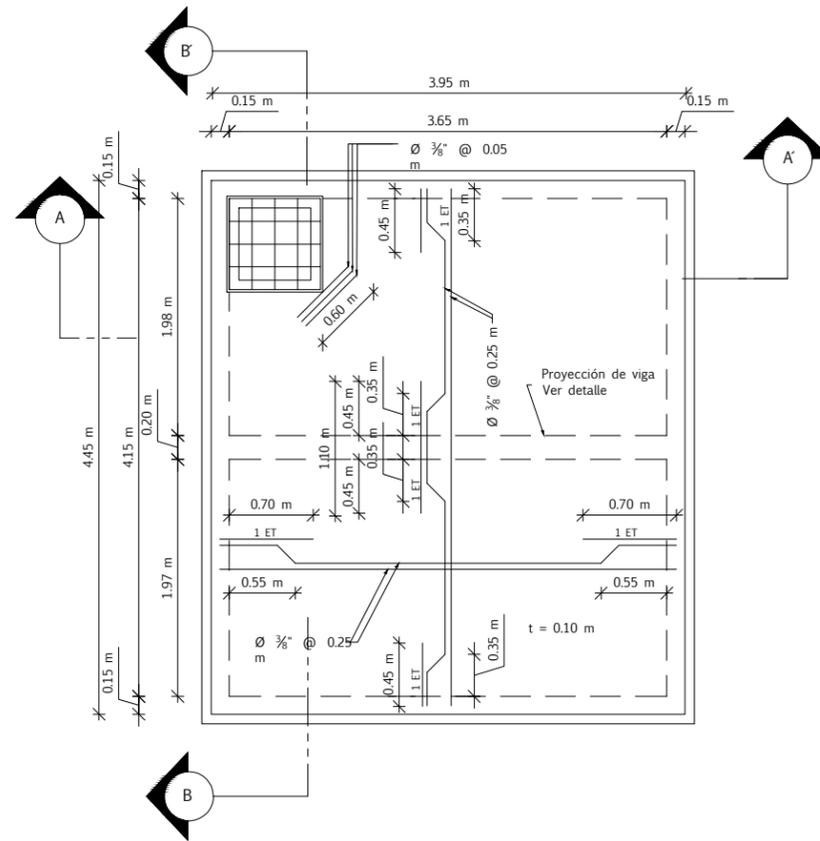
1. MATERIALES
 - 1.1. Concreto: se usará concreto con esfuerzo de ruptura a compresión de 210 kg/cm² (3000 lb/plg²), a los 28 días.
 - 1.2. Acero de Refuerzo: se usará acero de refuerzo de 2810 kg/cm² (grado 40 Ksi).
2. VARIOS
 - 2.1. Los muros están diseñados para trabajar tanto sobre como bajo tierra.
 - 2.2. Todas las dimensiones están dadas en metros.
 - 2.3. Los recubrimientos serán de 3 centímetros, excepto donde se indique lo contrario y este se medirá entre el rostro de la barra y la superficie de concreto.
 - 2.4. El terreno bajo la losa del piso deberá ser perfectamente apisonado.
 - 2.5. La losa del techo deberá tener una pendiente de 1% hacía los lados.
 - 2.6. Los muros de piedra deberán impermeabilizarse en sus caras interiores por medio de una capa de sabieta de cemento y arena de río, debidamente alisada, con la siguiente proporción: (1:2).
 - 2.7. Las superficies de las losas de concreto deberán quedar cernidas con cemento y arena.
 - 2.8. Los muros de tanque de distribución serán de 60% de piedra bola y 40% de sabieta de concreto y arena de río, con la siguiente proporción: (1:2)
 - 2.9. El recubrimiento en la losa será de 0.03 metros.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO: CONTINUACIÓN PLANO TÍPICO DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 10 M ³ DE MAMPOSTERÍA	
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-	HOJA NO: <div style="text-align: right; font-size: 24pt; font-weight: bold;">18</div>
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES CABE: 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
<div style="font-size: 24pt; font-weight: bold;">20</div>	
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR	



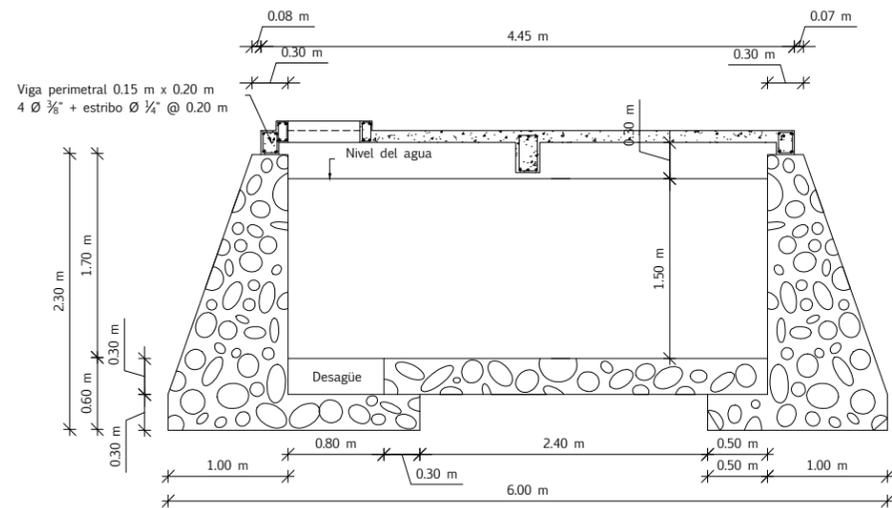
PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:600



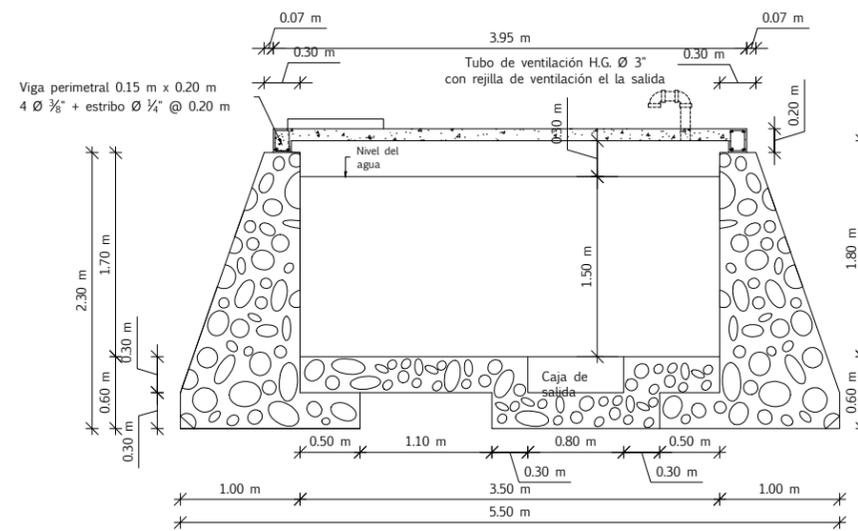
PLANTA LOSA DE TECHO

ESCALA 1:600



SECCIÓN C-C

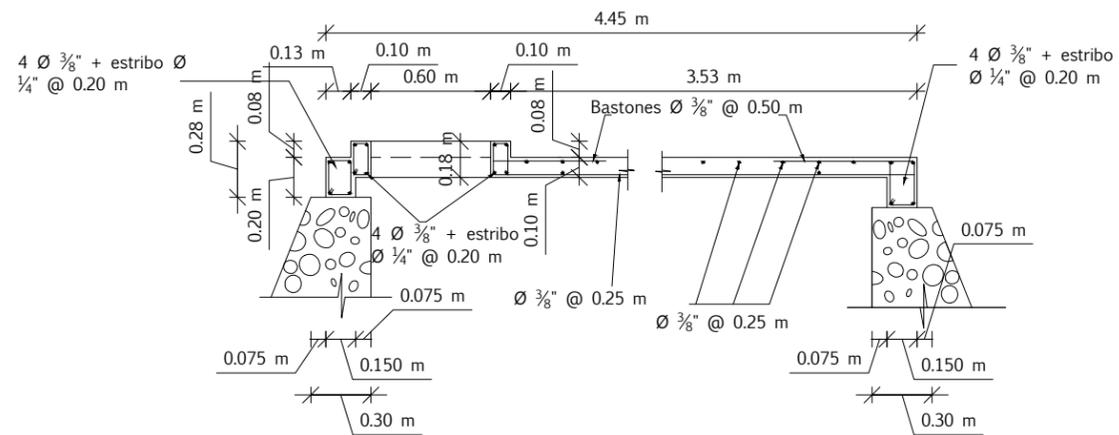
ESCALA 1:600



SECCIÓN E-E

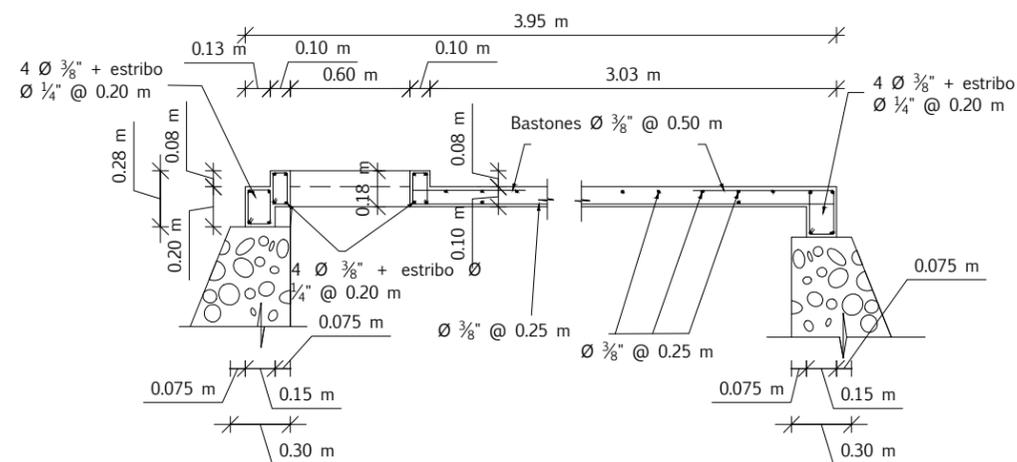
ESCALA 1:600

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA TRABAJO DE GRADUACIÓN	
	PROYECTO: CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANO TÍPICO DE TANQUE DISTRIBUCIÓN DE 20 M ³ DE MAMPOSTERÍA		
FUENTE: INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-		HOJA NO.: 19 / 20
DIBUJO: MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES C.A.B.E. 2012 13355	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019	
ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA ASESOR		



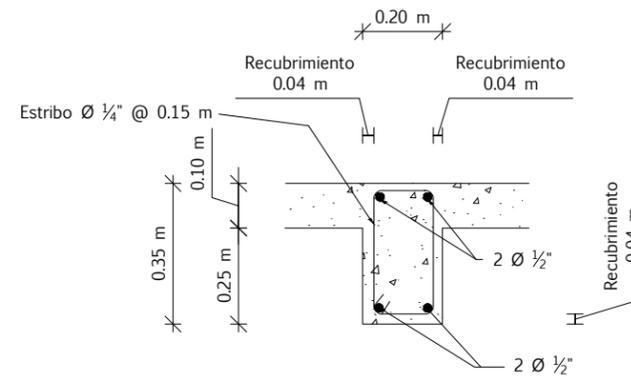
SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:450



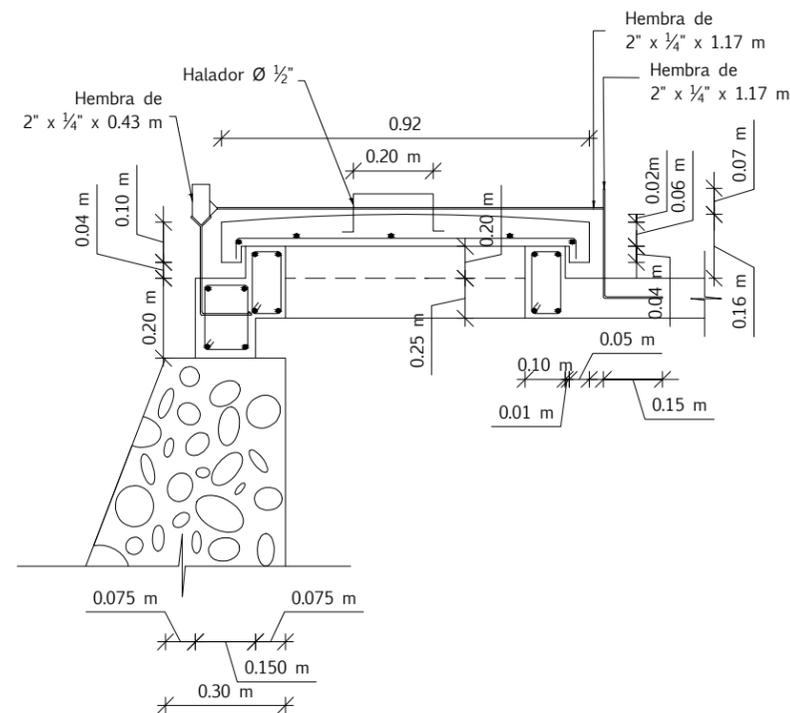
SECCIÓN B-B'

ESCALA 1:450



DETALLE DE VIGA

ESCALA 1:450



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:450

ESPECIFICACIONES

1. MATERIALES
 - 1.1. Concreto: se usará concreto con esfuerzo de ruptura a compresión de 210 kg/cm² (3000 lb/plg²), a los 28 días.
 - 1.2. Acero de Refuerzo: se usará acero de refuerzo de 2810 kg/cm² (grado 40 Ksi).
2. VARIOS
 - 2.1. Los muros están diseñados para trabajar tanto sobre como bajo tierra.
 - 2.2. Todas las dimensiones están dadas en metros.
 - 2.3. Los recubrimientos serán de 3 centímetros, excepto donde se indique lo contrario y este se medirá entre el rostro de la barra y la superficie de concreto.
 - 2.4. El terreno bajo la losa del piso deberá ser perfectamente apisonado.
 - 2.5. La losa del techo deberá tener una pendiente de 1% hacia los lados.
 - 2.6. Los muros de piedra deberán impermeabilizarse en sus caras interiores por medio de una capa de sabieta de cemento y arena de río, debidamente alisada, con la siguiente proporción: (1:2).
 - 2.7. Las superficies de las losas de concreto deberán quedar cernidas con cemento y arena.
 - 2.8. Los muros de tanque de distribución serán de 60% de piedra bola y 40% de sabieta de concreto y arena de río, con la siguiente proporción: (1:2)
 - 2.9. El recubrimiento en la losa será de 0.03 metros.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
TRABAJO DE GRADUACIÓN

PROYECTO:
CRITERIOS GENERALES PARA ELABORAR DISEÑOS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

CONTENIDO:
PLANO TÍPICO DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 20 M³ DE MAMPOSTERÍA

FUENTE:
INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-

HOJA NO.:

20

DIBUJO:
MICHELLE ALEJANDRA CASTRO FLORES
CABE:
2012 13355

ESCALA:
INDICADA
FECHA:
MARZO 2019

20

ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA
ASESOR