

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL



**PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL  
ALTO, TOTONICAPÁN**

**BRANDON ARNOLDO LÓPEZ TEZÓ**

**QUETZALTENANGO, ABRIL 2024**

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO,  
TOTONICAPÁN

POR:

**BRANDON ARNOLDO LÓPEZ TEZÓ**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE:

**LICENCIADO**

**QUETZALTENANGO, ABRIL 2024**

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL



**AUTORIDADES DE LA USAC**

RECTOR MAGNÍFICO: M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS  
SECRETARIO GENERAL: LCDO. LUIS FERNANDO CORDÓN LUCERO

**INTEGRANTES DEL CONSEJO DIRECTIVO**

DIRECTOR GENERAL: DR. CÉSAR HAROLDO MILIÁN REQUENA  
SECRETARIO: LCDO. JOSÉ EDMUNDO MALDONADO MAZARIEGOS

**REPRESENTANTES DE DOCENTES**

MSC. ING. EDELMAN CÁNDIDO MONZÓN LÓPEZ  
MSC. ELMER RAÚL BETHANCOURT MERIDA

**REPRESENTANTE DE EGRESADOS**

LCDO. VÍCTOR LAWRENCE DÍAZ HERRERA

**REPRESENTANTES DE ESTUDIANTES**

BR. ALEYDA TRINIDAD DE LEÓN PAXTOR DE RODAS  
BR. JOSÉ ANTONIO GRAMAJO MARTIR

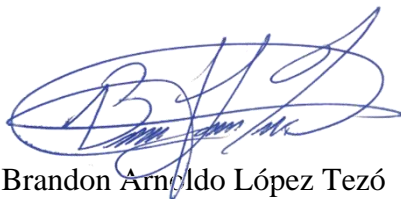


**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:**

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

**PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL  
ALTO, TOTONICAPÁN**

Tema que me fuera asignado por la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Civil de la División de Ciencias de la Ingeniería, según Acta No. 38-2022 de fecha 21 de julio de 2022.



Brandon Arnaldo López Tezó

Quetzaltenango 26 de enero de 2023

Ing. Nery Iván Pérez Morales  
Coordinador de la carrera de Ingeniería Civil  
División de Ciencias de la Ingeniería  
CUNOC-USAC

Estimado Ing. Pérez.

Reciba un afectuoso saludo deseándole éxitos al frente de la Coordinación de la carrera de Ingeniería Civil del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

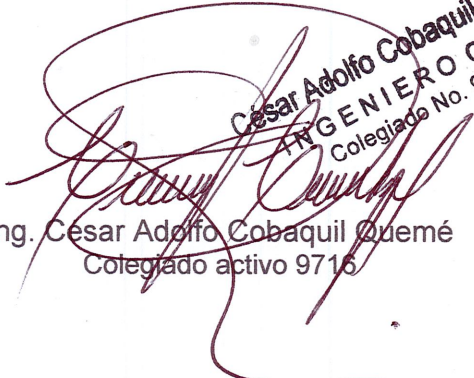
El objetivo de la presente es hacer de su conocimiento que, como Asesor de trabajo de graduación del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **Brandon Arnoldo López Tezó**, procedí a revisar el informe final de dicho trabajo de graduación, cuyo título es: **“PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los problemas del Municipio de San Francisco el Alto, Totonicapán.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Agradeciendo el apoyo profesional brindado por su persona, me suscribo de usted.

Atentamente,

  
César Adolfo Cobaquil Quemé  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado No. 9,716  
Ing. César Adolfo Cobaquil Quemé  
Colegiado activo 9716

Quetzaltenango, 12 de abril de 2024

Ing. Nery Iván Pérez Morales  
Coordinador de la Carrera de Ingeniería Civil  
División de Ciencias de la Ingeniería  
Centro Universitario de Occidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguido Ing. Pérez,

Por este medio se hace constar que he revisado el trabajo de graduación denominado:

“PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN”  
realizado por el estudiante Brandon Arnoldo López Tezó, quien se identifica con número de carné 3137897380901 y registro académico 201731096.

El contenido del trabajo de graduación cumple con los objetivos, por lo que se solicita continuar con el procedimiento establecido.

Atentamente,

  
Ing. Alvaro Flores Aguilar  
Alvaro Humberto Flores Aguilar  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIADO 10,194

Revisor de Trabajo de Graduación



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

División Ciencias de la Ingeniería  
Centro Universitario de Occidente  
Quetzaltenango  
Telefax: 78730000 Ext. 2255

El Infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA** del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 12-2024-IC de fecha veinticinco de abril del dos mil veinticuatro, del estudiante **BRANDON ARNOLDO LÓPEZ TEZÓ**, carné No. **3137897380901** y Registro Académico No. **201731096**, emitida por el Coordinador de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: **“PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN”**.

Quetzaltenango, 25 de abril de 2024.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



  
Ing. Edelman Candido Monzón López  
Director de División  
Ciencias de la Ingeniería



## **ACTO QUE DEDICO**

- A Dios:** Por guiarme, ser la fuente de sabiduría en mi vida, por cuidar de mi y porque sin el nada de esto fuera posible.
- A mis padres:** Fabian Arnoldo López Santos y Virginia Tezó Escobar por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por la constante guía, paciencia y el apoyo incondicional.
- A mis hermanos:** Fabián y Samuel, por todo el apoyo, amistad y cariño, por motivarme y ayudarme a alcanzar este sueño.
- A toda mi familia:** María Tomasa Tezó Escobar y demás familia por el cariño y apoyo que me han demostrado.



## **AGRADECIMIENTOS**

- A Dios:** Por ayudarme en el transcurso de esta carrera, y por brindarme las fuerzas necesarias para continuar en todo momento.
- A mis padres:** Por todo su esfuerzo, sacrificio y por brindarme todo su apoyo que ha sido fundamental en esta etapa de mi vida
- A mis hermanos:** Por todo el tiempo, cariño y apoyo que me han dedicado en todo momento.
- A Ing. Cesar Cobaquil:** Por el tiempo dedicado, sus enseñanzas y sabios consejos.
- A mis amigos:** A cada uno, por todo el tiempo, experiencias, apoyo y conocimiento compartido.

## ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
<b>CAPÍTULO 1. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE LA ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Características del municipio de San Francisco el Alto, Totonicapán .....	1
1.1.1 Reseña histórica.....	1
1.1.2 Ubicación geográfica.....	2
1.1.3 Límites.....	3
1.1.4 Vías de acceso .....	3
1.1.5 Topografía del lugar .....	4
1.1.6 Clima .....	4
1.1.7 Población.....	4
1.1.8 Actividades.....	5
1.1.9 Autoridades y servicios públicos.....	6
1.1.10 Generalidades .....	7
1.1.11 Descripción de necesidades.....	8
1.2 Descripción del proyecto.....	9
1.3 Datos del proyecto.....	10
1.3.1 Localización de fuentes.....	10
1.3.2 Aforo de fuentes .....	10
1.3.3 Calidad de agua de la fuente .....	13
1.3.4 Número de habitantes.....	13
1.3.5 Número y tipo de conexiones a utilizar.....	13
1.3.6 Levantamiento topográfico .....	13
1.3.7 Criterios para el diseño.....	14
1.3.8 Periodo de diseño .....	15

<b>CAPÍTULO 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA LA ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN</b> .....	17
2.1 Bases de diseño .....	17
2.1.1 Población futura .....	17
2.1.2 Dotación para el servicio.....	18
2.1.3 Caudal medio de diseño .....	18
2.1.4 Factor hora máxima.....	19
2.1.5 Caudal hora máxima.....	19
2.2 Diseño hidráulico .....	20
2.2.1 Tuberías .....	20
2.2.2 Captación.....	20
2.2.3 Línea de conducción.....	21
2.2.4 Tanque de distribución .....	24
2.2.5 Volumen de almacenamiento .....	25
2.2.6 Diseño del tanque .....	26
2.2.7 Línea de distribución.....	40
2.2.8 Red de distribución.....	43
2.2.9 Sistemas de desinfección.....	44
2.2.10 Obras de arte.....	45
2.2.11 Válvulas.....	46
2.2.12 Conexiones domiciliarias .....	46
<b>CAPÍTULO 3. PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE LA ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN</b> .....	47
3.1 Presupuesto.....	47
3.1.1 Cuantificación por renglones .....	47
3.1.2 Materiales .....	47
3.1.3 Mano de obra.....	47
3.1.4 Transporte.....	48
3.1.5 Precios unitarios .....	48
3.1.6 Costos directos .....	48

3.1.7 Costos indirectos .....	49
3.1.8 Integración de costos .....	49
3.1.9 Resumen total del proyecto .....	50
3.2 Cronograma de ejecución .....	51
3.3 Especificaciones técnicas .....	52
3.4 Operación y mantenimiento .....	52
3.5 Elaboración de planos .....	54
<b>CAPÍTULO 4. CAPACITACIÓN SOBRE “IMPORTANCIA DE CLORACIÓN Y EL USO CORRECTO DEL RECURSO HÍDRICO CON ENFOQUE DE GESTIÓN INTEGRAL” A LOS MIEMBROS DEL COMITÉ DE AGUA DEL CASERÍO LOMA LINDA, HUITÁN, QUETZALTENANGO .....</b>	<b>55</b>
4.1 Delimitación del tema .....	55
4.2 Fuentes de información .....	56
4.3 Técnica de capacitación .....	56
4.4 Tipo de auditorio .....	57
4.5 Lugar de capacitación.....	57
4.6 Capacitación de la importancia de cloración.....	58
4.6.1 Cloro.....	58
4.6.2 Aspectos físicos.....	59
4.6.3 Aspectos químicos.....	59
4.6.4 Aspectos microbiológicos .....	60
4.6.5 Características de una buena desinfección .....	60
4.6.6 Cloro residual .....	60
4.6.7 Prueba de cloro residual .....	61
4.6.8 Aspectos legales .....	61
4.6.9 Hipoclorador o termoclorador .....	62
4.6.10 Estudios de calidad de agua .....	63
4.7 Capacitación del uso correcto del recurso hídrico .....	63
4.7.1 Gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) .....	63
4.7.2 Principios de la gestión integral del recurso hídrico .....	64
4.7.3 Políticas legales e instituciones .....	65
4.7.4 Ejes de la política en Gestión Integral del Recurso Hídrico .....	66

## IV

4.7.5 Calidad del agua.....	68
4.7.6 Conservación de cuencas y microcuencas .....	68
4.7.7 Caracterización de cuenca.....	69
4.7.8 Conservación de las fuentes de agua.....	69
4.7.9 Caudal de mantenimiento o ecológico .....	69
4.7.10 Balance hídrico.....	70
<b>CAPÍTULO 5. SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN CASERÍO LOMA LINDA, HUITÁN, QUETZALTENANGO.....</b>	<b>71</b>
5.1 Descripción del proyecto.....	71
5.1.1 Localización .....	71
5.1.2 Tipo de sistema y tuberías .....	71
5.2 Supervisiones en construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Loma Linda del municipio de Huitán, Quetzaltenango .....	71
5.2.1 Limpia, chapeo y destronque .....	71
5.2.2 Línea de conducción.....	72
5.2.3 Tanque de distribución .....	74
5.2.4 Red de distribución.....	75
5.2.5 Materiales .....	77
5.2.6 Materiales de albañilería y refuerzo .....	78
CONCLUSIONES .....	79
RECOMENDACIONES .....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	83
APÉNDICE A Modelo de boleta de censo habitacional.....	XIX
APÉNDICE B Libreta topográfica.....	XXIII
APÉNDICE C Bases de diseño.....	XLI
APÉNDICE D Cálculo hidráulico.....	XLV
APÉNDICE E Presupuesto y cronograma de ejecución .....	LXXI
APÉNDICE F Especificaciones técnicas .....	XCIX
APÉNDICE G Planos.....	CXXXV
ANEXO I Resultados de estudio de calidad de agua.....	CCXXXIII
ANEXO II Resultados de estudio de suelos.....	CCXXVII

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### Listado de imágenes

Imagen 1. Mapa de San Francisco El Alto.....	2
--	---

### Listado de figuras

Figura 1. Mapa de San Francisco el Alto y sus aldeas.....	3
Figura 2. Topografía con estación total trimble C5®. ....	14
Figura 3. Terreno para tanque de distribución. ....	25
Figura 4. Diagrama de momentos del tanque de distribución.....	29
Figura 5. Detalle de viga y armado de acero.....	34
Figura 6. Diagrama de cuerpo libre de presiones en muro de tanque. ....	37
Figura 7. Cronograma de ejecución. ....	51
Figura 8. Capacitación sobre la importancia de la cloración. ....	57
Figura 9. Supervisión de limpieza, chapeo y destronque. ....	72
Figura 10. Verificación de medidas de zanja. ....	73
Figura 11. Supervisión de construcción del tanque de distribución.....	75
Figura 12. Supervisión de pegado de tubería. ....	76
Figura 13. Supervisión de zanqueo y colocación de tubería.....	78

### Listado de tablas

Tabla 1. Población en el municipio San Francisco El Alto, 2002.....	4
Tabla 2. Población en el municipio San Francisco El Alto, 2018.....	5
Tabla 3. Población según su etnia en el municipio San Francisco El Alto, 2002. ....	8
Tabla 4. Población según su etnia en el municipio San Francisco El Alto, 2018.....	8
Tabla 5. Aforo de fuentes por el método volumétrico en tiempo de invierno. ....	11
Tabla 6. Aforo de fuentes por el método volumétrico en tiempo de estiaje. ....	12
Tabla 7. Censo habitacional de aldea Tacajalvé 2022. ....	13
Tabla 8. Distribución de momentos en muro de tanque.....	38
Tabla 9. Integración de costos por renglón. ....	50
Tabla 10. Resumen total del proyecto. ....	50



## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Caudal de aforo. ....	10
Ecuación 2: Crecimiento poblacional geométrico. ....	17
Ecuación 3: Caudal medio diario. ....	18
Ecuación 4: Caudal máximo horario. ....	19
Ecuación 5: Hazen-Williams. ....	22
Ecuación 6: Caudal. ....	22
Ecuación 7: Velocidad. ....	24
Ecuación 8: Volumen de almacenamiento. ....	25
Ecuación 9: Relación de coeficientes de momentos. ....	26
Ecuación 10: Espesor de losa. ....	27
Ecuación 11: Carga última. ....	27
Ecuación 12: Momentos para losa, Método 3. ....	28
Ecuación 13: Área de acero mínimo. ....	29
Ecuación 14: Momento que resiste el acero mínimo. ....	30
Ecuación 15: Peralte de viga. ....	31
Ecuación 16: Momento positivo para vigas. ....	32
Ecuación 17: Esfuerzo cortante resistente del concreto. ....	34
Ecuación 18: Separación del acero. ....	34
Ecuación 19: Acero mínimo a corte. ....	35
Ecuación 20: Empuje pasivo. ....	36
Ecuación 21: Empuje activo. ....	36
Ecuación 22: Fuerza de agua. ....	37
Ecuación 23: Momento de agua. ....	37
Ecuación 24: Fuerza contra volteo. ....	38
Ecuación 25: Fuerza contra deslizamiento. ....	39
Ecuación 26: Caudal de uso simultaneo. ....	43
Ecuación 27: Caudal de hora máxima. ....	43
Formula 28: Flujo de cloro. ....	44





**LISTA DE ABREVIACIONES**

<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas
<b>ACI</b>	Instituto Americano de Concreto
<b>CUNOC</b>	Centro Universitario de Occidente
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>NTG</b>	Norma técnica guatemalteca
<b>ONG</b>	Organización no gubernamental
<b>PVC</b>	Policloruro de vinilo
<b>SER</b>	Servicios para el desarrollo
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del programa de Acueductos Rurales.
<b>USAC</b>	Universidad San Carlos de Guatemala
<b>AASHTO</b>	<i>American Association of State Highway and Transportation officials.</i> (Asociación Estadounidense de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte).



**LISTA DE SÍMBOLOS**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
H	Altura
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qhm	Caudal de hora máxima
Qm	Caudal medio diario
Ø	Diámetro
E -	Estación
E	Este
FDM	Factor de día máximo
FHM	Factor de hora máxima
Fs	Factor de seguridad
°C	Grados centígrados
°	Grados sexagesimales
HG	Hierro galvanizado
Km	Kilómetro
PSI	Libras por pulgada cuadrada
lts/s	Litros sobre segundo
Máx	Máxima
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m.c.a	Metros columna de agua
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m/s	Metros sobre segundo

## XII

mm	Milímetro
Min	Mínima
'	Minutos sexagesimales
N	Norte
O	Oeste
Hf	Pérdida de carga expresada en metros
PVC	Policloruro de vinilo
pulg	Pulgada
”	Segundos sexagesimales
S	Sur
V	Velocidad
@	Separación del refuerzo
Ton	Tonelada
T-m	Tonelada – metro
T/m	Tonelada sobre metro
Kg-m	Kilogramo – metro
#	Número de varilla de acero

## GLOSARIO

<b>Aforo:</b>	Medición del volumen de agua por unidad de tiempo.
<b>Agua potable:</b>	Agua sanitariamente segura (sin elementos patógenos ni elementos tóxicos), adecuada para el consumo humano y que es agradable a los sentidos (inodora, incolora e insípido).
<b>Altimetría:</b>	Estudio y determinación de la posición de puntos de la superficie terrestre en proyección vertical.
<b>Bases de diseño:</b>	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo con el tipo de proyecto.
<b>Captación:</b>	Estructura por medio de la cual se recolecta el agua de una fuente.
<b>Carga muerta:</b>	Comprende todas las cargas de elementos permanentes de la construcción, incluyendo la estructura en sí, acabados, rellenos, tabiques fijos, equipo permanente fijo anclado.
<b>Carga última:</b>	Es la carga más grande que se considera en el diseño, que debe ser soportada por la estructura.
<b>Carga viva:</b>	Es la carga que deberá soportar temporalmente la estructura debido al uso u ocupación de esta.
<b>Caudal:</b>	Volumen de agua que fluye por la tubería por unidad de tiempo.
<b>Conducción:</b>	Es la infraestructura que sirve para llevar el agua, desde la captación al tanque de almacenamiento.
<b>Consumo:</b>	Cantidad de agua real que utiliza una persona.
<b>Cota de terreno:</b>	Elevación del terreno sobre un nivel de referencia.
<b>Distribución:</b>	Es la infraestructura que se utiliza para llevar el agua almacenada en el tanque hacia las viviendas beneficiadas.
<b>Dotación:</b>	Cantidad de agua asignada a la unidad consumidora, es decir, a un habitante e industria.
<b>Infraestructura:</b>	Conjunto de las obras que conforman una construcción.
<b>Levantamiento topográfico:</b>	Medición en campo de una superficie terrestre por medio de equipos, en la que se determina la posición relativa de los puntos.
<b>Mampostería:</b>	Es un sistema constructivo que se basa en múltiples piezas que van unidos entre sí, por medio de una mezcla conocida como mortero: arena, cemento, para soportar cargas que se le apliquen.
<b>Pérdida de carga:</b>	Energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto.

## XIV

- Perfil:** Visualización de la proyección vertical de la superficie de la tierra, según la latitud y longitud, referidas a un banco de marca.
- Piezométrica:** Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución es equivalente a la cota de la superficie del agua en el punto de salida, menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia que los separa.
- Planimetría:** Analizar y determinar la posición de puntos en la proyección horizontal de la superficie de un terreno.

## INTRODUCCIÓN

San Francisco el Alto es un municipio de Totonicapán en el que las autoridades buscan mejorar las condiciones de vida de los habitantes, debido a que carecen de servicios básicos para realizar sus actividades cotidianas.

Debido a que, en en la aldea Tacajalvé del municipio de San Francisco el Alto, Totonicapán, los habitantes no cuentan con un sistema que los abastezca de agua potable, se realizó la planificación y diseño de un sistema que brinde este servicio, el cual va a beneficiar a 457 familias, (dato obtenido en el levantamiento topográfico). El proyecto cuenta con 15.2 kilómetros de conducción y 14.7 km para distribución, teniendo una longitud total de 29.9 km. Se cuenta con un caudal de 4.35 lts/s.

En este documento se propone un diseño y planificación para el sistema de abastecimiento de agua potable, que incluye libreta topográfica, diseño hidráulico, presupuesto, cronograma de ejecución y juego de planos, para su ejecución.

De igual manera, se capacitó a miembros del comité de agua potable en el caserío Loma Linda, del municipio de Huitán, Quetzaltenango, sobre el tema importancia de cloración y el uso correcto del recurso hídrico con enfoque de gestión integral.

Con respecto a la supervisión, se brindó acompañamiento técnico en el caserío Loma Linda, del municipio de Huitán, Quetzaltenango, donde se construyó un sistema de abastecimiento de agua potable, que incluye línea de conducción 1 ½" y 1 ¼", construcción de tanque de distribución, instalación de red de distribución y conexiones domiciliarias, con obras hidráulicas necesarias; por tal motivo se realizó la supervisión de la obra, para velar por el cumplimiento del cronograma de ejecución, costos y especificaciones técnicas de la planificación y diseño.





## OBJETIVOS

### **General:**

Planificar el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad de aldea Tacajalvé, San Francisco el Alto, Totonicapán.

### **Específicos:**

1. Establecer los parámetros para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad de la aldea Tacajalvé, San Francisco el Alto, Totonicapán.
2. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad de la aldea Tacajalvé, San Francisco el Alto, Totonicapán.
3. Planificar el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad de aldea Tacajalvé, San Francisco el Alto, Totonicapán.
4. Capacitar a los miembros del Comité del caserío Loma Linda, Huitán, Quetzaltenango, sobre el tema: “Importancia de cloración y el uso correcto del recurso hídrico con enfoque de gestión Integral”
5. Supervisar la construcción del sistema de agua potable por gravedad para el caserío Loma Linda, Huitán, Quetzaltenango.



## **CAPÍTULO 1.**

### **PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE LA ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN**

#### **1.1 Características del municipio de San Francisco el Alto, Totonicapán**

##### **1.1.1 Reseña histórica**

El relato más antiguo que se conoce acerca de la existencia del pueblo es la que hace el cronista Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán, en la obra Recordación Florida, publicada en 1689, en la que menciona escuetamente que San Francisco El Alto tiene su nombre debido a la ubicación en la sierra del norte, en la que se localiza con 2,880 habitantes quiches.

En la descripción de la Provincia de Totonicapán, Joseph Domingo Hidalgo, publicada el 11 de septiembre de 1797 donde indica que el Municipio estaba integrado por 5,352 habitantes (1,141 tributarios), y los principales productos eran trigo, maíz y ganado menor, del cual calculaba había unas 30,000 cabezas para ese entonces, las cuales salían a repastar a largas distancias por no haber agostaderos en las inmediaciones. (Batz, 2016)

La creación como municipio, se logró mediante acuerdo gubernativo del 11 de octubre de 1825. En el levantamiento contra los tributos reales que se verificó el 20 de febrero de 1820 en Santa María Chiquimula, la población de Totonicapán fue encabezada por Atanasio Tzúl y Lucas Aguilar; en esta también participaron los indígenas de San Francisco El Alto. Al emitirse la Constitución de 1879, el departamento contaba con los siguientes municipios: Totonicapán su cabecera, Momostenango, Santa María Chiquimula, San Bartolomé, San Andrés Xecul, San Francisco El Alto y San Cristóbal.

Los primeros habitantes de la aldea Tacajalvé no se sabe de dónde vinieron, y tampoco se sabe cómo se llamaban, por esta razón solo se calcula que la aldea tiene 160 años de vida de que así lo llaman su nombre traducido al español, que significa “Camino a la Costa” Takjal – Costa Be – Camino, según la historia, los habitantes de Momostenango, San Bartolo y Huehuetenango. quienes viajaban a la costa a vender o a comprar productos fueron esos mismos viajeros que lo bautizaron y con ese nombre con la que lo conocen hoy en día. La aldea como Takjalbé – Tacajalvé. Oxlaj (2017) se hace referencia de este hecho histórico:

La razón porque el centro de la aldea o en el lugar en aquel entonces los viajeros tenían que desviar para llegar a la parte sur o a la costa, pasando por Olinstepeque, San Juan Ostuncalco y llegando a los diferentes partes de la costa, ósea cuando los viajeros llegaban al lugar allí se decían si se toman el camino que va a la costa si su destino es en la costa tenían que hacerlo porque ahorran distancia.

### 1.1.2 Ubicación geográfica

El municipio de San Francisco El Alto forma parte del departamento de Totonicapán, se encuentra localizada al norte del departamento. El departamento está ubicado en la Región VI o la parte Sur-occidental del país, situado en el área montañosa, conocida como la región del altiplano occidental: cuenta con una extensión geográfica de 132 kilómetros cuadrados. La altitud del Municipio va de los 2,000 a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Se localiza en la latitud  $14^{\circ} 56' 26''$  y en la longitud  $91^{\circ} 26' 24''$ . (Donis, 2016)

#### Imagen 1

*Mapa de San Francisco El Alto*



Fuente: Google Earth, agosto 2,022.

La aldea Tacajalvé del municipio de San Francisco del Alto, Totonicapán se encuentra localizada al este del San Antonio Sija y aproximadamente a 4.5 Km de la cabecera municipal,

cuenta con una extensión territorial aproximada de 13.82 kilómetros cuadrados. Está ubicada a 2,630 metros sobre el nivel del mar. Se localiza en la latitud 14° 57' 54" y longitud 91° 28'49".

### 1.1.3 Límites

El Municipio de San Francisco El Alto, limita al Norte con el municipio de Momostenango (Totonicapán), al Sur con el municipio de San Cristóbal (Totonicapán), al Este con los municipios de Totonicapán y Momostenango (Totonicapán) y al Oeste con los municipios de San Carlos Sija y San Francisco La Unión (Quetzaltenango). (García, 2017)

**Figura 1**

*Mapa de San Francisco el Alto y sus aldeas.*



Fuente: Elaboración propia.

La aldea Tacajalvé limita al norte con la aldea Rancho de Teja, al sur con San Carlos Sija (Quetzaltenango) y San Cristóbal, Totonicapán, al este con Pachaj, Pabatoc y Chirrenox, al oeste con San Antonio Sija.

### 1.1.4 Vías de acceso

Conforme al diccionario geográfico, el municipio de San Francisco El Alto está ubicada a 17 kilómetros de la cabecera departamental y a 193 kilómetros de la ciudad capital, Carretera Interamericana CA-1. La aldea Tacajalvé tienen acceso directo a la carretera Interamericana

que se comunica con la cabecera municipal y camino de terracería en el interior de la comunidad con una distancia aproximada de 4.5 kilómetros desde la cabecera al centro de la comunidad; también se comunica con la aldea Pachaj y San Antonio Sija el camino es de terracería.

### 1.1.5 Topografía del lugar

El municipio de San Francisco El Alto es un 90 % ondulado y 10 % plano se clasifica como una región quebrada con condiciones orográficas especiales que influyen en la temperatura y el clima. Las pendientes del terreno son entre el 36 % y 50 %. Sus tierras son fértiles y cultivables. (García, 2017)

### 1.1.6 Clima

De acuerdo con las características geográficas, el clima del municipio de San Francisco El Alto está catalogado como frío durante el año, con temperaturas promedio anual de 7°C a 18°C; en los meses de noviembre a febrero se torna muy frío, hasta con una temperatura de -4°C, en la madrugada. Según INSIVUMEH, en la actualidad, debido al cambio climático se llega a obtener una temperatura máxima de 25 grados centígrados, al medio día. La región es lluviosa, con una precipitación entre 500 y 2 000 milímetros al año, la temporada lluviosa inicia a la mitad del mes de mayo y concluye al final del mes de octubre.

### 1.1.7 Población

**Tabla 1**  
*Población en el municipio San Francisco El Alto, 2002*

	Población Total	Sexo	
		Hombres	Mujeres
San Francisco El Alto	45,241	21,486	23,755
Porcentaje	100%	47%	53%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2002

De acuerdo con los datos del XI Censo nacional de población y VI de vivienda de 2002 del Instituto Nacional de Estadística, la población del municipio de San Francisco El Alto era de 45,241 habitantes, 21,486 hombres y 23,755 Mujeres.

**Tabla 2**  
*Población en el municipio San Francisco El Alto, 2018*

	Población Total	Sexo	
		Hombres	Mujeres
San Francisco El Alto	57,894	27,109	30,785
Porcentaje	100%	46.8%	53.2%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2018

De acuerdo con los datos del XII Censo nacional de población y VII de Vivienda de 2018 del Instituto Nacional de Estadística, la población del municipio de San Francisco El Alto era de 57,894 habitantes, hombres y 30,785 Mujeres.

### **1.1.8 Actividades**

La población del municipio San Francisco el Alto, según el XII censo de población realizado en el año 2018, el total de habitantes en edad económicamente activa mayor de 15 años eran 39,199, de los cuales el 47% aproximadamente esta económicamente activa y el resto están inactivos. Las principales actividades económicas en San Francisco el Alto en orden de prioridad son las siguientes: la Industria manufacturera con 8,538 habitantes, abarcando el 46.6%, comercio al por mayor y al por menor con 3,389 habitantes, abarcando el 18.5%; agricultura, ganadería y pesca con 2,554 habitantes, abarcando el 13.9%. Construcción 1,092 habitantes, abarcando el 5.96% y en otras actividades 1,898 habitantes, abarcando el 14.9%.

La economía del municipio de San Francisco el Alto, que está vinculada al mercado y a la manufactura gira entorno a la confección. Esta es la actividad más importante para la cual los productores se asociaron en la mayor parte de comunidades. Entorno a esta actividad giran otras, como tintorerías, lavanderías, comercio de productos e insumos relacionados a la confección, hoteles y transporte.

Los habitantes del municipio también producen granos y verduras y se dedican a cuidar algunos animales domésticos para garantizar su seguridad alimentaria. Los cultivos que han



cubierto esta necesidad son el maíz, frijol, ayote, haba, chilacayote y piloy. Para complementar su ingreso, las familias se involucran en otras actividades productivas o la prestación de servicios.

### **1.1.9 Autoridades y servicios públicos**

La municipalidad de San Francisco El Alto es la encargada de realizar y administrar los servicios que necesita el municipio; es una institución autónoma, que está encabezada por un alcalde municipal y un concejo, todos elegidos por votación popular. Una función importante de la Municipalidad es la planificación, el control y la evaluación del desarrollo y crecimiento del municipio. También se presta especial atención a los aspectos sociales y a buscar contribuir a mejorar la calidad de vida de los vecinos. (Municipalidad, Municipalidad de San Francisco El Alto, Departamento de Totonicapán, s.f.).

Dentro de los servicios públicos con que cuentan en el Municipio de San Francisco El Alto están:

- Salud: El municipio cuenta con un centro clasificado como tipo "B", su función es brindar asistencia en medicina preventiva y curativa. También realizan campañas de vacunación que son publicitadas con anticipación para que los pobladores de las diferentes comunidades puedan aprovecharlas.
- Servicios de saneamiento: El saneamiento ambiental en el área de la cabecera municipal, que cuenta con servicio de agua potable, drenajes, letrinización, recolección y eliminación de basura, rastros, carnicerías, mercados, tiendas, cantinas, panaderías y comedores.

La institución encargada de medir la calidad del agua es el centro de salud, el cual realiza los análisis pertinentes para verificar que el agua reúna la calidad aceptable en los niveles de cloro y turbiedad.

- Actualmente el servicio de agua potable dentro de la aldea Tacajalvé no es suficiente para toda la población, ya que pocos vecinos tienen el servicio muy irregular; el resto de la población tienen pozos artesanales, los cuales no contienen la cantidad de agua necesaria para cocinar, lavado de trastos, ropa e higiene personal; por lo tanto, el servicio de agua potable es ineficiente respecto a la cobertura y la calidad. La mayoría de los pobladores de Tacajalvé cuenta con servicio de letrinas para hacer sus necesidades fisiológicas.

- Servicio de energía eléctrica: Según el XI censo de población y VI de habitación de 2002, la cobertura del servicio de energía eléctrica en el municipio de San Francisco El Alto era de 71 %. El alto porcentaje de cobertura se debe a que el servicio se presta a una gran cantidad de aldeas y caseríos.
- En la aldea Tacajalvé se cuenta con red de distribución de energía eléctrica suministrada por la empresa Distribuidora de Electricidad de Occidente, Sociedad Anónima, DEOCSA.
- Educación: En el municipio existen treinta escuelas primarias oficiales, una escuela municipal y doce de autogestión; también funcionan en la Cabecera Municipal dos colegios privados y dos en el área rural.

En la aldea Tacajalvé se cuenta con dos escuelas públicas oficiales. Primaria, Escuela Oficial Rural Mixta JV 20 de octubre. Básico, Instituto Mixto de Educación Básica por Cooperativa.

- Seguridad: Dentro de la cabecera municipal se cuenta con una estación de la Policía Nacional Civil, la cual presta los servicios a todo el municipio.
- Urbanización y transporte: Los servicios de transporte que hay en la comunidad de Tacajalvé son microbuses y camionetas con rutas de San Carlos Sija, San Antonio Sija pasando en la aldea Tacajalvé a San Francisco El Alto y a Quetzaltenango con diferentes horarios diarios. También hay mototaxis con ruta al centro de la aldea o en San Carlos Sija, el cual es un medio que ayuda a que los habitantes se transporten en sus diferentes actividades.

### **1.1.10 Generalidades**

En San Francisco el Alto se tiene como idioma predominante se tienen el K'iche' y posteriormente el español.

La Religión Católica lo profesan una mayoría de personas y existen grupos en la religión católica son: cofrades, tercer orden Franciscana, los diferentes ministerios y pastorales y el Consejo Pastoral Comunitario, dos grupos de la Renovación Carismática que son el Verbo Divino y Voz que Claman en el Desierto y 12 grupos de la acción católica, las cuales son San Juan Bautista, Reina de los Ángeles, Mensajero de María, Virgen de Guadalupe, Niño Jesús,

San Miguel, Santa Teresita del Niño Jesús, Apóstol Santiago, Mensajero de Jesús, Movimiento Familiar Cristiano y Auxilio de los Cristianos.

Según el XII Censo nacional de población y VII de vivienda realizado en el año 2002, el 99.51% de la población es Maya, seguidamente de 0.48% perteneciente a la población ladina y 0.01% pertenece al resto de la población; se divide en distintas etnias, en las cuales se incluyen Garífuna, Xinca, Afrodescendientes/Creole/Afromestizo y Extranjeros.

**Tabla 3**

*Población según su etnia en el municipio San Francisco El Alto, 2002.*

	Población						
	Total	Maya	Garífuna	Xinka	Afrodescendiente/ Creole/Afromestizo	Ladino	Extranjero
San Francisco El Alto	45,241	45,018	3	1	0	219	0
Porcentaje	100%	99.51%	0.01%	0.00%	0.00%	0.48%	0.00%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2002

Según el XII Censo nacional de población y VII de Vivienda realizado en el año 2018, el 98.77% de la población es Maya, seguidamente de 1.10% perteneciente a la población ladina y 0.13% pertenece a el resto de la población se divide en distintas etnias, en las cuales se incluyen Garífuna, Xinca, Afrodescendientes/Creole/Afromestizo y Extranjeros.

**Tabla 4**

*Población según su etnia en el municipio San Francisco El Alto, 2018*

	Población						
	Total	Maya	Garífuna	Xinka	Afrodescendiente/ Creole/Afromestizo	Ladino	Extranjero
San Francisco El Alto	57,894	57,182	34	17	10	637	14
Porcentaje	100%	98.77%	0.06%	0.03%	0.02%	1.10%	0.02%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2018

### 1.1.11 Descripción de necesidades

Para el pleno goce y satisfacción de sus actividades y necesidades y lograr una mejor calidad de vida para las personas se requiere del diseño y construcción de proyectos, algunos de estos son los siguientes:

- Agua potable: es necesario la construcción y el mejoramiento de los sistemas de agua potable debido a que una gran parte de estos ya cumplieron con el periodo de diseño y su funcionamiento, ya no es suficiente en las comunidades del área rural, por lo tanto, es necesario mejorar el sistema existente en la cabecera municipal.
- Drenaje de aguas negras: dentro del área rural del municipio solo una aldea cuenta con drenaje de aguas negras, por lo que es necesario la construcción de drenajes que evacuen las aguas servidas de las viviendas, para que ayuden a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades.
- Sistema de recolección de basura: La cabecera municipal cuenta con un sistema de recolección de basura, pero carece de un área donde pueda disponer los desechos sólidos de la cabecera municipal, sin causar daño al ambiente y a las personas que vivan cerca del vertedero. Cabe destacar que ninguna de las comunidades del área rural cuenta con un sistema de recolección, ni vertedero común donde se pueda depositar sin causar daños al ambiente y a los mismos habitantes.
- Construcción plantas de tratamiento de aguas residuales: Para garantizar la higiene, salubridad y protección del medio ambiente es necesario construir plantas de tratamiento, donde puedan desembocar las aguas negras transportadas por los sistemas de alcantarillado existentes y a construirse.

## **1.2 Descripción del proyecto**

El presente proyecto comprende el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Tacajalvé, del municipio de San Francisco El Alto, departamento de Totonicapán, en el cual incluye línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. Debido a la ubicación de las fuentes y a la topografía del terreno será un sistema por gravedad, con una fuente que proporcione un caudal suficiente para abastecer a la población actual y a la población de diseño. Este dato se obtuvo por medio de aforo, es cual es recomendable hacerlo en época de estiaje para tener un dato conservador.

Las fuentes de agua ya están captadas. El agua aforada se conducirá por medio de tubería de PVC y HG, según sea necesario; se conducirán a un tanque de distribución y de este a cada vivienda.

La red de distribución será por medio de ramales abiertos, debido a que la distribución de las viviendas es muy dispersa, por lo tanto, no es factible realizar circuito cerrado. En la línea de conducción, como en la red de distribución, se deberá colocar obras de arte, válvulas, pasos aéreos y de zanjón, según lo requiera el diseño.

Así mismo se incluye el presupuesto detallado, el resumen del presupuesto, integración de costos, cronograma físico-financiero y se realizará el juego de planos que incluye la planta y perfil de línea de conducción, la planta y perfil de la red de distribución y los detalles de la línea de conducción, red de distribución y obras de arte.

### **1.3 Datos del proyecto**

#### **1.3.1 Localización de fuentes**

Los nacimientos están ubicados en Recuerdo a Barrios, San Carlos Sija, en propiedades que la comisión de agua adquirió. La ubicación del primer grupo de nacimientos es 15° 0' 20.55" Norte 91° 34' 33.38" Oeste y la ubicación del segundo grupo de nacimientos es 15° 0' 6.42" Norte 91° 34' 6.10" Oeste.

#### **1.3.2 Aforo de fuentes**

El aforo de las fuentes consiste en medir con la mayor exactitud posible la cantidad de agua que pasa en un punto, en un tiempo determinado. Para el cálculo del caudal existen varios métodos. Para este proyecto se realizó por el método volumétrico con una cubeta, tomando el tiempo varias veces y calculando un caudal promedio por fuente.

Para la determinación del caudal en el caso de fuentes superficiales como es el caso, se deben mantener registros continuos durante un tiempo prudente, tanto en época de estiaje como en época lluviosa.

Por lo que se tiene:

Ecuación 1: Caudal de aforo.

$$Q = V/t$$

Fuente: Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, INFOM.

- Donde:

$$Q = \text{Caudal (lts/s)}$$

$V = \text{Volumen (lts)}$

$t = \text{tiempo (s)}$

Volumen = 21.50 litros

Tiempo promedio = 14.10 segundos

$$Q = \frac{21.50 \text{ litros}}{14.10 \text{ segundos}} = 1.53 \text{ lts/s}$$

El anterior procedimiento se realizó con todos los aforos y posteriormente se sumaron todos los caudales. Los datos que se obtuvieron en base a la medición de los aforos son:

**Tabla 5**

*Aforo de fuentes por el método volumétrico en tiempo de invierno.*

Aforo	Tiempo (seg)	Volumen (lts)	Caudal (lts/s)	Caudal promedio (lts/s)	Ubicación	Observaciones
<b>Aforo 1</b> <b>(14 nacimientos)</b>	13.65	21.50	1.58	<b>1.53</b>	15°0'20.55"N 91°34'33.38"O	2713 MSNM
	14.42	21.50	1.49			
	14.14	21.50	1.52			
	14.20	21.50	1.51			
<b>Aforo 2</b> <b>(3 nacimientos)</b>	18.35	15.60	0.85	<b>0.83</b>	15°0'8.21"N 91°34'3.58"O	2690 MSNM
	19.04	15.60	0.82			
	18.33	15.60	0.85			
	19.11	15.60	0.82			
<b>Aforo 3</b> <b>(4 nacimientos)</b>	14.68	21.50	1.46	<b>1.49</b>	15°0'7.04"N 91°34'6.07"O	2661 MSNM
	14.37	21.50	1.50			
	14.00	21.50	1.54			
	14.56	21.50	1.48			
<b>Aforo 4</b> <b>(3 nacimientos)</b>	44.82	21.50	0.48	<b>0.48</b>	15°0'6.52"N 91°34'5.79"O	2661 MSNM
	45.34	21.50	0.47			
	44.61	21.50	0.48			
	44.63	21.50	0.48			
<b>Aforo 5</b> <b>(1 nacimiento)</b>	83.23	21.50	0.26	<b>0.26</b>	15°0'6.42"N 91°34'6.10"O	2658 MSNM
	82.76	21.50	0.26			
	83.47	21.50	0.26			
	83.60	21.50	0.26			
<b>Total: 25 nacimientos</b>			<b>Caudal total</b>	<b>4.59</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron cinco aforos en lugares estratégicos, en los cuales se incluyeron todas las fuentes de agua. Los aforos se realizaron en tiempo de invierno, durante septiembre de 2022. Las fuentes se encuentran ubicadas en Recuerdo a Barrios en San Carlos Sija, Quetzaltenango; el caudal total que producen las fuentes es de 4.59 lts/s, como se puede ver en la tabla 5.

**Tabla 6**

*Aforo de fuentes por el método volumétrico en tiempo de estiaje.*

Aforo	Tiempo (seg)	Volumen (lts)	Caudal (lts/s)	Caudal promedio (lts/s)	Ubicación	Observaciones
<b>Aforo 1</b> <b>(14 nacimientos)</b>	13.19	20.00	1.52	<b>1.51</b>	15° 0'20.55"N 91°34'33.38"O	2713 MSNM
	13.51	20.00	1.48			
	13.12	20.00	1.52			
<b>Aforo 2</b> <b>(3 nacimientos)</b>	18.15	20.00	1.10	<b>1.10</b>	15° 0'8.21"N 91°34'3.58"O	2690 MSNM
	18.42	20.00	1.09			
	17.94	20.00	1.11			
<b>Aforo 3</b> <b>(4 nacimientos)</b>	17.08	20.00	1.17	<b>1.17</b>	15° 0'7.04"N 91°34'6.07"O	2661 MSNM
	16.95	20.00	1.18			
	17.21	20.00	1.16			
<b>Aforo 4</b> <b>(4 nacimientos)</b>	61.77	20.00	0.32	<b>0.32</b>	15° 0'6.42"N 91°34'6.10"O	2658 MSNM
	61.52	20.00	0.33			
	62.67	20.00	0.32			
<b>Total: 25 nacimientos</b>		<b>Caudal Total</b>		<b>4.10</b>		

Fuente: Servicios para el desarrollo.

Se realizaron cuatro aforos en lugares estratégicos, en los cuales se incluyeron todas las fuentes de agua, los aforos se realizaron en tiempo de estiaje, en marzo de 2022, por la ONG Servicios para el desarrollo SER. El caudal total que producen las fuentes es de 4.10 lts/s como se puede ver en la tabla 6.

Los integrantes del comité de agua de la aldea Tacajalvé han monitoreado el último año los nacimientos. Al realizar la comparación de los registros de los datos de aforos de la comunidad y los actuales se ha llegado a la conclusión que los caudales totales de las fuentes antes mencionadas han permanecido sin sufrir cambios significativos en las distintas épocas de invierno y estiaje.

### 1.3.3 Calidad de agua de la fuente

En relación con la calidad del agua, se realizaron los respectivos análisis fisicoquímico y bacteriológico para verificar si el recurso se encuentra dentro de los parámetros estipulados en la Norma COGUANOR NTG 29 001. Los límites máximos aceptables y permisibles de la norma están establecidos en el numeral E2 inciso 5.4 de dicha norma.

### 1.3.4 Número de habitantes

Se realizó un censo en la aldea Tacajalvé durante los meses de agosto y septiembre del año 2022, del cual se obtuvo el número de viviendas beneficiadas, que es un total de 457.

**Tabla 7**

*Censo habitacional de aldea Tacajalvé 2022*

	Total de personas	Género		Niños	Adultos
		Hombres	Mujeres		
<b>Habitantes</b>	2252	1180	1072	974	1278
<b>Porcentaje</b>	100.00%	52.40%	47.60%	43.25%	56.75%

Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.5 Número y tipo de conexiones a utilizar

El tipo de distribución es predial, lo que implica que cada vivienda dispondrá de su chorro instalado fuera de la vivienda, pero dentro del terreno que la ocupa. En la aldea Tacajalvé se tiene contemplado que el sistema de abastecimiento de agua potable contendrá 457 conexiones.

### 1.3.6 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico tuvo como finalidad recabar toda la información de campo necesaria para elaborar un esquema fiel del relieve del terreno, el cual ayuda a realizar un diseño que permita la construcción de una obra lo más eficiente posible. Al mismo tiempo se recaba información de instalaciones existentes que puedan servir en el diseño como referencia del proyecto tales como iglesias, caminos, carreteras, puentes, etc.

Para el presente proyecto, todo el trabajo topográfico fue realizado utilizando el método de medición directa, el cual permite calcular tanto distancia horizontal como



diferencia de niveles entre puntos, mediante la toma de datos por medio del uso de prismas. El levantamiento topográfico es de primer orden, se realizó por poligonal abierta.

Todas las lecturas y mediciones se realizaron con el uso de equipo profesional de topografía estación total Trimble modelo C5. Ver libreta topográfica en Apéndice B.

### **Figura 2**

*Topografía con estación total trimble C5®.*



Fuente: Propia del autor, octubre 2022.

Posterior a la toma de datos, estos fueron procesados y digitalizados acoplándolos al formato soportado por el software Civil 3D versión 2020, el cual permite el cálculo computarizado de las curvas de nivel del terreno, así como la elaboración de los perfiles y planta de este.

### **1.3.7 Criterios para el diseño**

Los criterios que se emplearon para el cálculo de datos y obtener la información para el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable están basados en las Normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR). La determinación de estos criterios es una gran responsabilidad que se ve reflejada en la eficiencia y calidad con que un acueducto preste su servicio futuro en base al tiempo diseñado.

### **1.3.8 Periodo de diseño**

Es el tiempo durante el cual el sistema debe funcionar en óptimas condiciones, comprendido entre la puesta en servicio y el momento en que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño.

Se tomó en cuenta aspectos como la durabilidad de los materiales, posibilidad de ampliaciones del sistema, capacidad de las fuentes, equipo utilizado, calidad de construcción, costos y las tasas de interés vigentes, crecimiento habitacional y el mantenimiento del sistema.

Para este proyecto se adoptó un periodo de 20 años más dos en trámites para la gestión del financiamiento, ya que es el tiempo que establece la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), para sistemas de abastecimiento de agua potable. Pasado este período, será necesario realizar un nuevo estudio para determinar la capacidad del proyecto y establecer si es necesario el remplazo de ciertos elementos, tramos completos o, en el peor de los casos, la remodelación del sistema completo.



## CAPÍTULO 2

### DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA LA ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN

#### 2.1 Bases de diseño

Con los datos obtenidos de parámetros de diseño se pueden establecer las bases iniciales del diseño de abastecimiento de agua potable, para realizar los cálculos respectivos.

##### 2.1.1 Población futura

El sistema de abastecimiento de agua debe diseñarse para que tenga un funcionamiento eficiente durante un período determinado, por lo que se debe determinar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el período establecido. Para este cálculo se aplicó el método geométrico de incremento de población, el cual responde más a las condiciones reales de las poblaciones en vías de desarrollo, que crecen a un ritmo geométrico o exponencial. Este método es confiable, ya que evalúa de una mejor forma el crecimiento de la población. La fórmula empleada para este método es:

Ecuación 2: Crecimiento poblacional geométrico.

$$Pf = Pa \times (1 + i)^n$$

Fuente: Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, INFOM

- Donde:

*Pf = población futura, en un tiempo n*

*Pa = población actual*

*i = tasa de crecimiento geométrico*

*n = 22 años*

Para el presente proyecto se tiene contemplado la conexión de 457 viviendas, con una densidad de cinco habitantes por vivienda. Con los datos anteriores y utilizando el método geométrico es posible estimar la población para la culminación del periodo de diseño.

Para la aldea Tacajalvé:

$$Pf = 2,285 \times (1 + 1.55)^{22}$$

$$Pf = 3,206 \text{ habitantes}$$

Por lo que, para el 2044 se estima una población de 3,206 habitantes.

### **2.1.2 Dotación para el servicio**

Es el volumen de agua que se le asigna a una persona para su consumo en la unidad de tiempo. Usualmente en el medio la dotación se determina en lts/hab/día. Es recomendable que la dotación se determine con base en estudios de demanda de agua de la población que se investiga o poblaciones cercanas con características similares.

Los factores que influyen en la determinación de la dotación son clima, nivel de vida, actividad productiva, número de habitantes, costumbres, existencia de abastecimientos privados, existencia de alcantarillado, existencia de contadores, presiones en la red y capacidad administrativa de la municipalidad. La dotación está formada por caudal doméstico, caudal industrial, caudal comercial y caudal público. A estos consumos se deberá agregar un porcentaje de pérdidas por fugas y mal uso del agua.

Generalmente, poblaciones pequeñas presentan consumos bajos con relación a ciudades grandes y desarrolladas, debido a la ausencia de industria, carencia de alcantarillado y el bajo porcentaje de área recreacional que amerite riego y mantenimiento. Se establece que la dotación para este proyecto está en el rango de 60 a 90 l/hab/día, el cual está basado en Normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR). La elección de la dotación es una gran responsabilidad que se ve reflejada en la eficiencia con que un acueducto preste su servicio futuro. La dotación debe satisfacer las necesidades de consumo de la población con la finalidad de que esta desarrolle sus actividades de la mejor forma posible.

### **2.1.3 Caudal medio de diseño**

Es el promedio de los consumos diarios durante un año de registro, pero al no contar con los registros es posible calcularlo en función de la población futura y la dotación asignada a un día. El caudal medio diario para el estudio en función se calculó de la siguiente manera:

Ecuación 3: Caudal medio diario.

$$Qm = \frac{Dot \times Pf}{86,400 \frac{seg}{día}}$$

Fuente: INFOM, Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

- Donde:

$Q_m =$  Caudal medio de diseño

$P_f =$  población futura

$Dot =$  Dotación de agua

$$Q_m = \frac{70l \frac{\text{habitante}}{\text{día}} \times 3206}{86,400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$Q_m = 2.597 \text{ l/s}$$

#### 2.1.4 Factor hora máxima

Sirve para compensar las variaciones en las horas de mayor consumo; para poblaciones con información de consumo. Este factor se calcula tabulando datos de consumo horario. Para sistemas rurales que no cuentan con estos datos, se puede calcular de la siguiente manera:

- Para poblaciones menores a 1000 habitantes, un FHM de 2.4 a 3.0
- Para poblaciones mayores a 1000 habitantes, un FHM de 2.0 a 2.3

Para este proyecto se adoptó un FHM de 2.0 debido a que la población es de 2285 habitantes actuales y excede los 1000 habitantes.

#### 2.1.5 Caudal hora máxima

Es conocido también como caudal de distribución, debido a que es el valor utilizado para diseñar la línea y red de distribución. Esta es la hora de máximo consumo en el día. Para determinar dicho caudal se debe multiplicar el caudal medio diario por el coeficiente o factor de hora máxima (FHM).

Ecuación 4: Caudal máximo horario.

$$Q_{HM} = FHM \times Q_m$$

Fuente: INFOM Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

- Donde:

$Q_{HM} =$  Caudal hora máxima

$FHM =$  Factor de hora máxima

$Q_m =$  Caudal medio

## **2.2 Diseño hidráulico**

Para el diseño hidráulico del sistema de agua se fijaron los parámetros, variables y técnicas. Con las fórmulas y especificaciones establecidas se realizaron los cálculos correspondientes para optimizar el sistema de agua. A continuación, se presentan las bases de diseño para la aldea Tacajalvé; ver bases de diseño en Apéndice C.

### **2.2.1 Tuberías**

La tubería es considerada la parte más importante en un diseño de red, debido a que se debe considerar varios aspectos:

- **Diámetro:** Se puede decir que es un valor nominal comercial, ya que suele ser diferente al diámetro interno.
- **Clase:** La clase de tubería generalmente se refiere a la norma de fabricación, y va relacionada directamente con la presión de trabajo de la tubería. Para este proyecto se basó en la norma Cédula 40 ASTM D2466 para tuberías PVC. Las presiones de trabajo que se utilizarán serán de 160 psi y 250 psi.
- **Tipo:** En cuanto al tipo de tubería se puede mencionar que se refiere al material de fabricación. En este proyecto el tipo de tuberías a utilizar será de cloruro de polivinilo (PVC) y tubería de hierro galvanizado (HG).

Las tuberías se someten a ensayos a presión con agua, aplicándoles antes de rellenar las zanjas. En esta prueba hay que llenar de agua completamente la tubería hasta expulsar todo el aire, posterior a esto se le aplica presión, a través de una bomba manual; con esto se verificará que no existan fugas de agua.

Para el presente proyecto se utilizarán tuberías de tipo PVC de 160 PSI, 250 PSI y 315 PSI en distribución y tuberías de PVC DE 160 PSI y HG en línea de conducción.

### **2.2.2 Captación**

Existen básicamente dos formas de captar el agua, una es de forma superficial (ríos) y la otra es en manantiales (nacimientos). En los dos casos y para cualquier condición de la fuente se debe garantizar la protección contra la contaminación, entrada y proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables. Para este proyecto, las captaciones ya existen y son por medio de manantiales. Se realizó el levantamiento topográfico de los nacimientos, las cuales se unen

en la E-41 donde se reunirán los caudales de todos los nacimientos e iniciará la línea de conducción.

### **2.2.3 Línea de conducción**

Se entiende por línea de conducción al conjunto de tuberías libres o forzadas que parten del tanque de captación hacia el tanque de distribución. Para el presente proyecto la línea de conducción está conformado desde la caja reunidora de caudales en la estación E-41 y finaliza en la estación E-325, donde se ubica el tanque de distribución.

Se diseñó la línea de conducción, considerando el régimen de conducción forzada para poder transportar el agua al tanque de almacenamiento. Se siguieron las recomendaciones de la guía para el diseño de UNEPAR para conducciones forzadas con los siguientes datos básicos del cálculo hidráulico:

- Diámetros mínimos: se sugiere un diámetro mínimo de 130.43 mm (5”).
- Velocidades: se considera la velocidad mínima y máxima de 0,40 y 3,00 metros sobre segundo. Preferiblemente no mayor de 1,50 metros sobre segundo, y solamente en longitudes cortas de tramos finales se permite hasta un máximo de 5,00 metros sobre segundo.
- Colocación y anclaje de tubería: las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 0,60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo). Si los terrenos son dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 0,80 metros.
- Válvulas de aire: se instalarán en los puntos más altos que admitan y expulsen el aire con un diámetro nominal de 2”.
- Válvulas de limpieza: se instalarán en los puntos más bajos, para conducción del diámetro de purga será igual al de la línea de conducción.
- Caja rompe presión: se instalarán con el objetivo de que la máxima presión estática no exceda de la presión de trabajo de la tubería.

Para los cálculos hidráulicos se utilizaron los coeficientes de capacidad para la ecuación de Hazen-Williams, seleccionados en función al material de la tubería, el envejecimiento de este y las condiciones fisicoquímicas del agua.

Además, se utilizaron las fórmulas universales calificadas como hidráulicamente correctas, considerando las limitaciones de uso y aplicándoles el diámetro interno de los



conductos. Los cálculos para presentar la memoria de cálculo del diseño de la línea de conducción fueron determinados por la fórmula de Hazen-Williams y la ecuación de continuidad.

Ecuación 5: Hazen-Williams.

$$Hf = \frac{1743,81 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

Fuente: INFOM, Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

- Donde:

$Hf$  = Pérdida de carga en metros

$L$  = Longitud de diseño en metros

$Q$  = Caudal de diseño en lts/s

$C$  = Coeficiente de rugosidad del material de tubería

$\phi$  = Diámetro interno de tubería en pulgadas

Además, se utiliza la ecuación de la continuidad para conocer la velocidad que pasa en un tramo de tubería determinado en base a los diámetros de tubería que se utilizan. Este procedimiento se realiza con cada tramo de la línea de conducción obtenido por los puntos establecidos en la libreta topográfica.

Ecuación 6: Caudal

$$Q = A \times v$$

Fuente: Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, INFOM

- Donde:

$Q$  = Caudal de diseño

$A$  = Área transversal de la tubería

$v$  = velocidad

A continuación, se presenta la forma cómo se determinaron los parámetros hidráulicos utilizando las fórmulas anteriores.

- Datos:

Tramo de E-122 a E-123

Longitud de tramo = 95.79 metros

Cota en E-310 = 921.00 metros

Cota en E-311 = 920.90 metros

Q= 4.35 lts/s

C= 150 para tubería de PVC

Hf= 10 metros mínimo según INFOM

Despejando el diámetro de la ecuación 5. Se obtiene

$$\phi = \frac{1743,81 \times L \times Q^{1,85^{1/4,87}}}{C^{1,85} \times Hf}$$

$$\phi = \frac{1743,81 \times 95,79 \times 4,35^{1,85 \frac{1}{4,87}}}{150^{1,85} \times (921,00 - 920,90)} = 4,91 \text{ pulgadas}$$

De lo anterior, se concluye que para las condiciones del tramo en estudio se requiere del uso de una tubería PVC de 5 pulgadas de diámetro, con el fin de garantizar el buen funcionamiento del sistema, se procederá a chequear que el tramo diseñado cumpla con los requisitos mínimos y máximos de la normativa utilizada, siendo esta la del INFOM. Una vez establecido el diámetro a utilizar, se calcula la pérdida de energía que este genera, utilizando el diámetro interno de la tubería.

$$Hf = \frac{1743,81 \times 95,79 \times 4,35^{1,85}}{150^{1,85} \times 5,135^{4,87}} = 0,08 \text{ metros}$$

En consideración a la altura menor de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Presión dinámica mínima 10 metros
- Presión hidrostática máxima de 90 metros (capacidad de la tubería)

Con el dato de pérdida de energía se calcula la energía piezométrica en el tramo, de lo cual se obtuvieron los siguientes datos:

- Piezométrica inicial = piezométrica anterior
- Piezométrica inicial = 957.42 m
- Piezométrica final = piezométrica inicial – pérdida de carga

- Piezométrica final =  $957.42 - 0.08 = 957.34$  m
- Presión dinámica = piezométrica final – cota final
- Presión dinámica =  $957.34 - 920.90 = 36.44$  m
- Presión estática = piezométrica inicial – cota final
- Presión estática =  $959.28 - 920.50 = 38.38$  m

Se debe chequear la velocidad en el tramo, cuyo valor debe estar comprendido dentro de los límites antes mencionados: 0,40 m/s y 3,00 m/s. Para la siguiente ecuación se debe utilizar el diámetro interno real de la tubería con la constante 1.974, la cual servirá para poder hacer la conversión de unidades, de modo que el caudal esté dado en litros /segundo, y el diámetro en pulgadas, dando como resultado el valor de la velocidad en metros /segundo.

Ecuación 7: Velocidad.

$$v = \frac{1.974 \times Q}{\phi^2}$$

Fuente: INFOM, Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

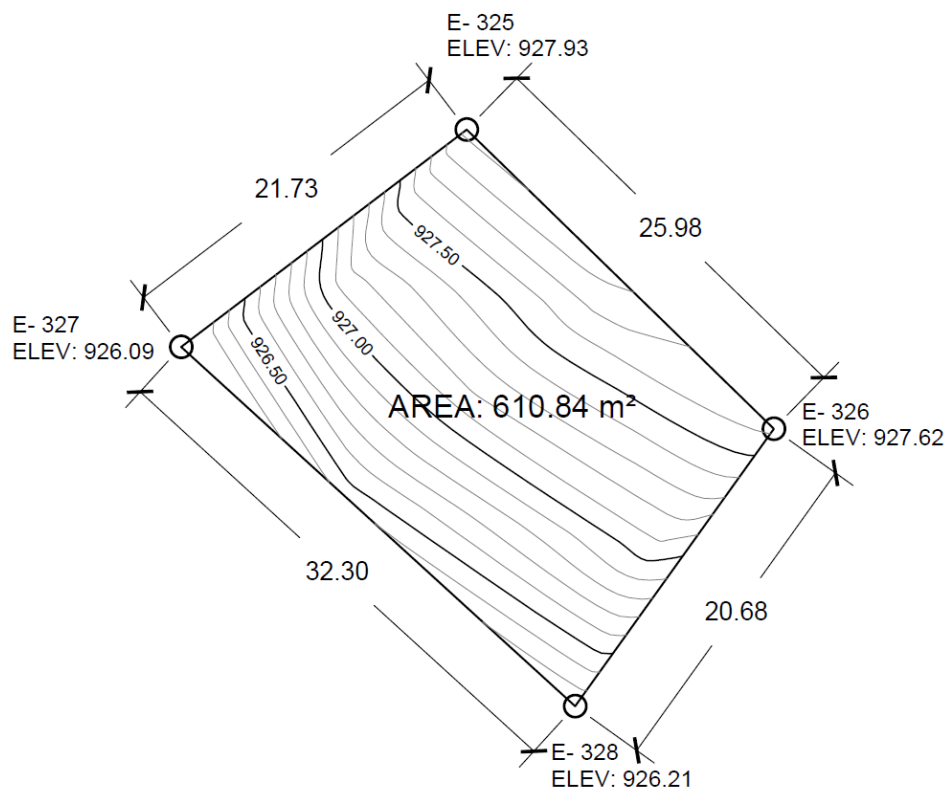
$$v = \frac{1.974 \times 4.35}{4.154^2} = 0.49 \text{ m/s}$$

Con los datos anteriores se establece que los parámetros se encuentran en el rango aceptable de 0.4 m/s a 3.00 m/s para el correcto funcionamiento, por lo que se concluye que el diseño es factible. Este mismo procedimiento se realiza para cada tramo de la línea de conducción.

#### **2.2.4 Tanque de distribución**

Para satisfacer las demandas de agua de la población es necesario un tanque para almacenar dicho volumen de agua. Estos tanques normalmente se construyen de concreto ciclópeo, concreto armado o mampostería reforzada con una cubierta de losa de concreto armado. Deben mantener el funcionamiento hidráulico y servicio eficiente del sistema de distribución, de tal forma que puedan compensar las variaciones de consumo a lo largo del día.

**Figura 3**  
*Terreno para tanque de distribución.*



Fuente: Elaboración propia.

La ubicación tiene que ser más alta que la vivienda más cercana, de manera que puedan suministrar el agua a cualquier punto de la red de distribución. El tanque estará ubicado en un terreno del comité de agua.

### 2.2.5 Volumen de almacenamiento

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tienen estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se puede tomar un valor entre 25 a 40 % del consumo medio diario.

Ecuación 8: Volumen de almacenamiento.

$$\text{Volumen de tanque} = \frac{\text{Caudal medio} \times 1\text{día}}{1000}$$

Fuente: INFOM Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

$$Volumen\ de\ tanque = \frac{4.35 \frac{lbs}{s} \times 86400s \times 0.25}{1000} = 93.96\ m^3$$

$$Volumen\ de\ tanque = \frac{4.35 \frac{lbs}{s} \times 86400s \times 0.40}{1000} = 150.34\ m^3$$

Por lo tanto, el volumen a usar del tanque de distribución para la aldea Tacajalvé es:

$$Volumen\ de\ tanque = 150\ m^3$$

### 2.2.6 Diseño del tanque

El tanque que se utilizará para el almacenamiento de agua en el sistema se diseñó para que trabaje con muros de gravedad de concreto ciclópeo, ya que este material es fácil de conseguir en la región. La cubierta será de losa de concreto armado, con dos vigas en el sentido corto para dividir el área. Las dimensiones del tanque serán: 12.00 m de largo, 6.00 m de ancho, 2.20 m de altura. La losa se divide en tres secciones con dos vigas secundarias. Se diseñó con el método 3 del código de American Concrete Institute (ACI).

Ecuación 9: Relación de coeficientes de momentos.

$$m = \frac{a}{b} > 0.5$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

Donde:

$a$  = lado corto de la losa

$b$  = lado largo de la losa

- Para la relación de coeficientes menor a 0.5, la losa debe ser diseñada en un sentido.
- Para la relación de coeficientes mayor a 0.5 la losa debe ser diseñada en dos sentidos.

$$m = \frac{4.00}{6.00} = 0.667$$

Debido a que la relación es mayor a 0.5, la losa debe diseñarse en dos sentidos, aplicando el caso 6 para las losas de los extremos y el caso 5 para la losa central del método 3 del ACI.

Ecuación 10: Espesor de losa.

$$t = \frac{P}{180}$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

Donde:

$P = \text{Perímetro de la losa}$

$$t = \frac{(2 * 4.00) + (2 * 6.00)}{180}$$

$$t = 0.11 \text{ m}$$

Con los datos anteriores se establece que el espesor de losa está dentro del rango de 0.09 m a 0.12 m estipulado por el ACI. La integración de cargas es el conjunto de cargas que un elemento tiene que soportar. Para el diseño es importante tomar en cuenta la carga viva, carga muerta y la carga última.

- Carga muerta: la constituye el peso propio de todos los componentes de la estructura en sí misma.
- Carga viva: se consideran las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no son de carácter permanente.
- Carga última: Es la carga más grande que considerar en el diseño que debe soportar la estructura.

A continuación, se presenta la forma cómo se determinaron las cargas.

Peso propio de la losa = 264 Kg/m<sup>2</sup>

Peso de acabados rústicos + sobrecarga = 70

Carga muerta (CM)= 264+70 = 334 Kg/m<sup>2</sup>

Carga viva (CV)= 100 Kg/m<sup>2</sup>

Ecuación 11: Carga última.

$$Cu = 1.4 CM + 1.7 CV$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

$$Cu = 1.4 \left( 334 \frac{kg}{m^2} \right) + 1.7 \left( 100 \frac{kg}{m^2} \right)$$

$$\text{Carga última} = 637.60 \text{ kg/m}^2$$

Se calcula el momento actuante en losa, caso 6 para las losas que son discontinuas en tres de sus cuatro lados y caso 5 para la losa que es discontinua en dos de sus cuatro lados.

Ecuación 12: Momentos para losa, Método 3.

$$M = C \times Cu \times a^2$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

Donde:

$M$  = Momento actuante sobre losa

$C$  = Coeficiente de método 3

$Cu$  = Carga última sobre losa

$a$  = Lado más corto de losa

$b$  = Lado más largo de losa

A continuación, se presenta la forma cómo se determinaron los momentos últimos utilizando las fórmulas anteriores.

$$M_{a-} = C_{a-} \times Cu \times a^2$$

$$M_{a-} = (0.093) \times \left(637.60 \frac{kg}{m^2}\right) \times (4.00 m)^2 = 948.749 kg - m$$

$$M_{b-} = C_{b-} \times Cu \times b^2$$

$$M_{b-} = (0.00) \times \left(637.60 \frac{kg}{m^2}\right) \times (6.00 m)^2 = 0 kg - m$$

$$M_{a+cm} = C_{a+} \times Cu \times a^2$$

$$M_{a+cm} = (0.054) \times \left(467.60 \frac{kg}{m^2}\right) \times (4.00 m)^2 = 404.01 kg - m$$

$$M_{a+cv} = C_{b+} \times Cu \times a^2$$

$$M_{a+cv} = (0.064) \times \left(170.00 \frac{kg}{m^2}\right) \times (4.00 m)^2 = 174.08 kg - m$$

$$M_{a+cu} = M_{a+cm} + M_{a+cv}$$

$$M_{a+cu} = 404.01 + 174.08 = 578.086 kg - m$$

$$M_{b+cm} = C_{b+} \times Cu \times b^2$$

$$M_{b+cm} = (0.007) \times \left(467.60 \frac{kg}{m^2}\right) \times (6.00 m)^2 = 117.835 kg - m$$

$$M_{b+cv} = C_{b+} \times Cu \times b^2$$

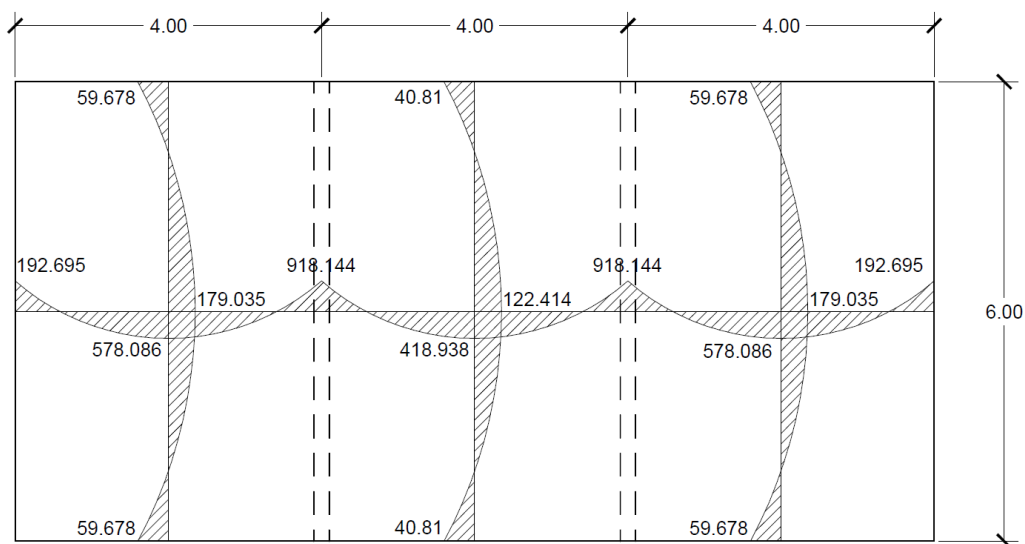
$$M_{b+cv} = (0.010) \times \left(170.00 \frac{kg}{m^2}\right) \times (6.00 m)^2 = 61.20 kg - m$$

$$M_{b+cu} = M_{b+cm} + M_{b+cv}$$

$$M_{a+cu} = 117.835 + 61.20 = 179.035 kg - m$$

**Figura 4**

*Diagrama de momentos del tanque de distribución.*



Fuente: Elaboración propia.

En los dos casos de losas hay momentos negativos que son nulos, según el método 3 del código ACI. Por seguridad se considera el momento negativo como un tercio de los momentos positivos. Para el cálculo de refuerzo en losa se utiliza un espesor de 11 centímetros y un recubrimiento de 2.5 centímetros para una franja unitaria con un ancho de un metro.

$$d = t - r - \phi/2$$

$$d = 11 - 2.5 - \left(\frac{0.9525}{2}\right) = 8.025 cm$$

Ecuación 13: Área de acero mínimo.

$$A_{s min} = \frac{14.1 \times b \times d}{FY}$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.



Donde:

$A_{S\ min}$  = Área de acero mínimo

$b$  = Banda de 100 cm de ancho

$d$  = Peralte en cm

$FY$  = Módulo de fluencia del acero en  $kg/cm^2$

$$A_{S\ min} = \frac{14.1 \times 100 \times 8.025}{2810} = 4.027\ cm^2$$

El área de acero mínima para una banda de 100 cm de ancho es de 4.027  $cm^2$  y para la losa de 11 cm se propone un armado con varilla #3 grado 40, con un área de 0.71  $cm^2$ , por lo tanto, se aplica una regla de 3 para encontrar la separación.

$$0.71\ cm^2 \times \frac{100\ cm}{4.027\ cm^2} = 17.7\ cm$$

Se calcula el momento máximo o último para acero mínimo, que cuenta con la separación máxima de acero.

Ecuación 14: Momento que resiste el acero mínimo.

$$Mu_{AS\ min} = \phi \left[ A_{S\ min} \times FY \left( d - \frac{A_{S\ min} \times FY}{1.7 \times f'c \times b} \right) \right]$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

Donde:

$Mu$  = Momento último de diseño en  $kg/cm^2$

$A_{S\ min}$  = Área de acero mínimo

$b$  = Banda de 100 cm de ancho

$d$  = Peralte en cm

$FY$  = Módulo de fluencia del acero en  $kg/cm^2$

$f'c$  = Esfuerzo último del concreto en  $kg/cm^2$

$$Mu_{AS\ min} = 0.90 \left[ 4.027 \times 2810 \left( 8.025 - \frac{4.027 \times 2810}{1.7 \times 210 * 100} \right) \right]$$

$$Mu_{AS\ min} = 785.007\ kg - m$$

Calculando  $A_s$  requerido para momento mayor al momento que resiste el acero mínimo.

$$Mu_{A_s \min} = \phi \left[ A_{s \min} \times FY \left( d - \frac{A_{s \min} \times FY}{1.7 \times f'c \times b} \right) \right]$$

$$\frac{Mu_{mayor}}{\phi} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = (A_s \times FY \times d) - \left( \frac{A_s^2 \times FY^2}{1.7 \times f'c \times b} \right)$$

$$\frac{918.144}{0.9} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = (A_s \times 2810 \times 8.025) - \left( \frac{A_s^2 \times 2810^2}{1.7 \times 210 \times 100} \right)$$

$$A_{s \max} = 4.745 \text{ cm}^2$$

Para el área de acero máxima en el momento mayor al momento del acero mínimo se pretende una banda de 100 cm de ancho que es de 4.745 cm<sup>2</sup> y para la losa de 11 cm se propone un armado con varilla #3 grado 40 con un área de 0.71 cm<sup>2</sup>, por lo tanto, se aplica una regla de 3 para encontrar la separación.

$$0.71 \text{ cm}^2 \times \frac{100 \text{ cm}}{4.745 \text{ cm}^2} = 14.9 \text{ cm}$$

El armado será de acero #3 @0.15 por facilidad constructiva, ya que cumple con el rango de separación mínima y máxima que son 0.14 m y 0.17 m. Para el diseño de viga se cuenta con la siguiente ecuación:

Ecuación 15: Peralte de viga.

$$t = l/16$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

- Donde:

$t =$  peralte de viga

$l =$  luz crítica de losa en m

$$t = 6.00 \text{ m}/16$$

$$t = 0.38 \text{ m}$$

Por lo que se utilizará un espesor de  $t = 0.40 \text{ m}$ .

Ecuación 16: Base de viga.

$$B = t/1.5$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

- Donde:

$B = \text{Base de viga}$

$$B = 40.00 \text{ cm}/1.5$$

$$B = 26.67 \text{ cm}$$

Por lo que se utilizará una base de  $B = 25.00 \text{ cm}$ .

A continuación, se presenta la forma cómo se determinaron las cargas

Peso propio de la losa =  $264 \text{ Kg/m}^2$

Peso de acabados rústicos + sobrecarga =  $70$

Carga muerta (CM) =  $264 + 334 = 334 \text{ Kg/m}^2$

Carga viva (CV) =  $100 \text{ Kg/m}^2$

$$C_u = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$C_u = 1.4 \left( 334 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1.7 \left( 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$\text{Carga última} = 637.60 \text{ kg/m}^2$$

Peso total sobre la viga es el peso de la losa, más el peso mismo de la viga.

$$W_{\text{losa}} = \frac{16 \text{ m} * 637.6 \text{ kg/m}^2}{10 \text{ m}} = 1020.16 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = 0.25 \text{ m} \times 0.50 \text{ m} \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 1.40 = 420 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{total}} = 1020.16 + 420 = 1440.16 \text{ kg/m}$$

Debido a que la viga es simplemente apoyada, el momento negativo es nulo y solo se calculará el momento positivo.

Ecuación 16: Momento positivo para vigas.

$$M_{(+)} = \frac{wl^2}{14}$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

- Donde:

$M_{(+)} = \text{Momento positivo para viga}$

$w = \text{carga total que soporta la viga kg/m}$

$l = \text{longitud de la viga en m}$

$$M_{(+)} = \frac{1440.16 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 6 \text{ m}^2}{14}$$

$$M_{(+)} = 3703.27 \text{ kg} - \text{m}$$

Para el cálculo de refuerzo en viga se utiliza un espesor de 40 centímetros y un recubrimiento de 5cm. El acero propuesto son cuatro varillas #6 que corresponde al área de acero.

$$d = t - r - \phi/2$$

$$d = 40.00 \text{ cm} - 5.00 \text{ cm} - 1.59 \text{ cm} = 43.41 \text{ cm}$$

Se calcula el acero para momento positivo y momento negativo, ya que no existe momento negativo que se debe cubrir, por lo que se utilizará el acero mínimo.

$$\frac{Mu_{mayor}}{\phi} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = (A_s \times FY \times d) - \left( \frac{A_s^2 \times FY^2}{1.7 \times f'c \times b} \right)$$

$$\frac{3703.27 \text{ kg} - \text{m}}{0.9} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = \left( A_s \times 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 33.41 \text{ cm} \right) - \left( \frac{A_s^2 \times (2810 \text{ kg/cm}^2)^2}{1.7 \times 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 50 \text{ cm}} \right)$$

$$A_s = 3.42 \text{ cm}^2$$

Debido a que el acero mínimo resiste un momento mayor al momento existente sobre la viga, se utilizará el acero mínimo para el armado de esta.

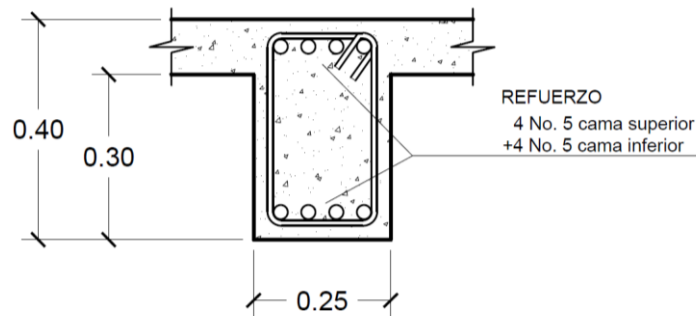
$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1 \times b \times d}{FY}$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1 \times 25.00 \times 43.41}{2810}$$

$$A_{s \text{ min}} = 5.45 \text{ cm}^2$$

El armado de la viga será de cuatro varillas #5 = 7.96 cm<sup>2</sup> para la cama inferior y la cama superior, ya que el acero está dentro del rango de acero mínimo (5.45 cm<sup>2</sup>) y el acero máximo (15.08 cm<sup>2</sup>), por lo tanto, se concluye que el diseño es factible y óptimo para resistir los momentos.

**Figura 5**  
Detalle de viga y armado de acero.



Fuente: Elaboración propia.

Para las fuerzas cortantes de la viga se calcula el acero transversal de esta. Se debe considerar el corte que resiste el concreto y el corte actuante sobre la viga.

Ecuación 17: Esfuerzo cortante resistente del concreto.

$$V_c = 0.451 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

- Donde:

$V_c =$  Esfuerzo cortante

$f'_c =$  Esfuerzo último del concreto en  $kg/cm^2$

$b =$  base de viga en  $cm$

$d =$  Peralte de viga en  $cm$

$$V_c = 0.451 \times \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} \times 25.00 \text{ cm} \times 43.41 \text{ cm}$$

$$V_c = 7092.77 \text{ kg}$$

El esfuerzo actuante es de 4320.48 kg y en la viga es menor que el esfuerzo cortante resistente del concreto, por lo tanto, se considera el acero mínimo especificado por el código ACI.

Ecuación 18: Separación del acero

$$S \leq \frac{d}{2}$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

- Donde:

$S = \text{espaciamiento del acero}$

$d = \text{Peralte de viga en cm}$

$$S \leq \frac{43.41 \text{ cm}}{2} = 21.71 \text{ cm}$$

Ecuación 19: Acero mínimo a corte.

$$A_v = \frac{3.5 \times b \times S}{FY}$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.

- Donde:

$A_v = \text{Acero mínimo a corte}$

$b = \text{base de viga en cm}$

$S = \text{espaciamiento del acero}$

$FY = \text{módulo de fluencia del acero en kg/cm}^2$

$$A_v = \frac{3.5 \times 25.00 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}}{2810 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_v = 0.623 \text{ cm}^2$$

El armado del acero transversal de la viga será con varillas #3 @ 0.20m, de esta forma se cumple la resistencia a esfuerzo cortante.

Para el diseño de muros del tanque, el material será piedra bola, por lo que se utilizará concreto ciclópeo debido a que es más económico y de mayor acceso para la comunidad. El tanque, por ser de tipo superficial, se diseñó completamente lleno hasta la altura de la parte superior del muro. Para el cálculo del peso sobre el muro se tomó en cuenta el peso de todos los elementos sobre este. El peso se calcula en base al área tributaria de la losa y la viga.

$$W_{s/m} = W_{losa} + W_{viga}$$

$$W_{s/m} = \frac{0.638 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} \times 27 \text{ m}^2}{4} + 1.4 \left( 2.4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} \times 0.20 \text{ m} \times 0.20 \text{ m} \right)$$

$$W_{s/m} = 4.44 \text{ Ton/m}$$

El empuje pasivo ocurre cuando la masa del suelo está sometida a una fuerza externa que lo lleva a la tensión límite de confinamiento. Esta es la máxima presión a la que se somete un suelo en el plano horizontal.

Ecuación 20: Empuje pasivo.

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

Fuente: Foundation Analysis and Design, The McGraw-Hill Companies, Inc.

- Donde:

$K_p = \text{Empuje pasivo}$

$\phi = \text{Ángulo de fricción}$

$$K_p = \frac{1 + \sin 28}{1 - \sin 28} = 2.77$$

El empuje activo ocurre cuando existe una relajación en la masa de suelo que permite moverse hacia fuera del espacio, que limita la tensión del suelo, lo que significa que el suelo sufre una falla por extenderse. Esta es la presión mínima a la que el suelo puede ser sometida para que no se rompa.

Ecuación 21: Empuje activo.

$$K_p = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

Fuente: Foundation Analysis and Design, The McGraw-Hill Companies, Inc.

- Donde:

$K_p = \text{Empuje pasivo}$

$\phi = \text{Ángulo de fricción}$

$$K_p = \frac{1 - \sin 28}{1 + \sin 28} = 0.36$$

El volumen del agua dentro del tanque de distribución ejerce una fuerza sobre los muros. Esta fuerza se determina a través del diagrama de presiones, siendo este la composición de un prisma triangular, en el cual la fuerza actuante estará a 1/3 de la altura total respecto a su base.

Ecuación 22: Fuerza de agua.

$$F_a = \frac{1}{2} \times \rho_{agua} \times h^2$$

Fuente: Schaum, Giles. Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

- Donde:

$F_a$  = fuerza de agua

$\rho_{agua}$  = Densidad del agua

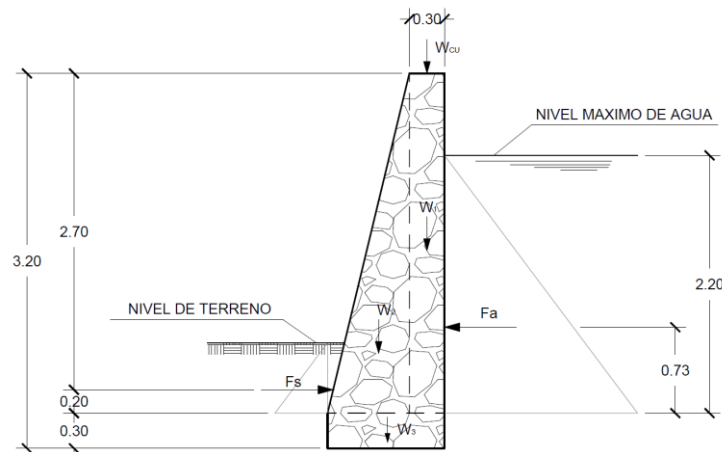
$h$  = Altura del volumen de agua

$$F_a = \frac{1}{2} \times 1 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} \times (2.20 \text{ m})^2 = 2.42 \text{ Ton/m}$$

La fuerza generada por el volumen de agua forma un momento en el pie del muro debido a que la fuerza no es aplicada en el centroide de la estructura. Para el cálculo del momento se utiliza la fuerza que ejerce el volumen del agua y se multiplica por la altura a la cual se aplica la fuerza.

**Figura 6**

Diagrama de cuerpo libre de presiones en muro de tanque.



Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 23: Momento de agua.

$$M_a = F_a \times \frac{h}{3}$$

Fuente: ACI, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, Código 318.



- Donde:

$M_a = \text{Momento de agua}$

$F_a = \text{fuerza de agua}$

$h = \text{Altura del volumen de agua}$

$$M_a = 2.42 \frac{\text{Ton}}{\text{m}} \times \frac{2.20 \text{ m}}{3} = 1.77 \frac{\text{Ton} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Se realiza el diagrama de cuerpo libre en el cual se toman en cuenta las fuerzas generadas por las presiones que debe resistir el muro, así como las fuerzas generadas por el peso de la estructura, para posteriormente realizar el cálculo de momentos y verificar si el muro soporta las cargas, como se puede ver en la Figura 6.

Se realiza una tabla de distribución de momentos respecto del punto 0 en los muros del tanque de distribución, en donde se enlistan todas fuerzas actuantes en el muro, la distancia a la cual se encuentran respecto del punto 0 y el momento generado por la excentricidad de las fuerzas actuantes sobre el muro.

**Tabla 8**

*Distribución de momentos en muro de tanque.*

	<b>W</b> <b>(ton/m)</b>	<b>Radio</b> <b>(m)</b>	<b>Momento</b> <b>((Ton-m)/m)</b>
W <sub>1</sub>	2.349	0.85	1.997
W <sub>2</sub>	2.741	0.47	1.288
W <sub>3</sub>	0.81	0.5	0.405
W <sub>cu/m</sub>	4.44	0.85	3.774
<b>W<sub>r</sub></b>	<b>10.34</b>	<b>M<sub>r</sub></b>	<b>7.464</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza la verificación contra volteo, tomando en cuenta los momentos por el peso de la estructura y los momentos generados por el volumen de agua y del suelo. Para poder asegurar la estructura ante el volteo, se utiliza un factor de seguridad, de forma que el valor debe ser mayor o igual a 2.00.

Ecuación 24: Fuerza contra volteo.

$$F_{SV} = \frac{M_R}{M_{act}}$$

Fuente: AASHTO, LRFD bridge design Specifications.

- Donde:

$F_{SV} = \text{Fuerza contra volteo}$

$M_R = \text{Momento resultante}$

$M_{act} = \text{Momento actuante}$

$$F_{SV} = \frac{7.464 \text{ Ton} - m/m}{1.77 \text{ Ton} - m/m} = 4.22$$

Como no es mayor a 2.00 no existe volteo, lo que significa que la sección del muro resiste los momentos generados por el peso de la estructura, la masa de agua y el suelo. El muro tiende a deslizarse ante los empujes del suelo; sin embargo, el rozamiento que existe entre el concreto y el suelo genera fricción, evitando así el deslizamiento, por lo tanto, se debe tratar de que la superficie de la cimentación sea rugosa en lo mayor posible.

Ecuación 25: Fuerza contra deslizamiento.

$$F_{Sd} = \frac{F_R}{F_{act}}$$

Fuente: AASHTO, LRFD bridge design Specifications.

- Donde:

$F_{Sd} = \text{Fuerza contra deslizamiento}$

$F_R = \text{Fuerza resultante}$

$F_{act} = \text{Fuerza actuante}$

$$F_{Sd} = \frac{0.9 \times \tan 28 \times 10.34 \text{ Ton/m}}{2.42 \text{ Ton/m}} = 2.04$$

El factor de seguridad que se utiliza en el chequeo es 1.50. Como es mayor a 1.5 no existe desplazamiento. En base a los resultados del estudio que se realizó a la muestra del suelo del terreno donde se construirá el tanque de distribución, la capacidad de carga última es de 66.41 Ton/m<sup>2</sup>, la capacidad de carga permisible para cimientos cuadrados es de 22.14 Ton/m<sup>2</sup> y la capacidad de carga permisible para cimientos continuos 17.61 Ton/m<sup>2</sup>; por lo tanto, se compara la capacidad de carga permisible con la carga última que el peso del tanque y el agua ejerce sobre el suelo.

$$Cu = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$Cu = 1.4(5.16 \text{ Ton/m}^2 + 1.10 \text{ Ton/m}^2) + 1.7 (0.6 \text{ Ton/m}^2)$$

$$Cu = 9.78 \text{ Ton/m}^2$$

Al ser menor la carga última que el tanque aplica sobre el suelo con relación a la carga permisible del suelo, se puede asegurar que no existen asentamientos.

### 2.2.7 Línea de distribución

La línea de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conduce el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor y la función es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente y con calidad aceptable. Para el diseño de la línea, será necesario considerar los siguientes criterios:

- El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el período de diseño, de acuerdo con el máximo consumo horario.
- La línea de distribución se debe dotar de accesorios y de obras de arte necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo con las normas establecidas.
- La línea de distribución para el presente proyecto comprende desde la salida de los tanques de almacenamiento en la estación E-330 a la estación E-561 donde los ramales toman diferentes direcciones para abastecer los diferentes sectores y aldeas.

Para el cálculo de la línea de distribución se utilizó el mismo criterio que para la línea de conducción, haciendo uso de las mismas ecuaciones y corroborando que los valores de velocidad y presiones se encuentren dentro de los parámetros válidos, los cuales serán los mismos que para la línea de conducción con la variación que para dicha línea el caudal a utilizar corresponderá al de máximo horario o consumo simultaneo, y no el máximo diario que fue utilizado para la conducción.

Se utilizaron las fórmulas universalmente calificadas como hidráulicamente correctas, considerando las limitaciones de uso y aplicándoles el diámetro interno de los conductos. Los cálculos para presentar la memoria de cálculo del diseño de la línea de conducción fueron determinados, utilizando la fórmula de Hazen-Williams y la ley de continuidad.

$$Hf = \frac{1743,81 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

- Donde:

$H_f$  = Pérdida de carga en metros

$L$  = Longitud de diseño en metros

$Q$  = Caudal de diseño en lts/s

$C$  = Coeficiente de rugosidad del material de tubería

$\emptyset$  = Diámetro interno de tubería en pulgadas

Además, se utiliza la ecuación de la continuidad para conocer la velocidad que pasa en un tramo determinado.

$$Q = A \times v$$

- Donde:

$Q$  = Caudal de diseño

$A$  = Área transversal de la tubería

$v$  = velocidad

A continuación, se presenta la forma cómo se determinaron los parámetros hidráulicos utilizando las fórmulas anteriores.

- Datos:

Tramo de E-466 a E-467

Longitud de tramo = 192.38 metros

Cota en E-466 = 905.47 metros

Cota en E-467 = 900.03 metros

$Q$  = 4.20 lts/s

$C$  = 150 para tubería de PVC

$H_f$  = 10 metros mínimo según INFOM

Despejando el diámetro de la ecuación 5. Se obtiene

$$\emptyset = \frac{1743,81 \times L \times Q^{1,85^{1/4,87}}}{C^{1,85} \times H_f}$$

$$\emptyset = \frac{1743.81 \times 192.38 \times 4.20^{1,85 \frac{1}{4,87}}}{150^{1,85} \times (10)} = 2.18 \text{ pulgadas}$$

$$H_f = \frac{1743.81 \times 192.38 \times 4.20^{1,85}}{150^{1,85} \times 2.655^{4,87}} = 3.84 \text{ metros}$$

De lo anterior, se concluye que para las condiciones del tramo en estudio se requiere del uso de una tubería PVC de 2 1/2 pulgadas de diámetro. Para garantizar el buen funcionamiento del sistema se procederá a chequear que el tramo diseñado cumpla con los requisitos mínimos y máximos de la normativa utilizada, siendo esta la del INFOM. Una vez establecido el diámetro a utilizar, se calcula la pérdida de energía que este genera, utilizando el diámetro interno de la tubería. En consideración a la altura menor de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Presión dinámica mínima 10 metros
- Presión dinámica máxima 60 metros

Al utilizar el dato de pérdida de energía se calcula la energía piezométrica en el tramo, de lo cual se tienen los siguientes datos:

Piezométrica inicial = piezométrica anterior

Piezométrica inicial = 920.16 m

Piezométrica final = piezométrica inicial – pérdida de carga

Piezométrica final = 920.16 – 3.84 = 916.32 m

Presión dinámica = piezométrica final – cota final

Presión dinámica = 916.32 – 900.03 = 16.29 m

Presión estática = piezométrica inicial – cota final

Presión estática = 927.21 – 900.03 = 27.18 m

Se debe chequear la velocidad en el tramo, cuyo valor debe estar comprendido dentro de los límites antes mencionados: 0,40 m/s y 3,00 m/s.

Para la siguiente ecuación se debe usar el diámetro interno real de la tubería que es la constante 1.974, la cual servirá para poder hacer la conversión de unidades, de modo que el caudal esté dado en litros /segundo y el diámetro en pulgadas, dando como resultado el valor de la velocidad en metros /segundo.

$$v = \frac{1.974 \times Q}{\phi^2}$$

$$v = \frac{1.974 \times 4.20}{2.655^2} = 1.18 \text{ m/s}$$

Con los datos anteriores se establece que los parámetros se encuentran en el rango aceptable para el buen funcionamiento del sistema, por lo que se concluye que el diseño es factible.

### 2.2.8 Red de distribución

El tipo de red utilizada en este proyecto es de forma abierta, por ser la más adecuada para acueductos en áreas rurales. Se dice que una red de distribución es abierta cuando existen ramales abiertos que parten de la tubería o línea central de distribución y que terminen en conexiones prediales, intradomiciliarias, servicios públicos (llena cántaros), etc. El diseño de la red debe contemplar el posible desarrollo de la comunidad, con el fin de proveer facilidad de ampliaciones. Para el diseño de la red de distribución por ramales abiertos se realizará con una comparación de los siguientes parámetros:

Ecuación 26: Caudal de uso simultaneo.

$$Q_s = k * \sqrt{n - 1}$$

Fuente: INFOM, Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

- Donde:

$Q_s =$

*Caudal de uso simultaneo, el cual no debe tener un valor menor a 0.20 lts/s*

$K =$

*Coefficiente que varía en función del tipo de conexión a utilizar, siendo 0,15 para conexiones prediales.*

$n =$  *número de conexiones prediales del ramal o tramo.*

Ecuación 27: Caudal de hora máxima.

$$Q_{HM} = \frac{FHM \times Q_m}{n}$$

Fuente: INFOM, Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

- Donde:

$Q_{HM} =$  *Caudal de hora máxima*

$FHM =$  *Factor de hora máxima*

$Q_m =$  *Caudal medio*

$n =$  *número de conexiones prediales del ramal o tramo.*

Para un ramal o cualquier otro tramo de diseño en la red de distribución se realizan los dos cálculos anteriores, tomando para ramales finales el mayor de ambos y para ramales intermedios el caudal de hora máxima y, con ese valor seleccionado va a ser el caudal de diseño para ese ramal o tramo.

### 2.2.9 Sistemas de desinfección

Para garantizar la calidad del agua, esta debe someterse a un tratamiento de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados. Para este proyecto, se tiene el objetivo de eliminar todo tipo de contaminación producida por microorganismos patógenos presentes en el agua, por medio de elementos físicos y químicos para obtener agua potable apta para consumo humano. conforme a los exámenes de calidad de agua que se realizaron.

Se ha dejado prevista la instalación de un clorador de pastillas para el sistema por gravedad, el cual es sencillo, porque solo requiere de un operador para que verifique si necesita de agregar pastillas. Otro de los aspectos es el costo de operación, ya que las tabletas son más económicas. La dosis de cloro para aplicar la solución en la entrada del tanque es un flujo de cloro ( $F_c$ ) en gramos/hora, que se calcula de la siguiente manera:

Formula 28: Flujo de cloro.

$$F_c = \frac{V \times D_c}{\%C}$$

Fuente: Ministerio de Salud Pública, Guía técnica de tratamiento y desinfección de agua para consumo humano por medio de cloro,

- Donde:

$F_c =$  flujo de cloro

$V =$  volumen de agua que entra en el tanque en litros/día

$Q_e =$  caudal de agua en la entrada del tanque en litros/minutos

$D_c =$  demanda de cloro en mg/litro

(se estima una demanda de cloro de 1 mg/litro)

$\%C =$  concentración de cloro

El caudal que ingresa es:

$$Q_e = 4.35 \text{ lts/s}$$

Para obtener el volumen que ingresa en un día se realiza la conversión de segundos a días.

$$V = Qe * 86,400 \text{ s}$$

$$V = 4.35 \frac{\text{lt}}{\text{s}} * 86,400 = 375,840.00$$

En este caso se utilizaron tabletas con una concentración al 70% de cloro

$$Fc = \frac{375,840.00 \times 0.001}{0.7} = 536.91 \text{ gr/día}$$

El resultado anterior indica el flujo de cloro necesario para calcular la cantidad de tabletas (Ct) para un mes:

$$Ct = 536.91 \frac{\text{gr}}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ tableta}}{200 \text{ gramos}} = 80.5 \frac{\text{tabletas}}{\text{mes}}$$

$$\text{Dosis de cloro} = 81 \text{ tabletas/mes}$$

Esta dosis de cloro es la cantidad mínima que se debe agregar al volumen de agua, para garantizar la eliminación de los microorganismos patógenos que puedan estar presentes. Con esta dosis se espera obtener un cloro residual entre 0.3 y 0.5 mg/litro en los puntos más alejados de la red de distribución. Esto se podrá realizar con un comparador de cloro residual portátil, ya que es de fácil manipulación, después de ser capacitada la persona que lo utilice. Se debe llevar un control de la cantidad de cloro con la que se está dosificando con fecha y las cantidades de cloro residual que se están dando en los puntos antes mencionados para ir determinando si la dosificación es adecuada.

### 2.2.10 Obras de arte

También son llamadas obras hidráulicas, se utilizan en el recorrido de la tubería, según la necesidad que se presente en cualquier punto que pueda afectar el sistema hidráulico y con esto mejorar el funcionamiento para brindar un buen servicio.

- Caja rompe presión

Deberán colocarse a presiones estáticas de 40 a 60 metros columna de agua (m.c.a) para distribución y 90 metros columna de agua para conducción, dependiendo de las válvulas de flotador con que cuenten estas; cuando son de ½" se recomienda no dejar presiones mayores de 40 m.c.a. Las dimensiones mínimas serán las que permitan la maniobra del



flotador y demás accesorios y, en ningún caso estas deberán ser menores de 0,65 metros x 0,50 metros x 0,80 metros. Todas las medidas libres estarán provistas de válvulas de compuerta en la entrada.

- Pasos aéreos

En la línea de conducción se tiene considerada la construcción de seis pasos de zanjón, siete pasos aéreos de 15.00 metros, cuatro de 20.00 metros y dos pasos aéreos de 30.00 metros de largo, los que se componen de columnas de concreto y cables que sostienen la tubería.

### **2.2.11 Válvulas**

Antes de seleccionar las válvulas se deben considerar los siguientes factores: tipo de válvula, materiales de construcción, capacidad de presión y temperatura, así como el costo y disponibilidad. Para el proyecto diseñado se requiere de las siguientes válvulas:

- Válvula de limpieza

En un sistema de conducción de agua, siempre se considerarán dispositivos que permitan la descarga de sedimentos acumulados, estas se deben colocar en los puntos más bajos del terreno que atraviese el sistema. Debe ser protegida mediante una caja de mampostería y tapadera de concreto reforzado.

- Válvula de aire

El objetivo es extraer el aire que se va acumulando dentro de la tubería debe colocarse en la línea de conducción, después de una depresión y en la parte más alta donde el diseño hidráulico lo indique. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC, protegida con una caja de mampostería y tapadera de concreto reforzado.

### **2.2.12 Conexiones domiciliarias**

Se entiende por conexión domiciliar predial a cada servicio que se presta a una comunidad por medio de grifos instalados fuera de las viviendas, pero dentro del predio o lote que ocupa. Es el tipo de servicio más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta a la vez, razones económicas. La instalación predial se recomienda para comunidades rurales concentradas y dispersas con nivel socioeconómico regular. Los detalles de estas pueden ser consultados en el plano correspondiente adjunto en el Apéndice F.

## **CAPÍTULO 3. PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE LA ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN**

### **3.1 Presupuesto**

Se denomina un plan financiero al detalle de los gastos que se realizarán durante el periodo de ejecución de la obra. El presupuesto de obra consiste en la elaboración de una tabla de cantidades a las que se dan valores unitarios, lo que constituye un costo total del proyecto. La valoración económica de la obra debe ser lo más cercana a la realidad; sin embargo, el costo final puede no ser la estimación planteada inicialmente.

#### **3.1.1 Cuantificación por renglones**

Se describe el presupuesto con mayores detalles, mediante los precios unitarios, tomando como base el precio de materiales, mano de obra calificada, mano de obra no calificada, transporte y costos indirectos. De este desglose se obtiene el resumen del presupuesto, que luego servirá para la creación del cronograma de ejecución. La cuantificación por renglones puede ser consultada de manera desglosada en el Apéndice E.

#### **3.1.2 Materiales**

Se denomina materiales a los elementos físicos necesarios para que se lleve a cabo la ejecución de la obra. Todos los materiales que se establecen para la utilización en la ejecución deben ser nuevos, cumplir con los estándares de calidad y con todo lo indicado en las especificaciones técnicas. Estos deben almacenarse adecuadamente, sin exposición directa al sol o a la humedad, hasta su implementación en la ejecución.

#### **3.1.3 Mano de obra**

La mano de obra se asocia con el trabajo humano para que se lleve a cabo la ejecución de la obra. En el presupuesto se deben incluir todos los costos relacionados con los trabajos que se realizarán. La mano de obra se divide en calificada, que se define como los trabajadores que poseen habilidades, experiencia y conocimientos especializados en un área específica del trabajo. Estas personas se han capacitado y cuentan con la experiencia necesaria para llevar a cabo los trabajos de forma técnica y profesional. La mano de obra no calificada se refiere a los trabajadores que no poseen habilidades, experiencia y conocimientos especializados en un área

específica del trabajo. Estas personas generalmente realizan trabajos y/o tareas más simples y rutinarias en comparación con la mano de obra calificada.

Una buena calidad de mano de obra implica trabajos realizados con un alto nivel y profesionalismo, cumpliendo con los detalles estipulados en los planos y procesos, especificaciones técnicas, una buena mano de obra minimiza, el tiempo de ejecución de las tareas o trabajos. La mano de obra debe ser capaz de operar la maquinaria y herramienta adecuada para cada trabajo. En el presupuesto, los costos asociados con la mano de obra calificada suelen ser más altos que los de la mano de obra no calificada, debido a su nivel de experiencia y competencia.

### **3.1.4 Transporte**

Se denomina transporte a las actividades de movilización de materiales, personas, equipos y maquinaria necesaria para la ejecución de los trabajos. Implica el desplazamiento físico de estos elementos de un punto de origen al sitio donde se realicen los trabajos.

El transporte en un presupuesto está asociado a los costos con el traslado de materiales, equipos y personal necesario. Estos costos se incluyen para cubrir los gastos de movilización de los recursos desde su lugar de origen hasta el sitio de construcción. Los precios varían dependiendo de su ubicación, la distancia entre los puntos de origen y destino, el precio del combustible y otros factores.

### **3.1.5 Precios unitarios**

Estos consisten en el costo unitario de cada ítem o actividad en el presupuesto. Estos costos se utilizan para determinar y/o calcular el precio total de materiales, mano de obra, equipos, transporte y otros recursos necesarios. Al desglosar los costos en unidades de medida específicas se facilita la comparación y la evaluación precisa de los costos relacionados con cada elemento o actividad.

### **3.1.6 Costos directos**

Se definen como los gastos que se atribuyen directamente a un elemento físico o actividad específica en un presupuesto. Estos costos están directamente relacionados con la producción de un bien o servicio en particular y se pueden rastrear y asignar de manera clara. Los costos directos son fáciles de identificar, ya que se asignan de forma directa a un producto, servicio o

actividad en particular. Dentro de los costos directos se incluyen costo de los materiales utilizados en obra, el costo de la mano de obra directamente involucrada en la actividad, los costos de maquinaria y equipos, costos de subcontratación relacionados con una tarea específica, entre otros.

### **3.1.7 Costos indirectos**

Se definen como los gastos que no se pueden atribuir directamente a un elemento o actividad específica en un presupuesto; sin embargo, forman parte del funcionamiento general del proyecto. Estos costos no están directamente relacionados con un producto o servicio en particular, por lo que se asignan o distribuyen en diferentes elementos o actividades. Dentro de los costos indirectos se incluyen los gastos generales de administración, como los salarios del personal de apoyo, los gastos de alquiler y mantenimiento de instalaciones, los costos de servicios públicos, los gastos de seguros, los costos de tecnología de la información, entre otros.

### **3.1.8 Integración de costos**

Se denomina integración de costos al proceso mediante el cual se determina el costo total de un proyecto antes de su ejecución, desglosando el precio de las diferentes actividades que se llevan a cabo para su realización (mano de obra) y cada elemento que integra el proyecto.

Toda esta información se adquiere a través de los planos, características y condiciones que se exponen en la memoria descriptiva y especificaciones especiales de la obra. La valoración total del proyecto se obtiene partiendo del precio unitario fijado para las unidades base por la cantidad a utilizar de estos. Este dato se obtiene de la cuantificación de materiales y mano de obra.

La integración de costos se presenta en la tabla 9, en esta se puede apreciar los costos de las actividades de materiales, mano de obra calificada, mano de obra no calificada, transporte y costos indirectos de cada renglón.

**Tabla 9**  
*Integración de costos por renglón*

No.	Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	Materiales	Mano de obra calificada	Mano de obra no calificada	Transporte	Costos indirectos	Sub-Total
1	Replanteo topográfico	30.00	Km	Q 13,350.00	Q 25,800.00	Q 14,400.00	Q 6,000.00	Q 17,880.00	Q 77,430.00
2	Tubería y accesorios en línea de conducción por gravedad	2791.00	Tubo	Q 2,614,290.00	Q 143,600.00	Q 86,160.00	Q 2,700.00	Q 854,116.00	Q 3,700,866.00
3	Limpieza y zanjeo para línea de conducción	15253.00	m	Q 5,730.00	Q 510,975.50	Q 382,850.30	Q 500.00	Q 274,425.00	Q 1,174,481.00
4	Válvulas de aire	15.00	Unidad	Q 38,088.08	Q 9,000.00	Q 5,400.00	Q 6,000.00	Q 17,561.00	Q 76,050.00
5	Válvulas de limpieza	14.00	Unidad	Q 35,435.12	Q 8,400.00	Q 5,040.00	Q 5,600.00	Q 16,350.00	Q 70,826.00
6	Pasos de zanjón	6.00	Unidad	Q 105,789.10	Q 4,200.00	Q 2,520.00	Q 4,200.00	Q 35,018.00	Q 151,728.00
7	Pasos aéreos de 15m	7.00	Unidad	Q 382,890.47	Q 17,500.00	Q 10,500.00	Q 12,600.00	Q 127,052.00	Q 550,543.00
8	Pasos aéreos de 20m	4.00	Unidad	Q 250,956.10	Q 16,000.00	Q 9,600.00	Q 7,200.00	Q 85,127.00	Q 368,884.00
9	Pasos aéreos de 30m	2.00	Unidad	Q 152,250.41	Q 10,000.00	Q 6,000.00	Q 3,600.00	Q 51,557.00	Q 223,408.00
10	Anclaje de tuberías de HG	9.00	Unidad	Q 6,129.00	Q 3,600.00	Q 2,160.00	Q 5,175.00	Q 5,121.00	Q 22,185.00
11	Movimiento de Tierras	44.00	m <sup>3</sup>	Q 44,165.00	Q 4,065.00	Q 2,439.00	Q 2,000.00	Q 15,839.00	Q 68,508.00
12	Rotulo de identificación del proyecto	1.00	Unidad	Q 1,952.90	Q 1,250.00	Q 800.00	Q 1,800.00	Q 1,741.00	Q 7,544.00
13	Tanque de distribución 150 m <sup>3</sup>	1.00	Unidad	Q 255,414.09	Q 70,000.00	Q 45,000.00	Q 23,400.00	Q 118,145.00	Q 511,960.00
14	Clorinador	1.00	Unidad	Q 6,651.46	Q 500.00	Q 300.00	Q 700.00	Q 2,446.00	Q 10,598.00
15	Tubería y accesorios en red de distribución	2701.00	Tubo	Q 617,242.57	Q 35,350.00	Q 26,595.60	Q 1,500.00	Q 205,239.00	Q 885,928.00
16	Remoción y reparación de pavimento	1008.00	m <sup>2</sup>	Q 1,353,826.16	Q 89,600.00	Q 28,000.00	Q 14,250.00	Q 446,659.00	Q 1,932,336.00
17	Limpieza y zanjeo para red de distribución	14729.00	Tubo	Q 5,730.00	Q 198,841.50	Q 122,250.70	Q 500.00	Q 99,818.00	Q 427,141.00
18	Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote para distribución	5.00	Unidad	Q 27,590.78	Q 7,500.00	Q 4,500.00	Q 1,500.00	Q 12,329.00	Q 53,420.00
19	Caja + Válvula de control	23.00	Unidad	Q 44,674.49	Q 11,500.00	Q 6,900.00	Q 4,600.00	Q 20,323.00	Q 87,998.00
20	Conexiones domiciliarias + Contador	465.00	Unidad	Q 464,105.80	Q 93,000.00	Q 55,800.00	Q 12,500.00	Q 187,879.00	Q 813,285.00
<b>Sub-Total</b>				Q 6,426,261.52	Q 1,260,682.00	Q 817,215.60	Q 116,325.00	Q 2,594,625.00	<b>Q 11,215,119.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

La integración de costos se puede apreciar de mejor manera en el Apéndice E.

### 3.1.9 Resumen total del proyecto

**Tabla 10**  
*Resumen total del proyecto.*

No.	Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Por Renglón
1	Replanteo topográfico	30.00	Km	Q 2,581.00	Q 77,430.00
2	Tubería y accesorios en línea de conducción por gravedad	2791.00	Tubo	Q 1,326.00	Q 3,700,866.00
3	Limpieza y zanjeo para línea de conducción	15253.00	m	Q 77.00	Q 1,174,481.00
4	Válvulas de aire	15.00	Unidad	Q 5,070.00	Q 76,050.00
5	Válvulas de limpieza	14.00	Unidad	Q 5,059.00	Q 70,826.00
6	Pasos de zanjón	6.00	Unidad	Q 25,288.00	Q 151,728.00
7	Pasos aéreos de 15m	7.00	Unidad	Q 78,649.00	Q 550,543.00
8	Pasos aéreos de 20m	4.00	Unidad	Q 92,221.00	Q 368,884.00
9	Pasos aéreos de 30m	2.00	Unidad	Q 111,704.00	Q 223,408.00
10	Anclaje de tuberías de HG	9.00	Unidad	Q 2,465.00	Q 22,185.00
11	Movimiento de Tierras	44.00	m <sup>3</sup>	Q 1,557.00	Q 68,508.00
12	Rotulo de identificación del proyecto	1.00	Unidad	Q 7,544.00	Q 7,544.00
13	Tanque de distribución 150 m <sup>3</sup>	1.00	Unidad	Q 511,960.00	Q 511,960.00
14	Clorinador	1.00	Unidad	Q 10,598.00	Q 10,598.00
15	Tubería y accesorios en red de distribución	2701.00	Tubo	Q 328.00	Q 885,928.00
16	Remoción y reparación de pavimento	1008.00	m <sup>2</sup>	Q 1,917.00	Q 1,932,336.00
17	Limpieza y zanjeo para red de distribución	14729.00	Tubo	Q 29.00	Q 427,141.00
18	Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote para distribución	5.00	Unidad	Q 10,684.00	Q 53,420.00
19	Caja + Válvula de control	23.00	Unidad	Q 3,826.00	Q 87,998.00
20	Conexiones domiciliarias + Contador	465.00	Unidad	Q 1,749.00	Q 813,285.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 11,215,119.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza una estimación del costo en base a la cuantificación por renglones para determinar de manera breve el costo de cada uno con su respectivo precio unitario, y se ve de manera resumida la unidad de medida y cantidades de trabajo con su precio total, el cual es de gran utilidad para ver de manera general la inversión que se requiere. El resumen de presupuesto se puede apreciar de mejor manera en el Apéndice E.

### 3.2 Cronograma de ejecución

Tiene como fin mostrar y definir el tiempo de trabajo de manera eficiente durante el período previsto que llevará a cabo la ejecución del proyecto. Para el presente caso se estima que la ejecución de este comprenderá un período de diecisiete meses.

**Figura 7**  
*Cronograma de ejecución.*

				CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																
No.	Descripción del Renglón	Unidad	Cantidad	Meses para ejecución																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Replanteo topográfico	Km	30.00	■																
2	Tubería y accesorios en línea de conducción por gravedad	Tubo	2791.00		■	■	■	■	■	■	■	■								
3	Limpieza y zanjeo para línea de conducción	m	15253.00		■	■	■	■	■	■	■									
4	Válvulas de aire	Unidad	15.00				■		■		■	■								
5	Válvulas de limpieza	Unidad	14.00			■		■			■									
6	Pasos de zanjón	Unidad	6.00			■	■			■										
7	Pasos aéreos de 15m	Unidad	7.00			■		■			■									
8	Pasos aéreos de 20m	Unidad	4.00				■		■											
9	Pasos aéreos de 30m	Unidad	2.00					■												
10	Anclaje de tuberías de HG	Unidad	9.00		■															
11	Movimiento de Tierras	m <sup>3</sup>	44.00							■	■									
12	Rotulo de identificación del proyecto	Unidad	1.00								■	■								
13	Tanque de distribución 150 m <sup>3</sup>	Unidad	1.00								■	■	■							
14	Clorinador	Unidad	1.00										■							
15	Tubería y accesorios en red de distribución	Tubo	2701.00											■	■	■	■	■		
16	Remoción y reparación de pavimento	m <sup>2</sup>	1008.00											■	■	■	■	■		
17	Limpieza y zanjeo para red de distribución	Tubo	14729.00											■	■	■	■	■		
18	Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote para distribución	Unidad	5.00											■		■				
19	Caja + Válvula de control	Unidad	23.00												■	■	■	■		
20	Conexiones domiciliarias + Contador	Unidad	465.00													■	■	■	■	

Fuente: Elaboración propia.

El cronograma se puede apreciar de mejor manera en el Apéndice E.

### **3.3 Especificaciones técnicas**

Son técnicas e indicaciones que se implementan en los procesos constructivos al momento de que se ejecute el proyecto permitiendo una correcta construcción. En estas especificaciones se detalla la calidad de los materiales, equipo y herramienta que se utilizarán para la ejecución de los trabajos o tareas, tolerancias, pruebas y se regirán en base a normas. De ser necesario, también se detallan procesos constructivos, dimensiones de cada etapa y unidades de medida.

Todos los trabajos y tareas que se realizan en la ejecución deben estar dentro de las medidas y tolerancias establecidas en las especificaciones técnicas, a su vez se debe tener una buena coordinación con los planos y detalles constructivos.

Las especificaciones técnicas son esenciales en los procesos constructivos, va dirigido principalmente para el ejecutor de la obra, para que se realice de acuerdo el diseño, las condiciones, limitaciones, características y medios establecidos.

### **3.4 Operación y mantenimiento**

Todo sistema de abastecimiento de agua potable necesita de un programa o planificación de operación y mantenimiento, para incrementar la eficiencia y verificar un buen funcionamiento en todo el sistema. Estas actividades las realiza un operador, en este caso será el fontanero, quien queda como responsable del buen funcionamiento del servicio, con la colaboración de la comunidad. Para la planificación de mantenimiento se propone lo siguiente:

- De operación y mantenimiento: Se dan a conocer aspectos que se deben tomar en cuenta para una buena operación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua.
  - La cantidad y la calidad del agua.
  - Cuidar las fuentes de agentes contaminantes y de actividades humanas. Mejorar la calidad del agua en las presas es el primer factor para el buen funcionamiento del sistema.
  - Mantener el tanque de distribución lleno.
  - Se hace necesaria la inspección del tanque para garantizar que toda vivienda contemplada esté dotada del servicio.
  - Conservar la presión del agua. Esto se logra con el manejo de las válvulas. El abrir o cerrar válvulas permiten que se acumulen presiones suficientes en la tubería, para que el agua llegue a todas las conexiones del sistema.
- Programa de mantenimiento

- Además de un programa operativo, se hace necesario el mantenimiento del sistema, para prevenir y disminuir la magnitud de posibles daños que se den en el transcurso de vida útil del proyecto.
- **Mantenimiento preventivo**

Este comprende todas acciones y actividades que se planifiquen y realicen para prevenir daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua; además se disminuye la gravedad de las fallas que puedan presentarse, este debe ser siempre antes que suceda la falla.
- **Mantenimiento correctivo**

Tiene en cuenta las acciones de reparación de daños en el equipo e instalaciones causados por deterioro normal del uso del sistema de abastecimiento de agua o por acciones extrañas o imprevistas.
- **Recomendaciones necesarias para dar mantenimiento a las diferentes partes del sistema de abastecimiento de agua en el área rural u otros sistemas que se adapten al mismo:**
  - **En la obra de captación**

En época de invierno es recomendable visitar la fuente de agua por lo menos una vez al mes o cuando se crea necesario, debido a la cantidad de precipitación que se ha dado. Esto se hace para detectar desperfectos y para corregir algún problema encontrado. Se limpiará la fuente de maleza y vegetación, escombros o cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o presente un peligro de contaminación.
  - **Revisión de la línea de conducción**

Observar si hay deslaves o hundimientos de tierra, además se debe verificar si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.
  - **Inspección de válvulas**

Se debe revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las mismas lentamente para evitar el daño a la tubería debido a las altas presiones; también se debe observar que no haya fugas o rupturas; si existieran, deben repararse o cambiarse. Esta actividad puede realizarse cada cuatro meses o cuando sea necesario.



- Verificar el tanque de distribución

Realizar limpieza e inspecciones constantes al tanque de distribución, por lo menos una vez al mes, observando que el mismo no tenga grietas o filtraciones; se debe verificar si la escalera que conduce a la parte superior y que la tapa de vista estén en buenas condiciones. Además, vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución, así como el sistema de desinfección se encuentren en buen estado.

- Revisión de la red de distribución

La red de distribución es la que constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución, hasta aquellas líneas de las cuales parten tomas o cualquier tipo de conexiones; las mismas se deben inspeccionar, recorriendo las vías por las que se encuentra enterrada la tubería de la red, con el fin de detectar y controlar fugas u otras anomalías. Esta actividad se recomienda realizarla cada cuatro meses.

### **3.5 Elaboración de planos**

Se elaboraron los planos de planta de conjunto, planta y perfil tanto de la línea de conducción como de la red de distribución, detalles del tanque y obras de arte del sistema de agua potable, según cálculos realizados, apoyado por el Software de AutoCAD, Civil 3D, Excel y Google Earth. Ver planos en Apéndice F.

## **CAPÍTULO 4. CAPACITACIÓN SOBRE “IMPORTANCIA DE CLORACIÓN Y EL USO CORRECTO DEL RECURSO HÍDRICO CON ENFOQUE DE GESTIÓN INTEGRAL” A LOS MIEMBROS DEL COMITÉ DE AGUA DEL CASERÍO LOMA LINDA, HUITÁN, QUETZALTENANGO**

### **4.1 Delimitación del tema**

En Guatemala es común que las fuentes de agua para los sistemas de abastecimiento estén contaminadas con algún coliforme, por lo que la desinfección tiene una importancia incuestionable en la seguridad del suministro de agua potable. A pesar de que en una gran parte de proyectos de abastecimiento de agua potable dentro de la planificación se considera la desinfección por medio de cloración, en ejecución esto no se lleva a cabo debido al rechazo de la misma población por falta de costumbre y la incertidumbre que se tiene ante la cloración.

La eliminación de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza con productos químicos reactivos como el cloro. La desinfección constituye una barrera eficaz contra numerosos agentes patógenos, especialmente las bacterias durante el tratamiento del agua de consumo humano y que debe utilizarse tanto para las aguas superficiales como para las aguas subterráneas, expuestas a la contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución.

Guatemala es un país que posee gran riqueza natural en bosques, fauna y flora, el recurso hídrico es uno de los elementos más importantes que sustentan la vida, en gran parte las fuentes suelen contaminarse por actividades humanas, por lo que es necesario la gestión correcta del recurso hídrico desde las fuentes.

La gestión integral del recurso hídrico es el proceso que promueve el manejo y la gestión coordinada del agua, la tierra y todo lo relacionado, con el fin de maximizar el bienestar social y económico, de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. La gestión integral del recurso hídrico en un amplio sentido es la integración de visiones, actores y sectores, usos, aprovechamientos y obligaciones de conservación; en manejo del agua: la cantidad, calidad y comportamiento y su relación con los otros recursos naturales; la sociedad la economía y el ambiente.

La gestión integral del recurso hídrico tiene como finalidad el manejo adecuado de las cuencas en lo que corresponde a la calidad, disponibilidad, disminución de contaminación y renovación.

#### **4.2 Fuentes de información**

Se utilizó el manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento; además la política para la Gestión integral del Recurso hídrico en Guatemala como fuente de información para las capacitaciones; se contó con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) para obtener las fuentes de información. El propósito es que el comité y los beneficiarios del caserío Loma Linda apliquen los conocimientos obtenidos para el buen uso del sistema de abastecimiento de agua potable y, de esa manera conseguir acciones en la gestión integral del recurso hídrico. Se espera que estos conocimientos sean de aprendizaje para la demás población, porque de esto depende la vida útil del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad del servicio hacia los beneficiarios.

#### **4.3 Técnica de capacitación**

Este proceso va encaminado a mejorar los conocimientos de cada participante a través de un programa de aprendizaje dirigido a un objetivo claro; es decir, que la comunidad obtenga los conocimientos para gestionar; es decir, aquella que tiene capacidad de planificar, operar y administrar; aquella que anticipa, lleva a cabo las responsabilidades durante el proceso, se adapte a las dificultades y a los medios de vida cambiantes, y se transforma para abordar las situaciones de dificultad.

Se realizaron dos capacitaciones con los miembros del comité de agua del caserío Loma Linda. En la primera capacitación se les explicó sobre la importancia de la cloración la cual se realizó el 06 de enero del 2023, además se realizó una segunda capacitación para exponer sobre la gestión integral del recurso hídrico, la cual se realizó el 13 de enero del 2023.

Las capacitaciones tuvieron una duración de 4 horas, donde se les exponía los temas y se discutían experiencias que los participantes tenían con relación a estas situaciones. Para las exposiciones se utilizó computadora, cañonera, carteles para mostrarles documentos y videos.

Por último, se les brindó material de manera digital en cada capacitación a los miembros del comité de agua para que esta fuera compartida con los demás miembros de las comunidades.

#### **4.4 Tipo de auditorio**

Ambas capacitaciones incluyeron una parte teórica y conceptual sobre el tema, tratando de relacionarlos al contexto local y a la comprensión de los miembros del comité de agua y algunas familias y/o beneficiarios del caserío Loma Linda. Se les brindó material para que esta fuera compartida con los demás miembros de las comunidades.

**Figura 8**  
*Capacitación sobre la importancia de la cloración.*



Fuente: Elaboración propia. Enero 2,023.

Este tema fue de bastante interés para los participantes de las aldeas y sectores, debido a que en su mayoría buscan un buen servicio en los sistemas de abastecimiento de agua potable y que estos sean duraderos, ya que en los últimos tiempos se han visto afectados con la escasez de agua.

#### **4.5 Lugar de capacitación**

Ambas capacitaciones se realizaron en el salón municipal de Huitán. En las dos reuniones participaron aproximadamente 20 personas, miembros del comité y algunas familias y/o

beneficiarios del caserío Loma linda, a quienes se les explicó sobre los temas de la importancia de la cloración y la gestión integral del recurso hídrico.

## **4.6 Capacitación de la importancia de cloración**

### **4.6.1 Cloro**

En la capacitación se describió el cloro como un producto químico utilizado habitualmente para realizar la desinfección del agua en sistemas de abastecimiento, y los más comunes son: cloro gaseoso, hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico, esto para garantizar la seguridad microbiológica del agua. Su función principal es eliminar o inactivar microorganismos patógenos, como bacterias, virus y protozoos, que pueden causar enfermedades transmitidas por el agua.

- Cloro ( $\text{Cl}_2$ ): El cloro ( $\text{Cl}_2$ ) es un gas tóxico, más denso que el aire, de color verde amarillento. Es un producto muy oxidante que reacciona con muchísimos compuestos. En presencia de humedad es extremadamente corrosivo y por ello los conductos y los materiales en contacto con él han de ser de aleaciones especiales. El vapor de cloro es irritante por inhalación y puede causar heridas graves en caso de exposición a altas concentraciones. El manejo de cloro lo realizará personal especializado y con un sistema de control y de alarma muy efectivos. Por estos motivos, es preferible la utilización de hipocloritos en solución o en forma sólida.
- Hipoclorito sódico ( $\text{NaClO}$ ): se obtiene por reacción del cloro gas con una solución de hidróxido de sodio. Tras la reacción, se obtienen soluciones acuosas de color amarillo verdoso, que tienen una concentración determinada de cloro activo por litro. Se comercializa en disoluciones de concentraciones entre 3 y 15% en peso. El hipoclorito sódico es un oxidante muy potente e inestable, tanto, que una solución de 100 gramos de cloro activo por litro, después de ser almacenada durante tres meses, puede contener 90 gramos o incluso menos.
- Hipoclorito cálcico ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ): es un sólido blanco con contenido entre el 20 y el 70% de cloro activo. Es muy corrosivo y que puede inflamarse al entrar en contacto con ciertos materiales ácidos. Sin embargo, presenta dos ventajas respecto al hipoclorito sódico: tiene un mayor contenido en cloro y una mayor estabilidad. Para ser utilizado, se diluye con agua para obtener una solución de concentración más manejable. La solución recomendada suele ser entre 0.5% a 2%.

#### **4.6.2 Aspectos físicos**

El agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para la mayoría de las personas. Se debe evaluar la calidad del agua de consumo humano basándose principalmente en sus sentidos. Los componentes microbiológicos, químicos y físicos del agua pueden afectar su aspecto, olor o sabor y el consumidor evaluará la calidad y aceptabilidad de acuerdo con estos criterios. Aunque es posible que estas sustancias no produzcan ningún efecto directo sobre la salud, las personas pueden considerar que el agua muy turbia, con mucho color, o con un sabor u olor desagradables es insalubre y rechazarla. En casos extremos, los consumidores pueden evitar consumir agua que es inocua, pero inaceptable desde el punto de vista estético y preferir, en cambio, agua de otras fuentes, cuyo aspecto sea más agradable, pero que puede ser insalubre. Por lo tanto, se recomienda evaluar la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento para consumo humano y elaborar reglamentos y normas. (GIZ, 2017)

Los cambios en la apariencia, olor y sabor del agua de consumo humano de un sistema de abastecimiento pueden indicar alteraciones en la calidad del agua de la fuente o deficiencias en los procesos de tratamiento, por lo que se recomienda realizar pruebas y revisiones periódicas sobre la dosis.

#### **4.6.3 Aspectos químicos**

La alcalinidad, la dureza y el PH son propiedades químicas del agua muy importantes para decidir el tratamiento de desinfección más adecuado. También deben controlarse para evitar corrosión o acumulación de sarro en las redes de distribución y que se vean afectados los accesorios.

Algunas sustancias químicas que se encuentran en el agua pueden estar en forma natural como el arsénico, el flúor y el manganeso, o agregadas por actividades del hombre, como los metales pesados y los pesticidas. Estos pueden ser dañinos para la salud humana, por lo que se debe verificar que no estén presentes en el agua a utilizar en los sistemas de abastecimiento de agua potable. (OMS, 2018)

Cuando se encuentren químicos que afecten la salud, suele ser más eficaz disponer los recursos para tomar medidas correctivas en la detección y eliminación de la fuente contaminada, en vez de aplicar tratamiento al agua.

#### **4.6.4 Aspectos microbiológicos**

Estas características están dadas por los microorganismos (hongos, bacterias, etc.) presentes en el agua. Estos no se pueden ver a simple vista. Los agentes microbiológicos más comunes son los coliformes fecales y totales; son tipos de bacterias que indican la presencia de materia orgánica fecal de origen animal y humano, en las aguas y pueden ser un indicador sobre su calidad. Para verificar la presencia de microorganismos es necesario realizarlo en laboratorio. Se recomienda que se realice periódicamente estudios bacteriológicos.

El agua para consumo humano debe estar libre de los micro-organismos y parásitos que pueden causar enfermedades como diarrea, cólera, amebiasis, entre otras. El tratamiento más común para eliminar estos microorganismos es la desinfección con cloro gas, hipoclorito de sodio (cloro líquido) o de calcio (cloro en polvo, granulado o en pastillas). También se pueden eliminar hirviendo el agua durante varios minutos. (OMS, 2018)

#### **4.6.5 Características de una buena desinfección**

Se sensibilizó a la población para realizar la desinfección de forma correcta y se obtenga un buen resultado, con las siguientes características:

- Tener la capacidad de destruir todos los tipos de patógenos en las cantidades típicas presentes en el agua y en un corto tiempo de contacto.
- No perder su capacidad desinfectante ante cambios en la composición y condiciones del agua a desinfectar.
- No ser tóxico y no generar subproductos tóxicos.
- Debe mantener su capacidad desinfectante en un rango adecuado de temperatura del agua.
- Debe ser muy fácil y seguro de aplicar, así como de determinar su concentración en el agua.
- Debe proveer al agua una protección residual contra contaminaciones posteriores a la desinfección, es decir, tener efecto residual.

#### **4.6.6 Cloro residual**

Se sensibilizó a la población sobre el cloro, debido a que tiene el poder de seguir activo después de haber tenido contacto con el agua. Gracias a esta cualidad, sigue eliminando

bacterias y microorganismos presentes en ella, haciendo el consumo de agua más seguro después de haber sido aplicado. Una vez que se agrega el cloro en el sistema de agua potable para eliminar los microorganismos patógenos, parte de este permanece en el agua, es a lo que se le denomina cloro residual.

Una gran parte de la población cuenta con desconfianza ante la presencia del cloro; sin embargo, si el cloro se aplica en cantidades adecuadas, el sabor del agua cambia, es un sabor diferente, pero no es molesto; simplemente es algo a lo que hay que acostumbrarse. Se debe tomar en cuenta que, si la dosificación es apropiada, el cloro residual, lejos de dañar la salud, sigue activo en el agua, eliminando cualquier riesgo de infección provocada por organismos patógenos.

#### **4.6.7 Prueba de cloro residual**

En todos los lugares donde exista un equipo de cloración se deben efectuar pruebas de cloro residual en diferentes lugares de la red de distribución. Esto es para conocer si se está cumpliendo con lo especificado por la norma, si existe contaminación o no, y en caso de haberla, buscar su origen y corregir la causa, llevando en todo momento un registro con su respectivo archivo.

La cantidad de cloro residual en el agua puede determinarse por procedimiento colorimétrico, mediante la prueba de DPD reactivo que al adicionarse al agua la hace adquirir una coloración según la cantidad de cloro residual que contenga. El color o tono de la muestra de agua debe igualar o coincidir con el que se haya seleccionado en el patrón de la escala, pudiendo variar desde el rosa pálido hasta el fucsia, dependiendo de la cantidad de cloro residual presente.

#### **4.6.8 Aspectos legales**

Se capacitó a los miembros del comité de agua sobre los aspectos legales que existen en Guatemala y el sistema de cloración para el caserío Loma Linda, ya que existe una desinformación sobre las entidades responsables de velar y verificar que el servicio básico de agua potable sea de buena calidad. Asimismo, al finalizar se les compartieron los documentos para que puedan profundizar y aprender sobre los derechos, obligaciones y los procesos que se llevan a cabo sobre una correcta desinfección. Los aspectos legales que se utilizaron en la capacitación fueron los siguientes:



- El Código de Salud en el artículo 87, reza que:  
La municipalidad y demás instituciones públicas o privadas, incluyendo las Comisiones de Agua y Saneamiento encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla en base a métodos establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el Ministerio debe brindar asistencia técnica de manera eficiente para su cumplimiento. El incumplimiento de esta disposición conllevará a sanciones.
- El Acuerdo Ministerial 523-2013:  
Otorga la responsabilidad al MSPAS, para efectuar la vigilancia de la calidad de agua en cada uno de los sistemas urbanos y rurales, para cloro residual libre. La frecuencia para los sistemas urbanos, al menos una vez por día. Para los sistemas rurales, al menos una vez por semana.
- El Acuerdo Ministerial 1148-09: El artículo 17 establece los procesos de desinfección que son obligatorios para cualquier sistema de abastecimiento de agua para consumo humano. El artículo 18 explica los procesos de desinfección por el método de aplicación de cloro que se debe aplicar sin excepción alguna en todos los sistemas de agua y la cantidad necesaria.

#### **4.6.9 Hipoclorador o termoclorador**

En los sistemas de abastecimiento de agua potable se debe contar con un sistema de desinfección, por lo tanto, es necesario que la población del Caserío Loma Linda cuente con el conocimiento de los tipos de sistemas, su funcionamiento y la diferencia entre estos.

La función del hipoclorador es suministrar constantemente una solución hecha a base de hipoclorito de calcio y agua, la que permite que el agua almacenada en el tanque de distribución sea apta para el consumo humano. Existen dos equipos ampliamente utilizados: el dosificador de tableta (o pastilla) y el hipoclorador es una bomba dosificadora para aplicar soluciones ya sea de hipoclorito de sodio o de calcio. La diferencia principal entre ambos equipos es en la manera de operar, el hipoclorador es eléctrico, el de tableta es mecánico.

El hipoclorador es una bomba que succiona una solución de cloro de un recipiente, para posteriormente inyectar la solución en la tubería del sistema por medio de una válvula de inyección, la cual tiene un difusor de espera.

#### **4.6.10 Estudios de calidad de agua**

Una parte importante de la desinfección son los estudios de calidad de agua, ya que estos verifican la existencia de agentes micro bacteriológicos y fisicoquímicos, por lo tanto, es de gran importancia que la población del caserío Loma Linda tenga el conocimiento de las siguientes consideraciones para una correcta toma de muestra.

Para el análisis fisicoquímico y bacteriológico se debe purgar el recipiente, el cual debe llenarse dejando vacío el 1 % de la capacidad de este, luego se tapa y se coloca en la nevera con hielo. Se debe evitar tomar muestras en la superficie, en el fondo o en las orillas, pues la calidad no es uniforme en estos sitios. Las muestras deben tomarse en el centro de la corriente y en la mitad de la profundidad. No se destapa el frasco, hasta que se vaya a tomar la muestra. Se debe tomar el recipiente por la base y destaparlo dentro del agua, sumergirlo con la boca hacia abajo para evitar la introducción de material superficial.

El pH debe medirse en el sitio de la prueba porque los cambios de temperatura afectan su valor. El pH se medirá en Piragua con papel tornasol; aunque para mediciones más técnicas se utiliza un instrumento llamado pHmetro. Para ello se debe sumergir la cinta en el cuerpo de agua, idealmente en el centro de la corriente. La cinta cambiará de color cuando entre en contacto con el agua. Una vez se haya realizado este procedimiento, se toma la cinta y se compararan las tonalidades con la escala de colores que viene en el empaque. Cada color tiene asignado un valor de pH que se debe anotar en los datos de campo.

Para el traslado al laboratorio no deben transcurrir más de 24 horas desde la recolección. Se deben trasladar en neveras portátiles a 4°C y en la oscuridad. Se debe tener cuidado de sellar los empaques para no contaminar el agua con el hielo derretido.

El análisis se realiza en laboratorio, para verificar que no exista algún elemento químico y bacteriológico, según la norma COGUANOR NTG 29001 que establece los parámetros máximos aceptables para que el agua sea para consumo humano.

### **4.7 Capacitación del uso correcto del recurso hídrico**

#### **4.7.1 Gestión integral de los recursos hídricos (GIRH)**

En la capacitación se explicó que el agua es un recurso vital para la vida y el desarrollo, por lo que debe ser administrada en beneficio de toda la población, lo cual implica asumir responsabilidades relacionadas con su contabilización, conservación y control de uso adecuado; así como reglamentar la asignación de derechos de uso del agua. La gestión del

agua tiene que ver con la forma como se administra este recurso natural. Hay que tener en cuenta que si hay o habrá una crisis del agua también habrá una crisis del desarrollo.

En la actualidad existe una competencia por el uso múltiple del agua, debido principalmente a las demandas poblacionales y a los desastres naturales asociados con eventos hidrometeorológicos extremos como inundaciones y sequías, los cuales causan numerosas víctimas y pérdidas económicas cada vez mayores, a la vez que se vuelven más recurrentes y aumentan la vulnerabilidad ante el riesgo hidrológico. Además, se advierten problemas críticos de contaminación de agua, por lo cual cada año, más de cinco millones de personas mueren por enfermedades de origen hídrico o de transmisión por vía del agua, cantidad que es más de 10 veces el número de personas que mueren en las guerras alrededor del mundo.

#### **4.7.2 Principios de la gestión integral del recurso hídrico**

Se brindó una capacitación al comité y a los usuarios a cerca de la gestión integral del recurso hídrico, para explicarles que los diferentes usos del recurso son excluyentes e interdependientes y surgió como respuesta a la crisis del agua, ya que existe una insostenibilidad sobre el recurso hídrico, que es debido a la creciente demanda de agua, la contaminación y el crecimiento demográfico. Asimismo, se les indicó la importancia de la gestión integral del recurso hídrico, los objetivos y principios que se deben cumplir para que esta sea una óptima gestión y, que se pueda cumplir con la optimización del recurso hídrico.

Los principios de la gestión integral del recurso hídrico aplicables en sistemas de abastecimientos de agua potable son:

- La integración de la gestión del agua para todos sus usos, con el objetivo de maximizar los beneficios globales y reducir los conflictos entre los usuarios.
- La integración en la gestión de intereses económicos, sociales y ambientales, tanto de los usuarios directos del agua como de la sociedad en su conjunto.
- La integración de la gestión de todos los aspectos del agua (cantidad, calidad y tiempo de ocurrencia) que tengan influencia en sus usos y usuarios.
- La integración de la gestión de las diferentes fases del ciclo hidrológico.
- La integración de la gestión a nivel de cuencas, microcuencas y sistemas hídricos.
- La integración de la gestión de la demanda de agua con la gestión de la oferta.
- La integración de la gestión del agua y de la gestión de la tierra y otros recursos

naturales y ecosistemas relacionados.

El objetivo de la gestión integral del recurso hídrico es promover el aprovechamiento, la conservación y uso racional del recurso conforme a la oferta y demanda del recurso hídrico. Las actividades necesarias para la GIRH que se debe tener en cuenta son los siguientes aspectos:

- Evaluación de la situación y tendencia actual.
- Formulación de la situación que se desea y de las intervenciones requeridas.
- Establecimiento de sistemas de monitoreo de las acciones y pasos propuestos.

#### **4.7.3 Políticas legales e instituciones**

Se sensibilizó a la población sobre las políticas existentes que se encargan de contribuir y fomentar la gestión integral del recurso hídrico, en las cuales se encuentran:

- La Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento (AG. 418-2013): Tiene el objetivo de asegurar la contribución del agua al logro de metas y objetivos de desarrollo nacional de Guatemala. Se trata de una Política Pública del Gobierno Central que se presenta como referente de acciones a nivel nacional para trascender hacia una Política Pública de Estado de largo plazo, basada en herramientas de planificación y presupuesto nacional. Más concretamente, constituye asegurar la contribución del agua al cumplimiento de metas y objetivos de desarrollo económico, social y ambiental del país, mediante la institucionalización del sistema nacional de gestión y gobernanza del agua, para que satisfaga el mayor número de demandas, prevea los requerimientos futuros, gestione los riesgos hídricos y proteja el bien natural, en un marco de armonía social, desarrollo humano transgeneracional y soberanía nacional.
- Política Marco de Gestión Ambiental (AG. 791-2003): Promover acciones para mejorar la calidad ambiental y la conservación del patrimonio natural de la nación, así como el resguardo del equilibrio ecológico necesario para toda forma de vida a manera de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar económico, social y cultural de las generaciones actuales y futuras. Puntualmente se incluye el eje de cuencas hidrográficas y agua; no obstante, lo anterior también existe de manera indirecta, relación con los demás ejes priorizados en la política. En este

aspecto, se considera como prioridad nacional la formulación de políticas sobre el agua, reconociendo que actualmente no existen políticas vigentes al respecto. Además de contar con el acompañamiento de instrumentos legales para normar su conservación y uso. En este aspecto, las propuestas básicas de la política establecen:

- Establecer políticas de manejo de cuencas hidrográficas
- Impulsar políticas para el manejo y uso del agua.
- Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos (AG. 63-2007):

La política busca dirigir al país hacia nuevas formas productivas, que hacen énfasis en materia energética, en la conservación y uso sostenible del agua, el saneamiento del ambiente, el uso adecuado de los recursos y en la seguridad integral. Esto implica que la institucionalidad ambiental del país dirija sus acciones de fomento, inversiones y acciones de ejecución principalmente en los temas de GIRH.

- Política de Promoción del Riego 2012-2023.

La política hace mención que “la potestad de normar el uso del agua no garantiza un manejo por cuencas hidrográficas, las cuales abarcan por lo general más de un municipio. Si existe la posibilidad legal de propiciar el manejo integrado del recurso en las microcuencas dentro de un mismo municipio, o en una mancomunidad de municipalidades, tal y como lo establece el Código Municipal.”

#### **4.7.4 Ejes de la política en Gestión Integral del Recurso Hídrico**

La política en Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) en Guatemala cuenta con ejes principales para el correcto funcionamiento de este, fundamentados en la problemática del recurso hídrico. Los objetivos planteados y los ámbitos de intervención relacionados con las competencias propias y derivadas de la gestión sustantiva del Gobierno, se identifican con cuatro líneas de política:

- Gestión sostenible del recurso hídrico:

La gestión sostenible del recurso hídrico hace referencia a su uso equilibrado del recurso, en las dimensiones social, económica y ambiental, en el cual se reconoce el principio al derecho transgeneracional y sustentable del recurso hídrico, como elemento clave de mejora y cambio en la salud, seguridad alimentaria, bienestar y desarrollo humano.

En este sentido, la línea de política busca, entre otros, garantizar una efectiva gestión mediante la promoción de marcos normativos congruentes con la realidad nacional y local, la implementación de instrumentos de gestión idóneos para evaluar la calidad del recurso, la identificación de métodos alternativo de solución de conflictos a nivel local, instrumentos de cambio, regulación e intercambio de información y el respectivo fortalecimiento de las capacidades institucionales para atender las demandas y retos que conlleva el desarrollo sostenible del recurso hídrico.

En consecuencia, la línea de política relacionada con la gestión sostenible del recurso hídrico pretende que se reconozca al recurso hídrico como elemento vital para la vida, para la producción, para la salud, para el equilibrio natural, para la seguridad, y por lo tanto, debe ser tratado como parte del camino hacia un desarrollo sostenible, participativo y transparente, que pretende eliminar la conflictividad existente en cuanto a sus diferentes dimensiones y contextos de aprovechamiento y uso, buscando la sostenibilidad eficiente y oportuna.

- Construcción y fortalecimiento de las capacidades para la gestión integrada del recurso hídrico:

La construcción y fortalecimiento de las capacidades nacionales y locales para realizar una efectiva gestión del recurso hídrico requiere de la imprescindible participación de los diferentes sectores y actores de la sociedad civil guatemalteca, además de trabajar de manera integral en cuanto a transversalizar la política ambiental en las agendas de política económica y social, tal y como se menciona en la ley de creación del MARN. Este esfuerzo solo puede ser posible mediante la construcción de capacidades y la promoción de reformas sectoriales pertinentes y efectivas para fortalecer la gestión integrada del recurso hídrico en el país.

- Promoción de los mecanismos de mitigación y adaptación en la gestión del recurso hídrico ante la variabilidad y el cambio climático:

La ventaja de promover una gestión integrada del recurso hídrico, es considerarla como el mecanismo para la implementación de medidas de mitigación y adaptación ante los impactos del cambio climático. Para este fin, la conformación del sistema nacional de información del recurso hídrico debe ser oportuna en cuanto a la calidad, cantidad y renovación del recurso hídrico; toda vez que ello permitirá considerar las medidas adecuadas y pertinentes en cuanto a la forma de abordar la problemática y presión del

recurso, sin perder de vista la variabilidad climática y por ende los efectos a futuro del cambio climático.

- **Mecanismos de comunicación y coordinación interinstitucional:**

Para el cumplimiento de los objetivos, fines y propósitos de la política, es necesaria la existencia de un mecanismo articulado de colaboración, coordinación, trabajo y cooperación mutua y estrecha entre el gobierno, la población guatemalteca, las municipalidades y los diferentes sectores económicos, sociales, culturales y productivos e informativos del país, que permita transparentar los procesos de carácter general, analizar los avances y logros obtenidos; y específicamente, incluya una plataforma que facilite el cumplimiento de los compromisos en materia de gestión del recurso hídrico.

#### **4.7.5 Calidad del agua**

La calidad del agua es importante y un objetivo que se busca en los sistemas de abastecimiento de agua potable, debido a esto, en la capacitación se mencionó:

- La calidad del agua es la serie de propiedades que hacen adecuada para el consumo humano, ya que el esta posee características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas.
- El agua potable es la que cumple los requisitos físicos, químicos y micro-biológicos para que esta agua puede ser consumida por la población humana, sin producir efectos negativos a la salud.

#### **4.7.6 Conservación de cuencas y microcuencas**

La microcuenca es el área donde se localizan las fuentes de abastecimiento para el sistema de agua. La conservación de cuencas y microcuencas es una parte importante en la gestión integral del recurso hídrico y un eje fundamental para lograr una buena calidad del agua, por este motivo se sensibilizó y se promovió la conservación de estas.

La interacción de los seres humanos en esta misma área puede afectar la producción y calidad del agua, por ello la cuenca es la unidad ideal para la planificación, gestión del agua, del suelo y la cobertura vegetal, considerando todo el ciclo hidrológico y las interdependencias de calidad, cantidad, agua superficial y subterránea, además agua para el re-uso.

Los bosques y los árboles desempeñan un papel muy importante en los procesos

hidrológicos de las cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas de montañas con tierras boscosas y de tierras altas suministran alrededor del 70 por ciento del agua dulce accesible con la que se satisfacen las necesidades domésticas, agrícolas, industriales y ecológicas.

El propósito de la conservación de cuencas y microcuencas es que por medio de la intervención humana se garantice la utilización sostenible de los recursos naturales de la cuenca.

#### **4.7.7 Caracterización de cuenca**

El análisis cartográfico en diversos mapas temáticos es para efectuar una descripción de las características biofísicas, delimitadas en función de la red hídrica del área de manera integrada; dentro de estos están: límites, coordenadas, geología, geomorfología, uso actual de la tierra, ríos, caudal de los ríos principales, análisis bacteriológicos, longitud del cauce, índice de capacidad, etc. (MARN, 2015)

#### **4.7.8 Conservación de las fuentes de agua**

La protección de las fuentes de agua puede reducir los riesgos para evitar la exposición al agua contaminada y ayuda a reducir los costos de tratamiento, con el fin de evitar o aplazar la necesidad de un tratamiento complejo. Para el cuidado de las fuentes se cuentan con las siguientes actividades.

- La restauración de las zonas para reducir la contaminación por escorrentía.
- La estabilización de los bancos de arroyos para reducir la sedimentación.
- La protección de tierras/servidumbres.
- Las mejores prácticas de gestión para actividades agrícolas y forestales o control de aguas pluviales.
- Las ordenanzas locales para limitar ciertas actividades en áreas de protección de fuentes de agua o de pozos.
- El desarrollo de planes de respuesta a emergencias.

#### **4.7.9 Caudal de mantenimiento o ecológico**

Se sensibilizó sobre el flujo de agua mínimo que debe mantenerse en una fuente para conservar en buenas condiciones el funcionamiento del ecosistema, garantizando los usos



consuntivos y no consuntivos para asegurar que el sistema del río permanezca ambiental, económica y socialmente saludable, para las generaciones futuras.

#### **4.7.10 Balance hídrico**

Se capacitó sobre el balance hídrico que es la diferencia en el total de entrada y total de salidas que deben ser igual al cambio de agua en almacenamiento de ese volumen. Debe considerarse que si las entradas superan a las salidas existe una acumulación (aumento en el almacenamiento) y, lo contrario si las salidas superan a las entradas, existe un déficit. (MARN, 2015)

## **CAPÍTULO 5. SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN CASERÍO LOMA LINDA, HUITÁN, QUETZALTENANGO**

### **5.1 Descripción del proyecto**

En el caserío Loma Linda del municipio de Huitán, Quetzaltenango se construyó un sistema de abastecimiento de agua potable, que incluye línea de conducción 1 ½” y 1 ¼”, construcción de tanque de distribución, instalación de red de distribución y conexiones domiciliarias y obras hidráulicas; por tal motivo fue necesario realizar la supervisión de la obra, para verificar el cumplimiento del cronograma de ejecución, costos y especificaciones técnicas de la planificación y diseño.

#### **5.1.1 Localización**

El caserío Loma Linda forma parte de la jurisdicción del municipio de Huitán, Quetzaltenango. El proyecto está ubicado a 15° 2’ 56.61” Norte, 91° 38’ 45.40” Oeste a 37 km de la cabecera departamental, posee una elevación aproximada de 2600 metros sobre el nivel del mar.

#### **5.1.2 Tipo de sistema y tuberías**

El proyecto comprende un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el caserío Loma Linda, con una línea de conducción con tuberías de 1 ½” y 1 ¼” y una red de distribución abierta con tuberías de 1 ½” y 1, que beneficia a 105 viviendas. El tipo de conexiones es predial, lo que indica que cada vivienda contará con una conexión predial.

### **5.2 Supervisiones en construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Loma Linda del municipio de Huitán, Quetzaltenango**

#### **5.2.1 Limpia, chapeo y destronque**

Esta operación fue previa a la iniciación de los trabajos en la obra, con el objetivo de eliminar toda clase de vegetación y material indeseable. Esta actividad consistió en el chapeo, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que estén dentro de los límites de la obra, con el fin de realizar y facilitar los trabajos de obra civil. Todo el material que se reúne del chapeo se debe poner en un sitio apropiado para su incineración o entierro. Cuando la alternativa es incinerar los desechos, se debe velar porque esta operación se efectuó de forma

apropiada para evitar la propagación del fuego. Los sitios de disposición serán consultados a los propietarios de los terrenos donde se localicen las zonas de disposición, así como obtener la autorización respectiva de manera escrita. Además, se debe tener especial cuidado en que la disposición de estos desechos se haga en zonas donde no ocasionen posteriormente contaminación o perjudiquen a terceros.

**Figura 9**

*Supervisión de limpieza, chapeo y destronque.*



Fuente: Elaboración propia, agosto 2022

### **5.2.2 Línea de conducción**

La llamada línea de conducción cuenta con un conjunto de tubería que inicia desde la caja unificadora de caudales hasta el tanque de distribución, por medio de tuberías que están diseñadas para trabajar a presión con una longitud de 6.5 kilómetros. La capacidad de la tubería de conducción debe ser suficiente para transportar el caudal de día máximo, al tratarse de un sistema por gravedad.

Se realizaron supervisiones cada semana en distintos días durante dos meses para la construcción de la línea de conducción, donde se verificó que se cumpliera con las especificaciones técnicas para su correcto funcionamiento.

**Figura 10**

*Verificación de medidas de zanja.*



Fuente: Propia del autor, septiembre 2022

Durante la supervisión de la línea de conducción se pudo ver el proceso constructivo de los siguientes componentes:

- Zanjeo
- Instalación de tubería de 1 ½"
- Instalación de tubería de 1 ¼"
- Válvulas de aire más cajas de protección
- Válvulas de limpieza más cajas de protección
- Pasos aéreos de 20 metros
- Pasos aéreos de 15 metros

### 5.2.3 Tanque de distribución

Se realizaron supervisiones cada semana en distintos días, durante un mes para la construcción del tanque de distribución de 50 metros cúbicos, donde se verificó que se cumplieran las especificaciones técnicas para su correcto funcionamiento.

El tanque de distribución es de 50 metros cúbicos, para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, con el objetivo de almacenar agua en las horas de menor consumo. El volumen estimado es del 20% al 50% del caudal medio diario. El tanque de distribución se compone de las siguientes obras:

- Depósito principal:  
Esta estructura contiene el volumen de agua para las horas de mayor consumo. Los muros se construyeron de concreto reforzado, de igual manera la losa y tapadera son de concreto reforzado. Para cada volumen requerido se tipificaron los detalles en planos; estos se construyeron en el punto de ubicación.
- Caja de válvula de entrada:  
Esta estructura servirá para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal. Se construyó de mampostería de piedra; los muros con un espesor de 0.15 m, la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula es de bronce adaptada para tubería y accesorios de PVC.
- Caja de válvula de salida:  
Esta estructura servirá para la protección de la válvula de control del caudal de salida al depósito principal, se hará de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0.15 m, y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.

Durante el periodo de supervisión del tanque de distribución de 50 metros cúbicos se pudo ver el proceso constructivo de los siguientes componentes:

- Excavación
- Fundición del tanque
- Instalación de tubería en el tanque que conecta conducción
- Instalación de tubería en el tanque que conecta distribución y rebalse
- Instalación de caja para válvula de entrada del tanque
- Instalación de caja para válvula de salida del tanque

## Figura 11

### *Supervisión de construcción del tanque de distribución*



Fuente: Propia del autor, noviembre 2022

#### 5.2.4 Red de distribución

Se realizaron supervisiones cada semana en distintos días durante dos meses para la construcción de la red de distribución, verificar que se cumpliera con las especificaciones técnicas y que se aplicaran los métodos constructivos adecuados para su correcto funcionamiento.

Las tuberías de la red son las que distribuyen el agua a los puntos de toma que son las conexiones prediales. Las tuberías de la red de distribución salen del tanque con una longitud de 10 kilómetros, con los siguientes componentes:

- Instalación de tubería:

Estas tuberías son de PVC, están a una profundidad de 0.80 m con respecto a la línea de trazo del perfil del terreno. Para las zanjas se excavó un mínimo de 0.40mts de ancho; el fondo de esta hubo que moldearlo circularmente para que la tubería tuviera mayor área de contacto con la superficie y, así evitar posibles asentamientos diferenciales del tubo y, que pudieran provocar agrietamientos o quebraduras de la unidad, lo que implicaría fugas y pérdidas de presión. Cada unión entre dos tubos cuenta con una aplicación de cemento solvente dispuesta en toda la parte exterior del extremo macho del tubo, con un ancho de 10 cms; de la misma forma se aplicó

en la parte interior del extremo hembra del tubo. Después de haber probado la tubería se relleno la zanja con el material extraído, compactándose en capas no mayores a los 30 cms.

- Caja de válvula de compuerta:

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control del caudal en un ramal. Se realizó de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0.15 m, y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula es de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.

**Figura 12**

*Supervisión de pegado de tubería.*



Fuente: Propia del autor, diciembre 2022

Durante el periodo de supervisión de la red de distribución se pudo ver el proceso constructivo de los siguientes componentes:

- Zanjeo
- Instalación de tubería de 1 1/2"
- Instalación de tubería de 1"
- 105 conexiones domiciliarias

- Válvulas de control
- Pegado de tubería

### 5.2.5 Materiales

Durante el periodo de supervisión se veló por cumplir con las calidades de los materiales y con las especificaciones dadas, entre estos se tienen:

- Tubería y accesorios de polivinilo (PVC):

La tubería de PVC (cloruro de polivinilo) debe ser rígida, estabilizada con estaño y debe satisfacer la norma ASTM-D2467-68 Y CS-256-63. Será para una presión de trabajo mínimo de 160 PSI.

Para tubo de ½", 315 Psi; para tubo de ¾", 250 Psi; para tubo de diámetro igual o mayor de 1" la presión que se indique en las bases especiales o en los planos; se veló porque las uniones fueran conectadas por medio de campana y espiga.

Los accesorios fueron de la misma clase, para una presión mínima de 250 Psi, para tubos de diámetros mayor a 1" y 315 Psi para diámetros menores a 1". La tubería y los accesorios deben tener la aprobación de NSF (National Sanitation Foundation) o de otra institución similar. Los materiales fueron almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección. Se almacenaron bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no recibieran directamente los rayos del sol. Los tubos no se apilaron a más de 60 centímetros de altura y se tomaron las precauciones necesarias para que no se camine sobre ellos.

- Tubería y accesorios de hierro galvanizado (HG):

La tubería de acero galvanizado fue sin costura, soldada eléctricamente, galvanizada en caliente tipo mediano, para 700 Psi de presión de trabajo. Fue del tipo Estándar Americana y cumplió con las normas ASTM-A5ZT acoplados mediante manguito y rosca y con sus respectivos protectores. Las roscas se ajustaron a las normas ASPT.

Los accesorios deben soportar una presión de trabajo mínima de 700 Psi, con refuerzo plano y roscas según normas ASPT, debe satisfacer la especificación Federal WW-P521 Tipo II. En todas las uniones roscadas se utilizó PERMATEX.



### 5.2.6 Materiales de albañilería y refuerzo

Durante la supervisión se verificó que los materiales y productos utilizados para la construcción de la obra fueran de buena calidad, de manera que llenen los requisitos mínimos para tener:

- Adecuada resistencia estructural, establecida por las normas respectivas.
- Adecuada resistencia al uso y los elementos. Razonable durabilidad y economía de mantenimiento.
- Concreto reforzado: El concreto a utilizarse debió ajustarse a las últimas normas vigentes del Instituto Americano del Concreto (ACI).
- Agregados: Los agregados finos del concreto fueron arena de río, artificial o de origen volcánico aceptable, exento de material orgánico u otro material nocivo, debiendo cumplir las normas ASTM C-33. Los agregados finos y gruesos se suministraron y dosificaron por separado.
- Dosificaciones: Para el concreto las proporciones fueron cemento, agregados y aguas dosificadas de manera que produjeran una mezcla de la trabajabilidad, durabilidad y resistencia requeridas.

#### **Figura 13**

*Supervisión de zanjeo y colocación de tubería.*



Fuente: Propia del autor, diciembre 2022

## CONCLUSIONES

1. Se realizó el levantamiento topográfico de la línea de conducción y red de distribución para 457 viviendas con una densidad poblacional de 5 hab/vivienda; además se efectuó el aforo de las fuentes, las cuales cuentan con un caudal de 4.35 lts/s; asimismo se documentaron los riesgos en el sitio para la seguridad de los usuarios.
2. Con el levantamiento topográfico y los parámetros establecidos se diseñó la línea de conducción de 15.2 kilómetros, con una presión máxima de 87 m.c.a y velocidad de 0.4 m/s. La red de distribución de 14.7 kilómetros con una presión máxima de 58.8 m/s y una presión máxima de 1.61 m/s. que abastecerá a una población de 457 viviendas actuales.
3. Se realizaron pruebas de la calidad del agua (bacteriológica y físico-química) y los resultados indican que las fuentes captadas cuentan con coliformes totales, por lo que el sistema de desinfección del agua es indispensable, con una dosis de cloro de 35 tabletas/mes. El cloro residual se debe verificar que esté entre el rango de 0.3 a 0.5 mg/litro. cada vez que se cambien o agreguen las pastillas.
4. De acuerdo con la planificación, se determinó un costo para la ejecución de la obra de Q 11,215,119.00 con un periodo de 17 meses, y se realizaron los respectivos planos para la línea de conducción, red de distribución y obras de arte.
5. Se capacitó a los miembros del Comité del Caserío Loma Linda, del municipio de Huitán sobre el tema Importancia de cloración y el uso correcto del recurso hídrico con enfoque de gestión Integral, promoviendo el uso de los sistemas de desinfección y la gestión sobre los sistemas de agua potable en la sociedad.
6. Se realizó la supervisión y el acompañamiento técnico en la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Loma Linda, Huitán para verificar que se cumplirá el diseño y la planificación. El proyecto incluye línea de conducción 1 ½”

y 1 ¼”, construcción de tanque de distribución, red de distribución, conexiones domiciliars y obras hidráulicas necesarias.

## RECOMENDACIONES

1. Para las supervisiones en la ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable, se debe verificar que se cumplan con los métodos constructivos y los estándares de calidad establecidos en las especificaciones técnicas, con fin de garantizar la funcionalidad y durabilidad del sistema.
2. En base a la planificación realizada, el sistema de abastecimiento de agua potable está diseñado para uso de actividades domiciliarias, por lo que el comité y los usuarios deben evitar el uso de esta para fines agrícolas, para que el sistema funcione correctamente.
3. En base a la planificación realizada, se recomienda a los miembros del consejo municipal y a la población de la aldea Tacajalvé la gestión de un proyecto de saneamiento básico (drenajes o pozos de absorción más pozos sépticos) para desfogar el agua que ingresara con el proyecto de abastecimiento de agua potable.
4. Según los resultados de las pruebas de calidad de agua (bacteriológica y físico-química) el comité de agua, operadores y personal técnico deben verificar la dosis de cloro en el sistema de agua potable por medio de monitoreos de cloro residual, los cuales se deberán realizar como mínimo una vez cada seis meses, como está establecido por el MSPAS o cada vez que se agregue pastillas de cloro.
5. En base a los resultados del estudio de suelo, este es arcilloso con baja plasticidad, se recomienda al personal técnico, ejecutor y supervisor del presente proyecto desarrollado, realizar estabilización del suelo con cal para mejorar la cohesión del suelo, reducir la expansión y mejorar su capacidad de soportar cargas.
6. En base a la supervisión realizada, se recomienda al personal técnico, ejecutor y supervisor del presente proyecto usar el equipo de protección personal mínimo (casco, chaleco con cinta reflectiva y guantes) en todo momento y el equipo requerido según el

trabajo que se esté realizando, indicado en las normas NTG y en las especificaciones técnicas, para garantizar la protección y seguridad de los trabajadores.

7. Se debe seguir sensibilizando a las comunidades sobre los temas importancia de la cloración y el uso correcto del recurso hídrico con enfoque de gestión integral, para disminuir el rechazo del uso de tratamientos en el agua, y de esa manera promover el cuidado de todo el sistema de abastecimiento de agua potable, como el uso del recurso hídrico.

## BIBLIOGRAFÍA

- 29001-2010, C. N. (2010). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala.
- AASHTO. (2019). *Load and Resistance Factor Design and list the AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*, 8va. edición, California Amendments.
- ACI. (2019). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. Comité 318, American Concrete Institute.
- Beltrán Razura, A. (2012). *Costos y Presupuestos*. México: Instituto Tecnológico de Tepic.
- Gabaldón, A. (2015). “Agua y desarrollo” en Venezuela: Una riqueza escasa. Tomo I, Caracas: Fundación Empresas Polar.
- García, A. R. (2019). *Guía de presupuesto automatizado para acueductos y letrinización rural*. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado el 13 de 12 de 2021
- García, J. M. (2000). *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el caserío Nanhuitz, Aldea Yulhuitz 2, San Juan Ixcay, Huehuetenango*. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado el 16 de 02 de 2022
- GIZ. (2017). *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable*. Cooperación Alemana al Desarrollo.
- Horacio, A. S. (1998). *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de los cantones Sur y Oriente de la cabecera municipal de Patzun, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado el 16 de 02 de 2022
- INFOM, U. (1997). *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. Recuperado el 15 de 02 de 2022
- Jhon Jairo Duque A, J. G. (2018). *Topografía Aplicada*. ARTE IMAGEN.
- Leoncio, M. (2015). *Estudio comparativo de costos entre muros de contención por gravedad, en voladizo y suelo reforzado*. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de

*Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado el 17 de 11 de 2022*

MARN. (2014). *Política Marco para la gestión integrada del recurso hídrico*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Martínez, Y, & Villalejo, V. (2018). *La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos*. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Recuperado en 03 de enero de 2023.

Morales, R. (2014). *Manual de supervisión de obras* . Comercial.

Saavedra, C. (2009). *El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales*. CONCERTAR.

Social, M. d. (1959). *Normas generales para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable*. Guatemala. Recuperado el 15 de 02 de 2022

UNEPAR. (1980). *Cartilla para la operación y mantenimiento de acueductos rurales*. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. Recuperado el 15 de 02 de 2022

Vides Tobar Armando, I. (1978). *Análisis control de costos en ingeniería tomo I y II*. Guatemala: Piedrasanta.

Yolima del Carmen, & Castro Méndez, Carlos Enrique. (2012). *Aprovechamiento responsable del recurso hídrico fluvial*. Agua limpia Dualiby. Recuperado en 04 de enero de 2023.

**APÉNDICE A**

Modelo de boleta de censo habitacional





UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

BOLETA (SOCIOECONOMICO) FAMILIAR

OBJETIVO: Obtener datos socioeconómicos de las familias de la comunidad solicitantes de agua y saneamiento básico, para sustentar la demanda y necesidad de la población.

Comunidad: \_\_\_\_\_

Sector: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

Nombre del Titular de derecho: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado (a): \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**I. DATOS GENERALES DE LA FAMILIA**

1. Número de personas que habitan en la vivienda: _____				
De las personas que habitan en la vivienda cuantos son: Mujeres _____ Hombres _____				
De las personas que habitan en la vivienda cuantos son: Niños _____ Adultos _____				
1.2 ¿Cuántas familias (no personas) viven en la vivienda? _____				
2. Etnia y religión:				
2.1. Etnia: Maya: _____ Ladina _____ Otra: _____				
2.2. Religión: católica: _____ Evangélica: _____ otra: _____				
2.3. Idioma: k'iché: _____ Español: _____ Otro: _____ Cual? _____				
3. Grado de escolaridad de la familia:				
	Padre	Madre	Hijos	Hijas
a. No estudio	_____	_____	_____	_____
b. Primaria	_____	_____	_____	_____
c. Educación Básica	_____	_____	_____	_____
d. Nivel diversificado	_____	_____	_____	_____
e. Graduado diversificado	_____	_____	_____	_____
f. Estudiantes universitarios	_____	_____	_____	_____
4. Servicios que tiene la vivienda				
Energía Eléctrica _____ Agua _____ Cable _____ Drenaje _____ Letrina _____				
Recolección de basura _____ Otros: _____				
5. Características de la vivienda (Observe):				
5.1. Materiales de la vivienda				

<p>a. Paredes: Block _____ Adobe _____ Madera _____ Lamina _____ Ladrillo _____</p> <p>b. Techo: Lamina _____ Terraza _____ Teja _____ Pajón _____</p> <p>c. Piso: Tierra _____ Cemento _____ Granito de mármol _____ Cerámico _____</p> <p>5.2. Número de ambientes:  Uno _____ Dos _____ tres _____ Más de tres _____</p>
<b>II. SITUACIÓN ECONOMICA DE LAS FAMILIAS</b>
<p>6. Ingresos Económicos</p> <p>6.1. ¿Quiénes cubren los gastos de la familia para obtener ingresos?  Papá _____ Mama _____ Hijos _____ Hijas _____</p> <p>6.2 Ocupación ¿En que trabajan los miembros de la familia para obtener ingresos?  Albañilería _____ Jornalero _____ Comerciante _____ Agricultor _____ Sastrería _____  Artesanía _____ otras ocupaciones _____ Cuáles? _____</p> <p>6.3 Lugar donde trabajan los miembros de la familia  En la comunidad _____ fuera de la comunidad, en qué lugar: _____</p> <p>6.4. Migración ¿tiene algún familiar trabajando fuera del país? _____</p> <p>6.5. ¿Reciben remesas familiares Sí _____ No _____</p>
<p>7. Bienes que posee la familia</p> <p>7.1. La vivienda es: Propia _____ Alquilada _____ Prestada _____</p>
<p>8. ¿Cuánto es el promedio de ingreso mensual Familiar?</p> <p>Menos de Q 500.00 _____ De Q 501.00 a Q 1,000.00 _____</p> <p>De Q 1,001.00 a Q 1,500.00 _____ De Q 2,501.00 a Q 3000.00 _____</p> <p>Más de Q 3,500.00 _____</p>
<p>9. Egresos de la familia (Gastos en rangos)</p> <p>9.1 Tipos de gastos?</p> <p>a. Alquiler de vivienda: Si _____ No _____</p> <p>b. Gastos de alimentación: Si _____ No _____</p> <p>c. Pago de luz: Si _____ No _____</p> <p>d. Compra de gas: Si _____ No _____</p> <p>e. Estudio de Hijos: Si _____ No _____</p> <p>f. Pago de Tel. Celular: Si _____ No _____</p> <p>g. Vestuario: Si _____ No _____</p> <p>h. Salud: Si _____ No _____</p>

**APÉNDICE B**

Libreta topográfica

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
<b>Grupo 1 de nacimientos</b>					
base	0	1000	1000	1000	
norte	1	1000	1002.113	1000.12	
n	2	1014.477	1002.682	1001.398	
n	3	1019.064	1010.025	1002.135	
n	4	1027.435	1011.508	1002.538	
n	5	1034.594	1014.345	1003.12	
n	6	1045.177	1022.309	1003.85	
n	7	1030.265	1029.064	1003.172	
n	8	1025.266	1029.53	1003.112	
n	9	1009.832	1039.422	1003.793	
n	10	1008.983	1034.821	1003.742	
n	11	1012.955	1023.049	1002.234	
n	12	1013.755	1017.779	1001.501	
n	13	1005.895	1016.009	1001.557	
n	14	991.639	1007.224	999.916	
CRC	15	989.563	999.895	999.76	
Lc	16	989.952	996.232	998.973	
Lc	17	999.018	965.331	998.309	
Lc	18	1054.701	948.513	998.986	
Lc	19	1041.448	952.207	999.107	
Lc	20	1085.53	945.439	999.286	
Lc	21	1200.136	881.792	996.769	
ref	22	1178.133	892.201	995.787	
Lc	23	1236.589	846.02	990.572	
Pa	24	1244.733	846.085	990.034	Pa 20 mts
Pa	25	1242.316	828.504	989.328	
Lc	26	1320.535	827.433	989.171	
Lc	27	1383.784	820.108	987.987	
ref	28	1388.521	823.276	989.768	
Lc	29	1480.568	703.2	980.544	
Pa	30	1428.224	774.333	978.739	Pa 15 mts
Lc	31	1458.227	727.674	979.104	
Lc	32	1529.493	698.995	984.987	
Lc	33	1641.038	662.293	976.476	

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	34	1744.405	631.536	981.996	
Lc	35	1769.32	591.588	975.579	
Lc	36	1793.745	575.071	965.899	
n	37	1799.812	569.652	962.791	Captación
Lc	38	1797.556	565.735	961.978	
Lc	39	1807.454	549.612	959.973	CRC
n	40	1810.081	550.938	961.004	
CRC	41	1807.485	547.231	959.283	Salida CRC
<b>Grupo 2 de nacimientos</b>					
norte	601	1881.153	608.366	988.298	
n	602	1867.416	630.663	992.469	Dos nacimientos
n	603	1880.758	630.138	993.743	
CRC	604	1867.449	604.467	988.865	
CRC	606	1807.485	547.231	959.283	
<b>Línea de conducción</b>					
ref	42	1795.747	544.625	952.606	
ref	43	1791.67	537.537	952.207	
n	44	1811.845	555.923	966.725	
n	45	1817.583	554.267	966.67	
n	46	1821.128	551.759	966.643	
Lc	47	1801.858	532.51	952.329	HG
Lc	48	1802.892	527.06	951.98	HG
ref	49	1806.561	510.819	951.305	Pa 10 mts
Lc	50	1814.292	514.509	951.534	
Lc	51	1819.407	505.067	950.99	
Lc	52	1832.866	489.711	951.312	
ref	53	1832.662	481.623	955.897	
Lc	54	1836.523	486.417	951.198	
ref	55	1854.484	458.713	954.573	
Lc	56	1851.154	471.946	950.983	
ref	57	1873.641	446.432	952.817	
Lc	58	1875.322	452.648	953.206	
ref	59	1891.566	439.118	952.757	
Lc	60	1897.106	442.574	949.89	
ref	61	1915.938	422.182	951.787	
Lc	62	1944.229	408.113	948.495	

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	63	1956.648	388.253	947.992	
ref	64	1967.435	373.923	945.945	Rio
Lc	65	1964.222	346.844	946.078	
Lc	66	1996.462	328.292	945.066	
Lc	67	1996.219	309.771	950.704	
Lc	68	2006.007	299.354	944.46	
Lc	69	2005.865	277.638	945.246	
Lc	70	2003.731	251.709	943.921	
Lc	71	2010.978	240.443	946.313	
Lc	72	2023.167	220.966	946.786	
Lc	73	2042.098	193.398	949.982	
Lc	74	2048.232	198.493	945.972	
Lc	75	2058.006	193.156	943.668	
ref	76	2080.233	139.213	940.824	Referencia
Lc	77	2074.704	140.014	942.996	
Lc	78	2076.452	130.643	941.084	
ref	79	2093.619	117.679	941.218	
Lc	80	2107.134	112.044	945.051	
Lc	81	2106.285	104.038	944.823	
Lc	82	2095.465	91.602	947.711	
Lc	83	2086.674	51.428	945.958	
Lc	84	2115.687	35.072	949.923	
Lc	85	2125.285	28.283	948.844	
Lc	86	2125.438	-8.988	947.707	Siembra
Lc	87	2134.252	-92.195	946.654	
Pa	88	2134.958	-102.621	945.84	Pa 30 mts
Lc	89	2138.962	-131.52	948.168	
Lc	90	2154.086	-138.311	944.989	
Pa	91	2170.526	-141.466	943.136	Pa 15 mts
Pa	92	2186.44	-137.213	942.263	
Lc	93	2219.182	-162.369	943.951	Pa 5 mts
Lc	94	2202.691	-148.943	942.102	
Lc	95	2240.821	-177.243	946.72	
Pa	96	2248.338	-179.119	945.691	Pa 15 mts
Pa	97	2260.417	-182.907	944.673	Siembra de Trigo
Lc	98	2336.616	-221.866	950.353	

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	99	2359.286	-232.964	950.536	Siembra
Lc	100	2367.534	-256.612	946.005	Siembra
Lc	101	2368.613	-275.375	941.487	
Pa	102	2377.509	-299.088	934.672	Pa 10 mts
Pa	103	2380.307	-305.213	934.826	
Lc	104	2383.796	-341.453	938.616	
Lc	105	2382.948	-360.874	935.305	Pinabetes
Lc	106	2392.588	-394.098	934.189	Pinabetes
Lc	107	2404.942	-417.945	933.342	Pa 10 mts
Lc	108	2399.713	-440.705	931.733	
Pz	109	2401.592	-433.151	930.701	
Lc	110	2399.782	-456.514	933.4	
Lc	111	2413.351	-490.072	936.243	
Lc	112	2415.027	-505.926	936.203	
Lc	113	2440.964	-536.839	937.912	
Lc	114	2455.628	-558.818	936.513	Siembra
Lc	115	2460.986	-587.984	930.994	Siembra
Lc	116	2483.54	-659.568	923.541	Atraviesa calle terracería 8m
Lc	117	2486.175	-700.749	922.161	
Lc	118	2507.646	-788.751	923.281	
Lc	119	2511.297	-822.878	923.406	
Pa	120	2519.026	-851.479	920.751	Pa 30 mts
Pa	121	2514.207	-821.26	923.549	
Lc	122	2561.592	-889.745	921.001	Gramas alta
Lc	123	2650.504	-910.162	920.899	
Lc	124	2680.089	-915.66	920.502	
Lc	125	2704.496	-929.545	920.367	
Lc	126	2746.862	-947.383	919.626	
Lc	127	2787.924	-974.33	924.88	
Lc	128	2808.048	-975.999	924.463	
Lc	129	2848.053	-988.053	919.733	Calle de terracería
Lc	130	2915.099	-976.825	918.593	
Lc	131	3005.104	-1043.158	919.072	
Lc	132	3023.511	-1049.538	920.801	
Lc	133	3034.33	-1048.886	919.591	
Lc	134	3110.294	-1074.911	917.412	

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	135	3157.789	-1125.443	916.91	
Lc	136	3174.294	-1204.954	925.427	Pa 5 mts
Lc	137	3217.61	-1232.676	918.003	
Lc	138	3302.354	-1267.056	916.133	Gramas alta
Pa	139	3307.904	-1366.574	915.348	Pa 20 mts
Pa	140	3318.718	-1385.321	915.782	
Lc	141	3334.746	-1414.687	915.948	
Lc	142	3398.603	-1453.017	915.553	
Lc	143	3427.707	-1436.006	914.492	
Lc	144	3471.653	-1421.479	914.457	
Lc	145	3500.12	-1430.91	914.882	
Lc	146	3518.397	-1447.44	914.622	
Lc	147	3565.507	-1486.213	915.317	Centro de San Carlos Sija
Pa	148	3549.906	-1464.317	914.839	Pa 15 mts, Puente
Pa	149	3561.395	-1476.222	915.609	
Lc	150	3574.531	-1519.829	915.306	Puente 10 mts
Lc	151	3577.564	-1553.127	916.552	
Lc	152	3539.982	-1580.298	916.954	terreno terracería
Lc	153	3552.952	-1629.746	917.156	Siembra
Lc	154	3582.932	-1657.143	916.374	Pendiente boscosa
Lc	155	3582.869	-1674.051	925.73	
Lc	156	3584.854	-1680.924	927.574	
Lc	157	3579.334	-1682.419	927.3	Atrás de casa
Lc	158	3555.825	-1731.465	932.168	Atrás de cementerio
Lc	159	3512.327	-1758.37	928.342	
Lc	160	3507.449	-1787.832	923.232	
Lc	161	3523.749	-1805.118	918.512	Arboles de Pino
Lc	162	3530.695	-1815.914	916.463	Arboles de Pino
Lc	163	3572.543	-1837.786	917.078	Gramas alta
Lc	164	3585.915	-1849.538	915.891	Gramas alta
Lc	165	3597.75	-1865.547	912.67	Gramas alta
Lc	166	3619.791	-1883.576	913.869	Gramas alta
Pa	167	3636.1	-1894.792	913.34	Pa 15 mts
Pa	168	3647.132	-1902.951	913.953	
Lc	169	3647.803	-1915.725	912.73	
Lc	170	3725.341	-1998.995	910.313	



# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	171	3842.889	-2064.948	917.629	Siembra
Lc	172	3851.546	-2098.362	911.735	
Lc	173	3921.701	-2136.965	910.013	
Pa	174	3928.501	-2141.077	908.401	Pa 15 mts
Pa	175	3940.062	-2146.529	908.781	
Lc	176	3960.341	-2153.043	909.389	
Lc	177	3986.466	-2169.475	909.75	Siembra
Lc	178	4009.573	-2197.766	909.526	
Lc	179	4028.982	-2210.667	910.411	
Lc	180	4050.136	-2219.858	909.539	
Lc	181	4101.992	-2217.76	912.582	
Lc	182	4132.619	-2212.676	907.723	
Lc	183	4153.275	-2223.752	909.366	
Lc	184	4251.59	-2308.605	907.445	
Lc	185	4301.898	-2308.348	906.672	Calle de terracería
Lc	186	4380.503	-2414.452	906.361	
Lc	187	4383.5	-2515.575	906.166	Siembra
Lc	188	4392.196	-2562.259	910.151	Arboles
Lc	189	4436.02	-2578.585	907.388	
Lc	190	4473.297	-2547.42	914.036	
Lc	191	4556.316	-2440.716	904.613	
Lc	192	4587.289	-2471.762	906.994	
Lc	193	4628.675	-2509.386	904.043	
Lc	194	4666.131	-2537.206	906.001	Calle de terracería
Lc	195	4727.83	-2542.058	909.202	Calle de terracería
Lc	196	4765.421	-2533.588	907.842	
Lc	197	4860.261	-2571.656	909.265	Adoquinado
Lc	198	5053.631	-2785.011	901.906	
Lc	199	5081.772	-2742.119	905.815	
Lc	200	5088.95	-2719.554	903.279	
Lc	201	5101.026	-2718.767	901.839	
Lc	202	5139.81	-2773.299	902.969	Siembra
Lc	203	5153.237	-2798.29	904.55	
Lc	204	5185.154	-2824.336	904.278	
Lc	205	5255.129	-2853.646	898.245	
Lc	206	5287.333	-2900.772	899.039	

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	207	5268.898	-2971.952	901.584	
Lc	208	5298.259	-3026.052	908.766	
Lc	209	5314.887	-3034.107	910.746	
Lc	210	5388.86	-3018.781	918.02	Calle de concreto
Lc	211	5434.981	-3105.899	920.019	Calle de concreto
Lc	212	5469.831	-3135.182	911.835	Calle de terracería
Lc	213	5528.65	-3139.95	897.626	
Lc	214	5542.153	-3233.321	897.47	Puente 6 mts
Lc	215	5541.414	-3266.577	896.251	
Lc	216	5506.165	-3382.622	900.059	
Lc	217	5564.058	-3396.526	896.074	
Lc	218	5623.627	-3574.276	894.564	
Lc	219	5635.413	-3662.9	894.22	Siembra
Lc	220	5646.207	-3766.069	895.202	Siembra
Lc	221	5637.185	-3831.184	896.938	
Lc	222	5665.98	-3848.936	893.916	
Lc	223	5675.251	-3903.892	905.662	
Lc	224	5685.515	-3959.485	893.464	
Lc	225	5633.588	-4115.171	892.166	
Lc	226	5558.218	-4242.459	896.414	
Lc	227	5619.626	-4304.474	893.171	Calle de terracería
Lc	228	5734.123	-4369.652	891.879	Calle de terracería
Lc	229	5831.795	-4394.404	891.68	Calle de terracería
Pa	230	5859.146	-4400.46	892.88	Pa 20 mts
Pa	231	5880.312	-4406.658	891.377	
Lc	232	5935.629	-4416.335	893.521	Carretera
Lc	233	5982.519	-4413.046	894.527	
Lc	234	6019.291	-4421.72	893.479	Siembra
Lc	235	6207.971	-4441.509	901.13	Bosque
Lc	236	6223.891	-4440.118	904.481	Bosque
Lc	237	6238.745	-4439.066	902.936	Siembra
Lc	238	6284.23	-4423.03	889.83	Siembra
Lc	239	6378.253	-4378.056	903.13	
Lc	240	6383.437	-4372.152	905.571	
Lc	241	6399.188	-4352.737	904.317	Siembra
Lc	242	6424.86	-4331.18	898.277	Siembra

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	243	6555.998	-4237.382	885.063	
Lc	244	6615.622	-4202.43	884.691	
Lc	245	6695.606	-4217.059	884.852	
Lc	246	6728.807	-4179.765	887.939	
Lc	247	6739.058	-4125.216	883.968	
Lc	248	6778.581	-4096.537	886.089	
Lc	249	6846.589	-4059.715	883.825	
Lc	250	6888.109	-4064.197	883.392	
Lc	251	6957.748	-4091.144	883.224	
Lc	252	7120.511	-4152.546	887.199	
Lc	253	7135.092	-4153.692	892.19	Siembra
Lc	254	7158.025	-4151.872	895.965	
Lc	255	7243.978	-4099.953	883.867	
Lc	256	7317.198	-4159.654	886.032	
Lc	257	7357.443	-4124.746	884.62	
Lc	258	7377.113	-4093.779	881.73	
Lc	259	7451.738	-4010.936	881.067	
Lc	260	7500.495	-3983.137	881.606	Pa 5 mts
Lc	261	7613.934	-3973.753	888.99	Calle de concreto
Lc	262	7625.713	-3930.598	888.659	
Lc	263	7641.961	-3834.618	881.681	
Lc	264	7706.92	-3751.003	881.221	Calle de terracería
Lc	265	7772.544	-3721.775	881.583	Calle de terracería
Lc	266	7833.744	-3762.871	881.355	
Lc	267	8080.928	-3805.39	886.24	
Lc	268	8111.416	-3803.187	890.587	
Lc	269	8209.937	-3826.157	879.1	
Lc	270	8325.267	-3922.607	876.648	
Lc	271	8414.329	-3950.155	888.037	
Lc	272	8436.481	-3971.06	890.327	
Lc	273	8474.759	-3999.978	888.006	
Lc	274	8525.434	-4013.24	881.996	
Lc	275	8555.911	-4019.567	883.743	
Lc	276	8624.838	-4042.493	875.972	
Lc	277	8704.314	-4130.312	880.218	
Lc	278	8781.175	-4103.607	874.806	Pa 5 mts

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	279	8909.01	-4114.838	876.777	
Lc	280	8961.759	-4111.64	874.374	
Lc	281	9036.509	-4208.082	876.798	
Lc	282	9084.898	-4229.428	875.517	Pa 10 mts
Lc	283	9142.982	-4254.194	874.253	
Lc	284	9191.272	-4312.555	875.322	
Lc	285	9267.776	-4378.887	890.145	
Lc	286	9320.271	-4356.717	890.671	
Lc	287	9382.774	-4277.866	892.711	
Lc	288	9439.248	-4256.709	884.701	Adoquinado
Pa	289	9447.798	-4235.22	881.003	Pa 10 mts
Pa	290	9450.95	-4227.522	881.528	Adoquinado
Lc	291	9483.338	-4212.656	885.104	
Lc	292	9455.065	-4154.945	888.006	
Lc	293	9457.354	-4104.665	886.83	
Lc	294	9527.272	-4002.55	874.793	Puente
Lc	295	9663.942	-3908.36	873.767	
Lc	296	9737.67	-3868.911	872.27	
Lc	297	9842.686	-3854.725	872.55	
Pa	298	9886.353	-3869.159	872.711	Pa 20 mts
Pa	299	9905.932	-3861.895	872.322	Siembra
Lc	300	10129.409	-3769.42	903.134	Asfalto
Lc	301	10166	-3782.292	903.534	Adoquinado
Lc	302	10245.852	-3795.549	906.251	Adoquinado
Lc	303	10275.054	-3808.952	907.644	Adoquinado
Lc	304	10351.505	-3750.549	909.254	Adoquinado
Lc	305	10398.637	-3700.019	910.718	Puente de adoquín
Lc	306	10448.949	-3675.977	911.374	Asfalto y terracería
Lc	307	10460.582	-3598.891	910.332	Carretera
Lc	308	10592.947	-3610.611	910.866	Carretera
Lc	309	10778.9	-3600.353	911.449	Carretera
Lc	310	11091.203	-3540.533	914.301	Alcaldía
Lc	311	11200.837	-3525.445	914.091	Calle de concreto
Rd	312	11115.083	-3511.552	914.388	Calle de concreto
Lc	313	11421.674	-3553.336	910.684	Calle de concreto
ref	314	11254.411	-3543.835	911.318	Referencia

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Lc	315	11607.574	-3637.604	915.144	Calle de concreto
Lc	316	11540.864	-3611.835	913.04	
Rd	317	11556.511	-3638.837	917.145	
Lc	318	11632.02	-3664.697	914.134	Calle de concreto
Lc	319	11588.058	-3709.336	920.999	
Lc	320	11559.884	-3736.005	921.894	
ref	321	11598.757	-3787.667	926.633	Siembra
ref	322	11604.831	-3815.336	928.023	Siembra
ref	323	11630.524	-3850.672	929.1	Siembra
<b>Tanque de distribución</b>					
Lc	324	11601.635	-3873.018	927.15	
T	325	11609.08	-3864.017	927.927	
T	326	11627.679	-3882.156	927.622	
T	327	11591.792	-3877.185	926.09	
T	328	11615.645	-3898.969	926.213	
T	329	11601.803	-3886.015	926.456	
T	330	11609.575	-3879.909	927.208	
T	331	11616.899	-3874.778	927.718	
T	332	11620.406	-3889.374	927.069	
<b>Red de distribución</b>					
Rd	333	11118.743	-3338.649	913.964	Asfalto
Rd	334	11127.313	-3310.847	913.591	Asfalto
Rd	335	11143.772	-3273.069	913.06	Asfalto
Rd	336	11118.822	-3267.898	912.91	
Rd	337	11103.603	-3262.7	912.923	
Rd	338	11163.391	-3198.797	913.047	
Rd	339	11148.868	-3249.048	913.263	
Rd	340	11125.654	-3244.608	913.456	
Rd	341	11162.465	-3205.131	912.363	Asfalto
Rd	342	11083.58	-3199.441	911.443	Asfalto
Rd	343	11077.752	-3234.27	911.13	Asfalto
Rd	344	11199.856	-3108.309	910.267	Asfalto
Rd	345	11230.904	-2925.735	905.775	Asfalto
Rd	346	11258.531	-2818.027	900.266	Asfalto
Rd	347	11317.398	-2713.863	896.426	Asfalto
Rd	348	11354.258	-2678.036	893.38	Asfalto

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Rd	349	11485.823	-2653.042	880.224	Asfalto
Rd	350	11497.991	-2619.035	874.717	Asfalto
Rd	351	11508.952	-2623.45	874.389	
Rd	352	11538.892	-2626.769	868.488	Pinos
Rd	353	11566.607	-2620.378	861.68	Pinos
Rd	354	11628.022	-2601.073	852.598	Siembra
Rd	355	11660.266	-2616.509	853.447	Siembra
Rd	356	11695.034	-2626.535	850.976	
Rd	357	11687.834	-2603.611	848.317	
Rd	358	10361.951	-3740.051	910.503	Adoquinado
Lc	359	10364.515	-3764.02	909.267	Calle de terracería
Rd	360	10350.598	-3811.515	909.792	Siembra
Rd	361	10339.577	-3842.274	909.477	Siembra
Rd	362	10340.224	-3863.204	909.721	Siembra
Rd	363	10357.943	-3869.702	910.984	Siembra
Rd	364	10384.471	-3917.529	913.022	Siembra
Rd	365	10400.435	-3948.223	913.455	
Rd	366	10439.924	-3935.9	912.362	
Rd	367	10354.5	-3964.823	911.277	
Rd	368	10315.792	-3981.521	907.151	
Rd	369	10272.673	-3912.736	902.323	
Rd	370	10313.604	-4047.915	908.359	
Rd	371	10352.948	-3535.931	910.498	
Rd	372	10654.446	-3610	910.313	Adoquinado
Rd	373	10683.488	-3644.64	910.594	Adoquinado
Rd	374	10655.354	-3692.743	911.109	Adoquinado
Rd	375	10628.616	-3761.094	912.047	Carrileras
Rd	376	10610.849	-3798.405	912.748	Carrileras
Rd	377	10624.537	-3800.965	912.656	Carrileras
Rd	378	10736.895	-3702.177	909.59	
Rd	379	10765.31	-3675.893	909.176	Siembra
Rd	380	10810.209	-3726.435	908.125	Siembra
Rd	381	10854.876	-3789.692	907.875	Siembra
Rd	382	10884.127	-3846.507	907.382	Terracería
Rd	383	10894.056	-3886.814	907.187	Terracería
Rd	384	10784.059	-3903.254	907.094	

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Rd	385	11553.75	-3903.465	919.826	
Rd	386	11433.968	-3797.585	910.995	
Rd	387	11343.144	-3880.756	902.983	Siembra
Rd	388	11309.89	-3879.633	900.157	Siembra
Rd	389	11194.342	-3831.997	913.661	Terracería
Rd	390	11123.753	-3829.352	915.104	Terracería
Rd	391	11098.9	-3796.192	914.919	
Rd	392	11068.745	-3798.081	914.374	
ref	393	11639.29	-3878.778	927.753	Siembra
ref	394	11669.195	-3881.301	926.564	Siembra
ref	395	11682.212	-3880.194	926.069	Siembra
Rd	396	11696.693	-3886.996	923.83	Siembra
Rd	397	11705.568	-3891.784	922.212	Siembra
Rd	398	11716.733	-3888.709	920.852	Siembra
Rd	399	11729.558	-3884.39	918.484	Siembra
Rd	400	11740.677	-3863.456	917.222	Siembra
Rd	401	11751.032	-3858.535	914.906	Siembra
Rd	402	11761.695	-3846.55	912.136	
Ref	403	11793.361	-3830.37	903.087	Referencia
Rd	404	11778.182	-3799.142	904.383	Calle de concreto
Rd	405	11810.101	-3783.813	898.238	
Rd	406	11778.74	-3676.514	897.303	
Rd	407	11772.514	-3623.388	896.652	
Rd	408	11760.769	-3606.573	896.939	Siembra
Rd	409	11826.216	-3584.661	892.697	Siembra
Rd	410	11842.13	-3581.945	892.328	
Rd	411	11860.744	-3568.49	891.149	
Rd	412	11898.979	-3564.654	887.192	Siembra
Rd	413	11908.082	-3540.074	885.917	Siembra
Rd	414	11904.32	-3491.174	882.32	Siembra
Rd	415	11924.051	-3454.94	882.734	Siembra
Rd	416	11946.474	-3442.945	880.413	Siembra
Rd	417	11966.601	-3419.047	880.372	Siembra
Rd	418	11970.848	-3385.542	881.525	Siembra
Rd	419	12014.652	-3359.781	875.763	Calle de concreto
Rd	420	12034.491	-3338.677	872.708	Carrileras

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Rd	421	11977.844	-3281.715	872.675	
Rd	422	11927.716	-3329.334	884.014	
Rd	423	12024.533	-3252.075	864.755	
Rd	424	12047.541	-3242.402	860.87	
Rd	425	12043.589	-3206.069	856.239	Siembra
Rd	426	12009.452	-3116.144	853.829	Siembra
Rd	427	12001.911	-3082.108	848.243	Pinabetes
Rd	428	11994.701	-3066.109	845.134	
Rd	429	11946.552	-3007.864	836.19	
Rd	430	11948.631	-2935.407	830.869	
Rd	431	12012.407	-2986.432	832.194	
Rd	432	11803.859	-3875.494	902.673	Calle de concreto
Rd	433	11844.368	-3916.873	902.649	Calle de concreto
Rd	434	11968.945	-4022.036	904.652	
Rd	435	11840.891	-3936.726	904.446	Terracería
Rd	436	11821.565	-3972.768	904.071	Terracería
Rd	437	11939.937	-3998.935	904.395	Calle de concreto
Rd	438	11916.182	-3980.482	904.387	Calle de concreto
Rd	439	11986.627	-3995.533	902.98	Terracería
Rd	440	11932.517	-4042.914	904.972	Terracería
Rd	441	12002.801	-4049.276	904.895	Carrileras
Rd	442	11898.405	-4112.456	899.366	Carrileras
Rd	443	11888.999	-4155.461	896.879	Carrileras
Rd	444	12001.978	-3963.66	897.724	Siembra
Rd	445	12042.355	-3911.76	889.16	Siembra
Rd	446	12084.144	-3862.685	891.995	
Rd	447	12045.981	-3826.364	889.504	
Rd	448	12038.055	-3814.861	888.096	
Rd	449	12011.519	-3781.403	884.037	
Rd	450	11899.791	-3742.861	872.736	
Rd	451	12068.855	-3793.137	890.589	Siembra
Rd	452	12086.219	-3782.338	890.71	Siembra
Rd	453	12062.019	-3742.606	889.942	Siembra
Rd	454	12133.548	-3756.045	889.143	Siembra
Rd	455	12186.564	-3723.764	885.304	Siembra
Rd	456	12146.149	-3631.814	885.313	Siembra



# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Rd	457	12108.987	-3629.954	887.545	
Rd	458	12039.62	-4080.928	905.289	
Rd	459	11976.302	-4096.191	902.091	Terracería
Rd	460	11963.897	-4124.387	898.83	Terracería
Rd	461	11941.172	-4188.635	892.822	Terracería
Rd	462	11914.772	-4204.958	892.348	Terracería
Rd	463	11929.817	-4238.057	887.196	Terracería
Rd	464	12001.687	-4132.539	898.871	Terracería
Rd	465	12024.02	-4057.077	905.853	Terracería
Rd	466	12052.908	-4083.52	905.468	Calle de concreto
Rd	467	12188.765	-4206.457	900.033	Terracería
Rd	468	12069.254	-4060.285	906.769	Siembra
Rd	469	12117.951	-4070.404	907.661	Siembra
Rd	470	12091.257	-4026.503	903.437	Siembra
Rd	471	12049.016	-4014.683	902.836	Siembra
Rd	472	12099.367	-4012.105	901.877	Siembra
Rd	473	12143.185	-4012.217	902.507	Bosque
Rd	474	12167.625	-4006.912	901.859	Bosque
Rd	475	12208.305	-3993.951	898.745	Bosque
Rd	476	12243.561	-3982.777	895.668	Bosque
Rd	477	12306.226	-3946.595	886.461	Bosque
Rd	478	12326.726	-3934.662	885.262	Bosque
Rd	479	12373.33	-3863.699	872.999	Siembra
Rd	480	12346.447	-4301.244	888.042	Calle de concreto
Rd	481	12477.863	-4380.772	889	Calle de concreto
Rd	482	12522.775	-4405.884	895.628	Calle de concreto
Rd	483	12500.265	-4344.811	890.67	Terracería
Rd	484	12541.24	-4262.375	887.762	Terracería
Rd	485	12560.152	-4240.353	884.329	Terracería
Rd	486	12599.58	-4258.747	877.414	
Rd	487	12580.155	-4199.21	876.89	Siembra
Rd	488	12646.621	-4140.278	862.412	Siembra
Rd	489	12667.636	-4111.017	856.765	Siembra
Rd	490	12644.829	-4002.277	838.393	Siembra
Rd	491	12584.444	-4291.097	885.279	
Rd	492	12600.186	-4309.225	884.245	

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Rd	493	12605.807	-4322.062	884.866	Siembra
Rd	494	12624.357	-4351.26	886.093	Siembra
Rd	495	12624.932	-4368.959	889.311	Siembra
Rd	496	12666.985	-4421.165	887.33	Siembra
Rd	497	12671.499	-4441.023	890.172	Siembra
Rd	498	12695.757	-4454.261	890.472	Siembra
Rd	499	12717.675	-4471.284	890.539	Siembra
Rd	500	12730.189	-4476.651	890.107	
Rd	501	12765.508	-4501.22	888.985	
Rd	502	12765.903	-4510.706	889.878	
Rd	503	12796.641	-4529.035	889.581	
Rd	504	12822.453	-4495.151	885.643	
Rd	505	12851.392	-4464.216	876.907	
Rd	506	12870.949	-4447.452	868.378	
Rd	507	12904.808	-4419.589	851.016	
Rd	508	12923.107	-4410.203	843.328	
Rd	509	12907.487	-4396.78	839.448	
Rd	510	12949.176	-4407.816	833.492	
Rd	511	12887.093	-4386.746	837.21	
Rd	512	12885.475	-4360.434	813.619	
Rd	513	12957.628	-4411.093	830.982	
Rd	514	12985.437	-4392.857	816.827	
Rd	515	13054.971	-4379.663	805.167	
Rd	516	13048.463	-4296.939	824.384	
Rd	517	12537.35	-4414.381	897.253	Calle de terracería
Rd	518	12547.582	-4394.975	898.756	
Rd	519	12584.603	-4443.001	898.941	Calle de terracería
Rd	520	12666.592	-4494.45	891.144	
Rd	521	12775.262	-4570.846	886.356	
Rd	522	12840.731	-4613.623	880.568	
Rd	523	12888.348	-4634.399	874.433	
Rd	524	12971.053	-4695.095	863.446	
Rd	525	13016.009	-4764.294	860.263	
Rd	526	12994.365	-4799.561	860.443	Terracería
Rd	527	13161.699	-4878.224	857.808	Calle de concreto
Rd	528	12978.695	-4789.243	861.375	Terracería

# LIBRETA TOPOGRAFICA

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

Código	PO	Coordenadas totales		Cota	Observaciones
		X	Y		
Rd	529	12950.446	-4847.511	862.166	Terracería
Rd	530	12974.006	-4861.863	861.805	Terracería
Rd	531	12923.562	-4969.896	863.972	Terracería
Rd	532	12931.197	-4954.828	863.965	Terracería
Rd	533	12906.352	-4926.334	857.838	Terracería
Rd	534	12872.751	-4862.675	847.574	Carrileras
Rd	535	12819.994	-4902.967	833.242	Terracería
Rd	536	13024.154	-4998.014	859.936	Terracería
Rd	537	12980.519	-4975.826	862.502	Terracería
Rd	538	13039.175	-4964.154	860.845	Terracería
Rd	539	13013.512	-5020.898	857.113	Terracería
Rd	540	13061.423	-4925.971	859.734	Terracería
Rd	541	13246.25	-4938.272	855.373	Calle de concreto
Rd	542	13180.35	-4882.331	857.425	Siembra
Rd	544	13227.291	-4919.6	856.184	Calle de concreto
Rd	545	13291.75	-4988.139	849.343	Terracería
Rd	546	13355.998	-5016.753	848.141	
Rd	547	13276.191	-4879.805	856.039	
Rd	548	13136.369	-4971.876	857.738	
Rd	549	12991.147	-4954.882	861.854	Terracería
Rd	550	12917.666	-4981.532	863.968	Terracería
Rd	551	12947.125	-5000.702	863.572	
Rd	552	12117.454	-3673.187	888.721	
Rd	553	11958.98	-3973.931	904.397	
Rd	554	11885.93	-4005.525	904.385	
Rd	555	11842.688	-3240.73	890.294	Siembra
Rd	556	11809.851	-3279.641	899.58	Carrileras
Rd	557	12722.267	-4086.162	851.675	
Rd	558	11995.499	-4189.655	889.781	
Rd	559	11803.774	-4019.57	902.067	
Rd	560	11003.589	-3804.067	914.285	
Rd	561	11190.05	-3876.502	912.661	

## APÉNDICE C

Bases de diseño

# BASES DE DISEÑO

<b>Proyecto:</b>	<b>Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad</b>
<b>Ubicación:</b>	<b>Aldea Tacajalvé</b>
<b>Municipio:</b>	<b>San Francisco El Alto</b>
<b>Departamento:</b>	<b>Totonicapán</b>

## Datos de población actual y servicios existentes

Viviendas actuales:	457 Viviendas
Habitantes actuales:	2285 Habitantes
Densidad poblacional:	5 hab/Vivienda

## Servicios públicos existentes

Escuelas:	2
Iglesias:	4
Centros de salud:	1
Municipalidad/alcaldía:	1

## Crecimiento poblacional

Periodo de diseño (n) :	22 años
Tasa de crecimiento poblacional (r):	1.55 %
Población futura:	3206 Habitantes
Viviendas futuras:	642 Viviendas

## Dotaciones

Dotación adoptada para población:	70 Lts/Hab/día
Dotación adoptada para escuela:	1896 Lts/Escuela/día
Dotación adoptada para iglesia:	560 Lts/Iglesia/día
Dotación adoptada para centro/puesto de salud:	770 Lts/centro S./día
Dotación adoptada para municipalidad/alcaldía:	560 Lts/Alcaldía/día
Dotación adoptada para salón o centro convergencia:	150 Lts/Servicio/día

## Aforo

Caudal que produce las fuentes:	4.35 Lts/Seg
---------------------------------	--------------

## Cálculo de caudales

Caudal de conducción:	4.35 Lts/Seg
Caudal medio de población:	2.597 Lts/Seg
Caudal medio de escuela:	0.0439 Lts/Seg
Caudal medio de iglesia:	0.0259 Lts/Seg
Caudal medio total:	2.67 Lts/Seg
Factor de día máximo:	1.2
Caudal máximo diario:	3.20 Lts/Seg
Factor de hora máxima:	2
Caudal máximo horario:	5.33 Lts/Seg
Almacenamiento de tanque:	150 m <sup>3</sup>
Coefficiente de hassen-williams:	150 PVC
Coefficiente de hassen-williams:	110 HG

**APÉNDICE D**

Cálculo hidráulico

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE CAUDALES

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD											
DETERMINACIÓN DE CAUDALES											
Tramo	Viviendas actuales	Habitantes actuales	Viviendas futuras	Habitantes futuros	Dotación L/hab/día	Caudal medio	Caudal de día máximo	Caudal de hora máxima	Caudal de consumo simultaneo	Caudal total en los ramales	Ramal
Ramal 2											
330	332		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	9.56
332	396		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	9.56
396	397		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	9.56
397	398		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	9.56
398	399		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	9.56
399	432		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	9.56
432	433	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	9.56
433	435		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
435	436	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.15
436	559	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.13 Final
433	438	12	60	16.83	84.16	70	0.07	0.08	0.14	0.80	9.35
438	554	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	0.49 Final
438	437	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	8.72
437	553	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.36 Final
437	434		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	8.35
434	440	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.39
440	442	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.38
442	443	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.36 Final
434	439		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19
439	444		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19
444	445	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	1.19
445	446		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17
446	447		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17
447	448		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17
448	449	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	0.54
449	450	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	0.49 Final
448	451	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.63
451	452	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.62
452	453	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.13 Final
452	454		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
454	455		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
455	456		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
456	457	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.36 Final
456	552	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.13 Final
434	441	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	6.77
441	459	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.80
459	460	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.77
460	461	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.74
461	462	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.36 Final
461	463	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.36 Final
441	465	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	5.92
465	471	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.27 Final
465	458	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	5.62
458	464	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	0.40
464	558	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.36 Final
458	466	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	5.18
466	468		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92
468	469	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	0.43 Final
468	470		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
470	472		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
472	473		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
473	474		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
474	475		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
475	476		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
476	477		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
477	478		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE CAUDALES

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD												
DETERMINACIÓN DE CAUDALES												
Tramo	Viviendas actuales	Habitantes actuales	Viviendas futuras	Habitantes futuros	Dotación L/hab/día	Caudal medio	Caudal de día máximo	Caudal de hora máxima	Caudal de consumo simultaneo	Caudal total en los ramales	Ramal	
478	479	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	0.49	Final
466	467	14	70	19.64	98.19	70	0.08	0.10	0.16	0.86	4.21	
467	480	13	65	18.23	91.17	70	0.07	0.09	0.15	0.83	4.05	
480	481	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	3.90	
481	483	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	1.54	
483	484	7	35	9.82	49.09	70	0.04	0.05	0.08	0.59	1.53	
484	491	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.13	Final
484	485		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	
485	486	9	45	12.62	63.12	70	0.05	0.06	0.10	0.68	0.68	Final
485	487		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	
487	488		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	
488	489	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.64	
489	490	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.27	Final
489	557	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.36	Final
481	482	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	2.33	
482	517	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	2.30	
517	518	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	0.43	Final
517	519		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86	
519	520		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86	
520	521	17	85	23.85	119.23	70	0.10	0.12	0.19	0.96	1.86	
521	503		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	
503	502	10	50	14.03	70.13	70	0.06	0.07	0.11	0.72	0.69	
502	501	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	0.58	
501	500	6	30	8.42	42.08	70	0.03	0.04	0.07	0.54	0.54	Final
503	504	7	35	9.82	49.09	70	0.04	0.05	0.08	0.59	0.21	
504	505		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
505	506		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
506	507		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
507	508		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
508	509		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
509	511		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	
511	512	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.13	Final
521	522		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	
522	523	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	



## CÁLCULO HIDRÁULICO DE CAUDALES

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD												
DETERMINACIÓN DE CAUDALES												
Tramo	Viviendas actuales	Habitantes actuales	Viviendas futuras	Habitantes futuros	Dotación L/hab/día	Caudal medio	Caudal de día máximo	Caudal de hora máxima	Caudal de consumo simultaneo	Caudal total en los ramales	Ramal	
Ramal1												
330	332	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
332	396	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
396	397	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
397	398	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
398	399	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
399	432	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
432	433	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
433	438	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
438	437	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
437	434	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
434	441	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
441	465	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
465	458	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
458	466	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
466	467	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
467	480	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
480	481	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
481	482	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
482	517	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
517	519	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
519	520	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
520	521	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
521	522	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
522	523	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
523	524	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92		
524	525	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	3.92	
525	526	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	2.22	
526	528	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16		
528	529	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16		
529	530	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16		
530	532	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16		
532	531	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07		
531	533	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43		
533	534	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43		
534	535	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	Final	
531	550	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64		
550	551	8	40	11.22	56.11	70	0.05	0.05	0.09	0.64	Final	
532	537	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10		
537	549	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	Final	
537	536	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83		
536	539	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	Final	
536	538	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56		
538	540	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.56	
540	548	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.55	Final	
540	548	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	Final	
525	527	11	55	15.43	77.15	70	0.06	0.08	0.13	0.76	1.67	
527	542	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.55		
542	543	11	55	15.43	77.15	70	0.06	0.08	0.13	0.76	Final	
542	544	6	30	8.42	42.08	70	0.03	0.04	0.07	0.54	0.79	
544	547	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	Final	
544	541	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.45	
541	545	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43		
545	546	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	Final	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE CAUDALES

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD											
DETERMINACIÓN DE CAUDALES											
Tramo	Viviendas actuales	Habitantes actuales	Viviendas futuras	Habitantes futuros	Dotación L/hab/día	Caudal medio	Caudal de día máximo	Caudal de hora máxima	Caudal de consumo simultaneo	Caudal total en los ramales	Ramal
Ramal 3											
330	332		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
332	396		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
396	397		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
397	398		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
398	399		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
399	400		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
400	401		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
401	402		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
402	404	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	1.50
404	405	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	1.49
405	406		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
406	407		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
407	408		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
408	409		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
409	410		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
410	411		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
411	412		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
412	413		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
413	414		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
414	415		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
415	416		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
416	417		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
417	418		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
418	419	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	1.43
419	420		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40
420	421	8	40	11.22	56.11	70	0.05	0.05	0.09	0.64	1.40
421	422	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	0.33
422	555		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27
555	556	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.27 Final
421	423		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
423	424		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
424	425		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
425	426		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
426	427		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
427	428		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
428	429		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
429	430	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	0.49 Final
429	431	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	0.49 Final
Ramal 4											
330	327			0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
327	385	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.98
385	386		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97
386	387		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97
387	388		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97
388	389		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97
389	561	12	60	16.83	84.16	70	0.07	0.08	0.14	0.80	0.80 Final
389	390		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
390	391		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
391	392	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	0.17
392	560	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.13 Final

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE CAUDALES

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD											
DETERMINACIÓN DE CAUDALES											
Tramo	Viviendas actuales	Habitantes actuales	Viviendas futuras	Habitantes futuros	Dotación L/hab/día	Caudal medio	Caudal de día máximo	Caudal de hora máxima	Caudal de consumo simultaneo	Caudal total en los ramales	Ramal
Ramal 5											
330	325		0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.36	
325	320	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.36	
320	319	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.36	
319	318	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.36	
318	315	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.36	
315	316	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.36	
316	317	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	Final
316	313	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	5.24
313	314	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	5.21
314	311	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	5.19
311	310	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.17
310	312	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	1.88	
312	333	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	1.88	
333	334	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	1.88	
334	335	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	1.88	
335	336	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.37
336	337	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	Final
335	339	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	1.51
339	340	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	Final
339	341	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	1.06	
341	342	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.38
342	343	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	Final
341	338	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.68	
338	344	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	0.68
344	345	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.64	
345	346	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.64	
346	347	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.64	
347	348	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.64
348	349	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.62	
349	350	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.62	
350	351	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.62	
351	352	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.62	
352	353	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.62	
353	354	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.62
354	355	5	25	7.01	35.07	70	0.03	0.03	0.06	0.49	0.61
355	356	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	Final
355	357	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	Final
310	309	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	3.20	
309	372	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	3.20
372	373	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	1.11
373	374	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.66
374	375	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.64	
375	376	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.64	
376	377	8	40	11.22	56.11	70	0.05	0.05	0.09	0.64	Final
373	378	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.43	
378	379	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.43	
379	380	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.43	
380	381	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.43	
381	382	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.43	
382	383	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.43	
383	384	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	Final
372	308	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	2.04	
308	307	0	0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	2.04	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE CAUDALES

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD												
DETERMINACIÓN DE CAUDALES												
Tramo	Viviendas actuales	Habitantes actuales	Viviendas futuras	Habitantes futuros	Dotación L/hab/día	Caudal medio	Caudal de día máximo	Caudal de hora máxima	Caudal de consumo simultaneo	Caudal total en los ramales	Ramal	
307	371	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	0.43	Final
307	306		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
306	305		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
305	358		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
358	359		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
359	360		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
360	361		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
361	362		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
362	363		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
363	364		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
364	365		0	0.00	0.00	70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	
365	366	2	10	2.81	14.03	70	0.01	0.01	0.02	0.27	0.27	Final
365	367	3	15	4.21	21.04	70	0.02	0.02	0.03	0.36	1.34	
367	370	14	70	19.64	98.19	70	0.08	0.10	0.16	0.86	0.86	Final
367	368	1	5	1.40	7.01	70	0.01	0.01	0.01	0.13	0.44	
368	369	4	20	5.61	28.05	70	0.02	0.03	0.05	0.43	0.43	Final
Sumatorias:	465	2285	649.02	3205.12			4.35	3.33	5.55			

375.84 m<sup>3</sup>/día      Conducción

Nota:

Para ramal final es el mayor entre Qhora máxima y Q consumo simultanea  
 Para ramal intermedio es el Qhora máxima + Q anterior

POR GRAVEDAD  
 VOLUMEN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN  
 VOL AL 25%      93.96 m<sup>3</sup>  
 VOL AL 40%      150.34 m<sup>3</sup>  
 VOL FINAL      150.00 m<sup>3</sup>



## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
LÍNEA DE CONDUCCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminami	Cota de	Cota de	Cota salida	Long.	Q	Clase de	C	HF	Ø	Ø	Ø	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant.	V	Observaciones
		(m)	ento	EST	PO	CRP	Diseño	(lts/s)	tubería	(m)	(m)	Teorico	Nominal	Interno	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)	
93	95	26.26	2+009.39	943.95	946.72		27.57	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.48	5	5.135	0.02	958.34	11.62	-2.77	12.56	5	0.40	
95	96	7.75	2+017.14	946.72	945.69		8.13	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.15	5	5.135	0.01	958.34	12.65	1.03	13.59	2	0.40	
96	97	12.66	2+029.79	945.69	944.67		13.29	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.28	5	5.135	0.01	958.33	13.65	1.02	14.61	3	0.40	
97	98	85.58	2+115.38	944.67	950.35		89.86	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.89	5	5.135	0.08	958.25	7.90	-5.68	8.93	15	0.40	
98	99	25.24	2+140.62	950.35	950.54		26.50	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.47	5	5.135	0.02	958.23	7.69	-0.18	8.75	5	0.40	
99	100	25.05	2+165.66	950.54	946.01		26.30	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.47	5	5.135	0.02	958.20	12.20	4.53	13.28	5	0.40	
100	101	18.79	2+184.46	946.01	941.49		19.73	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.39	5	5.135	0.02	958.19	16.70	4.52	17.80	4	0.40	
101	102	25.33	2+209.78	941.49	934.67		26.59	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.47	5	5.135	0.02	958.16	23.49	6.81	24.61	5	0.40	
102	103	6.73	2+216.52	934.67	934.83		7.07	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.12	5	5.135	0.01	958.16	23.33	-0.15	24.46	2	0.40	
103	104	36.41	2+252.92	934.83	938.62		38.23	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.59	5	5.135	0.03	958.12	19.51	-3.79	20.67	7	0.40	
104	105	19.44	2+272.36	938.62	935.31		20.41	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.39	5	5.135	0.02	958.11	22.80	3.31	23.98	4	0.40	
105	106	34.59	2+306.96	935.31	934.19		36.32	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.57	5	5.135	0.03	958.08	23.89	1.12	25.09	7	0.40	
106	107	26.86	2+333.81	934.19	933.34		28.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.49	5	5.135	0.02	958.05	24.71	0.85	25.94	5	0.40	
107	109	15.57	2+349.38	933.34	930.70		16.35	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.33	5	5.135	0.01	958.04	27.34	2.64	28.58	3	0.40	
109	108	7.78	2+357.17	930.70	931.73		8.17	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.16	5	5.135	0.01	958.03	26.30	-1.03	27.55	2	0.40	
108	110	15.81	2+372.98	931.73	933.40		16.60	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.34	5	5.135	0.01	958.02	24.62	-1.67	25.88	3	0.40	
110	111	36.20	2+409.18	933.40	936.24		38.01	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.58	5	5.135	0.03	957.98	21.74	-2.84	23.04	7	0.40	
111	112	15.94	2+425.12	936.24	936.20		16.74	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.34	5	5.135	0.01	957.97	21.77	0.04	23.08	3	0.40	
112	113	40.35	2+465.47	936.20	937.91		42.37	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.62	5	5.135	0.04	957.93	20.02	-1.71	21.37	8	0.40	
113	114	26.42	2+491.89	937.91	936.51		27.74	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.49	5	5.135	0.02	957.91	21.40	1.40	22.77	5	0.40	
114	115	29.65	2+521.55	936.51	930.99		31.14	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.52	5	5.135	0.03	957.88	26.89	5.52	28.29	6	0.40	
115	116	75.05	2+596.60	930.99	923.54		78.81	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.84	4	4.154	0.19	957.69	34.15	7.45	35.74	14	0.50	
116	117	41.27	2+637.86	923.54	922.16		43.33	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.63	5	5.135	0.04	957.66	35.49	1.38	37.12	8	0.40	
117	118	90.58	2+728.45	922.16	923.28		95.11	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.91	5	5.135	0.08	957.57	34.29	-1.12	36.00	16	0.40	
118	119	34.32	2+762.77	923.28	923.41		36.04	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.57	5	5.135	0.03	957.54	34.14	-0.13	35.88	7	0.40	
119	121	3.33	2+766.10	923.41	923.55		3.50	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	0.97	5	5.135	0.00	957.54	33.99	-0.14	35.73	1	0.40	
121	120	30.60	2+796.70	923.55	920.75		32.13	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.53	5	5.135	0.03	957.51	36.76	2.80	38.53	6	0.40	
120	122	57.24	2+853.94	920.75	921.00		60.10	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.74	5	5.135	0.05	957.46	36.46	-0.25	38.28	11	0.40	
122	123	91.23	2+945.16	921.00	920.90		95.79	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.92	5	5.135	0.08	957.38	36.48	0.10	38.38	16	0.40	
123	124	30.09	2+975.26	920.90	920.50		31.60	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.53	5	5.135	0.03	957.35	36.85	0.40	38.78	6	0.40	
124	125	28.08	3+003.34	920.50	920.37		29.48	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.50	5	5.135	0.03	957.33	36.96	0.13	38.92	5	0.40	
125	126	45.97	3+049.30	920.37	919.63		48.27	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.66	5	5.135	0.04	957.28	37.66	0.74	39.66	9	0.40	
126	127	49.11	3+098.42	919.63	924.88		51.57	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.69	5	5.135	0.04	957.24	32.36	-5.25	34.40	9	0.40	
127	128	20.19	3+118.61	924.88	924.46		21.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.41	5	5.135	0.02	957.22	32.76	0.42	34.82	4	0.40	
128	129	41.78	3+160.39	924.46	919.73		43.87	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.63	5	5.135	0.04	957.18	37.45	4.73	39.55	8	0.40	
129	130	67.98	3+228.37	919.73	918.59		71.38	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.80	5	5.135	0.06	957.12	38.53	1.14	40.69	12	0.40	
130	131	111.81	3+340.18	918.59	919.07		117.40	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.00	5	5.135	0.10	957.02	37.95	-0.48	40.21	20	0.40	
131	132	19.48	3+359.66	919.07	920.80		20.46	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.40	5	5.135	0.02	957.00	36.20	-1.73	38.48	4	0.40	
132	133	10.84	3+370.50	920.80	919.59		11.38	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.24	5	5.135	0.01	957.00	37.40	1.21	39.69	2	0.40	
133	134	80.30	3+450.80	919.59	917.41		84.31	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.87	5	5.135	0.07	956.92	39.51	2.18	41.87	15	0.40	
134	135	69.35	3+520.15	917.41	916.91		72.82	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.81	5	5.135	0.06	956.86	39.95	0.50	42.37	13	0.40	
135	136	81.21	3+601.35	916.91	925.43		85.27	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.87	5	5.135	0.07	956.79	31.36	-8.52	33.86	15	0.40	
136	137	51.43	3+652.78	925.43	918.00		54.00	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.70	5	5.135	0.05	956.74	38.74	7.42	41.28	9	0.40	
137	138	91.45	3+744.23	918.00	916.13		96.02	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.92	5	5.135	0.08	956.66	40.53	1.87	43.15	17	0.40	
138	139	99.67	3+843.91	916.13	915.35		104.66	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.95	5	5.135	0.09	956.57	41.22	0.79	43.94	18	0.40	
139	140	21.64	3+865.55	915.35	915.78		22.72	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.43	5	5.135	0.02	956.55	40.77	-0.43	43.50	4	0.40	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
LÍNEA DE CONDUCCIÓN																						
EST	PO	Dist. H. (m)	Caminami ento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase de tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
140	141	33.46	3+899.00	915.78	915.95		35.13	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.56	5	5.135	0.03	956.52	40.57	-0.17	43.34	6	0.40	
141	142	74.48	3+973.48	915.95	915.55		78.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.84	5	5.135	0.07	956.45	40.90	0.39	43.73	14	0.40	
142	143	33.71	4+007.19	915.55	914.49		35.40	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.56	5	5.135	0.03	956.42	41.93	1.06	44.79	6	0.40	
143	144	46.28	4+053.48	914.49	914.46		48.60	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.67	5	5.135	0.04	956.38	41.92	0.03	44.83	9	0.40	
144	145	29.99	4+083.47	914.46	914.88		31.49	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.52	5	5.135	0.03	956.35	41.47	-0.42	44.40	6	0.40	
145	146	24.64	4+108.11	914.88	914.62		25.88	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.46	5	5.135	0.02	956.33	41.71	0.26	44.66	5	0.40	
146	148	35.74	4+143.85	914.62	914.84		37.53	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.58	5	5.135	0.03	956.30	41.46	-0.22	44.44	7	0.40	
148	149	16.54	4+160.40	914.84	915.61		17.37	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.35	5	5.135	0.01	956.28	40.67	-0.77	43.67	3	0.40	
149	147	10.80	4+171.20	915.61	915.32		11.34	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.24	5	5.135	0.01	956.27	40.96	0.29	43.97	2	0.40	
147	150	34.81	4+206.01	915.32	915.31		36.55	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.57	5	5.135	0.03	956.24	40.94	0.01	43.98	7	0.40	
150	151	33.44	4+239.44	915.31	916.55		35.11	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.56	5	5.135	0.03	956.21	39.66	-1.25	42.73	6	0.40	
151	152	46.38	4+285.82	916.55	916.95		48.69	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.67	5	5.135	0.04	956.17	39.22	-0.40	42.33	9	0.40	
152	153	51.12	4+336.94	916.95	917.16		53.68	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.70	5	5.135	0.05	956.12	38.97	-0.20	42.13	9	0.40	
153	154	40.61	4+377.55	917.16	916.37		42.64	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.62	5	5.135	0.04	956.09	39.71	0.78	42.91	8	0.40	
154	155	16.91	4+394.46	916.37	925.73		17.75	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.36	5	5.135	0.02	956.07	30.34	-9.36	33.55	3	0.40	
155	156	7.15	4+401.61	925.73	927.57		7.51	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.14	5	5.135	0.01	956.07	28.49	-1.84	31.71	2	0.40	
156	157	5.72	4+407.33	927.57	927.30		6.00	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.08	5	5.135	0.01	956.06	28.76	0.27	31.98	2	0.40	
157	158	54.39	4+461.72	927.30	932.17		57.11	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.72	5	5.135	0.05	956.01	23.84	-4.87	27.12	10	0.40	
158	159	51.15	4+512.87	932.17	928.34		53.70	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.70	5	5.135	0.05	955.97	27.62	3.83	30.94	9	0.40	
159	160	29.86	4+542.73	928.34	923.23		31.36	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.52	5	5.135	0.03	955.94	32.71	5.11	36.05	6	0.40	
160	161	23.76	4+566.49	923.23	918.51		24.95	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.45	5	5.135	0.02	955.92	37.41	4.72	40.77	5	0.40	
161	162	12.84	4+579.33	918.51	916.46		13.48	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.28	5	5.135	0.01	955.91	39.44	2.05	42.82	3	0.40	
162	163	47.22	4+626.55	916.46	917.08		49.58	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.67	5	5.135	0.04	955.86	38.79	-0.62	42.21	9	0.40	
163	164	17.80	4+644.35	917.08	915.89		18.69	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.37	5	5.135	0.02	955.85	39.96	1.19	43.39	4	0.40	
164	165	19.91	4+664.26	915.89	912.67		20.90	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.40	5	5.135	0.02	955.83	43.16	3.22	46.61	4	0.40	
165	166	28.48	4+692.73	912.67	913.87		29.90	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.51	5	5.135	0.03	955.80	41.93	-1.20	45.41	5	0.40	
166	167	19.79	4+712.53	913.87	913.34		20.78	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.40	5	5.135	0.02	955.79	42.45	0.53	45.94	4	0.40	
167	168	13.72	4+726.25	913.34	913.95		14.41	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.30	5	5.135	0.01	955.77	41.82	-0.61	45.33	3	0.40	
168	169	12.79	4+739.04	913.95	912.73		13.43	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.28	5	5.135	0.01	955.76	43.03	1.22	46.55	3	0.40	
169	170	113.78	4+852.82	912.73	910.31		119.47	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.00	5	5.135	0.10	955.66	45.35	2.42	48.97	20	0.40	
170	171	134.79	4+987.61	910.31	917.63		141.53	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.08	5	5.135	0.12	955.54	37.91	-7.32	41.65	24	0.40	
171	172	34.52	5+022.12	917.63	911.74		36.24	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.57	5	5.135	0.03	955.51	43.77	5.89	47.55	7	0.40	
172	173	80.07	5+102.20	911.74	910.01		84.08	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.87	5	5.135	0.07	955.43	45.42	1.72	49.27	15	0.40	
173	174	7.95	5+110.15	910.01	908.40		8.34	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.16	5	5.135	0.01	955.43	47.03	1.61	50.88	2	0.40	
174	175	12.78	5+122.93	908.40	908.78		13.42	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.28	5	5.135	0.01	955.42	46.64	-0.38	50.50	3	0.40	
175	176	21.30	5+144.23	908.78	909.39		22.36	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.42	5	5.135	0.02	955.40	46.01	-0.61	49.89	4	0.40	
176	177	30.86	5+175.09	909.39	909.75		32.41	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.53	5	5.135	0.03	955.37	45.62	-0.36	49.53	6	0.40	
177	178	36.53	5+211.62	909.75	909.53		38.35	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.59	5	5.135	0.03	955.34	45.81	0.22	49.76	7	0.40	
178	179	23.31	5+234.92	909.53	910.41		24.47	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.45	5	5.135	0.02	955.32	44.90	-0.88	48.87	5	0.40	
179	180	23.06	5+257.99	910.41	909.54		24.22	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.44	5	5.135	0.02	955.29	45.76	0.87	49.74	5	0.40	
180	181	51.90	5+309.89	909.54	912.58		54.49	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.71	5	5.135	0.05	955.25	42.67	-3.04	46.70	10	0.40	
181	182	31.05	5+340.93	912.58	907.72		32.60	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.54	5	5.135	0.03	955.22	47.50	4.86	51.56	6	0.40	
182	183	23.44	5+364.37	907.72	909.37		24.61	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.45	5	5.135	0.02	955.20	45.83	-1.64	49.92	5	0.40	
183	184	129.87	5+494.24	909.37	907.45		136.36	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.06	5	5.135	0.12	955.08	47.64	1.92	51.84	23	0.40	
184	185	50.31	5+544.55	907.45	906.67		52.82	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.70	5	5.135	0.05	955.04	48.36	0.77	52.61	9	0.40	
185	186	132.05	5+676.60	906.67	906.36		138.65	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.07	5	5.135	0.12	954.92	48.56	0.31	52.92	24	0.40	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
LÍNEA DE CONDUCCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminami ento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase de tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
		(m)																				
186	187	101.17	5+777.76	906.36	906.17		106.23	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.96	5	5.135	0.09	954.83	48.66	0.19	53.12	18	0.40	
187	188	47.49	5+825.25	906.17	910.15		49.86	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.68	5	5.135	0.04	954.78	44.63	-3.98	49.13	9	0.40	
188	189	46.77	5+872.02	910.15	907.39		49.10	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.67	5	5.135	0.04	954.74	47.35	2.76	51.90	9	0.40	
189	190	48.59	5+920.61	907.39	914.04		51.02	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.68	5	5.135	0.04	954.70	40.66	-6.65	45.25	9	0.40	
190	191	135.20	6+055.80	914.04	904.61		141.96	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.08	5	5.135	0.12	954.58	49.96	9.42	54.67	24	0.40	
191	192	43.85	6+099.66	904.61	906.99		46.05	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.65	5	5.135	0.04	954.54	47.54	-2.38	52.29	8	0.40	
192	193	55.93	6+155.59	906.99	904.04		58.73	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.73	5	5.135	0.05	954.49	50.44	2.95	55.24	10	0.40	
193	194	46.66	6+202.24	904.04	906.00		48.99	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.67	5	5.135	0.04	954.44	48.44	-1.96	53.28	9	0.40	
194	195	61.89	6+264.13	906.00	909.20		64.98	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.77	5	5.135	0.06	954.39	45.19	-3.20	50.08	11	0.40	
195	196	38.53	6+302.67	909.20	907.84		40.46	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.61	5	5.135	0.03	954.35	46.51	1.36	51.44	7	0.40	
196	197	102.19	6+404.86	907.84	909.27		107.30	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.96	5	5.135	0.09	954.26	45.00	-1.42	50.02	18	0.40	
197	198	287.94	6+692.81	909.27	901.91		302.34	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.43	5	5.135	0.26	954.00	52.10	7.36	57.38	51	0.40	
198	199	51.30	6+744.11	901.91	905.82		53.86	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.70	5	5.135	0.05	953.96	48.14	-3.91	53.47	9	0.40	
199	200	23.68	6+767.79	905.82	903.28		24.86	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.45	5	5.135	0.02	953.93	50.66	2.54	56.00	5	0.40	
200	201	12.10	6+779.89	903.28	901.84		12.71	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.27	5	5.135	0.01	953.92	52.08	1.44	57.44	3	0.40	
201	202	66.92	6+846.81	901.84	902.97		70.26	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.80	5	5.135	0.06	953.86	50.89	-1.13	56.31	12	0.40	
202	203	28.37	6+875.18	902.97	904.55		29.79	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.51	5	5.135	0.03	953.84	49.29	-1.58	54.73	5	0.40	
203	204	41.20	6+916.37	904.55	904.28		43.26	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.63	5	5.135	0.04	953.80	49.52	0.27	55.01	8	0.40	
204	205	75.87	6+992.24	904.28	898.25		79.66	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.84	5	5.135	0.07	953.73	55.49	6.03	61.04	14	0.40	
205	206	57.08	7+049.31	898.25	899.04		59.93	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.74	5	5.135	0.05	953.68	54.64	-0.79	60.24	10	0.40	
206	207	73.53	7+122.84	899.04	901.58		77.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.83	5	5.135	0.07	953.61	52.03	-2.54	57.70	13	0.40	
207	208	61.55	7+184.40	901.58	908.77		64.63	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.77	5	5.135	0.06	953.56	44.79	-7.18	50.52	11	0.40	
208	209	18.48	7+202.87	908.77	910.75		19.40	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.38	5	5.135	0.02	953.54	42.80	-1.98	48.54	4	0.40	
209	210	75.54	7+278.42	910.75	918.02		79.32	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.84	5	5.135	0.07	953.47	35.45	-7.27	41.26	14	0.40	
210	211	98.57	7+376.99	918.02	920.02		103.50	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.95	5	5.135	0.09	953.39	33.37	-2.00	39.26	18	0.40	
211	212	45.52	7+422.51	920.02	911.84		47.80	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.66	5	5.135	0.04	953.34	41.51	8.18	47.45	8	0.40	
212	213	59.01	7+481.52	911.84	897.63		61.96	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.75	5	5.135	0.05	953.29	55.67	14.21	61.66	11	0.40	
213	214	94.34	7+575.86	897.63	897.47		99.06	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.93	5	5.135	0.09	953.21	55.74	0.16	61.81	17	0.40	
214	215	33.26	7+609.13	897.47	896.25		34.93	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.56	5	5.135	0.03	953.18	56.93	1.22	63.03	6	0.40	
215	216	121.28	7+730.41	896.25	900.06		127.34	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.03	5	5.135	0.11	953.07	53.01	-3.81	59.22	22	0.40	
216	217	59.54	7+789.95	900.06	896.07		62.52	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.76	5	5.135	0.05	953.01	56.94	3.99	63.21	11	0.40	
217	218	187.47	7+977.41	896.07	894.56		196.84	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.22	5	5.135	0.17	952.84	58.28	1.51	64.72	33	0.40	
218	219	89.40	8+066.82	894.56	894.22		93.87	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.91	5	5.135	0.08	952.76	58.54	0.34	65.06	16	0.40	
219	220	103.73	8+170.55	894.22	895.20		108.92	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.97	5	5.135	0.09	952.67	57.47	-0.98	64.08	19	0.40	
220	221	65.74	8+236.29	895.20	896.94		69.02	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.79	5	5.135	0.06	952.61	55.67	-1.74	62.35	12	0.40	
221	222	33.83	8+270.12	896.94	893.92		35.52	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.56	5	5.135	0.03	952.58	58.66	3.02	65.37	6	0.40	
222	223	55.73	8+325.85	893.92	905.66		58.52	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.73	5	5.135	0.05	952.53	46.87	-11.75	53.62	10	0.40	
223	224	56.53	8+382.38	905.66	893.46		59.36	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.74	5	5.135	0.05	952.48	59.02	12.20	65.82	10	0.40	
224	225	164.12	8+546.50	893.46	892.17		172.32	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.16	5	5.135	0.15	952.33	60.17	1.30	67.12	29	0.40	
225	226	147.93	8+694.43	892.17	896.41		155.33	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.12	5	5.135	0.13	952.20	55.78	-4.25	62.87	26	0.40	
226	227	87.27	8+781.70	896.41	893.17		91.64	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.90	5	5.135	0.08	952.12	58.95	3.24	66.11	16	0.40	
227	228	131.75	8+913.45	893.17	891.88		138.34	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.07	5	5.135	0.12	952.00	60.12	1.29	67.40	24	0.40	
228	229	100.76	9+014.21	891.88	891.68		105.80	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.96	5	5.135	0.09	951.91	60.23	0.20	67.60	18	0.40	
229	230	28.01	9+042.22	891.68	892.88		29.41	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.50	5	5.135	0.03	951.88	59.00	-1.20	66.40	5	0.40	
230	231	22.05	9+064.28	892.88	891.38		23.16	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.43	5	5.135	0.02	951.87	60.49	1.50	67.91	4	0.40	
231	232	56.16	9+120.43	891.38	893.52		58.96	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.73	5	5.135	0.05	951.81	58.29	-2.14	65.76	10	0.40	



## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
LÍNEA DE CONDUCCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminami ento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase de tubería	C	HF prop	Ø Teórico	Ø Nominal	Ø Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
		(m)																				
232	233	47.01	9+167.44	893.52	894.53		49.36	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.67	5	5.135	0.04	951.77	57.25	-1.01	64.76	9	0.40	
233	234	37.78	9+205.22	894.53	893.48		39.67	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.60	5	5.135	0.03	951.74	58.26	1.05	65.80	7	0.40	
234	235	189.71	9+394.94	893.48	901.13		199.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.23	5	5.135	0.17	951.57	50.44	-7.65	58.15	34	0.40	
235	236	15.98	9+410.92	901.13	904.48		16.78	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.34	5	5.135	0.01	951.55	47.07	-3.35	54.80	3	0.40	
236	237	14.89	9+425.81	904.48	902.94		15.64	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.32	5	5.135	0.01	951.54	48.60	1.54	56.35	3	0.40	
237	238	48.23	9+474.04	902.94	889.83		50.64	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.68	5	5.135	0.04	951.50	61.67	13.11	69.45	9	0.40	
238	239	104.23	9+578.26	889.83	903.13		109.44	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.97	5	5.135	0.09	951.40	48.27	-13.30	56.15	19	0.40	
239	240	7.86	9+586.12	903.13	905.57		8.25	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.16	5	5.135	0.01	951.39	45.82	-2.44	53.71	2	0.40	
240	241	25.00	9+611.12	905.57	904.32		26.25	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.47	5	5.135	0.02	951.37	47.06	1.25	54.97	5	0.40	
241	242	33.52	9+644.64	904.32	898.28		35.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.56	5	5.135	0.03	951.34	53.07	6.04	61.01	6	0.40	
242	243	161.23	9+805.87	898.28	885.06		169.29	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.15	5	5.135	0.15	951.20	66.13	13.21	74.22	29	0.40	
243	244	69.11	9+874.99	885.06	884.69		72.57	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.81	5	5.135	0.06	951.13	66.44	0.37	74.59	13	0.40	
244	245	81.31	9+956.30	884.69	884.85		85.38	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.87	5	5.135	0.07	951.06	66.21	-0.16	74.43	15	0.40	
245	246	49.93	10+006.23	884.85	887.94		52.43	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.69	5	5.135	0.04	951.02	63.08	-3.09	71.34	9	0.40	
246	247	55.50	10+061.73	887.94	883.97		58.28	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.73	5	5.135	0.05	950.97	67.00	3.97	75.32	10	0.40	
247	248	48.83	10+110.56	883.97	886.09		51.27	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.69	5	5.135	0.04	950.92	64.83	-2.12	73.19	9	0.40	
248	249	77.34	10+187.90	886.09	883.83		81.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.85	5	5.135	0.07	950.85	67.03	2.26	75.46	14	0.40	
249	250	41.76	10+229.66	883.83	883.39		43.85	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.63	5	5.135	0.04	950.82	67.42	0.43	75.89	8	0.40	
250	251	74.67	10+304.33	883.39	883.22		78.40	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.84	5	5.135	0.07	950.75	67.52	0.17	76.06	14	0.40	
251	252	173.96	10+478.29	883.22	887.20		182.66	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.19	5	5.135	0.16	950.59	63.39	-3.97	72.08	31	0.40	
252	253	14.63	10+492.92	887.20	892.19		15.36	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.32	5	5.135	0.01	950.58	58.39	-4.99	67.09	3	0.40	
253	254	23.01	10+515.92	892.19	895.97		24.16	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.44	5	5.135	0.02	950.56	54.59	-3.77	63.32	5	0.40	
254	255	100.42	10+616.34	895.97	883.87		105.44	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.95	5	5.135	0.09	950.47	66.60	12.10	75.42	18	0.40	
255	256	94.47	10+710.81	883.87	886.03		99.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.93	5	5.135	0.09	950.38	64.35	-2.17	73.25	17	0.40	
256	257	53.28	10+764.09	886.03	884.62		55.94	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.72	5	5.135	0.05	950.33	65.71	1.41	74.66	10	0.40	
257	258	36.69	10+800.78	884.62	881.73		38.52	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.59	5	5.135	0.03	950.30	68.57	2.89	77.55	7	0.40	
258	259	111.50	10+912.27	881.73	881.07		117.07	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.00	5	5.135	0.10	950.20	69.13	0.66	78.22	20	0.40	
259	260	56.13	10+968.40	881.07	881.61		58.93	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.73	5	5.135	0.05	950.15	68.54	-0.54	77.68	10	0.40	
260	261	113.83	11+082.22	881.61	888.99		119.52	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.00	5	5.135	0.10	950.05	61.06	-7.38	70.29	20	0.40	
261	262	44.73	11+126.96	888.99	888.66		46.97	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.66	5	5.135	0.04	950.01	61.35	0.33	70.62	8	0.40	
262	263	97.35	11+224.30	888.66	881.68		102.21	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.94	5	5.135	0.09	949.92	68.24	6.98	77.60	18	0.40	
263	264	105.88	11+330.19	881.68	881.22		111.18	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.98	5	5.135	0.10	949.82	68.60	0.46	78.06	19	0.40	
264	265	71.84	11+402.03	881.22	881.58		75.43	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.82	5	5.135	0.06	949.76	68.18	-0.36	77.70	13	0.40	
265	266	73.72	11+475.74	881.58	881.36		77.40	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.83	5	5.135	0.07	949.69	68.34	0.23	77.93	13	0.40	
266	267	250.81	11+726.56	881.36	886.24		263.35	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.36	5	5.135	0.23	949.47	63.23	-4.88	73.04	44	0.40	
267	268	30.57	11+757.13	886.24	890.59		32.10	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.53	5	5.135	0.03	949.44	58.85	-4.35	68.70	6	0.40	
268	269	101.16	11+858.29	890.59	879.10		106.22	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.96	5	5.135	0.09	949.35	70.25	11.49	80.18	18	0.40	
269	270	150.34	12+008.63	879.10	876.65		157.86	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.12	5	5.135	0.14	949.21	72.56	2.45	82.64	27	0.40	
270	271	93.23	12+101.86	876.65	888.04		97.89	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.92	5	5.135	0.08	949.13	61.09	-11.39	71.25	17	0.40	
271	272	30.46	12+132.32	888.04	890.33		31.98	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.53	5	5.135	0.03	949.10	58.77	-2.29	68.96	6	0.40	
272	273	47.97	12+180.29	890.33	888.01		50.37	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.68	5	5.135	0.04	949.06	61.05	2.32	71.28	9	0.40	
273	274	52.38	12+232.67	888.01	882.00		55.00	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.71	5	5.135	0.05	949.01	67.01	6.01	77.29	10	0.40	
274	275	31.13	12+263.80	882.00	883.74		32.68	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.54	5	5.135	0.03	948.98	65.24	-1.75	75.54	6	0.40	
275	276	72.64	12+336.44	883.74	875.97		76.27	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.83	5	5.135	0.07	948.92	72.94	7.77	83.31	13	0.40	
276	277	118.44	12+454.88	875.97	880.22		124.36	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.02	5	5.135	0.11	948.81	68.59	-4.25	79.07	21	0.40	
277	278	81.37	12+536.25	880.22	874.81		85.44	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.87	5	5.135	0.07	948.74	73.93	5.41	84.48	15	0.40	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
LÍNEA DE CONDUCCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminami ento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase de tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
		(m)																				
278	279	128.33	12+664.58	874.81	876.78		134.74	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.05	5	5.135	0.12	948.62	71.84	-1.97	82.51	23	0.40	
279	280	52.85	12+717.42	876.78	874.37		55.49	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.71	5	5.135	0.05	948.57	74.20	2.40	84.91	10	0.40	
280	281	122.02	12+839.44	874.37	876.80		128.12	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.03	5	5.135	0.11	948.46	71.67	-2.42	82.49	22	0.40	
281	282	52.89	12+892.33	876.80	875.52		55.53	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.71	5	5.135	0.05	948.42	72.90	1.28	83.77	10	0.40	
282	283	63.14	12+955.47	875.52	874.25		66.30	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.78	5	5.135	0.06	948.36	74.11	1.26	85.03	12	0.40	
283	284	75.75	13+031.22	874.25	875.32		79.54	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.84	5	5.135	0.07	948.29	72.97	-1.07	83.96	14	0.40	
284	285	101.26	13+132.48	875.32	890.15		106.32	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.96	5	5.135	0.09	948.20	58.05	-14.82	69.14	18	0.40	
285	286	56.98	13+189.46	890.15	890.67		59.83	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.74	5	5.135	0.05	948.15	57.48	-0.53	68.61	10	0.40	
286	287	100.62	13+290.08	890.67	892.71		105.65	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.95	5	5.135	0.09	948.06	55.35	-2.04	66.57	18	0.40	
287	288	60.31	13+350.39	892.71	884.70		63.32	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.76	5	5.135	0.05	948.00	63.30	8.01	74.58	11	0.40	
288	289	23.13	13+373.52	884.70	881.00		24.28	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.45	5	5.135	0.02	947.98	66.98	3.70	78.28	5	0.40	
289	290	8.32	13+381.83	881.00	881.53		8.73	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.17	5	5.135	0.01	947.98	66.45	-0.52	77.76	2	0.40	
290	291	35.64	13+417.47	881.53	885.10		37.42	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.58	5	5.135	0.03	947.94	62.84	-3.58	74.18	7	0.40	
291	292	64.26	13+481.74	885.10	888.01		67.48	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.78	5	5.135	0.06	947.89	59.88	-2.90	71.28	12	0.40	
292	293	50.33	13+532.07	888.01	886.83		52.85	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.70	5	5.135	0.05	947.84	61.01	1.18	72.45	9	0.40	
293	294	123.76	13+655.83	886.83	874.79		129.95	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.04	5	5.135	0.11	947.73	72.94	12.04	84.49	22	0.40	
294	295	165.98	13+821.81	874.79	873.77		174.28	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.17	5	5.135	0.15	947.58	73.81	1.03	85.52	30	0.40	
295	296	83.62	13+905.43	873.77	872.27		87.80	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.88	5	5.135	0.08	947.50	75.23	1.50	87.01	15	0.40	
296	297	105.97	14+011.40	872.27	872.55		111.27	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.98	5	5.135	0.10	947.41	74.86	-0.28	86.73	19	0.40	
297	298	45.99	14+057.39	872.55	872.71		48.29	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.66	5	5.135	0.04	947.37	74.66	-0.16	86.57	9	0.40	
298	299	20.88	14+078.27	872.71	872.32		21.93	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.42	5	5.135	0.02	947.35	75.03	0.39	86.96	4	0.40	
299	300	241.85	14+320.13	872.32	903.13		253.95	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.34	5	5.135	0.22	947.13	44.00	-30.81	56.15	43	0.40	
300	301	38.79	14+358.91	903.13	903.53		40.73	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.61	5	5.135	0.03	947.09	43.56	-0.40	55.75	7	0.40	
301	302	80.94	14+439.86	903.53	906.25		84.99	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.87	5	5.135	0.07	947.02	40.77	-2.72	53.03	15	0.40	
302	303	32.13	14+471.99	906.25	907.64		33.74	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.55	5	5.135	0.03	946.99	39.35	-1.39	51.64	6	0.40	
303	304	96.21	14+568.20	907.64	909.25		101.02	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.94	5	5.135	0.09	946.91	37.65	-1.61	50.03	17	0.40	
304	358	14.81	14+583.01	909.25	910.50		15.55	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.32	5	5.135	0.01	946.89	36.39	-1.25	48.78	3	0.40	
358	305	54.30	14+637.31	910.50	910.72		57.01	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.72	5	5.135	0.05	946.84	36.13	-0.21	48.57	10	0.40	
305	306	55.76	14+693.07	910.72	911.37		58.55	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.73	5	5.135	0.05	946.79	35.42	-0.66	47.91	10	0.40	
306	307	77.96	14+771.03	911.37	910.33		81.86	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.86	5	5.135	0.07	946.72	36.39	1.04	48.95	14	0.40	
307	308	132.88	14+903.91	910.33	910.87		139.53	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.07	5	5.135	0.12	946.60	35.74	-0.53	48.42	24	0.40	
308	372	61.50	14+965.41	910.87	910.31		64.58	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.77	5	5.135	0.06	946.55	36.24	0.55	48.97	11	0.40	
372	309	124.83	15+090.24	910.31	911.45		131.07	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.04	5	5.135	0.11	946.44	34.99	-1.14	47.83	22	0.40	
309	310	317.98	15+408.22	911.45	914.30		333.88	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.48	5	5.135	0.29	946.15	31.85	-2.85	44.98	56	0.40	
310	311	110.67	15+518.89	914.30	914.09		116.20	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.99	5	5.135	0.10	946.05	31.96	0.21	45.19	20	0.40	
311	314	56.64	15+575.53	914.09	911.32		59.47	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.74	5	5.135	0.05	946.00	34.68	2.77	47.97	10	0.40	
314	313	167.53	15+743.06	911.32	910.68		175.91	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.17	5	5.135	0.15	945.85	35.16	0.63	48.60	30	0.40	
313	316	132.77	15+875.83	910.68	913.04		139.41	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.07	5	5.135	0.12	945.73	32.69	-2.36	46.24	24	0.40	
316	315	71.51	15+947.35	913.04	915.14		75.09	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.82	5	5.135	0.06	945.66	30.52	-2.10	44.14	13	0.40	
315	318	36.49	15+983.84	915.14	914.13		38.32	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.59	5	5.135	0.03	945.63	31.50	1.01	45.15	7	0.40	
318	319	62.65	16+046.49	914.13	921.00		65.78	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.77	5	5.135	0.06	945.57	24.58	-6.87	38.28	11	0.40	
319	320	38.79	16+085.29	921.00	921.89		40.73	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	1.61	5	5.135	0.03	945.54	23.65	-0.89	37.39	7	0.40	
320	TD	325	137.14	16+264.90	921.89	927.93	144.00	4.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.08	5	5.135	0.12	945.42	17.49	-6.03	31.36	24	0.40	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Toticapán

### DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD

#### RED DE DISTRIBUCIÓN

EST	PO	Dist. H. (m)	Caminamiento	Cota de EST (m)	Cota de PO (m)	Cota salida CRP (m)	Long. Diseño (m)	Q (lts/s)	Clase tubería	C	HF prop (m)	Ø Teórico (pul)	Ø Nominal (pul)	Ø Interno (pul)	HF (m)	Cota PZ (m)	Dinámica (m)	Estática (m)	Estática T (m)	Cant. Tubos (unidad)	V (m/s)	Observaciones
<b>Ramal 2</b>																						
	TD	330		16+280.80		927.21										927.21						
TD	330	332	14.38	16+295.18	927.21	927.07		15.10	9.56	PVC 160 PSI	150	10.00	1.77	5	5.135	0.06	927.15	0.08	0.14	0.14	3	0.72
	332	396	76.32	16+371.51	927.07	923.83		80.14	9.56	PVC 160 PSI	150	10.00	2.49	4	4.154	0.83	926.32	2.49	3.24	3.38	14	1.09
	396	397	10.08	16+381.59	923.83	922.21		10.59	9.56	PVC 160 PSI	150	10.00	1.64	4	4.154	0.11	926.21	4.00	1.62	5.00	2	1.09
	397	398	11.58	16+393.17	922.21	920.85		12.16	9.56	PVC 160 PSI	150	10.00	1.69	4	4.154	0.13	926.09	5.24	1.36	6.36	3	1.09
	398	399	13.53	16+406.71	920.85	918.48		14.21	9.56	PVC 160 PSI	150	10.00	1.75	4	4.154	0.15	925.94	7.46	2.37	8.72	3	1.09
	399	432	74.83	16+481.54	918.48	902.67		78.57	9.56	PVC 160 PSI	150	10.00	2.48	4	4.154	0.81	925.13	22.45	15.81	24.54	14	1.09
	432	433	57.91	16+539.44	902.67	902.65		60.80	9.56	PVC 160 PSI	150	10.00	2.35	4	4.154	0.63	924.50	21.85	0.02	24.56	11	1.09
	433	438	95.93	16+635.38	902.65	904.39		100.73	9.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.59	4	4.154	1.00	923.50	19.11	-1.74	22.82	17	1.07
	438	437	30.08	16+665.46	904.39	904.40		31.58	8.72	PVC 160 PSI	150	10.00	1.99	4	4.154	0.28	923.22	18.82	-0.01	22.81	6	1.00
	437	434	37.08	16+702.54	904.40	904.65		38.94	8.35	PVC 160 PSI	150	10.00	2.04	3	3.23	1.07	922.15	17.50	-0.26	22.56	7	1.58
	434	441	43.45	16+745.99	904.65	904.90		45.63	6.77	PVC 160 PSI	150	10.00	1.95	3	3.23	0.85	921.30	16.41	-0.24	22.31	8	1.28
	441	465	22.61	16+768.60	904.90	905.85		23.74	5.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.62	3	3.23	0.34	920.96	15.10	-0.96	21.36	4	1.12
	465	458	28.50	16+797.10	905.85	905.29		29.92	5.62	PVC 160 PSI	150	10.00	1.66	3	3.23	0.40	920.56	15.27	0.56	21.92	5	1.06
	458	466	13.54	16+810.64	905.29	905.47		14.22	5.18	PVC 160 PSI	150	10.00	1.38	2 1/2	2.655	0.42	920.14	14.68	-0.18	21.74	3	1.45
	466	467	183.22	16+993.86	905.47	900.03		192.38	4.21	PVC 160 PSI	150	10.00	2.18	2 1/2	2.655	3.86	916.28	16.25	5.43	27.18	33	1.18
	467	480	183.98	17+177.84	900.03	888.04		193.18	4.05	PVC 160 PSI	150	10.00	2.15	2 1/2	2.655	3.61	912.67	24.63	11.99	39.17	33	1.13
	480	481	153.61	17+331.45	888.04	889.00		161.29	3.90	PVC 160 PSI	150	10.00	2.05	2 1/2	2.655	2.81	909.86	20.86	-0.96	38.21	27	1.09
	481	482	51.46	17+382.90	889.00	895.63		54.03	2.33	PVC 160 PSI	150	10.00	1.34	2 1/2	2.655	0.36	909.50	13.87	-6.63	31.58	10	0.65
	482	517	16.87	17+399.77	895.63	897.25		17.71	2.30	PVC 160 PSI	150	10.00	1.06	2 1/2	2.655	0.12	909.38	12.13	-1.63	29.95	3	0.64
	517	519	55.24	17+455.02	897.25	898.94		58.01	1.86	PVC 160 PSI	150	10.00	1.25	2 1/2	2.655	0.26	909.13	10.19	-1.69	28.27	10	0.52
	519	520	96.79	17+551.81	898.94	891.14		101.63	1.86	PVC 160 PSI	150	10.00	1.40	2	2.193	1.14	907.99	16.85	7.80	36.06	17	0.76
	520	521	132.84	17+684.65	891.14	886.36		139.48	1.86	PVC 160 PSI	150	10.00	1.50	2	2.193	1.56	906.44	20.08	4.79	40.85	24	0.76
	521	522	78.21	17+762.86	886.36	880.57		82.12	0.76	PVC 160 PSI	150	10.00	0.96	1	1.195	3.41	903.02	22.46	5.79	46.64	14	1.06
	522	523	51.95	17+814.81	880.57	874.43		54.55	0.21	PVC 250 PSI	150	10.00	0.54	3/4	0.926	0.69	902.33	27.90	6.13	52.78	10	0.47
<b>Sub ramal 2. 1</b>																						
				16+539.44												924.50						
	433	435	20.16	16+559.60	902.65	904.45		21.16	0.15	PVC 315 PSI	150	10.00	0.39	1/2	0.716	0.52	923.98	19.53	-1.80	22.76	4	0.58
	435	436	40.90	16+600.50	904.45	904.07		42.94	0.15	PVC 315 PSI	150	10.00	0.45	1/2	0.716	1.05	922.92	18.85	0.38	23.14	8	0.58
	436	559	50.07	16+650.56	904.07	902.07		52.57	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.44	1/2	0.716	0.95	921.97	19.90	2.00	25.14	9	0.49
<b>Sub ramal 2. 2</b>																						
				16+635.38												923.50						
	438	554	39.27	16+674.65	904.39	904.39		41.24	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.70	1	1.195	0.75	922.74	18.36	0.00	22.82	7	0.68
<b>Sub ramal 2. 3</b>																						
				16+665.46												923.22						
	437	553	31.43	16+696.89	904.40	904.40		33.00	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.60	1	1.195	0.34	922.88	18.49	0.00	22.81	6	0.50
<b>Sub ramal 2. 4</b>																						
				16+702.54												922.15						
	434	440	41.99	16+744.53	904.65	904.97		44.09	0.39	PVC 160 PSI	150	10.00	0.65	1	1.195	0.53	921.62	16.65	-0.32	22.24	8	0.54
	440	442	77.46	16+821.99	904.97	899.37		81.33	0.38	PVC 160 PSI	150	10.00	0.73	1	1.195	0.93	920.69	21.32	5.61	27.84	14	0.53
	442	443	44.02	16+866.01	899.37	896.88		46.22	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.64	1	1.195	0.47	920.22	23.34	2.49	30.33	8	0.50

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Toticapán

### DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD

#### RED DE DISTRIBUCIÓN

EST	PO	Dist. H.	Caminami	Cota de	Cota de	Cota salida	Long.	Q	Clase tubería	C	HF	∅	∅	∅	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant.	V	Observaciones
		(m)	ento	EST	PO	CRP	Diseño	(m)	(lts/s)		(m)	(pul)	(pul)	(pul)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)	
<b>Sub ramal 2.5</b>		16+702.54										922.15										
434	439	31.86	16+734.40	904.65	902.98		33.45	1.19	PVC 160 PSI	150	10.00	0.94	2	2.193	0.16	921.98	19.00	1.67	24.23	6	0.49	
439	444	35.38	16+769.78	902.98	897.72		37.15	1.19	PVC 160 PSI	150	10.00	0.96	2	2.193	0.18	921.80	24.08	5.26	29.48	7	0.49	
444	445	65.76	16+835.53	897.72	889.16		69.04	1.19	PVC 160 PSI	150	10.00	1.10	2	2.193	0.34	921.46	32.30	8.56	38.05	12	0.49	
445	446	64.46	16+899.99	889.16	892.00		67.68	1.17	PVC 160 PSI	150	10.00	1.08	2	2.193	0.32	921.14	29.14	-2.84	35.21	12	0.48	
446	447	52.68	16+952.68	892.00	889.50		55.32	1.17	PVC 160 PSI	150	10.00	1.04	2	2.193	0.26	920.88	31.37	2.49	37.70	10	0.48	
447	448	13.97	16+966.64	889.50	888.10		14.67	1.17	PVC 160 PSI	150	10.00	0.79	2	2.193	0.07	920.81	32.71	1.41	39.11	3	0.48	
448	451	37.69	17+004.34	888.10	890.59		39.58	0.63	PVC 160 PSI	150	10.00	0.77	1 1/2	1.754	0.18	920.63	30.04	-2.49	36.62	7	0.41	
451	452	20.45	17+024.78	890.59	890.71		21.47	0.62	PVC 160 PSI	150	10.00	0.67	1 1/2	1.754	0.09	920.53	29.82	-0.12	36.50	4	0.40	
452	454	54.14	17+078.93	890.71	889.14		56.85	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.75	1 1/4	1.532	0.30	920.23	31.09	1.57	38.06	10	0.41	
454	455	62.07	17+141.00	889.14	885.30		65.17	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.77	1 1/4	1.532	0.35	919.88	34.58	3.84	41.90	11	0.41	
455	456	100.44	17+241.44	885.30	885.31		105.46	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.85	1 1/4	1.532	0.56	919.32	34.01	-0.01	41.90	18	0.41	
456	457	37.21	17+278.64	885.31	887.55		39.07	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.62	1	1.195	0.40	918.92	31.37	-2.23	39.66	7	0.50	
<b>Sub ramal 2.5.1</b>		16+966.64										920.81										
448	449	42.70	17+009.35	888.10	884.04		44.84	0.54	PVC 160 PSI	150	10.00	0.74	1	1.195	0.96	919.84	35.80	4.06	43.17	8	0.74	
449	450	118.19	17+127.54	884.04	872.74		124.10	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.88	1	1.195	2.27	917.58	44.84	11.30	54.47	21	0.68	
<b>Sub ramal 2.5.2</b>		17+024.78										920.53										
452	453	46.52	17+071.30	890.71	889.94		48.85	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.44	1/2	0.716	0.88	919.65	29.71	0.77	37.27	9	0.49	
<b>Sub ramal 2.5.3</b>		17+241.44										919.32										
456	552	50.35	17+291.79	885.31	888.72		52.87	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.44	1/2	0.716	0.96	918.36	29.64	-3.41	38.49	9	0.49	
<b>Sub ramal 2.6</b>		16+745.99										921.30										
441	459	53.88	16+799.88	904.90	902.09		56.58	0.80	PVC 160 PSI	150	10.00	0.90	1 1/2	1.754	0.39	920.91	18.82	2.80	25.12	10	0.51	
459	460	30.80	16+830.68	902.09	898.83		32.34	0.77	PVC 160 PSI	150	10.00	0.79	1 1/2	1.754	0.21	920.70	21.87	3.26	28.38	6	0.50	
460	461	68.15	16+898.83	898.83	892.82		71.56	0.74	PVC 160 PSI	150	10.00	0.92	1 1/2	1.754	0.43	920.27	27.44	6.01	34.39	12	0.47	
461	462	31.04	16+929.87	892.82	892.35		32.59	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.59	1	1.195	0.33	919.93	27.59	0.47	34.86	6	0.50	
<b>Sub ramal 2.6.1</b>		16+898.83										920.27										
461	463	50.71	16+949.54	892.82	887.20		53.25	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.66	1	1.195	0.54	919.72	32.53	5.63	40.01	9	0.50	
<b>Sub ramal 2.7</b>		16+768.60										920.96										
465	471	49.21	16+817.82	905.85	902.84		51.68	0.27	PVC 250 PSI	150	10.00	0.59	3/4	0.926	1.07	919.88	17.05	3.02	24.37	9	0.62	
<b>Sub ramal 2.8</b>		16+797.10										920.56										
458	464	64.05	16+861.15	905.29	898.87		67.25	0.40	PVC 160 PSI	150	10.00	0.72	1	1.195	0.86	915.43	16.56	6.42	28.34	12	0.56	
464	558	57.45	16+918.60	898.87	889.78		60.32	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.67	1	1.195	0.62	914.81	25.03	9.09	37.43	11	0.50	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Tonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
RED DE DISTRIBUCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminamiento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(lts/s)			(m)	(pul)	(pul)	(pul)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)	
<b>Sub ramal 2. 9</b>			16+810.64													920.14						
466	468	28.41	16+839.05	905.47	906.77		29.83	0.92	PVC 160 PSI	150	10.00	0.84	1 1/2	1.754	0.27	919.87	13.10	-1.30	20.44	5	0.59	
468	470	40.32	16+879.36	906.77	903.44		42.33	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.71	1	1.195	0.77	919.10	15.66	3.33	23.77	8	0.68	
470	472	16.52	16+895.89	903.44	901.88		17.35	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.59	1	1.195	0.32	918.78	16.91	1.56	25.33	3	0.68	
472	473	43.82	16+939.71	901.88	902.51		46.01	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.72	1	1.195	0.84	917.94	15.44	-0.63	24.70	8	0.68	
473	474	25.01	16+964.72	902.51	901.86		26.26	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.64	1	1.195	0.48	917.46	15.61	0.65	25.35	5	0.68	
474	475	42.69	17+007.41	901.86	898.75		44.83	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.71	1	1.195	0.82	916.65	17.90	3.11	28.46	8	0.68	
475	476	36.98	17+044.40	898.75	895.67		38.83	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.69	1	1.195	0.71	915.94	20.27	3.08	31.54	7	0.68	
476	477	72.36	17+116.76	895.67	886.46		75.98	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.80	1	1.195	1.39	914.55	28.09	9.21	40.75	13	0.68	
477	478	23.72	17+140.48	886.46	885.26		24.91	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.63	1	1.195	0.45	914.09	28.83	1.20	41.95	5	0.68	
478	479	84.90	17+225.37	885.26	873.00		89.14	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.82	1	1.195	1.63	912.47	39.47	12.26	54.21	15	0.68	
<b>Sub ramal 2. 9. 1</b>			16+839.05													919.87						
468	469	49.74	16+888.79	906.77	907.66		52.22	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.70	1	1.195	0.75	919.13	11.47	-0.89	19.55	9	0.59	
<b>Sub ramal 2. 10</b>			17+331.45													909.86						
481	483	42.37	17+373.82	889.00	890.67		44.49	1.54	PVC 160 PSI	150	10.00	1.10	2	2.193	0.35	909.51	18.84	-1.67	36.54	8	0.63	
483	484	92.06	17+465.87	890.67	887.76		96.66	1.53	PVC 160 PSI	150	10.00	1.29	2	2.193	0.75	908.76	21.00	2.91	39.45	17	0.63	
484	485	29.03	17+494.90	887.76	884.33		30.48	1.32	PVC 160 PSI	150	10.00	0.96	2	2.193	0.18	908.58	24.25	3.43	42.88	6	0.54	
485	CRP 487	45.75	17+540.65	884.33	876.89	875.89	48.04	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.80	1 1/2	1.754	0.22	908.36	31.47	7.44	50.32	9	0.41	
CRP 487	488	88.83	17+629.48	876.89	862.41		93.27	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.92	1 1/2	1.754	0.43	875.46	13.05	14.48	13.48	16	0.41	
488	489	36.03	17+665.51	862.41	856.77		37.83	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.76	1 1/2	1.754	0.17	875.29	18.52	5.65	19.13	7	0.41	
489	490	111.11	17+776.61	856.77	838.39		116.66	0.27	PVC 250 PSI	150	10.00	0.69	3/4	0.926	2.42	872.87	34.47	18.37	37.50	20	0.62	
<b>Sub ramal 2. 10. 1</b>			17+465.87													908.76						
484	491	51.88	17+517.75	887.76	885.28		54.47	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.44	1/2	0.716	0.99	907.77	22.49	2.48	41.93	10	0.49	
<b>Sub ramal 2. 10. 2</b>			17+494.90													908.58						
485	486	43.51	17+538.41	884.33	877.41		45.68	0.68	PVC 160 PSI	150	10.00	0.81	1 1/2	1.754	0.24	908.34	30.93	6.91	49.79	8	0.44	
<b>Sub ramal 2. 10. 3</b>			17+665.51													875.29						
489	557	60.02	17+725.52	856.77	851.68		63.02	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.68	1	1.195	0.64	874.64	22.97	5.09	24.22	11	0.50	
<b>Sub ramal 2. 11</b>			17+399.77													909.38						
517	518	21.94	17+421.71	897.25	898.76		23.04	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.59	1	1.195	0.33	909.05	10.30	-1.50	28.45	4	0.59	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																							
RED DE DISTRIBUCIÓN																							
EST	PO	Dist. H.	Caminamiento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones	
		(m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(lts/s)			(m)	(pul)	(pul)	(pul)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)		
<b>Sub ramal 2. 12</b>			17+684.65													906.44							
	503	46.96	17+731.61	886.36	889.58		49.31	0.90	PVC 160 PSI	150	10.00	0.92	1 1/2	1.754	0.43	906.01	16.43	-3.23	37.63	9	0.58		
	504	42.60	17+774.21	889.58	885.64		44.73	0.21	PVC 250 PSI	150	10.00	0.51	3/4	0.926	0.57	905.44	19.80	3.94	41.56	8	0.48		
	504	42.36	17+816.57	885.64	876.91		44.48	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.43	1/2	0.716	0.81	904.63	27.73	8.74	50.30	8	0.49		
	505 CRP	506	25.76	17+842.33	876.91	868.38	867.38	27.05	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.39	1/2	0.716	0.49	904.14	35.77	8.53	58.83	5	0.49	
CRP	506	507	43.85	17+886.17	868.38	851.02		46.04	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.43	1/2	0.716	0.83	866.54	15.53	17.36	16.36	8	0.49	
	507	508	20.57	17+906.74	851.02	843.33		21.59	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.37	1/2	0.716	0.39	866.15	22.83	7.69	24.05	4	0.49	
	508	509	20.60	17+927.34	843.33	839.45		21.62	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.37	1/2	0.716	0.39	865.76	26.31	3.88	27.93	4	0.49	
	509	511	22.73	17+950.06	839.45	837.21		23.87	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.38	1/2	0.716	0.43	865.33	28.12	2.24	30.17	4	0.49	
	511	512	26.36	17+976.43	837.21	813.62		27.68	0.13	PVC 315 PSI	150	10.00	0.39	1/2	0.716	0.50	864.83	51.21	23.59	53.76	5	0.49	
<b>Sub ramal 2. 12. 1</b>			17+731.61													906.01							
	503	502	35.79	17+767.40	889.58	889.88		37.58	0.69	PVC 160 PSI	150	10.00	0.79	1	1.195	1.30	904.71	14.83	-0.30	37.33	7	0.96	
	502	501	9.49	17+776.89	889.88	888.99		9.97	0.58	PVC 160 PSI	150	10.00	0.56	1	1.195	0.25	904.46	15.48	0.89	38.22	2	0.80	
	501	500	43.02	17+819.92	888.99	890.11		45.18	0.54	PVC 160 PSI	150	10.00	0.75	1	1.195	1.00	903.46	13.35	-1.12	37.10	8	0.75	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

### DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD

#### RED DE DISTRIBUCIÓN

EST	PO	Dist. H. (m)	Caminamiento	Cota de EST (m)	Cota de PO (m)	Cota salida CRP (m)	Long. Diseño (m)	Q (lts/s)	Clase tubería	C	HF prop (m)	Ø Teórico (pul)	Ø Nominal (pul)	Ø Interno (pul)	HF (m)	Cota PZ (m)	Dinámica (m)	Estática (m)	Estática T (m)	Cant. Tubos (unidad)	V (m/s)	Observaciones
<b>Ramal 1</b>																						
	TD	330		16+280.80		927.21										927.21						
TD	330	332	14.38	16+295.18	927.21	927.07		15.10	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.26	4	4.154	0.03	927.18	0.11	0.14	0.14	3	0.45
		332	396	76.32	16+371.51	927.07	923.83	80.14	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.78	4	4.154	0.16	927.02	3.19	3.24	3.38	14	0.45
		396	397	10.08	16+381.59	923.83	922.21	10.59	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.17	3	3.23	0.07	926.95	4.74	1.62	5.00	2	0.74
		397	398	11.58	16+393.17	922.21	920.85	12.16	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.21	3	3.23	0.08	926.87	6.01	1.36	6.36	3	0.74
		398	399	13.53	16+406.71	920.85	918.48	14.21	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.24	3	3.23	0.10	926.77	8.29	2.37	8.72	3	0.74
		399	432	74.83	16+481.54	918.48	902.67	78.57	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.77	3	3.23	0.53	926.24	23.56	15.81	24.54	14	0.74
		432	433	57.91	16+539.44	902.67	902.65	60.80	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.68	3	3.23	0.41	925.83	23.18	0.02	24.56	11	0.74
		433	438	95.93	16+635.38	902.65	904.39	100.73	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.86	3	3.23	0.68	925.15	20.76	-1.74	22.82	17	0.74
		438	437	30.08	16+665.46	904.39	904.40	31.58	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.47	3	3.23	0.21	924.93	20.54	-0.01	22.81	6	0.74
		437	434	37.08	16+702.54	904.40	904.65	38.94	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.53	3	3.23	0.26	924.67	20.02	-0.26	22.56	7	0.74
		434	441	43.45	16+745.99	904.65	904.90	45.63	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.58	3	3.23	0.31	924.36	19.47	-0.24	22.31	8	0.74
		441	465	22.61	16+768.60	904.90	905.85	23.74	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.38	3	3.23	0.16	924.20	18.35	-0.96	21.36	4	0.74
		465	458	28.50	16+797.10	905.85	905.29	29.92	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.45	3	3.23	0.20	924.00	18.71	0.56	21.92	5	0.74
		458	466	13.54	16+810.64	905.29	905.47	14.22	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.24	3	3.23	0.10	923.90	18.43	-0.18	21.74	3	0.74
		466	467	183.22	16+993.86	905.47	900.03	192.38	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	2.12	3	3.23	1.30	922.60	22.57	5.43	27.18	33	0.74
		467	480	183.98	17+177.84	900.03	888.04	193.18	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	2.13	3	3.23	1.31	921.29	33.25	11.99	39.17	33	0.74
		480	481	153.61	17+331.45	888.04	889.00	161.29	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	2.05	3	3.23	1.09	920.20	31.20	-0.96	38.21	27	0.74
		481	482	51.46	17+382.90	889.00	895.63	54.03	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.64	3	3.23	0.37	919.84	24.21	-6.63	31.58	10	0.74
		482	517	16.87	17+399.77	895.63	897.25	17.71	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.30	3	3.23	0.12	919.72	22.47	-1.63	29.95	3	0.74
		517	519	55.24	17+455.02	897.25	898.94	58.01	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.66	3	3.23	0.39	919.33	20.39	-1.69	28.27	10	0.74
		519	520	96.79	17+551.81	898.94	891.14	101.63	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.86	3	3.23	0.69	918.64	27.50	7.80	36.06	17	0.74
	CRP	520	521	132.84	17+684.65	891.14	886.36	139.48	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.99	3	3.23	0.94	917.70	31.34	4.79	40.85	24	0.74
	CRP	521	522	78.21	17+762.86	886.36	880.57	82.12	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.78	3	3.23	0.56	884.80	4.23	5.79	4.79	14	0.74
		522	523	51.95	17+814.81	880.57	874.43	54.55	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.64	3	3.23	0.37	884.43	10.00	6.13	10.92	10	0.74
		523	524	102.59	17+917.39	874.43	863.45	107.72	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.89	2	2.193	4.80	879.63	16.19	10.99	21.91	18	1.61
		524	525	82.52	17+999.91	863.45	860.26	86.65	3.92	PVC 160 PSI	150	10.00	1.80	2	2.193	3.86	875.77	15.51	3.18	25.09	15	1.61
		525	527	184.95	18+184.86	860.26	857.81	194.19	1.67	PVC 160 PSI	150	10.00	1.54	2	2.193	1.79	873.98	16.17	2.46	27.55	33	0.69
		527	542	19.10	18+203.96	857.81	857.43	20.05	1.55	PVC 160 PSI	150	10.00	0.94	2	2.193	0.16	873.82	16.40	0.38	27.93	4	0.64
		542	544	59.94	18+263.90	857.43	856.18	62.93	0.79	PVC 160 PSI	150	10.00	0.92	1 1/2	1.754	0.43	873.39	17.21	1.24	29.17	11	0.51
		544	541	26.61	18+290.51	856.18	855.37	27.94	0.45	PVC 160 PSI	150	10.00	0.63	1	1.195	0.44	872.95	17.58	0.81	29.98	5	0.63
		541	545	67.51	18+358.01	855.37	849.34	70.88	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.75	1	1.195	1.01	871.94	22.60	6.03	36.01	12	0.59
		545	546	70.33	18+428.34	849.34	848.14	73.85	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.75	1	1.195	1.05	870.89	22.75	1.20	37.22	13	0.59

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Tonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
RED DE DISTRIBUCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminami	Cota de	Cota de	Cota salida	Long.	Q	Clase tubería	C	HF	∅	∅	∅	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant.	V	Observaciones
		(m)	ento	EST	PO	CRP	Diseño	(lts/s)			(m)	(pul)	(pul)	(pul)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)	
<b>Sub ramal 1. 1</b>		17+999.91														875.77						
525	526	41.38	18+041.29	860.26	860.44		43.45	2.22	PVC 160 PSI	150	10.00	1.26	3	3.23	0.10	875.67	15.23	-0.18	24.91	8	0.42	
526	528	18.76	18+060.06	860.44	861.38		19.70	2.16	PVC 160 PSI	150	10.00	1.06	2 1/2	2.655	0.12	875.55	14.18	-0.93	23.98	4	0.61	
528	529	64.75	18+124.81	861.38	862.17		67.99	2.16	PVC 160 PSI	150	10.00	1.37	2 1/2	2.655	0.40	875.16	12.99	-0.79	23.19	12	0.61	
529	530	27.59	18+152.40	862.17	861.81		28.97	2.16	PVC 160 PSI	150	10.00	1.15	2 1/2	2.655	0.17	874.99	13.18	0.36	23.55	5	0.61	
530	532	102.35	18+254.75	861.81	863.97		107.47	2.16	PVC 160 PSI	150	10.00	1.50	2 1/2	2.655	0.63	874.36	10.39	-2.16	21.39	18	0.61	
532	531	16.89	18+271.64	863.97	863.97		17.74	1.07	PVC 160 PSI	150	10.00	0.79	2	2.193	0.07	874.29	10.31	-0.01	21.38	3	0.44	
531	550	13.04	18+284.68	863.97	863.97		13.70	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.62	1 1/2	1.754	0.06	874.22	10.25	0.00	21.39	3	0.41	
550	551	35.15	18+319.83	863.97	863.57		36.90	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.76	1 1/2	1.754	0.17	874.05	10.48	0.40	21.78	7	0.41	
<b>Sub ramal 1. 1. 1</b>		18+271.64														874.29						
531	533	46.84	18+318.48	863.97	857.84		49.18	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.69	1	1.195	0.70	873.58	15.74	6.13	27.52	9	0.59	
533	534	71.98	18+390.46	857.84	847.57		75.58	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.76	1	1.195	1.08	872.50	24.93	10.26	37.78	13	0.59	
534	535	66.38	18+456.84	847.57	833.24		69.70	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.74	1	1.195	1.00	871.51	38.27	14.33	52.11	12	0.59	
<b>Sub ramal 1. 1. 2</b>		18+254.75														874.36						
532	537	53.61	18+308.35	863.97	862.50		56.29	1.10	PVC 160 PSI	150	10.00	1.02	2	2.193	0.24	874.12	11.62	1.46	22.85	10	0.45	
537	536	48.95	18+357.30	862.50	859.94		51.40	0.83	PVC 160 PSI	150	10.00	0.90	1 1/2	1.754	0.38	873.74	13.80	2.57	25.42	9	0.53	
536	538	37.04	18+394.35	859.94	860.85		38.89	0.56	PVC 160 PSI	150	10.00	0.73	1 1/4	1.532	0.27	873.47	12.62	-0.91	24.51	7	0.47	
538	540	44.19	18+438.54	860.85	859.73		46.40	0.56	PVC 160 PSI	150	10.00	0.76	1 1/4	1.532	0.32	873.15	13.41	1.11	25.62	8	0.47	
540	548	87.89	18+526.42	859.73	857.74		92.28	0.55	PVC 160 PSI	150	10.00	0.86	1 1/4	1.532	0.62	872.53	14.79	2.00	27.62	16	0.46	
<b>Sub ramal 1. 1. 2. 1</b>		18+308.35														874.12						
537	549	23.49	18+331.84	862.50	861.85		24.66	0.27	PVC 250 PSI	150	10.00	0.50	3/4	0.926	0.51	873.61	11.75	0.65	23.50	5	0.62	
<b>Sub ramal 1. 1. 2. 2</b>		18+357.30														873.74						
536	539	25.24	18+382.54	859.94	857.11		26.50	0.27	PVC 250 PSI	150	10.00	0.51	3/4	0.926	0.55	873.19	16.08	2.82	28.24	5	0.62	
<b>Sub ramal 1. 2</b>		18+203.96														873.82						
542	543	42.62	18+246.58	857.43	857.11		44.76	0.76	PVC 160 PSI	150	10.00	0.84	1	1.195	1.84	871.98	14.87	0.32	28.25	8	1.05	
<b>Sub ramal 1. 3</b>		18+263.90														873.39						
544	547	63.05	18+326.94	856.18	856.04		66.20	0.27	PVC 250 PSI	150	10.00	0.62	3/4	0.926	1.37	872.02	15.98	0.14	29.32	12	0.62	



## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
RED DE DISTRIBUCIÓN																						
EST	PO	Dist. H. (m)	Caminamiento	Cota de EST (m)	Cota de PO (m)	Cota salida CRP (m)	Long. Diseño (m)	Q (lts/s)	Clase tubería	C	HF prop (m)	Ø Teórico (pul)	Ø Nominal (pul)	Ø Interno (pul)	HF (m)	Cota PZ (m)	Dinámica (m)	Estática (m)	Estática T (m)	Cant. Tubos (unidad)	V (m/s)	Observaciones
<b>Ramal 3</b>					16+280.80	927.21									927.21							
	330		16+280.80	927.21	927.21										927.21							
330	332	14.38	16+295.18	927.21	927.07		15.10	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	0.87	2 1/2	2.655	0.04	927.16	0.09	0.14	0.14	3	0.42	
332	396	76.32	16+371.51	927.07	923.83		80.14	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	1.23	2 1/2	2.655	0.24	926.93	3.10	3.24	3.38	14	0.42	
396	397	10.08	16+381.59	923.83	922.21		10.59	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	0.81	2 1/2	2.655	0.03	926.89	4.68	1.62	5.00	2	0.42	
397	398	11.58	16+393.17	922.21	920.85		12.16	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	0.84	2 1/2	2.655	0.04	926.86	6.01	1.36	6.36	3	0.42	
398	399	13.53	16+406.71	920.85	918.48		14.21	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	0.86	2 1/2	2.655	0.04	926.82	8.33	2.37	8.72	3	0.42	
399	400	23.70	16+430.41	918.48	917.22		24.89	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	0.97	2 1/2	2.655	0.07	926.74	9.52	1.26	9.99	5	0.42	
400	401	11.46	16+441.87	917.22	914.91		12.04	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	0.83	2 1/2	2.655	0.04	926.71	11.80	2.32	12.30	3	0.42	
401	402	16.04	16+457.92	914.91	912.14		16.84	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	0.89	2 1/2	2.655	0.05	926.66	14.52	2.77	15.07	3	0.42	
402	404	50.19	16+508.11	912.14	904.38		52.70	1.50	PVC 160 PSI	150	10.00	1.13	2	2.193	0.40	926.26	21.88	7.75	22.82	9	0.62	
404	405	35.41	16+543.52	904.38	898.24		37.18	1.49	PVC 160 PSI	150	10.00	1.05	2	2.193	0.28	925.98	27.75	6.14	28.97	7	0.61	
405	406	111.79	16+655.31	898.24	897.30		117.38	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.31	2	2.193	0.81	925.17	27.87	0.94	29.91	20	0.59	
406	407	53.49	16+708.80	897.30	896.65		56.16	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.13	2	2.193	0.39	924.79	28.13	0.65	30.56	10	0.59	
407	408	20.51	16+729.31	896.65	896.94		21.54	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.92	2	2.193	0.15	924.64	27.70	-0.29	30.27	4	0.59	
408	409	69.02	16+798.32	896.94	892.70		72.47	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.19	2	2.193	0.50	924.14	31.44	4.24	34.51	13	0.59	
409	410	16.14	16+814.47	892.70	892.33		16.95	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.88	2	2.193	0.12	924.02	31.69	0.37	34.88	3	0.59	
410	411	22.97	16+837.44	892.33	891.15		24.12	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.95	2	2.193	0.17	923.85	32.70	1.18	36.06	5	0.59	
411	412	38.43	16+875.86	891.15	887.19		40.35	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.05	2	2.193	0.28	923.58	36.38	3.96	40.02	7	0.59	
412	413	26.21	16+902.07	887.19	885.92		27.52	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.97	2	2.193	0.19	923.39	37.47	1.27	41.29	5	0.59	
413	414	49.04	16+951.12	885.92	882.32		51.50	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.11	2	2.193	0.36	923.03	40.71	3.60	44.89	9	0.59	
414	415	41.26	16+992.38	882.32	882.73		43.32	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.07	2	2.193	0.30	922.73	40.00	-0.41	44.47	8	0.59	
415	416	25.43	17+017.81	882.73	880.41		26.70	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.97	2	2.193	0.18	922.55	42.13	2.32	46.80	5	0.59	
416	417	31.24	17+049.05	880.41	880.37		32.81	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.01	2	2.193	0.23	922.32	41.95	0.04	46.84	6	0.59	
417	418	33.77	17+082.82	880.37	881.53		35.46	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.02	2	2.193	0.24	922.08	40.55	-1.15	45.68	6	0.59	
418	419	50.82	17+133.64	881.53	875.76		53.36	1.43	PVC 160 PSI	150	10.00	1.11	2	2.193	0.37	921.71	45.94	5.76	51.44	9	0.59	
419	420	28.96	17+162.61	875.76	872.71		30.41	1.40	PVC 160 PSI	150	10.00	0.98	2	2.193	0.20	921.51	48.80	3.06	54.50	6	0.57	
420	CRP	421	80.33	17+242.94	872.71	872.68	84.35	1.40	PVC 160 PSI	150	10.00	1.21	2	2.193	0.56	920.95	48.27	0.03	54.53	15	0.57	
421	423	55.30	17+298.24	872.68	864.76		58.07	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	0.98	2	2.193	0.20	871.48	6.72	7.92	6.92	10	0.40	
423	424	24.96	17+323.20	864.76	860.87		26.21	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	0.83	2	2.193	0.09	871.39	10.52	3.88	10.80	5	0.40	
424	425	36.55	17+359.75	860.87	856.24		38.37	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	0.90	2	2.193	0.13	871.25	15.02	4.63	15.44	7	0.40	
425	426	96.19	17+455.94	856.24	853.83		101.00	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	1.10	1 1/4	1.532	1.99	869.27	15.44	2.41	17.85	17	0.82	
426	427	34.86	17+490.80	853.83	848.24		36.60	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	0.89	1 1/4	1.532	0.72	868.55	20.31	5.59	23.43	7	0.82	
427	428	17.55	17+508.35	848.24	845.13		18.43	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	0.78	1 1/4	1.532	0.36	868.19	23.05	3.11	26.54	4	0.82	
428	429	75.57	17+583.92	845.13	836.19		79.35	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	1.05	1 1/4	1.532	1.56	866.63	30.44	8.94	35.48	14	0.82	
429	430	72.49	17+656.40	836.19	830.87		76.11	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.80	1	1.195	1.39	865.24	34.37	5.32	40.81	13	0.68	
<b>Sub ramal 3. 1</b>					17+242.94										920.95							
421	422	69.14	17+312.08	872.68	884.01		72.60	0.33	PVC 160 PSI	150	10.00	0.68	1	1.195	0.62	920.33	36.31	-11.34	43.19	13	0.45	
422	555	122.80	17+434.88	884.01	890.29		128.94	0.27	PVC 250 PSI	150	10.00	0.71	3/4	0.926	2.68	917.65	27.36	-6.28	36.91	22	0.62	
555	556	50.91	17+485.80	890.29	899.58		53.46	0.27	PVC 250 PSI	150	10.00	0.59	3/4	0.926	1.11	916.54	16.96	-9.29	27.62	9	0.62	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
RED DE DISTRIBUCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminami	Cota de	Cota de	Cota salida	Long.	Q	Clase tubería	C	HF	∅	∅	∅	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant.	V	Observaciones
		(m)	ento	EST	PO	CRP	Diseño	(lts/s)		(m)	(pul)	(pul)	(pul)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)		
<b>Sub ramal 3. 2</b>		17+583.92										866.63										
429	431	69.25	17+653.17	836.19	832.19		72.72	0.49	PVC 160 PSI	150	10.00	0.79	1	1.195	1.33	865.30	33.10	4.00	39.48	13	0.68	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Tonicapán

### DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD

#### RED DE DISTRIBUCIÓN

EST	PO	Dist. H.	Caminamiento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(lts/s)	(m)	(m)	(pul)	(pul)	(pul)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)	
<b>Ramal 4</b>																						
	TD	330		16+280.80		927.21										927.21						
TD	330	327	17.99	16+298.79	927.21	926.09		18.89	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	0.78	2	2.193	0.0646	927.14	1.05	1.12	1.12	4	0.40
	327	385	46.24	16+345.03	926.09	919.83		48.55	0.98	PVC 160 PSI	150	10.00	0.95	2	2.193	0.166	926.98	7.15	6.26	7.38	9	0.40
	385	386	159.87	16+504.90	919.83	911.00		167.86	0.97	PVC 160 PSI	150	10.00	1.21	2	2.193	0.5616	926.42	15.42	8.83	16.21	28	0.40
	386	387	123.15	16+628.05	911.00	902.98		129.31	0.97	PVC 160 PSI	150	10.00	1.15	2	2.193	0.4326	925.98	23.00	8.01	24.23	22	0.40
	387	388	33.27	16+661.32	902.98	900.16		34.94	0.97	PVC 160 PSI	150	10.00	0.88	2	2.193	0.1169	925.87	25.71	2.83	27.05	6	0.40
	388	389	124.98	16+786.30	900.16	913.66		131.23	0.97	PVC 160 PSI	150	10.00	1.15	2	2.193	0.4391	925.43	11.77	-13.50	13.55	22	0.40
	389	390	70.64	16+856.94	913.66	915.10		74.17	0.17	PVC 160 PSI	150	10.00	0.53	1 1/2	1.754	0.0301	925.40	10.29	-1.44	12.10	13	0.40
	390	391	41.44	16+898.38	915.10	914.92		43.51	0.17	PVC 160 PSI	150	10.00	0.48	1	1.195	0.1146	925.28	10.36	0.19	12.29	8	0.40
	391	392	30.21	16+928.60	914.92	914.37		31.72	0.17	PVC 160 PSI	150	10.00	0.45	1	1.195	0.0835	925.20	10.82	0.54	12.83	6	0.40
	392	560	65.43	16+994.03	914.37	914.29		68.70	0.13	PVC 250 PSI	150	10.00	0.47	3/4	0.926	0.3553	924.84	10.56	0.09	12.92	12	0.40
<b>Sub ramal 4. 1</b>																						
				16+786.30												925.43						
	389	561	44.71	16+831.02	913.66	912.66		46.95	0.80	PVC 160 PSI	150	10.00	0.87	1 1/2	1.754	0.3242	925.10	12.44	1.00	14.55	8	0.51

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Toticapán

### DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD

#### RED DE DISTRIBUCIÓN

EST	PO	Dist. H.	Caminamiento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(lts/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	
<b>Ramal 5</b>																						
	TD	325	16+264.90		927.93											927.93						
TD	325	320	137.14	16+402.04	927.93	921.89		144.00	5.36	PVC 160 PSI	150	10.00	2.26	5	5.135	0.18	927.74	5.85	6.03	6.03	24	0.40
		320	319	38.79	16+440.83	921.89	921.00	40.73	5.36	PVC 160 PSI	150	10.00	1.74	5	5.135	0.05	927.69	6.69	0.89	6.93	7	0.40
		319	318	62.65	16+503.49	921.00	914.13	65.78	5.36	PVC 160 PSI	150	10.00	1.92	5	5.135	0.08	927.61	13.48	6.87	13.79	11	0.40
		318	315	36.49	16+539.98	914.13	915.14	38.32	5.36	PVC 160 PSI	150	10.00	1.72	5	5.135	0.05	927.56	12.42	-1.01	12.78	7	0.40
		315	316	71.51	16+611.49	915.14	913.04	75.09	5.36	PVC 160 PSI	150	10.00	1.97	5	5.135	0.09	927.47	14.43	2.10	14.89	13	0.40
		316	313	132.77	16+744.26	913.04	910.68	139.41	5.24	PVC 160 PSI	150	10.00	2.22	5	5.135	0.17	927.30	16.61	2.36	17.24	24	0.40
		313	314	167.53	16+911.80	910.68	911.32	175.91	5.21	PVC 160 PSI	150	10.00	2.33	5	5.135	0.21	927.09	15.77	-0.63	16.61	30	0.40
		314	311	56.64	16+968.44	911.32	914.09	59.47	5.19	PVC 160 PSI	150	10.00	1.86	4	4.154	0.20	926.89	12.80	-2.77	13.84	10	0.59
		311	310	110.67	17+079.11	914.09	914.30	116.20	5.17	PVC 160 PSI	150	10.00	2.13	4	4.154	0.39	926.50	12.20	-0.21	13.63	20	0.59
		310	309	317.98	17+397.09	914.30	911.45	333.88	3.20	PVC 160 PSI	150	10.00	2.20	4	4.154	0.45	926.05	14.60	2.85	16.48	56	0.40
		309	372	124.83	17+521.91	911.45	910.31	131.07	3.20	PVC 160 PSI	150	10.00	1.82	3	3.23	0.61	925.44	15.13	1.14	17.61	22	0.60
		372	308	61.50	17+583.42	910.31	910.87	64.58	2.04	PVC 160 PSI	150	10.00	1.32	3	3.23	0.13	925.31	14.44	-0.55	17.06	11	0.40
		308	307	132.88	17+716.30	910.87	910.33	139.53	2.04	PVC 160 PSI	150	10.00	1.55	3	3.23	0.28	925.03	14.70	0.53	17.60	24	0.40
		307	306	77.96	17+794.26	910.33	911.37	81.86	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	1.27	3	3.23	0.11	924.92	13.55	-1.04	16.55	14	0.40
		306	305	55.76	17+850.02	911.37	910.72	58.55	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	1.19	2 1/2	2.655	0.20	924.73	14.01	0.66	17.21	10	0.45
		305	358	54.30	17+904.32	910.72	910.50	57.01	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	1.18	2 1/2	2.655	0.19	924.53	14.03	0.21	17.42	10	0.45
		358	359	24.11	17+928.42	910.50	909.27	25.31	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	1.00	2 1/2	2.655	0.09	924.45	15.18	1.24	18.66	5	0.45
		359	360	49.49	17+977.92	909.27	909.79	51.97	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	1.16	2 1/2	2.655	0.18	924.27	14.48	-0.52	18.14	9	0.45
		360	361	32.67	18+010.59	909.79	909.48	34.31	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	1.06	2 1/2	2.655	0.12	924.16	14.68	0.32	18.45	6	0.45
		361	362	20.94	18+031.53	909.48	909.72	21.99	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	0.97	2 1/2	2.655	0.07	924.08	14.36	-0.24	18.21	4	0.45
		362	363	18.87	18+050.40	909.72	910.98	19.82	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	0.95	2 1/2	2.655	0.07	924.02	13.03	-1.26	16.94	4	0.45
		363	364	54.69	18+105.09	910.98	913.02	57.43	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	1.18	2 1/2	2.655	0.19	923.82	10.80	-2.04	14.91	10	0.45
		364	365	34.60	18+139.69	913.02	913.46	36.33	1.61	PVC 160 PSI	150	10.00	1.08	2 1/2	2.655	0.12	923.70	10.25	-0.43	14.47	7	0.45
		365	367	48.84	18+188.53	913.46	911.28	51.28	1.34	PVC 160 PSI	150	10.00	1.08	2	2.193	0.31	923.39	12.11	2.18	16.65	9	0.55
		367	368	42.16	18+230.69	911.28	907.15	44.26	0.44	PVC 160 PSI	150	10.00	0.68	1	1.195	0.66	922.73	15.57	4.13	20.78	8	0.61
		368	369	81.18	18+311.87	907.15	902.32	85.24	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.78	1	1.195	1.22	921.51	19.18	4.83	25.60	15	0.59
<b>Sub ramal 5. 6</b>			16+611.49													927.47						
	316	317	31.21	16+642.70	913.04	917.15		32.77	0.13	PVC 250 PSI	150	10.00	0.40	3/4	0.926	0.17	927.30	10.15	-4.11	10.78	6	0.40

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Tonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
RED DE DISTRIBUCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminamiento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(lts/s)			(m)	(pul)	(pul)	(pul)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)	
<b>Sub ramal 5. 1</b>			17+079.11													926.50						
310	312	37.55	17+116.66	914.30	914.39		39.43	1.88	PVC 160 PSI	150	10.00	1.16	2 1/2	2.655	0.18	926.32	11.94	-0.09	13.54	7	0.53	
312	333	172.94	17+289.60	914.39	913.96		181.59	1.88	PVC 160 PSI	150	10.00	1.59	2 1/2	2.655	0.82	925.50	11.54	0.42	13.96	31	0.53	
333	334	29.09	17+318.69	913.96	913.59		30.55	1.88	PVC 160 PSI	150	10.00	1.10	2 1/2	2.655	0.14	925.36	11.77	0.37	14.34	6	0.53	
334	335	41.21	17+359.90	913.59	913.06		43.27	1.88	PVC 160 PSI	150	10.00	1.18	2 1/2	2.655	0.20	925.17	12.11	0.53	14.87	8	0.53	
335	339	24.56	17+384.46	913.06	913.26		25.78	1.51	PVC 160 PSI	150	10.00	0.98	2	2.193	0.20	924.97	11.71	-0.20	14.66	5	0.62	
339	341	45.97	17+430.43	913.26	912.36		48.27	1.06	PVC 160 PSI	150	10.00	0.97	2	2.193	0.19	924.78	12.42	0.90	15.56	9	0.44	
341	338	6.40	17+436.83	912.36	913.05		6.72	0.68	PVC 160 PSI	150	10.00	0.55	1 1/2	1.754	0.03	924.74	11.70	-0.68	14.88	2	0.44	
338	344	97.56	17+534.39	913.05	910.27		102.44	0.68	PVC 160 PSI	150	10.00	0.96	1 1/2	1.754	0.53	924.21	13.95	2.78	17.66	18	0.44	
344	345	185.20	17+719.59	910.27	905.78		194.45	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	1.07	1 1/2	1.754	0.89	923.33	17.55	4.49	22.15	33	0.41	
345	346	111.19	17+830.78	905.78	900.27		116.75	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.96	1 1/2	1.754	0.53	922.80	22.53	5.51	27.66	20	0.41	
346	347	119.65	17+950.43	900.27	896.43		125.63	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.97	1 1/2	1.754	0.57	922.22	25.80	3.84	31.50	21	0.41	
347	CRP1 348	51.40	18+001.83	896.43	893.38	892.38	53.97	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.82	1 1/2	1.754	0.25	921.98	28.60	3.05	34.55	9	0.41	
<b>Sub ramal 5. 1. 1</b>			17+359.90													925.17						
335	336	25.48	17+385.38	913.06	912.91		26.75	0.37	PVC 160 PSI	150	10.00	0.58	1	1.195	0.29	924.88	11.97	0.15	15.02	5	0.51	
336	337	16.08	17+401.46	912.91	912.92		16.89	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.52	1	1.195	0.17	924.71	11.78	-0.01	15.00	3	0.50	
<b>Sub ramal 5. 1. 2</b>			17+384.46													924.97						
339	340	23.63	17+408.09	913.26	913.46		24.82	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.60	1	1.195	0.35	924.62	11.16	-0.19	14.47	5	0.59	
<b>Sub ramal 5. 1. 3</b>			17+430.43													924.78						
341	342	79.09	17+509.52	912.36	911.44		83.04	0.38	PVC 160 PSI	150	10.00	0.74	1	1.195	0.95	923.83	12.39	0.92	16.48	14	0.53	
342	343	35.31	17+544.83	911.44	911.13		37.08	0.36	PVC 160 PSI	150	10.00	0.61	1	1.195	0.38	923.45	12.32	0.31	16.80	7	0.50	
<b>Sub ramal 5. 1. 4</b>			18+342.38													876.19						
355	357	30.44	18+372.81	853.45	848.32		31.96	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.63	1	1.195	0.46	875.73	27.41	5.13	44.06	6	0.59	

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco El Alto  
**Departamento:** Totonicapán

DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD																						
RED DE DISTRIBUCIÓN																						
EST	PO	Dist. H.	Caminamiento	Cota de EST	Cota de PO	Cota salida CRP	Long. Diseño	Q	Clase tubería	C	HF prop	∅ Teórico	∅ Nominal	∅ Interno	HF	Cota PZ	Dinámica	Estática	Estática T	Cant. Tubos	V	Observaciones
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(lts/s)			(m)	(pul)	(pul)	(pul)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(unidad)	(m/s)	
<b>Sub ramal 5. 2</b>		17+521.91														925.44						
372	373	45.20	17+567.12	910.31	910.59		47.46	1.11	PVC 160 PSI	150	10.00	0.99	1 1/2	1.754	0.61	924.83	14.24	-0.28	17.33	8	0.71	
373	374	55.73	17+622.84	910.59	911.11		58.51	0.66	PVC 160 PSI	150	10.00	0.85	1 1/2	1.754	0.29	924.54	13.43	-0.51	16.82	10	0.42	
374	375	73.39	17+696.24	911.11	912.05		77.06	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.88	1 1/2	1.754	0.35	924.19	12.14	-0.94	15.88	13	0.41	
375	376	41.33	17+737.56	912.05	912.75		43.39	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.79	1 1/2	1.754	0.20	923.99	11.24	-0.70	15.18	8	0.41	
376	377	13.93	17+751.49	912.75	912.66		14.62	0.64	PVC 160 PSI	150	10.00	0.63	1 1/2	1.754	0.07	923.92	11.26	0.09	15.27	3	0.41	
<b>Sub ramal 5. 2. 1</b>		17+567.12														924.83						
373	378	78.50	17+645.62	910.59	909.59		82.43	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.77	1	1.195	1.18	923.65	14.06	1.00	18.34	14	0.59	
378	379	38.71	17+684.33	909.59	909.18		40.64	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.67	1	1.195	0.58	923.07	13.90	0.41	18.75	7	0.59	
379	380	67.60	17+751.93	909.18	908.13		70.99	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.75	1	1.195	1.01	922.06	13.93	1.05	19.80	12	0.59	
380	381	77.44	17+829.37	908.13	907.88		81.31	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.77	1	1.195	1.16	920.90	13.02	0.25	20.05	14	0.59	
381	382	63.90	17+893.27	907.88	907.38		67.10	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.74	1	1.195	0.96	919.94	12.56	0.49	20.55	12	0.59	
382	383	41.51	17+934.79	907.38	907.19		43.59	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.68	1	1.195	0.62	919.32	12.13	0.19	20.74	8	0.59	
383	384	111.22	18+046.00	907.19	907.09		116.78	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.83	1	1.195	1.67	917.65	10.55	0.09	20.83	20	0.59	
<b>Sub ramal 5. 3</b>		17+716.30														925.03						
307	371	124.70	17+840.99	910.33	910.50		130.93	0.43	PVC 160 PSI	150	10.00	0.85	1	1.195	1.87	923.16	12.66	-0.17	17.43	22	0.59	
<b>Sub ramal 5. 4</b>		18+139.69														923.70						
365	366	41.37	18+181.06	913.46	912.36		43.44	0.27	PVC 160 PSI	150	10.00	0.56	1	1.195	0.26	923.44	11.08	1.09	15.57	8	0.40	
<b>Sub ramal 5. 5</b>		18+188.53														923.39						
367	370	92.61	18+281.15	911.28	908.36		97.24	0.86	PVC 160 PSI	150	10.00	1.04	1 1/2	1.754	0.78	922.61	14.25	2.92	19.57	17	0.55	

**APÉNDICE E**

Presupuesto y cronograma de ejecución

**PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD  
DE ALDEA TACAIALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN**

No.	Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo por renglón
1	Replanteo topográfico	30.00	Km	Q 2,581.00	Q 77,430.00
2	Tubería y accesorios en línea de conducción por gravedad	2791.00	Tubo	Q 1,326.00	Q 3,700,866.00
3	Limpieza y zanjeo para línea de conducción	15253.00	m	Q 77.00	Q 1,174,481.00
4	Válvulas de aire	15.00	Unidad	Q 5,070.00	Q 76,050.00
5	Válvulas de limpieza	14.00	Unidad	Q 5,059.00	Q 70,826.00
6	Pasos de zanjón	6.00	Unidad	Q 25,288.00	Q 151,728.00
7	Pasos aéreos de 15m	7.00	Unidad	Q 78,649.00	Q 550,543.00
8	Pasos aéreos de 20m	4.00	Unidad	Q 92,221.00	Q 368,884.00
9	Pasos aéreos de 30m	2.00	Unidad	Q 111,704.00	Q 223,408.00
10	Anclaje de tuberías de HG	9.00	Unidad	Q 2,465.00	Q 22,185.00
11	Movimiento de Tierras	44.00	m <sup>3</sup>	Q 1,557.00	Q 68,508.00
12	Rotulo de identificación del proyecto	1.00	Unidad	Q 7,544.00	Q 7,544.00
13	Tanque de distribución 150 m <sup>3</sup>	1.00	Unidad	Q 511,960.00	Q 511,960.00
14	Clorinador	1.00	Unidad	Q 10,598.00	Q 10,598.00
15	Tubería y accesorios en red de distribución	2701.00	Tubo	Q 328.00	Q 885,928.00
16	Remoción y reparación de pavimento	1008.00	m <sup>2</sup>	Q 1,917.00	Q 1,932,336.00
17	Limpieza y zanjeo para red de distribución	14729.00	Tubo	Q 29.00	Q 427,141.00
18	Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote para distribución	5.00	Unidad	Q 10,684.00	Q 53,420.00
19	Caja + Válvula de control	23.00	Unidad	Q 3,826.00	Q 87,998.00
20	Conexiones domiciliarias + Contador	465.00	Unidad	Q 1,749.00	Q 813,285.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 11,215,119.00</b>



## Replanteo topográfico

1	Cantidad: 30.00				Unidad: Km	
<b>MATERIALES</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Teodolito	30.00	día	Q 400.00	Q	12,000.00	
Cinta métrica	3.00	Unidad	Q 200.00	Q	600.00	
Pintura	30.00	Unidad	Q 25.00	Q	750.00	
<b>Total de material</b>				Q	<b>13,350.00</b>	
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Replanteo topográfico	30.00	Km	Q 300.00	Q	9,000.00	
Elaboración de planos	39.00	Unidad	Q 200.00	Q	7,800.00	
Elaboración de planificación	30.00	Km	Q 300.00	Q	9,000.00	
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	<b>25,800.00</b>	
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Cuadrilla para topografía	30.00	Km	Q 200.00	Q	6,000.00	
Elaboración de planos	39.00	Unidad	Q 100.00	Q	3,900.00	
Elaboración de planificación	30.00	Km	Q 150.00	Q	4,500.00	
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	<b>14,400.00</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Transporte de materiales y personal	30.00	Viaje	Q 200.00	Q	6,000.00	
<b>Total de transporte</b>				Q	<b>6,000.00</b>	
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>						
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	<b>59,550.00</b>	
<b>Costo indirecto</b>						
Dirección técnica			10%	Q	5,955.00	
Administrativos			5%	Q	2,977.50	
Impuestos			5%	Q	2,977.50	
Utilidades			10%	Q	5,955.00	
Integración de costo indirecto				Q	17,880.00	
<b>Costo total</b>				Q	<b>77,430.00</b>	
<b>Costo unitario</b>				Q	<b>2,581.00</b>	

**Tubería y accesorios en línea de conducción por gravedad**

2		Cantidad: 2791.00		Unidad: Tubo	
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
<b>Tubería</b>					
Tubo de HG TM 5" R/C	9.00	Unidad	Q 4,000.00	Q	36,000.00
Tubo C/campana de PVC de 5" 160 psi	2782.00	Unidad	Q 860.22	Q	2,393,132.05
<b>Accesorios e insumos</b>					
Codo HG 5" x 45°	3.00	Unidad	Q 3,000.00	Q	9,000.00
Codo HG 5" x 90°	4.00	Unidad	Q 3,000.00	Q	12,000.00
Codo de PVC de 5"x45°	207.00	Unidad	Q 341.65	Q	70,721.55
Codo de PVC de 5"x90°	80.00	Unidad	Q 339.33	Q	27,146.40
Permatex 360 grs.	5.00	Pomo	Q 60.00	Q	300.00
Wipe	385.00	Lb	Q 10.00	Q	3,850.00
Pegamento para PVC	70.00	Galón	Q 700.00	Q	49,000.00
Lija	642.00	Pliego	Q 10.00	Q	6,420.00
Thinner	112.00	Galón	Q 60.00	Q	6,720.00
<b>Total de material</b>				Q	2,614,290.00
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Movilización e instalación de tubos HG TM de 5"	9.00	Unidad	Q 500.00	Q	4,500.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 5" 160 psi	2782.00	Unidad	Q 50.00	Q	139,100.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	143,600.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Movilización e instalación de tubos HG TM de 5"	9.00	Unidad	Q 300.00	Q	2,700.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 5" 160 psi	2782.00	Unidad	Q 30.00	Q	83,460.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	86,160.00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	1.00	Global	Q 1,500.00	Q	1,500.00
Transporte de maquinaria y equipo	1.00	Global	Q 1,200.00	Q	1,200.00
<b>Total de transporte</b>				Q	2,700.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	2,846,750.00
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	284,675.00
Administrativos			5%	Q	142,337.50
Impuestos			5%	Q	142,337.50
Utilidades			10%	Q	284,675.00
Integración de costo indirecto				Q	854,116.00
<b>Costo total</b>				Q	3,700,866.00
<b>Costo unitario</b>				Q	1,326.00

**Limpieza y zanjeo para línea de conducción**

3		Cantidad: 15253.00		Unidad: m	
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Alambre de amarre	10.00	Lb	Q 8.00	Q	80.00
Clavo de 2 1/2" para madera	5.00	Lb	Q 10.00	Q	50.00
Azadón	10.00	Unidad	Q 150.00	Q	1,500.00
Machete	10.00	Unidad	Q 100.00	Q	1,000.00
Piocha	10.00	Unidad	Q 170.00	Q	1,700.00
Parales de 3" x 3" x 9'	1.00	Docena	Q 600.00	Q	600.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	1.00	Docena	Q 800.00	Q	800.00
<b>Total de material</b>				Q	5,730.00
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Zanjeo para línea de conducción	15253.00	Unidad	Q 25.00	Q	381,325.00
Limpieza del terreno	15253.00	Unidad	Q 8.50	Q	129,650.50
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	510,975.50
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Zanjeo para línea de conducción	15253.00	Unidad	Q 20.00	Q	305,060.00
Limpieza del terreno	15253.00	Unidad	Q 5.10	Q	77,790.30
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	382,850.30
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	1.00	Viaje	Q 500.00	Q	500.00
<b>Total de transporte</b>				Q	500.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	900,055.80
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	90,005.58
Administrativos			5%	Q	45,002.79
Impuestos			5%	Q	45,002.79
Utilidades			10%	Q	90,005.58
Integración de costo indirecto				Q	274,425.00
<b>Costo total</b>				Q	1,174,481.00
<b>Costo unitario</b>				Q	77.00

### Válvulas de aire

4		Cantidad: 15.00		Unidad: Unidad	
MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Arena de río	7.50	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	2,062.50
Piedrín de 3/4"	3.00	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	975.00
Piedra bola	6.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q	1,200.00
Cemento gris tipo portland 4000 psi	45.00	Saco	Q 80.00	Q	3,600.00
Regla de 2" x 3" x 9'	4.50	Docena	Q 525.00	Q	2,362.50
Tendales 3"x4"x7'	4.20	Docena	Q 650.00	Q	2,730.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	3.00	Docena	Q 800.00	Q	2,400.00
Clavo de 2 1/2" para madera	15.00	Lb	Q 10.00	Q	150.00
Clavo de 3" para madera	11.30	Lb	Q 10.00	Q	113.00
Clavo de 4" para madera	11.30	Lb	Q 10.00	Q	113.00
Alambre de amarre	11.30	Lb	Q 8.00	Q	90.40
Hierro No 3 G40	75.00	Varilla	Q 32.50	Q	2,437.50
Válvula de aire de 2"	15.00	Unidad	Q 530.00	Q	7,950.00
Adaptador hembra PVC de 2"	30.00	Unidad	Q 9.26	Q	277.80
Tee de PVC de 5"	15.00	Unidad	Q 471.83	Q	7,077.45
Reductor bushing de PVC de 5" x 2"	15.00	Unidad	Q 172.91	Q	2,593.65
Candado de intemperie	15.00	Unidad	Q 100.00	Q	1,500.00
Tubo C/campana de PVC de 2" 160 psi	3.00	Unidad	Q 151.76	Q	455.28
<b>Total de material</b>				Q	<b>38,088.08</b>
MANO DE OBRA CALIFICADA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de válvulas de aire	15.00	Unidad	Q 600.00	Q	9,000.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	<b>9,000.00</b>
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de válvulas de aire	15.00	Unidad	Q 360.00	Q	5,400.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	<b>5,400.00</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	15.00	Viaje	Q 200.00	Q	3,000.00
Transporte de maquinaria y equipo	15.00	Viaje	Q 200.00	Q	3,000.00
<b>Total de transporte</b>				Q	<b>6,000.00</b>
INTEGRACIÓN DEL PRECIO					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	<b>58,488.08</b>
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	5,848.81
Administrativos			5%	Q	2,924.40
Impuestos			5%	Q	2,924.40
Utilidades			10%	Q	5,848.81
Integración de costo indirecto				Q	17,561.00
<b>Costo total</b>				Q	<b>76,050.00</b>
<b>Costo unitario</b>				Q	<b>5,070.00</b>

### Válvulas de limpieza

5	Cantidad: 14.00		Unidad: Unidad	
	MATERIALES			
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Arena de río	7.00	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q 1,925.00
Piedrín de 3/4"	4.20	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q 1,365.00
Piedra bola	7.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 1,400.00
Cemento gris tipo portland 4000 psi	42.00	Saco	Q 80.00	Q 3,360.00
Regla de 2" x 3" x 9'	4.20	Docena	Q 525.00	Q 2,205.00
Tendales 3"x4"x7'	3.92	Docena	Q 650.00	Q 2,548.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	2.80	Docena	Q 800.00	Q 2,240.00
Clavo de 2 1/2" para madera	14.00	Lb	Q 10.00	Q 140.00
Clavo de 3" para madera	10.50	Lb	Q 10.00	Q 105.00
Clavo de 4" para madera	10.50	Lb	Q 10.00	Q 105.00
Alambre de amarre	10.50	Lb	Q 8.00	Q 84.00
Hierro No 3 G40	42.00	Varilla	Q 32.50	Q 1,365.00
Válvula de limpieza de 2"	14.00	Unidad	Q 530.00	Q 7,420.00
Adaptador macho PVC de 2"	28.00	Unidad	Q 10.41	Q 291.48
Tee de PVC de 5"	14.00	Unidad	Q 471.83	Q 6,605.62
Reductor bushing de PVC de 5" x 2"	14.00	Unidad	Q 172.91	Q 2,420.74
Candado de intemperie	14.00	Unidad	Q 100.00	Q 1,400.00
Tubo C/campana de PVC de 2" 160 psi	3.00	Unidad	Q 151.76	Q 455.28
<b>Total de material</b>				Q 35,435.12
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Construcción de válvulas de limpieza	14.00	Unidad	Q 600.00	Q 8,400.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q 8,400.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Construcción de válvulas de limpieza	14.00	Unidad	Q 360.00	Q 5,040.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q 5,040.00
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Transporte de materiales	14.00	Viaje	Q 200.00	Q 2,800.00
Transporte de maquinaria y equipo	14.00	Viaje	Q 200.00	Q 2,800.00
<b>Total de transporte</b>				Q 5,600.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>				
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q 54,475.12
<b>Costo indirecto</b>				
Dirección técnica			10%	Q 5,447.51
Administrativos			5%	Q 2,723.76
Impuestos			5%	Q 2,723.76
Utilidades			10%	Q 5,447.51
Integración de costo indirecto				Q 16,350.00
<b>Costo total</b>				Q 70,826.00
<b>Costo unitario</b>				Q 5,059.00

### Pasos de zanjón

6		Cantidad: 6.00		Unidad: Unidad	
MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Arena de río	12.00	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	3,300.00
Piedrín de 3/4"	6.00	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	1,950.00
Piedra bola	6.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q	1,200.00
Cemento gris tipo portland 4000 psi	18.00	Saco	Q 80.00	Q	1,440.00
Regla de 2" x 3" x 9'	1.20	Docena	Q 525.00	Q	630.00
Tendales 3"x4"x7'	1.20	Docena	Q 650.00	Q	780.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	1.20	Docena	Q 800.00	Q	960.00
Clavo de 2 1/2" para madera	6.00	Lb	Q 10.00	Q	60.00
Clavo de 3" para madera	6.00	Lb	Q 10.00	Q	60.00
Clavo de 4" para madera	6.00	Lb	Q 10.00	Q	60.00
Alambre de amarre	12.00	Lb	Q 8.00	Q	96.00
Hierro No 4 G40	18.00	Varilla	Q 57.65	Q	1,037.70
Hierro No 3 G40	18.00	Varilla	Q 32.50	Q	585.00
Tubo de HG TM 5" R/C	6.00	Unidad	Q 4,000.00	Q	24,000.00
Codo HG 5" x 45°	12.00	Unidad	Q 3,000.00	Q	36,000.00
Unión universal	12.00	Unidad	Q 2,500.00	Q	30,000.00
Adaptador hembra PVC de 5"	12.00	Unidad	Q 271.70	Q	3,260.40
Permatex 360 grs.	6.00	Pomo	Q 60.00	Q	360.00
Wipe	1.00	Lb	Q 10.00	Q	10.00
<b>Total de material</b>				Q	105,789.10
MANO DE OBRA CALIFICADA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de pasos de zanjón	6.00	Unidad	Q 700.00	Q	4,200.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	4,200.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de pasos de zanjón	6.00	Unidad	Q 420.00	Q	2,520.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	2,520.00
TRANSPORTE					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	6.00	Viaje	Q 500.00	Q	3,000.00
Transporte de maquinaria y equipo	6.00	Viaje	Q 200.00	Q	1,200.00
<b>Total de transporte</b>				Q	4,200.00
INTEGRACIÓN DEL PRECIO					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	116,709.10
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	11,670.91
Administrativos			5%	Q	5,835.46
Impuestos			5%	Q	5,835.46
Utilidades			10%	Q	11,670.91
Integración de costo indirecto				Q	35,018.00
<b>Costo total</b>				Q	151,728.00
<b>Costo unitario</b>				Q	25,288.00

**Pasos aéreos de 15m**

7	Cantidad: 7.00			Unidad: Unidad	
MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Arena de río	16.10	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	4,427.50
Piedrín de 3/4"	16.10	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	5,232.50
Piedra bola	26.30	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q	5,260.00
Cemento gris tipo portland 4000 psi	168.00	Saco	Q 80.00	Q	13,440.00
Regla de 2" x 3" x 9'	3.15	Docena	Q 525.00	Q	1,653.75
Tendales 3"x4"x7'	2.63	Docena	Q 650.00	Q	1,706.25
Tabla de 1" x 12" x 9'	2.52	Docena	Q 800.00	Q	2,016.00
Clavo de 3" para madera	42.00	Lb	Q 10.00	Q	420.00
Alambre de amarre	63.00	Lb	Q 8.00	Q	504.00
Hierro No 4 G40	35.70	Lb	Q 57.65	Q	2,058.11
Hierro No 3 G40	66.50	Lb	Q 32.50	Q	2,161.25
Hierro No 2 G40	5.25	Varilla	Q 12.25	Q	64.31
Tubo de HG TM 5" R/C	21.00	Varilla	Q 4,000.00	Q	84,000.00
Codo HG 5" x 45°	28.00	Unidad	Q 3,000.00	Q	84,000.00
Unión universal	21.00	Unidad	Q 2,500.00	Q	52,500.00
Adaptador hembra PVC de 5"	14.00	Unidad	Q 271.70	Q	3,803.80
Niples de 3"	28.00	Unidad	Q 1,053.00	Q	29,484.00
Cable acerado de 5/8"	315.00	Unidad	Q 150.00	Q	47,250.00
Varilla para anclaje de 3/4"	7.00	Unidad	Q 50.00	Q	350.00
Mordazas de 5/8"	315.00	Pomo	Q 70.00	Q	22,050.00
Tensor de 5/8"	7.00	Lb	Q 700.00	Q	4,900.00
Guarda cable 1/2"	203.00	Lb	Q 60.00	Q	12,180.00
Guarda cable 3/8"	119.00	Lb	Q 21.00	Q	2,499.00
Permatex 360 grs.	14.00	Lb	Q 60.00	Q	840.00
Wipe	9.00	Lb	Q 10.00	Q	90.00
<b>Total de material</b>				Q	382,890.47
MANO DE OBRA CALIFICADA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de pasos aéreos	7.00	Unidad	Q 2,500.00	Q	17,500.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	17,500.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de pasos aéreos	7.00	Unidad	Q 1,500.00	Q	10,500.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	10,500.00
TRANSPORTE					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	7.00	Viaje	Q 1,200.00	Q	8,400.00
Transporte de maquinaria y equipo	7.00	Viaje	Q 600.00	Q	4,200.00
<b>Total de transporte</b>				Q	12,600.00
INTEGRACIÓN DEL PRECIO					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	423,490.47
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	42,349.05
Administrativos			5%	Q	21,174.52
Impuestos			5%	Q	21,174.52
Utilidades			10%	Q	42,349.05
Integración de costo indirecto				Q	127,052.00
<b>Costo total</b>				Q	550,543.00
<b>Costo unitario</b>				Q	78,649.00

**Pasos aéreos de 20m**

8		Cantidad: 4.00		Unidad: Unidad	
MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Arena de río	12.00	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	3,300.00
Piedrín de 3/4"	12.00	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	3,900.00
Piedra bola	20.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q	4,000.00
Cemento gris tipo portland 4000 psi	100.00	Saco	Q 80.00	Q	8,000.00
Regla de 2" x 3" x 9'	2.32	Docena	Q 525.00	Q	1,218.00
Tendales 3"x4"x7'	2.00	Docena	Q 650.00	Q	1,300.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	1.92	Docena	Q 800.00	Q	1,536.00
Clavo de 3" para madera	32.00	Lb	Q 10.00	Q	320.00
Alambre de amarre	48.00	Lb	Q 8.00	Q	384.00
Hierro No 4 G40	30.00	Lb	Q 57.65	Q	1,729.50
Hierro No 3 G40	52.00	Lb	Q 32.50	Q	1,690.00
Hierro No 2 G40	4.00	Varilla	Q 12.25	Q	49.00
Tubo de HG TM 5" R/C	16.00	Varilla	Q 4,000.00	Q	64,000.00
Codo HG 5" x 45°	16.00	Unidad	Q 3,000.00	Q	48,000.00
Unión universal	12.00	Unidad	Q 2,500.00	Q	30,000.00
Adaptador hembra PVC de 5"	8.00	Unidad	Q 271.70	Q	2,173.60
Niples de 3"	16.00	Unidad	Q 1,053.00	Q	16,848.00
Cable acerado de 5/8"	220.00	Unidad	Q 150.00	Q	33,000.00
Varilla para anclaje de 3/4"	4.00	Unidad	Q 50.00	Q	200.00
Mordazas de 5/8"	220.00	Pomo	Q 70.00	Q	15,400.00
Tensor de 5/8"	4.00	Lb	Q 700.00	Q	2,800.00
Guarda cable 1/2"	144.00	Lb	Q 60.00	Q	8,640.00
Guarda cable 3/8"	88.00	Lb	Q 21.00	Q	1,848.00
Permatex 360 grs.	8.00	Lb	Q 60.00	Q	480.00
Wipe	14.00	Lb	Q 10.00	Q	140.00
<b>Total de material</b>				Q	250,956.10
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de pasos aéreos	4.00	Unidad	Q 4,000.00	Q	16,000.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	16,000.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de pasos aéreos	4.00	Unidad	Q 2,400.00	Q	9,600.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	9,600.00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	4.00	Viaje	Q 1,200.00	Q	4,800.00
Transporte de maquinaria y equipo	4.00	Viaje	Q 600.00	Q	2,400.00
<b>Total de transporte</b>				Q	7,200.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	283,756.10
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	28,375.61
Administrativos			5%	Q	14,187.81
Impuestos			5%	Q	14,187.81
Utilidades			10%	Q	28,375.61
Integración de costo indirecto				Q	85,127.00
<b>Costo total</b>				Q	368,884.00
<b>Costo unitario</b>				Q	92,221.00



**Pasos aéreos de 30m**

9	Cantidad: 2.00			Unidad: Unidad	
MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Arena de río	9.00	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	2,475.00
Piedrín de 3/4"	9.00	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	2,925.00
Piedra bola	15.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q	3,000.00
Cemento gris tipo portland 4000 psi	70.00	Saco	Q 80.00	Q	5,600.00
Regla de 2" x 3" x 9'	1.79	Docena	Q 525.00	Q	940.80
Tendales 3"x4"x7'	1.50	Docena	Q 650.00	Q	975.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	1.44	Docena	Q 800.00	Q	1,152.00
Clavo de 3" para madera	24.00	Lb	Q 10.00	Q	240.00
Alambre de amarre	36.00	Lb	Q 8.00	Q	288.00
Hierro No 4 G40	20.40	Lb	Q 57.65	Q	1,176.06
Hierro No 3 G40	38.00	Lb	Q 32.50	Q	1,235.00
Hierro No 2 G40	3.00	Varilla	Q 12.25	Q	36.75
Tubo de HG TM 5" R/C	10.00	Varilla	Q 4,000.00	Q	40,000.00
Codo HG 5" x 45°	8.00	Unidad	Q 3,000.00	Q	24,000.00
Unión universal	6.00	Unidad	Q 2,500.00	Q	15,000.00
Adaptador hembra PVC de 5"	4.00	Unidad	Q 271.70	Q	1,086.80
Niples de 3"	8.00	Unidad	Q 1,053.00	Q	8,424.00
Cable acerado de 5/8"	150.00	Unidad	Q 150.00	Q	22,500.00
Varilla para anclaje de 3/4"	4.00	Unidad	Q 50.00	Q	200.00
Mordazas de 5/8"	150.00	Pomo	Q 70.00	Q	10,500.00
Tensor de 5/8"	4.00	Lb	Q 700.00	Q	2,800.00
Guarda cable 1/2"	100.00	Lb	Q 60.00	Q	6,000.00
Guarda cable 3/8"	66.00	Lb	Q 21.00	Q	1,386.00
Permatex 360 grs.	4.00	Lb	Q 60.00	Q	240.00
Wipe	7.00	Lb	Q 10.00	Q	70.00
<b>Total de material</b>				Q	152,250.41
MANO DE OBRA CALIFICADA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de pasos aéreos	2.00	Unidad	Q 5,000.00	Q	10,000.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	10,000.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de pasos aéreos	2.00	Unidad	Q 3,000.00	Q	6,000.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	6,000.00
TRANSPORTE					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	2.00	Viaje	Q 1,200.00	Q	2,400.00
Transporte de maquinaria y equipo	2.00	Viaje	Q 600.00	Q	1,200.00
<b>Total de transporte</b>				Q	3,600.00
INTEGRACIÓN DEL PRECIO					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	171,850.41
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	17,185.04
Administrativos			5%	Q	8,592.52
Impuestos			5%	Q	8,592.52
Utilidades			10%	Q	17,185.04
Integración de costo indirecto				Q	51,557.00
<b>Costo total</b>				Q	223,408.00
<b>Costo unitario</b>				Q	111,704.00

**Anclaje de tuberías de HG**

10	Cantidad: 9.00		Unidad: Unidad	
	<b>MATERIALES</b>			
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Arena de río	1.93	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q 530.75
Piedrín de 3/4"	2.89	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q 939.25
Cemento gris tipo portland 4000 psi	38.00	Saco	Q 80.00	Q 3,040.00
Clavo de 2 1/2" para madera	4.50	Lb	Q 10.00	Q 45.00
Alambre de amarre	9.00	Lb	Q 8.00	Q 72.00
Hierro No 3 G40	21.60	Varilla	Q 32.50	Q 702.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	1.00	Docena	Q 800.00	Q 800.00
<b>Total de material</b>				Q 6,129.00
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Construcción de Anclajes	9.00	Unidad	Q 400.00	Q 3,600.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q 3,600.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Construcción de Anclajes	9.00	Unidad	Q 240.00	Q 2,160.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q 2,160.00
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Transporte de materiales	9.00	Viaje	Q 300.00	Q 2,700.00
Transporte de maquinaria y equipo	9.00	Viaje	Q 275.00	Q 2,475.00
<b>Total de transporte</b>				Q 5,175.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>				
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q 17,064.00
<b>Costo indirecto</b>				
Dirección técnica			10%	Q 1,706.40
Administrativos			5%	Q 853.20
Impuestos			5%	Q 853.20
Utilidades			10%	Q 1,706.40
Integración de costo indirecto				Q 5,121.00
<b>Costo total</b>				Q 22,185.00
<b>Costo unitario</b>				Q 2,465.00

### Movimiento de Tierras

11	Cantidad: 44.00		Unidad: m <sup>3</sup>	
	MATERIALES			
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Transporte de tierras de excavación	4.00	Viaje	Q 700.00	Q 2,800.00
Excavación con retroexcavadora	9.00	día	Q 4,000.00	Q 36,000.00
Desbroce y limpieza de terreno	71.00	m <sup>2</sup>	Q 15.00	Q 1,065.00
Cargador frontal	1.00	día	Q 4,000.00	Q 4,000.00
Rodillo compactador manual	4.00	hora	Q 75.00	Q 300.00
<b>Total de material</b>				Q 44,165.00
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Transporte de tierras de excavación	4.00	Viaje	Q 200.00	Q 800.00
Excavación con retroexcavadora	9.00	día	Q 200.00	Q 1,800.00
Desbroce y limpieza de terreno	71.00	m <sup>2</sup>	Q 15.00	Q 1,065.00
Cargador frontal	1.00	día	Q 200.00	Q 200.00
Rodillo compactador manual	4.00	hora	Q 50.00	Q 200.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q 4,065.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Transporte de tierras de excavación	4.00	Viaje	Q 120.00	Q 480.00
Excavación con retroexcavadora	9.00	día	Q 120.00	Q 1,080.00
Desbroce y limpieza de terreno	71.00	m <sup>2</sup>	Q 9.00	Q 639.00
Cargador frontal	1.00	día	Q 120.00	Q 120.00
Rodillo compactador manual	4.00	hora	Q 30.00	Q 120.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q 2,439.00
TRANSPORTE				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Transporte de materiales	1.00	Viaje	Q 500.00	Q 500.00
Transporte de maquinaria y equipo	1.00	Viaje	Q 1,500.00	Q 1,500.00
<b>Total de transporte</b>				Q 2,000.00
INTEGRACIÓN DEL PRECIO				
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q 52,669.00
<b>Costo indirecto</b>				
Dirección técnica			10%	Q 5,266.90
Administrativos			5%	Q 2,633.45
Impuestos			5%	Q 2,633.45
Utilidades			10%	Q 5,266.90
Integración de costo indirecto				Q 15,839.00
<b>Costo total</b>				Q 68,508.00
<b>Costo unitario</b>				Q 1,557.00

**Rotulo de identificación del proyecto**

12	Cantidad: 1.00			Unidad: Unidad	
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Arena de río	0.16	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	44.00
Piedrín de 3/4"	0.25	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	81.25
Cemento gris tipo portland 4000 psi	4.00	Saco	Q 80.00	Q	320.00
Hierro No 4 G40	1.00	Varilla	Q 57.65	Q	57.65
Lámina negra de 4' x 8' x 1/16"	1.00	Unidad	Q 300.00	Q	300.00
Tubo rectangular de 2" x 1", Chapa 18	2.00	Unidad	Q 70.00	Q	140.00
Angular de 3/4" x 1/8"	3.00	Unidad	Q 55.00	Q	165.00
Costanera tipo "C" de 2" x 4"	2.50	Unidad	Q 140.00	Q	350.00
Electrodo de 1/8", punto verde 332	1.00	Lb	Q 30.00	Q	30.00
Manta vinílica adhesiva	3.00	m <sup>2</sup>	Q 105.00	Q	315.00
Pintura anticorrosiva azul	1.00	Galón	Q 150.00	Q	150.00
<b>Total de material</b>				Q	1,952.90
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Mano de obra de herrería	1.00	Global	Q 1,000.00	Q	1,000.00
Albañil	1.00	Jornal	Q 250.00	Q	250.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	1,250.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Mano de obra de herrería	1.00	Unidad	Q 600.00	Q	600.00
Ayudante de Albañil	1.00	Jornal	Q 200.00	Q	200.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	800.00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	1.00	Viaje	Q 1,000.00	Q	1,000.00
Transporte de maquinaria y equipo	2.00	Viaje	Q 400.00	Q	800.00
<b>Total de transporte</b>				Q	1,800.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	5,802.90
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	580.29
Administrativos			5%	Q	290.15
Impuestos			5%	Q	290.15
Utilidades			10%	Q	580.29
Integración de costo indirecto				Q	1,741.00
<b>Costo total</b>				Q	7,544.00
<b>Costo unitario</b>				Q	7,544.00

**Tanque de distribución 150 m<sup>3</sup>**

13	Cantidad: 1.00		Unidad: Unidad	
	MATERIALES			
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Alambre de amarre	650.00	Lb	Q 8.00	Q 5,200.00
Arena de río	37.50	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q 10,312.50
Cemento gris tipo portland 4000 psi	735.00	Saco	Q 80.00	Q 58,800.00
Candado de intemperie	6.00	Unidad	Q 100.00	Q 600.00
Clavo de 2 1/2" para madera	17.00	Lb	Q 10.00	Q 170.00
Clavo de 3" para madera	18.00	Lb	Q 10.00	Q 180.00
Clavo de 4" para madera	17.50	Lb	Q 10.00	Q 175.00
Hierro No 2 G40	75.00	Varilla	Q 12.25	Q 918.75
Hierro No 3 G40	1890.00	Varilla	Q 32.50	Q 61,425.00
Hierro No 4 G40	945.00	Varilla	Q 57.65	Q 54,479.25
Hierro No 5 G40	2.00	Varilla	Q 94.95	Q 189.90
Piedra bola	56.25	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 11,250.00
Piedrín de 3/4"	16.88	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q 5,484.38
Parales de 3" x 3" x 9'	26.00	Docena	Q 600.00	Q 15,600.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	16.00	Docena	Q 800.00	Q 12,800.00
Niple de HG 3/4"	2.00	Unidad	Q 150.00	Q 300.00
Codo HG 3/4" x 90°	2.00	Unidad	Q 10.30	Q 20.60
Niples de PVC de 3" 160 psi	2.00	Unidad	Q 336.04	Q 672.08
Codo de PVC de 3"x90°	1.00	Unidad	Q 63.58	Q 63.58
Tubo C/campana de PVC de 5" 160 psi	2.00	Unidad	Q 860.22	Q 1,720.44
Codo de PVC de 5"x90°	1.00	Unidad	Q 339.33	Q 339.33
Tee de PVC de 5"	4.00	Unidad	Q 471.83	Q 1,887.32
Pichacha de Salida	1.00	Unidad	Q 200.00	Q 200.00
Válvula de compuerta de 5" de bronce	4.00	Unidad	Q 3,000.00	Q 12,000.00
Adaptador macho PVC de 5"	2.00	Unidad	Q 154.03	Q 308.06
Codo de PVC de 3"x90°	5.00	Unidad	Q 63.58	Q 317.90
<b>Total de material</b>				Q 255,414.09
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Construcción de Tanque de distribución	1.00	Unidad	Q 70,000.00	Q 70,000.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q 70,000.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Construcción de Tanque de distribución	1.00	Unidad	Q 45,000.00	Q 45,000.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q 45,000.00
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Transporte de materiales	17.00	Viaje	Q 1,000.00	Q 17,000.00
Transporte de maquinaria y equipo	8.00	Viaje	Q 800.00	Q 6,400.00
<b>Total de transporte</b>				Q 23,400.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>				
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q 393,814.09
<b>Costo indirecto</b>				
Dirección técnica			10%	Q 39,381.41
Administrativos			5%	Q 19,690.70
Impuestos			5%	Q 19,690.70
Utilidades			10%	Q 39,381.41
Integración de costo indirecto				Q 118,145.00
<b>Costo total</b>				Q 511,960.00
<b>Costo unitario</b>				Q 511,960.00

### Clorinador

14	Cantidad: 1.00				Unidad: Unidad	
	MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Alambre de amarre	4.00	Lb	Q 8.00	Q	32.00	
Arena de río	0.17	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	46.75	
Cemento gris tipo portland 4000 psi	4.00	Saco	Q 80.00	Q	320.00	
Candado de intemperie	1.00	Unidad	Q 100.00	Q	100.00	
Clavo de 2 1/2" para madera	2.00	Lb	Q 10.00	Q	20.00	
Clavo de 3" para madera	2.00	Lb	Q 10.00	Q	20.00	
Hierro No 2 G40	2.00	Varilla	Q 12.25	Q	24.50	
Hierro No 3 G40	8.00	Varilla	Q 32.50	Q	260.00	
Piedrín de 3/4"	0.25	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	81.25	
Parales de 3" x 3" x 9'	0.25	Docena	Q 600.00	Q	150.00	
Tabla de 1" x 12" x 9'	0.25	Docena	Q 800.00	Q	200.00	
Block de 0.15 x 0.20 x 0.40 m	42.00	Unidad	Q 4.80	Q	201.60	
Válvula de compuerta de 1/2" de bronce	1.00	Unidad	Q 50.00	Q	50.00	
Adaptador macho PVC de 1/2"	2.00	Unidad	Q 1.36	Q	2.72	
Codo de PVC de 1/2"x90°	10.00	Unidad	Q 1.89	Q	18.90	
Tubo C/campana de PVC de 1/2" 315 psi	2.00	Unidad	Q 34.84	Q	69.68	
Tee de PVC de 5"	1.00	Unidad	Q 471.83	Q	471.83	
Reducidor bushing de PVC de 5" x 2"	1.00	Unidad	Q 172.91	Q	172.91	
Reducidor bushing de PVC de 2" x 1/2"	1.00	Unidad	Q 9.32	Q	9.32	
Clorador de pastilla + accesorios	1.00	Unidad	Q 1,800.00	Q	1,800.00	
Candado de intemperie	1.00	Unidad	Q 100.00	Q	100.00	
Puerta metálica lamina lisa 1/16" + 2 manos de anticorrosivo	1.00	Unidad	Q 2,500.00	Q	2,500.00	
<b>Total de material</b>				Q	6,651.46	
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Construcción de Clorinador	1.00	Unidad	Q 500.00	Q	500.00	
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	500.00	
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Construcción de Clorinador	1.00	Unidad	Q 300.00	Q	300.00	
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	300.00	
<b>TRANSPORTE</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Transporte de materiales	1.00	Viaje	Q 500.00	Q	500.00	
Transporte de maquinaria y equipo	1.00	Viaje	Q 200.00	Q	200.00	
<b>Total de transporte</b>				Q	700.00	
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>						
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	8,151.46	
<b>Costo indirecto</b>						
Dirección técnica			10%	Q	815.15	
Administrativos			5%	Q	407.57	
Impuestos			5%	Q	407.57	
Utilidades			10%	Q	815.15	
Integración de costo indirecto				Q	2,446.00	
<b>Costo total</b>				Q	10,598.00	
<b>Costo unitario</b>				Q	10,598.00	

**Tubería y accesorios en red de distribución**

15	Cantidad: 2701.00		Unidad: Tubo	
	MATERIALES			
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
<b>Tubería</b>				
Tubo C/campana de PVC de 5" 160 psi	119.00	Unidad	Q 860.22	Q 102,366.18
Tubo C/campana de PVC de 4" 160 psi	173.00	Unidad	Q 532.04	Q 92,042.92
Tubo C/campana de PVC de 3" 160 psi	367.00	Unidad	Q 325.46	Q 119,443.82
Tubo C/campana de PVC de 2 1/2" 160 psi	311.00	Unidad	Q 222.62	Q 69,234.82
Tubo C/campana de PVC de 2" 160 psi	488.00	Unidad	Q 151.76	Q 74,058.88
Tubo C/campana de PVC de 1 1/2" 160 psi	330.00	Unidad	Q 99.87	Q 32,957.10
Tubo C/campana de PVC de 1 1/4" 160 psi	112.00	Unidad	Q 72.44	Q 8,113.28
Tubo C/campana de PVC de 1" 160 psi	565.00	Unidad	Q 56.37	Q 31,849.05
Tubo C/campana de PVC de 3/4" 250 psi	142.00	Unidad	Q 44.93	Q 6,380.06
Tubo C/campana de PVC de 1/2" 315 psi	94.00	Unidad	Q 34.84	Q 3,274.96
<b>Accesorios e insumos</b>				
Reductor bushing de PVC de 3/4" x 1/2"	2.00	Unidad	Q 2.00	Q 4.00
Reductor bushing de PVC de 1" x 3/4"	4.00	Unidad	Q 3.90	Q 15.60
Reductor bushing de PVC de 1 1/4" x 1"	2.00	Unidad	Q 6.02	Q 12.04
Reductor bushing de PVC de 1 1/2" x 3/4"	2.00	Unidad	Q 6.87	Q 13.74
Reductor bushing de PVC de 1 1/2" x 1"	5.00	Unidad	Q 6.87	Q 34.35
Reductor bushing de PVC de 1 1/2" x 1 1/4"	2.00	Unidad	Q 9.32	Q 18.64
Reductor bushing de PVC de 2" x 3/4"	1.00	Unidad	Q 9.32	Q 9.32
Reductor bushing de PVC de 2" x 1"	2.00	Unidad	Q 9.32	Q 18.64
Reductor bushing de PVC de 2" x 1 1/4"	1.00	Unidad	Q 9.32	Q 9.32
Reductor bushing de PVC de 2" x 1 1/2"	9.00	Unidad	Q 9.32	Q 83.88
Reductor bushing de PVC de 2 1/2" x 1"	2.00	Unidad	Q 30.13	Q 60.26
Reductor bushing de PVC de 2 1/2" x 1 1/2"	1.00	Unidad	Q 30.13	Q 30.13
Reductor bushing de PVC de 2 1/2" x 2"	6.00	Unidad	Q 30.13	Q 180.78
Reductor bushing de PVC de 3" x 2"	1.00	Unidad	Q 42.74	Q 42.74
Reductor bushing de PVC de 3" x 2 1/2"	4.00	Unidad	Q 42.74	Q 170.96
Reductor bushing de PVC de 4" x 3"	3.00	Unidad	Q 68.07	Q 204.21
Reductor bushing de PVC de 5" x 2"	1.00	Unidad	Q 172.91	Q 172.91
Reductor bushing de PVC de 5" x 4"	2.00	Unidad	Q 172.91	Q 345.82
Tee reductora de 1" a 1/2"	1.00	Unidad	Q 10.54	Q 10.54
Tee reductora de 1" a 3/4"	1.00	Unidad	Q 10.54	Q 10.54
Tee reductora de 1 1/4" a 3/4"	1.00	Unidad	Q 17.54	Q 17.54
Tee reductora de 1 1/2" a 3/4"	1.00	Unidad	Q 26.42	Q 26.42
Tee reductora de 1 1/2" a 1"	5.00	Unidad	Q 26.42	Q 132.10
Tee reductora de 2" a 1/2"	1.00	Unidad	Q 30.74	Q 30.74
Tee reductora de 2" a 1"	4.00	Unidad	Q 30.74	Q 122.96
Tee reductora de 3" a 3/4"	1.00	Unidad	Q 137.02	Q 137.02
Tee reductora de 3" a 1"	3.00	Unidad	Q 137.02	Q 411.06
Tee reductora de 3" a 2"	3.00	Unidad	Q 137.02	Q 411.06
Tee reductora de 4" a 1"	1.00	Unidad	Q 224.02	Q 224.02
Tee reductora de 4" a 3"	1.00	Unidad	Q 224.02	Q 224.02
Tee de PVC de 1"	3.00	Unidad	Q 5.81	Q 17.43
Tee de PVC de 1 1/2"	2.00	Unidad	Q 16.09	Q 32.18
Tee de PVC de 2"	1.00	Unidad	Q 17.69	Q 17.69
Tee de PVC de 2 1/2"	5.00	Unidad	Q 59.49	Q 297.45
Tee de PVC de 5"	1.00	Unidad	Q 471.83	Q 471.83
Codo de PVC de 1/2"x45º	8.00	Unidad	Q 3.90	Q 31.20
Codo de PVC de 1/2"x90º	5.00	Unidad	Q 1.89	Q 9.45
Codo de PVC de 3/4"x45º	6.00	Unidad	Q 5.38	Q 32.28
Codo de PVC de 3/4"x90º	3.00	Unidad	Q 2.64	Q 7.92
Codo de PVC de 1"x45º	18.00	Unidad	Q 6.97	Q 125.46

PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD  
DE ALDEA TACAVALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN

Codo de PVC de 1"x90º	16.00	Unidad	Q	5.81	Q	92.96
Codo de PVC de 1 1/4"x45º	6.00	Unidad	Q	9.35	Q	56.10
Codo de PVC de 1 1/4"x90º	4.00	Unidad	Q	7.44	Q	29.76
Codo de PVC de 1 1/2"x45º	16.00	Unidad	Q	10.72	Q	171.52
Codo de PVC de 1 1/2"x90º	5.00	Unidad	Q	8.18	Q	40.90
Codo de PVC de 2"x45º	32.00	Unidad	Q	14.33	Q	458.56
Codo de PVC de 2"x90º	13.00	Unidad	Q	12.74	Q	165.62
Codo de PVC de 2 1/2"x45º	22.00	Unidad	Q	61.40	Q	1,350.80
Codo de PVC de 2 1/2"x90º	8.00	Unidad	Q	64.13	Q	513.04
Codo de PVC de 3"x45º	13.00	Unidad	Q	63.73	Q	828.49
Codo de PVC de 3"x90º	6.00	Unidad	Q	63.58	Q	381.48
Codo de PVC de 4"x45º	8.00	Unidad	Q	100.19	Q	801.52
Codo de PVC de 4"x90º	3.00	Unidad	Q	78.10	Q	234.30
Codo de PVC de 5"x45º	7.00	Unidad	Q	341.65	Q	2,391.55
Codo de PVC de 5"x90º	5.00	Unidad	Q	339.33	Q	1,696.65
Wipe	373.00	Lb	Q	10.00	Q	3,730.00
Pegamento para PVC	68.00	Galón	Q	700.00	Q	47,600.00
Lija	621.00	Pliego	Q	10.00	Q	6,210.00
Thinner	109.00	Galón	Q	60.00	Q	6,540.00
<b>Total de material</b>					Q	617,242.57
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>			<b>Total</b>
Movilización e instalación de tubos de PVC de 5" 160 psi	119.00	Unidad	Q 50.00	Q		5,950.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 4" 160 psi	173.00	Unidad	Q 24.00	Q		4,152.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 3" 160 psi	367.00	Unidad	Q 18.00	Q		6,606.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 2 1/2" 160 psi	311.00	Unidad	Q 15.00	Q		4,665.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 2" 160 psi	488.00	Unidad	Q 12.00	Q		5,856.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 1 1/2" 160 psi	330.00	Unidad	Q 9.00	Q		2,970.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 1 1/4" 160 psi	112.00	Unidad	Q 7.50	Q		840.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 1" 160 psi	565.00	Unidad	Q 6.00	Q		3,390.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 3/4" 250 psi	142.00	Unidad	Q 4.50	Q		639.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 1/2" 315 psi	94.00	Unidad	Q 3.00	Q		282.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>					Q	35,350.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>			<b>Total</b>
Movilización e instalación de tubos de PVC de 5" 160 psi	119.00	Unidad	Q 36.00	Q		4,284.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 4" 160 psi	173.00	Unidad	Q 24.00	Q		4,152.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 3" 160 psi	367.00	Unidad	Q 18.00	Q		6,606.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 2 1/2" 160 psi	311.00	Unidad	Q 9.00	Q		2,799.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 2" 160 psi	488.00	Unidad	Q 7.20	Q		3,513.60
Movilización e instalación de tubos de PVC de 1 1/2" 160 psi	330.00	Unidad	Q 5.40	Q		1,782.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 1 1/4" 160 psi	112.00	Unidad	Q 4.50	Q		504.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 1" 160 psi	565.00	Unidad	Q 3.60	Q		2,034.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 3/4" 250 psi	142.00	Unidad	Q 4.50	Q		639.00
Movilización e instalación de tubos de PVC de 1/2" 315 psi	94.00	Unidad	Q 3.00	Q		282.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>					Q	26,595.60



PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD  
DE ALDEA TACAVALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN

<b>TRANSPORTE</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
Transporte de materiales	1.00	Global	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Transporte de maquinaria y equipo	1.00	Global	Q 500.00	Q 500.00
<b>Total de transporte</b>				Q 1,500.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>				
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q 680,688.17
<b>Costo indirecto</b>				
Dirección técnica			10%	Q 68,068.82
Administrativos			5%	Q 34,034.41
Impuestos			5%	Q 34,034.41
Utilidades			10%	Q 68,068.82
Integración de costo indirecto				Q 205,239.00
<b>Costo total</b>				Q 885,928.00
<b>Costo unitario</b>				Q 328.00

### Remoción y reparación de pavimento

16		Cantidad: 1008.00		Unidad: m <sup>2</sup>	
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Arena de río	305.23	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	83,938.25
Cemento gris tipo portland 4000 psi	7988.00	Saco	Q 80.00	Q	639,040.00
Piedrín de 3/4"	305.23	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	99,199.75
Parales de 3" x 3" x 9'	9.00	Unidad	Q 600.00	Q	5,400.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	9.00	Unidad	Q 800.00	Q	7,200.00
Mezcladora	14.00	día	Q 800.00	Q	11,200.00
Vibrador de concreto	14.00	día	Q 800.00	Q	11,200.00
Vibrcompactadora manual	14.00	día	Q 800.00	Q	11,200.00
Clavo de 2 1/2" para madera	24.00	Lb	Q 10.00	Q	240.00
Demolidor vertical	14.00	día	Q 900.00	Q	12,600.00
Cortadora de concreto	14.00	día	Q 1,000.00	Q	14,000.00
Gasolina	168.00	Galón	Q 38.62	Q	6,488.16
Sikadur 32	2032.00	Kg	Q 222.50	Q	452,120.00
<b>Total de material</b>				Q	1,353,826.16
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Remoción de pavimento	8.00	día	Q 3,200.00	Q	25,600.00
Reparación de pavimento	16.00	día	Q 3,200.00	Q	51,200.00
Acarreo de material	16.00	día	Q 800.00	Q	12,800.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	89,600.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Remoción de pavimento	8.00	día	Q 1,000.00	Q	8,000.00
Reparación de pavimento	16.00	día	Q 1,000.00	Q	16,000.00
Acarreo de material	16.00	día	Q 250.00	Q	4,000.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	28,000.00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	5.00	Viaje	Q 850.00	Q	4,250.00
Transporte de maquinaria y equipo	5.00	Viaje	Q 2,000.00	Q	10,000.00
<b>Total de transporte</b>				Q	14,250.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	1,485,676.16
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	148,567.62
Administrativos			5%	Q	74,283.81
Impuestos			5%	Q	74,283.81
Utilidades			10%	Q	148,567.62
Integración de costo indirecto				Q	446,659.00
<b>Costo total</b>				Q	1,932,336.00
<b>Costo unitario</b>				Q	1,917.00

**Limpieza y zanjeo para red de distribución**

17	Cantidad: 14729.00			Unidad: Tubo	
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Alambre de amarre	10.00	Lb	Q 8.00	Q	80.00
Clavo de 2 1/2" para madera	5.00	Lb	Q 10.00	Q	50.00
Azadón	10.00	Unidad	Q 150.00	Q	1,500.00
Machete	10.00	Unidad	Q 100.00	Q	1,000.00
Piocha	10.00	Unidad	Q 170.00	Q	1,700.00
Parales de 3" x 3" x 9'	1.00	Docena	Q 600.00	Q	600.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	1.00	Docena	Q 800.00	Q	800.00
<b>Total de material</b>				Q	5,730.00
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Zanjeo para red de distribución	14729.00	m	Q 13.00	Q	191,477.00
Limpieza del terreno	14729.00	m	Q 0.50	Q	7,364.50
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	198,841.50
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Zanjeo para red de distribución	14729.00	m	Q 7.80	Q	114,886.20
Limpieza del terreno	14729.00	m	Q 0.50	Q	7,364.50
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	122,250.70
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	1.00	Viaje	Q 500.00	Q	500.00
<b>Total de transporte</b>				Q	500.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	327,322.20
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	32,732.22
Administrativos			5%	Q	16,366.11
Impuestos			5%	Q	16,366.11
Utilidades			10%	Q	32,732.22
Integración de costo indirecto				Q	99,818.00
<b>Costo total</b>				Q	427,141.00
<b>Costo unitario</b>				Q	29.00

**Caja rompe presión de 1 m<sup>3</sup> con válvula de flote para distribución**

18	Cantidad: 5.00				Unidad: Unidad	
	MATERIALES					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Alambre de amarre	25.00	Lb	Q 8.00	Q	200.00	
Arena de río	5.00	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	1,375.00	
Cemento gris tipo portland 4000 psi	55.00	Saco	Q 80.00	Q	4,400.00	
Candado de intemperie	10.00	Unidad	Q 100.00	Q	1,000.00	
Clavo de 2 1/2" para madera	5.00	Lb	Q 10.00	Q	50.00	
Clavo de 3" para madera	5.00	Lb	Q 10.00	Q	50.00	
Clavo de 4" para madera	5.00	Lb	Q 10.00	Q	50.00	
Hierro No 3 G40	55.00	Varilla	Q 32.50	Q	1,787.50	
Piedra bola	7.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q	1,400.00	
Piedrín de 3/4"	5.00	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	1,625.00	
Parales de 3" x 3" x 9'	1.00	Docena	Q 600.00	Q	600.00	
Tabla de 1" x 12" x 9'	1.00	Docena	Q 800.00	Q	800.00	
Tubo C/campana de PVC de 2" 160 psi	5.00	Unidad	Q 151.76	Q	758.80	
Codo de PVC de 2"x90º	15.00	Unidad	Q 12.74	Q	191.10	
Codo de PVC de 3"x90º	2.00	Unidad	Q 63.58	Q	127.16	
Codo de PVC de 2"x90º	2.00	Unidad	Q 12.74	Q	25.48	
Codo de PVC de 1 1/2"x90º	4.00	Unidad	Q 8.18	Q	32.72	
Codo de PVC de 1/2"x90º	2.00	Unidad	Q 1.89	Q	3.78	
Tee de PVC de 2"	5.00	Unidad	Q 17.69	Q	88.45	
Pichacha de Salida	5.00	Unidad	Q 200.00	Q	1,000.00	
Válvula de pila	5.00	Unidad	Q 100.00	Q	500.00	
Válvula de compuerta de 3" de bronce	1.00	Unidad	Q 730.00	Q	730.00	
Válvula de compuerta de 2" de bronce	1.00	Unidad	Q 530.00	Q	530.00	
Válvula de compuerta de 1 1/2" de bronce	2.00	Unidad	Q 275.00	Q	550.00	
Válvula de compuerta de 1/2" de bronce	1.00	Unidad	Q 50.00	Q	50.00	
Adaptador macho PVC de 3"	2.00	Unidad	Q 32.78	Q	65.56	
Adaptador macho PVC de 2"	2.00	Unidad	Q 10.41	Q	20.82	
Adaptador macho PVC de 1 1/2"	4.00	Unidad	Q 6.16	Q	24.64	
Adaptador macho PVC de 1/2"	2.00	Unidad	Q 1.36	Q	2.72	
Adaptador macho PVC de 2"	5.00	Unidad	Q 10.41	Q	52.05	
Copla HG para Válvula de Flote	5.00	Unidad	Q 400.00	Q	2,000.00	
Válvula de Flote	5.00	Unidad	Q 1,500.00	Q	7,500.00	
<b>Total de material</b>				Q	27,590.78	
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Construcción de CRP	5.00	Unidad	Q 1,500.00	Q	7,500.00	
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	7,500.00	
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Construcción de CRP	5.00	Unidad	Q 900.00	Q	4,500.00	
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	4,500.00	

PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD  
DE ALDEA TACAVALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN

<b>TRANSPORTE</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
Transporte de Materiales, Maquinaria y Equipo	5.00	Viaje	Q 300.00	Q 1,500.00
<b>Total de transporte</b>				Q 1,500.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>				
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q 41,090.78
<b>Costo indirecto</b>				
Dirección técnica			10%	Q 4,109.08
Administrativos			5%	Q 2,054.54
Impuestos			5%	Q 2,054.54
Utilidades			10%	Q 4,109.08
Integración de costo indirecto				Q 12,329.00
<b>Costo total</b>				Q 53,420.00
<b>Costo unitario</b>				Q 10,684.00

**Caja + Válvula de control**

19	Cantidad: 23.00			Unidad: Unidad	
	<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Arena de río	23.00	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	6,325.00
Piedrín de 3/4"	16.10	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	5,232.50
Piedra bola	17.25	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q	3,450.00
Cemento gris tipo portland 4000 psi	80.50	Saco	Q 80.00	Q	6,440.00
Clavo de 3" para madera	23.00	Lb	Q 10.00	Q	230.00
Clavo de 2 1/2" para madera	69.00	Lb	Q 10.00	Q	690.00
Alambre de amarre	92.00	Lb	Q 8.00	Q	736.00
Hierro No 3 G40	23.00	Varilla	Q 32.50	Q	747.50
Regla de 2" x 4" x 9'	1.00	Docena	Q 600.00	Q	600.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	1.00	Docena	Q 800.00	Q	800.00
Candado de intemperie	23.00	Unidad	Q 100.00	Q	2,300.00
Adaptador macho PVC de 4"	2.00	Unidad	Q 46.66	Q	93.32
Adaptador macho PVC de 3"	4.00	Unidad	Q 32.78	Q	131.12
Adaptador macho PVC de 2 1/2"	5.00	Unidad	Q 27.90	Q	139.50
Adaptador macho PVC de 2"	7.00	Unidad	Q 10.41	Q	72.87
Adaptador macho PVC de 1 1/2"	4.00	Unidad	Q 6.16	Q	24.64
Adaptador macho PVC de 1"	1.00	Unidad	Q 4.54	Q	4.54
Válvula de compuerta de 4" de bronce	2.00	Unidad	Q 1,500.00	Q	3,000.00
Válvula de compuerta de 3" de bronce	4.00	Unidad	Q 730.00	Q	2,920.00
Válvula de compuerta de 2 1/2" de bronce	5.00	Unidad	Q 700.00	Q	3,500.00
Válvula de compuerta de 2" de bronce	7.00	Unidad	Q 530.00	Q	3,710.00
Válvula de compuerta de 1 1/2" de bronce	4.00	Unidad	Q 275.00	Q	1,100.00
Válvula de compuerta de 1" de bronce	1.00	Unidad	Q 155.00	Q	155.00
Teflón de 3/4"	11.50	Rollo	Q 15.00	Q	172.50
Pegamento para PVC	3.00	Galón	Q 700.00	Q	2,100.00
<b>Total de material</b>				Q	44,674.49
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de caja + válvula	23.00	Unidad	Q 500.00	Q	11,500.00
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	11,500.00
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Construcción de caja + válvula	23.00	Unidad	Q 300.00	Q	6,900.00
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	6,900.00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
Transporte de materiales	23.00	Unidad	Q 100.00	Q	2,300.00
Transporte de maquinaria y equipo	23.00	Unidad	Q 100.00	Q	2,300.00
<b>Total de transporte</b>				Q	4,600.00
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>					
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	67,674.49
<b>Costo indirecto</b>					
Dirección técnica			10%	Q	6,767.45
Administrativos			5%	Q	3,383.72
Impuestos			5%	Q	3,383.72
Utilidades			10%	Q	6,767.45
Integración de costo indirecto				Q	20,323.00
<b>Costo total</b>				Q	87,998.00
<b>Costo unitario</b>				Q	3,826.00

**Conexiones domiciliarias + Contador**

20	Cantidad: 465.00				Unidad: Unidad	
	<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Cemento gris tipo portland 4000 psi	131.00	Saco	Q 80.00	Q	10,480.00	
Arena de río	18.60	m <sup>3</sup>	Q 275.00	Q	5,115.00	
Clavo de 2 1/2" para madera	233.00	Lb	Q 10.00	Q	2,330.00	
Clavo de 3" para madera	233.00	Lb	Q 10.00	Q	2,330.00	
Clavo de 4" para madera	233.00	Lb	Q 10.00	Q	2,330.00	
Piedrín de 3/4"	18.60	m <sup>3</sup>	Q 325.00	Q	6,045.00	
Tabla de 1" x 12" x 9'	24.00	Docena	Q 800.00	Q	19,200.00	
Cajas de cemento para contador de agua	465.00	Unidad	Q 75.00	Q	34,875.00	
Tubo C/campana de PVC de 1/2" 315 psi	2325.00	Unidad	Q 34.84	Q	81,003.00	
Codo de PVC de 1/2"x90°	930.00	Unidad	Q 1.89	Q	1,757.70	
Niples HG de 1/2" x 50 cm	465.00	Unidad	Q 55.00	Q	25,575.00	
Codo HG 1/2" x 90°	930.00	Unidad	Q 5.00	Q	4,650.00	
Niples HG de 1/2" x 20 cm	930.00	Unidad	Q 12.00	Q	11,160.00	
Coplas hembra HG de 1/2"	465.00	Unidad	Q 5.50	Q	2,557.50	
Chorros de 1/2"	465.00	Unidad	Q 80.00	Q	37,200.00	
Llave de compuerta de Ø 1/2" bronce	465.00	Unidad	Q 60.00	Q	27,900.00	
Adaptador hembra PVC de 1/2"	465.00	Unidad	Q 2.20	Q	1,023.00	
Adaptador macho PVC de 1/2"	1860.00	Unidad	Q 1.36	Q	2,529.60	
Contador de agua + accesorios	465.00	Unidad	Q 350.00	Q	162,750.00	
Permatex 360 grs.	117.00	Pomo	Q 60.00	Q	7,020.00	
Pegamento para PVC	23.25	Galón	Q 700.00	Q	16,275.00	
<b>Total de material</b>				Q	464,105.80	
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Construcción de conexiones domiciliarias	465.00	Unidad	Q 200.00	Q	93,000.00	
<b>Total de mano de obra calificada</b>				Q	93,000.00	
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Construcción de conexiones domiciliarias	465.00	Unidad	Q 120.00	Q	55,800.00	
<b>Total de mano de obra no calificada</b>				Q	55,800.00	
<b>TRANSPORTE</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total		
Transporte de materiales	10.00	Viaje	Q 1,000.00	Q	10,000.00	
Transporte de maquinaria y equipo	5.00	Viaje	Q 500.00	Q	2,500.00	
<b>Total de transporte</b>				Q	12,500.00	
<b>INTEGRACIÓN DEL PRECIO</b>						
<b>Costo directo (material, mano de obra calificada + no calificada y transporte)</b>				Q	625,405.80	
<b>Costo indirecto</b>						
Dirección técnica			10%	Q	62,540.58	
Administrativos			5%	Q	31,270.29	
Impuestos			5%	Q	31,270.29	
Utilidades			10%	Q	62,540.58	
Integración de costo indirecto				Q	187,879.00	
<b>Costo total</b>				Q	813,285.00	
<b>Costo unitario</b>				Q	1,749.00	

## INTEGRACIÓN DE COSTOS

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalvé  
**Municipio:** San Francisco el Alto  
**Departamento:** Tonicapán

No.	Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	Materiales	Mano de obra calificada	Mano de obra no calificada	Transporte	Costos indirectos	Sub-Total
1	Replanteo topográfico	30.00	Km	Q 13,350.00	Q 25,800.00	Q 14,400.00	Q 6,000.00	Q 17,880.00	Q 77,430.00
2	Tubería y accesorios en línea de conducción por gravedad	2791.00	Tubo	Q 2,614,290.00	Q 143,600.00	Q 86,160.00	Q 2,700.00	Q 854,116.00	Q 3,700,866.00
3	Limpieza y zanjeo para línea de conducción	15253.00	m	Q 5,730.00	Q 510,975.50	Q 382,850.30	Q 500.00	Q 274,425.00	Q 1,174,481.00
4	Válvulas de aire	15.00	Unidad	Q 38,088.08	Q 9,000.00	Q 5,400.00	Q 6,000.00	Q 17,561.00	Q 76,050.00
5	Válvulas de limpieza	14.00	Unidad	Q 35,435.12	Q 8,400.00	Q 5,040.00	Q 5,600.00	Q 16,350.00	Q 70,826.00
6	Pasos de zanjón	6.00	Unidad	Q 105,789.10	Q 4,200.00	Q 2,520.00	Q 4,200.00	Q 35,018.00	Q 151,728.00
7	Pasos aéreos de 15m	7.00	Unidad	Q 382,890.47	Q 17,500.00	Q 10,500.00	Q 12,600.00	Q 127,052.00	Q 550,543.00
8	Pasos aéreos de 20m	4.00	Unidad	Q 250,956.10	Q 16,000.00	Q 9,600.00	Q 7,200.00	Q 85,127.00	Q 368,884.00
9	Pasos aéreos de 30m	2.00	Unidad	Q 152,250.41	Q 10,000.00	Q 6,000.00	Q 3,600.00	Q 51,557.00	Q 223,408.00
10	Anclaje de tuberías de HG	9.00	Unidad	Q 6,129.00	Q 3,600.00	Q 2,160.00	Q 5,175.00	Q 5,121.00	Q 22,185.00
11	Movimiento de Tierras	44.00	m <sup>3</sup>	Q 44,165.00	Q 4,065.00	Q 2,439.00	Q 2,000.00	Q 15,839.00	Q 68,508.00
12	Rotulo de identificación del proyecto	1.00	Unidad	Q 1,952.90	Q 1,250.00	Q 800.00	Q 1,800.00	Q 1,741.00	Q 7,544.00
13	Tanque de distribución 150 m <sup>3</sup>	1.00	Unidad	Q 255,414.09	Q 70,000.00	Q 45,000.00	Q 23,400.00	Q 118,145.00	Q 511,960.00
14	Clorinador	1.00	Unidad	Q 6,651.46	Q 500.00	Q 300.00	Q 700.00	Q 2,446.00	Q 10,598.00
15	Tubería y accesorios en red de distribución	2701.00	Tubo	Q 617,242.57	Q 35,350.00	Q 26,595.60	Q 1,500.00	Q 205,239.00	Q 885,928.00
16	Remoción y reparación de pavimento	1008.00	m <sup>2</sup>	Q 1,353,826.16	Q 89,600.00	Q 28,000.00	Q 14,250.00	Q 446,659.00	Q 1,932,336.00
17	Limpieza y zanjeo para red de distribución	14729.00	Tubo	Q 5,730.00	Q 198,841.50	Q 122,250.70	Q 500.00	Q 99,818.00	Q 427,141.00
18	Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote para distribución	5.00	Unidad	Q 27,590.78	Q 7,500.00	Q 4,500.00	Q 1,500.00	Q 12,329.00	Q 53,420.00
19	Caja + Válvula de control	23.00	Unidad	Q 44,674.49	Q 11,500.00	Q 6,900.00	Q 4,600.00	Q 20,323.00	Q 87,998.00
20	Conexiones domiciliarias + Contador	465.00	Unidad	Q 464,105.80	Q 93,000.00	Q 55,800.00	Q 12,500.00	Q 187,879.00	Q 813,285.00
<b>Sub-Total</b>				Q 6,426,261.52	Q 1,260,682.00	Q 817,215.60	Q 116,325.00	Q 2,594,625.00	<b>Q 11,215,119.00</b>



## CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO Y FINANCIERO

**Proyecto:** Planificación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad  
**Ubicación:** Aldea Tacajalé  
**Municipio:** San Francisco el Alto  
**Departamento:** Totonicapán

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																							
No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Meses para ejecución																	Monto por renglón	%	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
1	Replanteo topográfico	Km	30.00	Q 77,430.00																Q 77,430.00	0.69%		
2	Tubería y accesorios en línea de conducción por gravedad	Tubo	2791.00		Q 462,608.25	Q 462,608.25	Q 462,608.25	Q 462,608.25	Q 462,608.25	Q 462,608.25	Q 462,608.25	Q 462,608.25								Q 3,700,866.00	33.00%		
3	Limpieza y zanjeo para línea de conducción	m	15253.00		Q 146,810.13	Q 146,810.13	Q 146,810.13	Q 146,810.13	Q 146,810.13	Q 146,810.13	Q 146,810.13	Q 146,810.13								Q 1,174,481.00	10.47%		
4	Válvulas de aire	Unidad	15.00				Q 19,012.50		Q 19,012.50		Q 19,012.50	Q 19,012.50								Q 76,050.00	0.68%		
5	Válvulas de limpieza	Unidad	14.00			Q 23,608.67		Q 23,608.67			Q 23,608.67									Q 70,826.00	0.63%		
6	Pasos de zanjón	Unidad	6.00			Q 50,576.00	Q 50,576.00				Q 50,576.00									Q 151,728.00	1.35%		
7	Pasos aéreos de 15m	Unidad	7.00			Q 183,514.33		Q 183,514.33			Q 183,514.33									Q 550,543.00	4.91%		
8	Pasos aéreos de 20m	Unidad	4.00				Q 184,442.00		Q 184,442.00											Q 368,884.00	3.29%		
9	Pasos aéreos de 30m	Unidad	2.00						Q 223,408.00											Q 223,408.00	1.99%		
10	Anclaje de tuberías de HG	Unidad	9.00		Q 22,185.00															Q 22,185.00	0.20%		
11	Movimiento de Tierras	m³	44.00							Q 34,254.00	Q 34,254.00									Q 68,508.00	0.61%		
12	Rotulo de identificación del proyecto	Unidad	1.00								Q 7,544.00									Q 7,544.00	0.07%		
13	Tanque de distribución 150 m³	Unidad	1.00								Q 170,653.33	Q 170,653.33								Q 511,960.00	4.56%		
14	Clorinador	Unidad	1.00									Q 10,598.00								Q 10,598.00	0.09%		
15	Tubería y accesorios en red de distribución	Tubo	2701.00											Q 221,482.00	Q 221,482.00	Q 221,482.00	Q 221,482.00			Q 885,928.00	7.90%		
16	Remoción y reparación de pavimento	m²	1008.00											Q 483,084.00	Q 483,084.00	Q 483,084.00	Q 483,084.00			Q 1,932,336.00	17.23%		
17	Limpieza y zanjeo para red de distribución	Tubo	14729.00											Q 106,785.25	Q 106,785.25	Q 106,785.25	Q 106,785.25			Q 427,141.00	3.81%		
18	Caja rompe presión de 1 m³ con válvula de flote para distribución	Unidad	5.00											Q 26,710.00		Q 26,710.00				Q 53,420.00	0.48%		
19	Caja + Válvula de control	Unidad	23.00												Q 29,332.67	Q 29,332.67	Q 29,332.67			Q 87,998.00	0.78%		
20	Conexiones domiciliarias + Contador	Unidad	465.00													Q 203,321.25	Q 203,321.25	Q 203,321.25	Q 203,321.25	Q 813,285.00	7.25%		
Inversión mensual en Quetzales				Q 77,430.00	Q 631,603.38	Q 867,117.38	Q 863,448.88	Q 816,541.38	Q 1,036,280.88	Q 659,994.38	Q 869,807.88	Q 840,882.21	Q 170,653.33	Q 181,251.33	Q 838,061.25	Q 840,683.92	Q 1,070,715.17	Q 1,044,005.17	Q 203,321.25	Q 203,321.25			
Inversión mensual en porcentaje				0.69%	5.63%	7.73%	7.70%	7.28%	9.24%	5.88%	7.76%	7.50%	1.52%	1.62%	7.47%	7.50%	9.55%	9.31%	1.81%	1.81%			
Inversión mensual acumulada en Quetzales				Q 77,430.00	Q 709,033.38	Q 1,576,150.75	Q 2,439,599.63	Q 3,256,141.00	Q 4,292,421.88	Q 4,952,416.25	Q 5,822,224.13	Q 6,663,106.33	Q 6,833,759.67	Q 7,015,011.00	Q 7,853,072.25	Q 8,693,756.17	Q 9,764,471.33	Q 10,808,476.50	Q 11,011,797.75	Q 11,215,119.00			
Inversión mensual acumulada en porcentaje				0.69%	6.32%	14.05%	21.75%	29.03%	38.27%	44.16%	51.91%	59.41%	60.93%	62.55%	70.02%	77.52%	87.07%	96.37%	98.19%	100.00%			
<b>VALOR TOTAL</b>																				Q	11,215,119.00		

**APÉNDICE F**

Especificaciones técnicas

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN.**

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 OBJETO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

El objeto de las especificaciones técnicas es definir y regir la construcción de las distintas obras, que conforman el proyecto; que deberán ejecutarse de acuerdo con las condiciones establecidas.

Serán de carácter complementario y todo lo que se designe o especifique en cualquiera de ellos será como si se hiciera en ambos. El Contratista procederá de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas, incluyendo las modificaciones y las disposiciones emitidas por medio de órdenes escritas del Supervisor.

A pesar de eso el Contratista podrá sugerir alguna modificación a las mismas siempre y cuando sean para mejorar a las presentes especificaciones de acuerdo con criterios de economía y funcionalidad del sistema constructivo. Siendo de observancia obligatoria, que las modificaciones propuestas estén refrendadas con la firma responsable de un profesional en la materia y se cuente con la aprobación por escrito del Supervisor de la obra.

En caso de existir alguna duda, dualidad o discrepancia sobre la aplicación o contenido de estas especificaciones. La interpretación final de las mismas será, la que dé el Supervisor de la Obra.

### **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE AGUA**

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento para mejorar las condiciones de salud de los habitantes de la comunidad beneficiada.

El proyecto consiste construir un sistema de agua por gravedad, para dotar de agua para consumo humano a los habitantes de la Aldea Tacajalvé. Se construirán la línea de conducción, los tanques de distribución (un tanque elevado de concreto de 35 m<sup>3</sup> y un tanque enterrado de mampostería de piedra de 100 m<sup>3</sup>, una unidad de cloración por medio de pastillas

de hipoclorito de calcio, la red de distribución, conexiones domiciliarias, que contarán con un contador,

accesorios y válvulas requeridos para llevar un registro del consumo diario y mensual.

### 1.3 ALCANCE DEL PROYECTO DE AGUA

El proyecto de agua consiste en la construcción de los renglones siguientes:

No.	Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Por Renglón
1	Replanteo topográfico	30.00	Km	Q 2,581.00	Q 77,430.00
2	Tubería y accesorios en línea de conducción por gravedad	2791.00	Tubo	Q 1,326.00	Q 3,700,866.00
3	Limpieza y zanjeo para línea de conducción	15253.00	m	Q 77.00	Q 1,174,481.00
4	Válvulas de aire	15.00	Unidad	Q 5,070.00	Q 76,050.00
5	Válvulas de limpieza	14.00	Unidad	Q 5,059.00	Q 70,826.00
6	Pasos de zanjón	6.00	Unidad	Q 25,288.00	Q 151,728.00
7	Pasos aéreos de 15m	7.00	Unidad	Q 78,649.00	Q 550,543.00
8	Pasos aéreos de 20m	4.00	Unidad	Q 92,221.00	Q 368,884.00
9	Pasos aéreos de 30m	2.00	Unidad	Q 111,704.00	Q 223,408.00
10	Anclaje de tuberías de HG	9.00	Unidad	Q 2,465.00	Q 22,185.00
11	Movimiento de Tierras	44.00	m <sup>3</sup>	Q 1,557.00	Q 68,508.00
12	Rotulo de identificación del proyecto	1.00	Unidad	Q 7,544.00	Q 7,544.00
13	Tanque de distribución 150 m <sup>3</sup>	1.00	Unidad	Q 511,960.00	Q 511,960.00
14	Clorinador	1.00	Unidad	Q 10,598.00	Q 10,598.00
15	Tubería y accesorios en red de distribución	2701.00	Tubo	Q 328.00	Q 885,928.00
16	Remoción y reparación de pavimento	1008.00	m <sup>2</sup>	Q 1,917.00	Q 1,932,336.00
17	Limpieza y zanjeo para red de distribución	14729.00	Tubo	Q 29.00	Q 427,141.00
18	Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote para distribución	5.00	Unidad	Q 10,684.00	Q 53,420.00
19	Caja + Válvula de control	23.00	Unidad	Q 3,826.00	Q 87,998.00
20	Conexiones domiciliarias + Contador	465.00	Unidad	Q 1,749.00	Q 813,285.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 11,215,119.00</b>

## 1.4 DUDAS EN LA INTERPRETACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

El listado de planos que forman parte del proyecto son los siguientes:

---

### **LISTADO DE PLANOS, ALDEA TACAJALVÉ.**

---

Plano de localización	
Plano de ubicación	
Planta conjunto general	1
Planta de línea de conducción	2
Planta - perfil de línea de conducción	3
Planta - perfil de línea de conducción	4
Planta - perfil de línea de conducción	5
Planta - perfil de línea de conducción	6
Planta - perfil de línea de conducción	7
Planta - perfil de línea de conducción	8
Planta - perfil de línea de conducción	9
Planta - perfil de línea de conducción	10
Planta - perfil de línea de conducción	11
Planta - perfil de línea de conducción	12
Planta - perfil de línea de conducción	13
Planta - perfil de línea de conducción	14
Planta - perfil de línea de conducción	15
Planta - perfil de línea de conducción	16
Planta - perfil de línea de conducción	17
Planta - perfil de línea de conducción	18
Planta - perfil de línea de conducción	19
Planta - perfil de línea de conducción	20
Planta - perfil de línea de conducción	21
Planta - perfil de línea de conducción	22
Planta - perfil de línea de conducción	23
Planta de red de distribución	24
Planta - perfil de red de distribución	25
Planta - perfil de red de distribución	26
Planta - perfil de red de distribución	27
Planta - perfil de red de distribución	28
Planta - perfil de red de distribución	29
Planta - perfil de red de distribución	30
Planta - perfil de red de distribución	31
Planta - perfil de red de distribución	32

Planta - perfil de red de distribución	33
Planta - perfil de red de distribución	34
Planta - perfil de red de distribución	35
Planta - perfil de red de distribución	36
Planta - perfil de red de distribución	37
Planta - perfil de red de distribución	38
Planta - perfil de red de distribución	39
Planta - perfil de red de distribución	40
Planta - perfil de red de distribución	41
Planta - perfil de red de distribución	42
Planta - perfil de red de distribución	43
Planta - perfil de red de distribución	44
Planta - perfil de red de distribución	45
Planta - perfil de red de distribución	46
Planta - perfil de red de distribución	47
Planta - perfil de red de distribución	48
Planta - perfil de red de distribución	49
Planta - perfil de red de distribución	50
Planta - perfil de red de distribución	51
Planta - perfil de red de distribución	52
Planta - perfil de red de distribución	53
Planta - perfil de red de distribución	54
Válvulas de aire, de limpieza y de compuerta	55
Válvulas de aire, de limpieza y de compuerta	56
Válvulas de aire, de limpieza y de compuerta	57
Válvulas de aire, de limpieza y de compuerta	58
Pasos de zanjón	59
Pasos de zanjón	60
Pasos de zanjón	61
Pasos aéreos	62
Pasos aéreos	63
Pasos aéreos	64
Pasos aéreos	65
Pasos aéreos	66
Recubrimientos	67
Recubrimientos	68
Clorinador	69
Clorinador	70
Clorinador	71
Tanque de distribución de 150 m <sup>3</sup>	72
Tanque de distribución de 150 m <sup>3</sup>	73

Tanque de distribución de 150 m <sup>3</sup>	74
Tanque de distribución de 150 m <sup>3</sup>	75
Tanque de distribución de 150 m <sup>3</sup>	76
Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote	77
Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote	78
Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote	79
Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote	80
Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup> con válvula de flote	81
Conexiones domiciliarias + contador	82
Conexiones domiciliarias + contador	83

---

Cualquier duda en la interpretación de los Planos o Especificaciones Técnicas, debe someterse a consideración del Supervisor de obra y/o al coordinador del componente técnico.

### 1.5 LÍNEAMIENTOS GENERALES

Los trabajos que no sean descritos en estas especificaciones generales deberán realizarse de acuerdo a las mejores prácticas de ingeniería civil, sanitaria, eléctrica; mecánica e hidráulica, requeridas por la obra, sin necesidad de que sea solicitado por el supervisor o por el gerente de obras. En todo caso, el ejecutor deberá solicitar por escrito al supervisor las especificaciones específicas.

### 1.6 OBLIGACIONES DE LA COMUNIDAD BENEFICIADA

Los beneficiarios organizados y representados por el Comité de agua potable, proporcionará la mano de obra comunitaria para limpia chapeo y destronque donde sea necesario. El zanjeo, relleno y acarreo de todos los renglones que sea necesarios (tubería, zanjeo, relleno y acarreo de materiales desde la bodega hasta el punto de trabajo), cadeneros para replanteo topográfico y limpieza final.

### 1.7 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Proveer toda la mano de obra calificada, materiales, accesorios, equipo, herramientas,

transporte, permisos, etc. que sean necesarios para la ejecución completa de las obras civiles que se indican en estas especificaciones.

Tomar todas las precauciones para proteger la propiedad privada y pública intervenida durante la ejecución de las obras. El equipo y materiales que se dañen durante el período de ejecución o de puesta en funcionamiento deben ser reemplazados por el contratista a su costa.

## 1.8 PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD

- El contratista protegerá toda propiedad pública o privada contra daños, que pueda ser afectada en el proceso de transporte de materiales para la construcción del proyecto de agua y saneamiento básico.
- Los trabajos que el contratista tenga que realizar y que se encuentren cerca de propiedades, servicios privados, teléfonos, líneas de conducción eléctrica, carretera etc., se harán con todas las precauciones necesarias.
- Si existiera el caso de indemnizaciones por daños ocasionados por el contratista y/o su personal, éstas correrán por cuenta del contratista.
- Deberá cubrir subsanación de errores o fallos ocultos que se pongan de manifiesto o se descubran mediante pruebas cualesquiera y otros medios.
- Los productos originados como consecuencia de la subsanación de fallos deberán cumplir con todos los requerimientos y especificaciones contenidas en este documento.

## 1.9 NORMAS DE SEGURIDAD

- Será obligación del contratista aplicar todas las disposiciones de seguridad de los reglamentos y las regulaciones sobre seguridad industrial que se encuentren vigentes en el país, tomando las precauciones necesarias con las personas y propiedades.
- El contratista deberá cumplir con las leyes, reglamentos y normas que indica Código de trabajo.
- Si durante la ejecución de las obras civiles, se considera el caso de peligrosidad por el supervisor en algún trabajo o condición existente, el supervisor solicitará



al contratista efectuar las correcciones y reparaciones correspondientes. lo anterior no significa que el contratista esté exonerado de sus responsabilidades contraídas.

- El contratista deberá velar por el cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental en la etapa de construcción.

#### 1.10 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

- El contratista deberá tener permanentemente en obra, para su uso y/o el de la supervisión, los elementos necesarios para efectuar y/o verificar replanteos, como mínimo y sin perjuicio de otro instrumental que se justifique disponer, el contratista está obligado a proporcionar para los fines expresados, lo siguiente:
  - Cintas métricas metálicas
  - Alambres finos de acero
  - Escuadras metálicas de 0.50 m, de catetos
  - Plomadas
  - Niveles de burbuja de agua
  - Manguera de nivel.
- Adicionalmente el contratista deberá tener en obra, en la oportunidad que lo requiera la supervisión, todos los instrumentos para mediciones, pruebas y ensayos factibles de realizar en obra, así como los resultados de los ensayos llevados a cabo en los laboratorios, para la tubería, los materiales y la obras.
- El contratante no reconocerá ningún gasto para compensar la amortización de estos elementos.

#### 1.11 PRUEBAS Y OTROS RENGLONES

- El contratista deberá entregar a la supervisión, una copia de las constancias o certificados de garantías de los materiales, tuberías, equipos y componentes sujetos a reclamo de garantía.
- Los derechos para el empleo en los trabajos de artículos y/o dispositivos patentados, se considerarán incluidos en los precios contractuales para la

realización de estos trabajos, el contratista será único responsable por los reclamos que se promuevan por uso indebido de patentes.

- Aquellos materiales que no cumplan con las especificaciones o que no reúnan las condiciones estipuladas por la supervisión serán rechazados de inmediato y no serán utilizados.

#### 1.12 LIMPIEZA FINAL

- El contratista deberá completar la limpieza final de la obra con anterioridad a la inspección referida a la recepción provisoria de la obra.
- Limpiará y reparará los daños ocasionados por la instalación o el uso de obras temporarias.
- Eliminará todo rastro de morteros y demolerá las canchas de preparación de mezclas que pudiera haber utilizado, restituyendo la tierra a su estado original.
- Retirá de la obra los desechos, material sobrante, basura y construcción.

#### 2. RESPECTO AL PROYECTO

La obra que se describe y especifica en este documento están acordes con las normas de diseño y especificaciones de construcción que tiene el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones que se dedican a la distribución de agua para consumo humano a nivel rural.

En este documento se utilizarán las abreviaturas siguientes:

- PVC: Cloruro de Polivinilo Rígido
- HG: Hierro Galvanizado
- ASTM: American Standard for Testing of Materials
- CS: California Standard
- NSF: national Sanitation Foundation
- ASPT: American Standard for Piping Test.

## 2.1 RENGLONES DE TRABAJO A CONSIDERAR

### 2.1.1 LIMPIA, CHAMPEO Y DESTRONQUE

Este renglón comprende los trabajos de limpieza y destronque de los predios donde se construirán la captación, tanque de distribución, línea de conducción y red de distribución. Acciones que se deberán realizar antes de iniciar los trabajos de construcción.

### 2.1.2 REPLANTEO TOPOGRÁFICO

Después de la limpieza y destronque se deberá realizar el levantamiento topográfico del proyecto con estación total y determinar si existe algún cambio en la construcción con relación al diseño. El contratista deberá proporcionar copia de la libreta al supervisor y los planos correspondientes.

### 2.1.4 LÍNEA DE CONDUCCION

Se denominará línea de conducción a la instalación de distintas longitudes y clases de tubería desde los nacimientos hasta el tanque de distribución, con objetivo de conducir el agua a utilizar para consumo humano desde la fuente, hasta el tanque de almacenamiento y distribución.

### 2.1.5 VÁLVULAS DE AIRE

Se utilizarán válvulas de aire de doble propósito para expulsar el aire que se puede acumular en la línea de conducción, o incorporar cuando se necesite, con la finalidad de tener un buen funcionamiento hidráulico; estas estarán protegidas a través de cajas de concreto, según planos típicos. Se instalarán en las estaciones indicadas en los planos, principalmente donde hay cambios significativos de curvatura ascendente y descendente del terreno, también denominados vértices.

### 2.1.6 VÁLVULAS DE LIMPIEZA

Con la finalidad de poder evacuar sedimentos que pueden acumularse dentro de la tubería se ha considerado la instalación de válvulas de limpieza, las cuales serán de bronce y estarán protegidas con caja de concreto, se instalarán en las estaciones indicadas en los planos, principalmente donde hay vértices invertidos o depresiones profundas.

### 2.1.7 PASOS AÉREOS

Para librar algunas irregularidades del terreno o atravesar arroyos, ríos o depresiones pronunciadas, se ha considerado la construcción de pasos aéreos los cuales utilizan tubería de hierro galvanizado (HG), por estar expuestas al medio ambiente, del mismo diámetro con que viene la línea de conducción o distribución de agua. Dicha tubería está sostenida por cables de acero longitudinales y transversales, fijadas por mordazas a lo largo de su longitud; apoyadas por columnas con zapatas para su estabilidad, tal como se muestra en los planos típicos correspondientes.

### 2.1.8 PASOS DE ZANJÓN

Para librar pequeñas irregularidades del terreno o atravesar arroyos, ríos o pequeñas depresiones del terreno. Se ha considerado la construcción de pasos de zanjón los cuales utilizan tubería de hierro galvanizado (HG), por estar expuestas al medio ambiente; del mismo diámetro de la tubería que conduce o distribuye el agua, en toda la longitud del paso de zanjón. Por las dimensiones del paso de zanjón, usualmente sólo se apoya la tubería con anclajes de concreto o mampostería.

### 2.1.9 RED DE DISTRIBUCIÓN

Está integrada por las tuberías que salen del tanque de distribución y que distribuyen el agua a las viviendas de los beneficiarios y para este proyecto son conexiones domiciliarias.

Estas para su ejecución se componen de:

- Instalación de tubería: estas en su mayoría serán de PVC y estarán a una profundidad de 0.60 metro, o la que se indique en el detalle de zanja en los planos y con excavación de zanjas de 0.40 metros de ancho para la instalación y después de probada la tubería se tendrá que rellenar con el material extraído. En casos de suelos duros, se harán hasta 0.80 metros y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra. La máxima presión estática en la red de distribución debe ser de 60 metros columna de agua.
- Válvulas de compuerta: Se han distribuido válvulas de compuerta en la red de distribución, las cuales son útiles para aislar ramales durante el proceso de mantenimiento, reparación de fugas o instalación de nuevas conexiones domiciliarias.

- Cajas de válvulas: Esta estructura servirá para la protección de la válvula de compuerta y para las válvulas reguladoras de presión. La losa y tapadera serán de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC. Esta obra se colocará siempre y cuando el diseño hidráulico lo indique.

#### 2.1.10 VÁLVULA DE COMPUERTA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Salvo indicación de otro tipo en los planos o en bases especiales. Las válvulas de compuerta serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y para una presión de 160 libras/pulg<sup>2</sup>, excepto que se indique otra presión en los planos.

#### 2.1.11 CONEXIONES DOMICILIARES

Se compone de los accesorios necesarios para que cada vivienda cuente con servicio de agua potable por medio de una acometida.

##### 2.1.11.1 MATERIALES PARA CONEXIONES

- Tubería y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC), deberá cumplir con todo lo especificado para esta clase de tubería en éste mismo documento, deberán tener una presión mínima de trabajo de 315 libras/pulg<sup>2</sup>, y un diámetro de 1/2".
- Llave de cheque, deberá ser de bronce para una presión de trabajo de 315 libras/pulg<sup>2</sup>, deberá colocarse después del medidor volumétrico. Tiene la característica que solo permite el flujo del agua en un solo sentido.
- Válvula de compuerta necesaria para interrumpir el flujo dentro de la vivienda para realizar las reparaciones requeridas.
- Vástago de hierro galvanizado de 1/2", éste se fijará al suelo con un macizo de concreto de baja resistencia.
- Medidor de flujo Volumétrico:

El medidor volumétrico es usado para medir agua potable en las tomas domiciliarias y que permite llevar un registro acumulativo del consumo de agua en una vivienda. Presión de trabajo máxima hasta 10 bar. Con cuerpo de nylon y de registro seco, sellado herméticamente

al vacío y con protección magnética. Equipado con estrella rotatoria indicadora de flujos muy bajos y fugas. Carátula de policarbonato antiempañante de alta resistencia a impactos. La lectura se deberá registrarla en metros cúbicos con un marcador de por lo menos 4 dígitos y con 2 decimales. El medidor deberá colocarse en posición horizontal. El medidor deberá ser clase “B”, que corresponde para aguas claras y turbiedades bajas.

- Llave de chorro, debe ser de ½” de diámetro de bronce y de preferencia sin rosca para manguera, de preferencia se deberán comprar llaves que sean fabricadas en norte América o italianas.
- Tapaderas de las conexiones domiciliarias. Cada conexión domiciliar contará con una caja de concreto. Se ubicará fuera del límite de la propiedad del usuario y allí se ubicará medidor volumétrico, la llave de cheque y la válvula de compuerta. Esta caja permitirá cortar el servicio al consumidor moroso o interrumpir el servicio cuando hay una fuga en una vivienda y los propietarios no se encuentran.

#### 2.1.12 CLORADOR DE PASTILLAS

En vista de que el caudal a ingresar en el tanque es 4.35 Lts/seg y por la facilidad en la operación del mismo, la desinfección del agua se realizará utilizando pastillas de hipoclorito de calcio de 65% al 90%, para lo cual se hará una conexión con la tubería de conducción antes de la entrada al tanque. La derivación permite la entrada de agua al dispositivo de pastillas en donde por medio de la abrasión causada por la velocidad del agua en las pastillas se desarrolla el efecto de cloración. Se deberán graduar las llaves del clorador para evitar dosificaciones mayores de 0.50 miligramos por litro. El dispositivo de pastillas deberá estar protegido por medio de una caja de concreto reforzado según se especifica en planos. Para garantizar que se está dosificando la cantidad adecuada, el operador deberá comprobar la concentración de cloro libre en la red en la parte más lejana y en la parte más alta y el resultado deberá ser de 0.50 miligramos por litro. Si el dato resultare ser menor, deberá abrir más la válvula del clorador y si resultare ser mayor, deberá cerrarla más. Esta acción la debe repetir hasta lograr la dosificación deseada.

#### 2.1.13 TANQUES DE DISTRIBUCIÓN

El tanque de distribución es un depósito de concreto que se utiliza para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, teniendo como objetivo almacenar agua en las horas de menor consumo. El volumen de este es un porcentaje alrededor del 20 al 40% del caudal medio diario.

### 3. EJECUCIÓN

#### 3.1 LIMPIA, CHAPEO Y DESMONTE

- La línea para instalación de la tubería deberá ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 1.20 metros; 0.60 metros a cada lado del eje de instalación de la tubería.
- El supervisor podrá ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza.
- Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte deberá ser conveniente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas.

#### 3.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y REPLANTEO DE LA OBRA

- El contratista realizará los trabajos de levantamiento y replanteo topográfico (de primer orden), del eje del trazo de la tubería de la línea de bombeo del diseño original del proyecto; con el fin de estudiarlo y determinar en qué casos puntuales o sectores, este trazo pudiera ya no cumplir debido a cambios solicitados por vecinos o personas que han decidido cambiar el predio donde han proporcionado los derechos de paso o se tiene una mejor ruta para abastecer determinado ramal de la red de distribución.
- Deberá tomar en cuenta las variaciones en el campo, previo a la adquisición de los accesorios de cambio de dirección en el trazo, tanto en planimetría como en altimetría, de la tubería de agua a instalar.
- Antes de iniciar cualquier excavación, el contratista previamente deberá replantear en el campo el trazo topográfico ya aprobado por el supervisor, lo que asegurará las dimensiones reales de los tramos de que consta el proyecto.

- El supervisor de obra verificará personalmente en el campo el detalle típico de la zanja a excavar para la instalación de la tubería, la que deberá ser debidamente compactada en su lecho previo a la colocación de la tubería. Previo al zanqueo se definirá con cinta o lazo el trazo de la misma y los cruces se tratarán de dejar con ángulos de 45 y 90 grados.
- En los planos se muestra en forma esquemática, los diseños de las deflexiones y derivaciones con los accesorios que deberán realizarse en el proceso de instalación de la tubería PVC 160, 250 y 315 PSI, contempladas en el proyecto, los que van a ser instalados simultáneamente con la tubería. Así como también el diseño de la posición de las válvulas (que en ella se localizan) y accesorios de cada una de las derivaciones.
- Los replanteos, como ya se mencionó, serán ejecutados por el contratista y verificados en conjunto con la supervisión, previo a dar comienzo a los trabajos. Los ejes de replanteo de la línea de bombeo y los referentes de nivelación serán materializados mediante elementos adecuados que aseguren que no se deforman, convenientemente protegidos y señalizados en forma indeleble y permanente hasta la finalización de las obras.
- Será responsabilidad del contratista proteger dichos puntos de referencia y otros que él deberá establecer para determinar clara y exactamente los emplazamientos de las obras.
- El contratista deberá verificar la correcta ubicación de los puntos de referencia antes mencionados no teniendo derecho a reclamo alguno por los errores que se produzcan en la posición de los mismos.
- La supervisión hará una verificación de la nivelación, previo a cualquier trabajo que requiera de ésta.
- El contratista está obligado a realizar todas aquellas tareas necesarias a los efectos de obtener un correcto replanteo de todos los elementos a construir de acuerdo al rediseño del trazo de la tubería de agua aprobado.
- Todas las tareas de replanteo aprobadas del nuevo diseño de la tubería de agua quedarán registradas en bitácora, como actas de replanteo.



- El contratista no podrá alegar como eximente, la circunstancia de que la supervisión no se hubiese hecho presente durante la ejecución del replanteo.
- Cumplido a satisfacción lo señalado en los párrafos anteriores y previa elaboración de planos de construcción los cuales deberá entregar al gerente de obras, tanto en formato digital como en AutoCAD versión 2010 (a solicitar por el gerente de obras) y dos impresiones, para ser aprobados por el gerente de obras, además deberá solicitar al contratante la orden para iniciar las obras en el campo. El contratista, con la aprobación de los planos por parte del supervisor y el gerente de obra y con la orden de ejecución de los trabajos, podrá iniciar los trabajos de excavación de los tramos correspondientes del proyecto.

### 3.3 OBRAS PERMANENTES

Son todos los trabajos necesarios para materializar la infraestructura solicitada en estos documentos y toda obra adicional que, de acuerdo con la buena práctica de ingeniería, pueda mejorar el buen funcionamiento y la durabilidad del proyecto, esté solicitada o no en estos documentos. Entre los renglones de obras necesarias a considerar están:

- Colocación e instalación de tubería, válvulas y accesorios, (fabricación de anclajes y cajas de válvulas).
- Pruebas de presión.
- Cubrimiento de tubería y relleno de zanja.
- Otras obras (reposición de cualquier otra estructura que haya sido demolida temporalmente para instalar la tubería).

Previo al inicio de la obra, el contratista deberá presentar los planos de rediseño y construcción del trazo de la tubería en general y especificaciones técnicas particulares y la aprobación del gerente de obras y supervisión.

### 3.4 EJECUCIÓN DEL TRABAJO PARA CONEXIONES DOMICILIARES

- Bajo conexiones domiciliarias se harán las instalaciones necesarias para unir la tubería de la red de distribución de agua potable, con las casas o propiedades.

- La conexión se hará en la forma indicada en los planos y en los lugares que señale el supervisor, incluye el zanqueo necesario para descubrir la tubería de la red de distribución y el necesario para instalar la tubería y los accesorios de la conexión en sí, la perforación de la red de distribución o instalación del accesorio respectivo, la instalación de la tubería y sus accesorios, la instalación de una llave de paso, la construcción e instalación de la protección para las válvulas de paso y el relleno del zanqueo.
- La perforación del tubo principal y su roscado si fuera el caso, se deberá hacer con la herramienta adecuada para garantizar la estabilidad del tubo y una conexión libre de fugas. La inserción se hará con el accesorio apropiado según se muestre en los planos o se indique en la descripción de la obra, o como indique el supervisor.
- El relleno de las zanjas se hará cuidadosamente compactado en capas no mayores de 0.15 metros.

### 3.5 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA

Este comprende todo trabajo de instalación de tuberías de agua y que no esté en otra sección de estas especificaciones.

Trabajo incluido:

- Generalidades
- Limpia, chapeo y desmonte
- Zanqueo
- Soportes para tuberías
- Instalación de tubería de PVC
- Prueba de tuberías
- Relleno de zanjas
- Lavado y desinfección interior de la tubería
- Materiales.

#### 3.5.1 GENERALIDADES

Esta sección incluye la limpieza del terreno, zanqueo, colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y relleno

de la zanja de acuerdo a lo indicado en los planos, descripción del proyecto y las especificaciones generales para cada operación.

- Antes de iniciar el trabajo se deberán localizar las instalaciones y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente. Es responsabilidad del contratista el daño que ocasione, así como el arreglo del material de acabado de calles que sea necesario remover.
- Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.
- Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.
- Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijen las bases especiales, predominando las últimas.
- Deberá utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.
- Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione con motivo del trabajo a otras instalaciones existentes de: teléfonos, desagües, electricidad, etc. Serán reparados con brevedad posible por cuenta del contratista y sin recibir por ello, compensación adicional.
- Cualquier pavimento que fuera necesario romper para instalar la tubería, deberá reponerse y dejarse en condiciones iguales o superiores a las que tenía antes de la instalación.
- Una vez terminada la instalación de la nueva red de distribución, el contratista procederá a extraer la tubería de la red existente para evitar que existan conexiones entre las viviendas y dicha red y que se puedan convertir en fugas para el nuevo sistema.

### 3.5.2 ZANJEO

- Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señale el supervisor.

- Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo; a menos que las bases especiales indique algo distinto.
- En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano, 0.80 metros.
- En caminos de tránsito pesado, 1.00 metros.
- Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo, 0.60 metros.
- El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos de suelos que contengan piedras y pedruscos, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja rellenando los espacios con material suelto compactado para uniformar el fondo de la zanja.
- En los suelos con poca estabilidad se deberá apuntalar la zanja para evitar desplomes de las paredes, se deberá tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o por tablestacados según convenga el caso, manteniéndola seca hasta que se rellene.
- En los casos en que la tubería deba ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavar la roca hasta un mínimo de 15 centímetros por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material adecuado compacto para formar apoyo uniforme.
- Si los materiales que se encuentran a la profundidad de instalación de la tubería no son satisfactorios porque pueden causar asentamientos desiguales; o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0.20 metros o más si lo indica el supervisor, reponiéndolo con material satisfactorio debidamente compactado.
- El ancho de la zanja deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.
- Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una adecuada instalación de las uniones.

- El ancho de la zanja, así como las dimensiones de las ampliaciones deberán ser aprobadas por el supervisor, tomando en cuenta el método de zanqueo y el tipo de tubería a instalarse. En general, el ancho de la zanja a ser cortada por métodos manuales deberá ser entre 0.60 y 0.80 m según sea el caso, más el diámetro exterior de la tubería.

### 3.5.3 INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC

- Se cortará la tubería a escuadra; utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible debe afilarse o lijarse la punta del tubo.
- Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el cemento empieza a endurecerse en el frasco, deberá desecharse.
- Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.
- El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacer rápidamente, ya que el cemento seca en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente, sino que solo darles un revestimiento a las dos piezas.
- Para el ensamble se deberá hacer una rotación de  $\frac{1}{4}$  de vuelta, presionando el tubo cuando las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.
- La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla que los operarios no se paren en ella.
- La tubería se colocará en la zanja y se cubrirá dejando expuesta las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.
- Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando esté fría y no dilatada por la acción del calor.

#### 3.5.4 PRUEBA DE TUBERÍAS

Toda instalación de tubería deberá ser probada para resistencia y fugas, sometiéndola a presión interna por agua antes de hacer el relleno total de las zanjas. Se deberá rellenar previamente solo aquellas partes en que se necesita en soporte del suelo como anclaje de la tubería.

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua después de llenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 metros, a menos que lo autorice el supervisor. La presión a aplicar será tal que se consiga 99 libras por pulgada cuadrada (PSI) o la presión máxima de trabajo (determinada por la presión estática más 20 %) según la que sea mayor y por un período mínimo de 2 horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

#### 3.5.5 RELLENO DE ZANJAS

Las zanjas de instalación de tubería deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación. Las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 0.60 metros sobre la corona del tubo. Si los terrenos son dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 0.80 metros. En caminos, calles urbanas o paso de vehículos de carga, la profundidad de colocación no será menor a 1.20 metros.

El material de relleno no debe ser lanzado desde alturas superiores a 1.50 metros y debe estar libre de elementos de gran tamaño y peso. Se utilizará material granular fino o material seleccionado de la excavación, apisonándolo por medios manuales hasta alcanzar el grado de compactación necesario para obtener el módulo de reacción del suelo ( $E'$ ) especificado en el diseño. En ausencia de tal especificación, debe asegurarse por lo menos un valor de  $E'$  de 70 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.5.6 LAVADO Y DESINFECCIÓN INTERIOR DE LA TUBERÍA

- Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá procederse a lavarlas y desinfectarlas interiormente.
- Primero se procederá al lavado para lo que se hará circular agua a velocidad no menor de 0.75 metros por segundo, por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por las tuberías, según el que sea mayor.

- Para la desinfección se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 miligramos por litro de cloro, la que se mantendrá 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, se introducirá un volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenido, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada para desinfección.
- Después de las 24 horas, se vaciarán las tuberías o se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada para desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.

### 3.6 DISEÑO DE LA MEZCLA

El diseño de la mezcla será responsabilidad del contratista y deberá ser aprobado por la supervisión, quien verificará los resultados de los ensayos previos al uso de dicha dosificación.

Dosificación: el concreto será dosificado por peso o volumen según lo apruebe la supervisión, usando los materiales que el contratista haya dispuesto en el lugar de la obra y con el cemento y agua que realmente empleará en la construcción. El concreto deberá cumplir los requisitos establecidos en la norma ACI e 704-4.

### 3.7 FABRICACIÓN DEL CONCRETO

#### 3.7.1 CONCRETO MEZCLADO EN SITIO

De acuerdo al diseño de la mezcla realizado con antelación, se fabricará por medio de mezcladoras mecánicas y/o fabricado manualmente si las condiciones no lo permitan.

#### 3.7.2 MEZCLADORA

El concreto se preparará exclusivamente con mezcladoras mecánicas, previamente revisadas y aprobadas por la supervisión; las mezcladoras deberán estar en perfecto estado de funcionamiento y con capacidad de producir mezclas uniformes con el revenimiento de acuerdo al diseño realizado. Se fabricará sólo la cantidad necesaria para el uso inmediato.

### 3.7.3 CALIDAD DE LA MEZCLA

Todos los materiales a utilizarse deben de proporcionarse de tal manera que produzcan una mezcla bien graduada de alta densidad y máxima trabajabilidad con una resistencia a la compresión a los 28 días no menor a la especificada. La granulometría y la proporción entre los diferentes componentes serán determinadas por el diseño de la mezcla o por la indicada en los planos.

### 3.7.4 DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS

Los agregados deberán medirse con precisión y mezclarse hasta lograr una apariencia uniforme. Para efectuar lo anterior, el contratista podrá dosificar las mezclas por volumen o por peso, según lo apruebe previamente la supervisión.

### 3.7.5 CONSISTENCIA

Se requiere uniformidad en la consistencia del concreto en los diferentes colados, por lo que cada etapa del manejo, transporte y colado del concreto deberá controlarse cuidadosamente para mantener dicha uniformidad. La consistencia del concreto deberá seleccionarse según los requerimientos de su uso e indicaciones de la supervisión; en todo caso el contratista deberá comprobar su aptitud mediante los correspondientes ensayos.

### 3.7.6 DOSIFICACIÓN DEL AGUA

Para la dosificación del agua en mezclas, se tomará en cuenta el estado de humedad de los agregados al momento de su uso. La relación agua cemento, para la mezcla de concreto a utilizar en elementos estructurales primarios como cimentaciones, vigas, columnas, paredes y losas no deberá exceder de 0.50. En ningún momento o bajo ninguna circunstancia las mezclas podrán contener agua en cantidad mayor de la establecida en el diseño.

## 3.8 VACIADO DEL CONCRETO

### 3.8.1 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

Antes de comenzar a colocar el concreto, todas las superficies estarán, debidamente trazadas, niveladas y encofradas; deberán limpiarse, humedecerse bien y colocársele desencofrantes. Todo material extraño e inadecuado que se encuentre en la superficie a colar deberá ser removido. No se aceptará el colado de elementos sobre superficies que no hayan sido



aprobadas por la supervisión. Tanto el encofrado como el equipo de transporte deberán estar libres de concreto endurecido o de cualquier material extraño inmediatamente antes del colado. Cuando la fundición o vaciado se deposite directamente sobre suelo nivelado y compactado, se colocará plástico o una capa de mezcla para evitar que el agua del concreto sea absorbida por el suelo. Se podrán considerar los recubrimientos de acero de acuerdo al ACI.

### 3.8.2 REFUERZO Y EMPOTRADOS

Previo a cualquier colado, deberá estar completo el encofrado la armadura y/o cualquier dispositivo que deba quedar empotrado en el concreto debidamente aprobado por la supervisión. Deberá tenerse cuidado de que el acero de refuerzo quede rodeado de concreto y que no queden huecos o cavidades (zompoperas o colmenas).

### 3.8.3 TEMPERATURA

Durante la colocación, la temperatura del concreto deberá ser respetada conforme los límites máximos y mínimos de fundición según lo indica el ACI. La temperatura del concreto depende de una serie de factores externos como son la temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento, las cuales en conjunto definen la velocidad de evaporación de la mezcla, establecida en el ACI 305 de 1 Kg/m<sup>2</sup>/hora como límite. No se podrán efectuar colados cuando la temperatura ambiente o calor latente, con la suficiente capacidad de provocar cambios a la temperatura del concreto, que lo haga exceder los 32°C (90°F), el cual es un parámetro promedio para condiciones consideradas estándar.

#### 3.8.3.1 TIEMPO DE COLOCACIÓN

El concreto deberá ser conducido tan rápidamente como sea posible a su destino, previniendo la segregación y/o pérdidas con el fin de mantener uniforme la calidad requerida del concreto. En ninguna circunstancia el tiempo entre el comienzo de la mezclada y la colocación del concreto no deberá exceder de 60 minutos.

### 3.8.4 SEGREGACIÓN

Los canales de conducción deberán revestirse de lámina galvanizada y debe tener el tamaño específico para empalmar la tolva de descarga y los canales de recorrido y la pendiente óptima

evitando retenciones o acumulaciones de material, o por el contrario provocar segregaciones de los componentes de la mezcla.

### 3.8.5 DESCARGA DEL CONCRETO

La descarga del concreto podrá efectuarse con recipientes, tolvas, carritos propulsados a mano o con motor, conductos o tubos de caída, bandas transportadoras, aire comprimido, bombas, tubo embudo. Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, como de todos los demás equipos y métodos de manejo, es que deberá conservar la calidad del concreto en lo referente a la relación agua cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. Deberá evitarse la descarga a alta velocidad que origina la segregación del concreto y desde alturas muy grandes.

### 3.8.6 CAPACIDAD DE COLOCACIÓN

Debe preverse suficiente capacidad de colocación, mezclado y transporte, de manera que el concreto pueda mantenerse plástico y libre de juntas frías durante su colocación.

## 3.9 CURADO DEL CONCRETO

### 3.9.1 ESPECIFICACIÓN

El concreto deberá mantenerse a una temperatura de más de 10 °C y en una condición húmeda, por al menos catorce días después del fundido (colado) o el tiempo que indique el supervisor.

### 3.9.2 PROCESO

Inmediatamente después del fundido, el concreto deberá protegerse de la pérdida de humedad y daños mecánicos. Las superficies horizontales deberán cubrirse con una capa de arena solamente si las condiciones no permitan curar directamente con agua durante un período no menor de 14 días después del colado. Los encofrados que se encuentran en contacto con el concreto deberán mantenerse mojados durante por lo menos 7 días después del fundido. Si los moldes o formaletas fuesen removidos en ese lapso, la superficie del concreto se mantendrá húmeda hasta el término de los siete días. El agua que se utilice para el curado deberá ser potable.

Los tiempos para la remoción de las formaletas, contando a partir de la terminación de las fundiciones se especifican de la siguiente manera.

Vigas	14 días
Losas	14 días
Columnas de mampostería	2 días
Muros y contrafuertes	14 días
Faldones de vigas	7 días

### 3.10 COMPACTACIÓN Y RELLENO ESTRUCTURAL

El valor soporte del suelo deberá ser mejorado si las condiciones locales no cumplen con un valor soporte mínimo de 8 Ton/m<sup>2</sup>. Para los rellenos se emplean materiales seleccionados limpios, naturales, adecuados para este fin.

El material a utilizar para relleno estructural deberá ser previamente aprobado por el supervisor. La compactación será mecánica extendiendo los materiales por estratos sucesivos, dándole el espesor que permitan los medios de compactación utilizados sin que estas sean mayores de 300 mm ni menores de 100 mm. Se humectarán las capas si fuera necesario para lograr una compactación correcta. Después de la compactación se harán las pruebas de laboratorio necesarias para determinar si se obtuvo el valor soporte de suelo requerido.

### 3.11 MATERIALES

#### 3.11.1 TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC

- La tubería de PVC (cloruro de polivinilo rígido) será rígida y debe satisfacer la norma ASTM D 2241.
- Las presiones que deberá cumplir la tubería serán: Para tubo de ½” de 315 PSI, para tubo de ¾” de 250 PSI, para tubo de diámetro igual o mayor de 1”, la presión que se indique en las bases especiales o en los planos. Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga.
- Los accesorios serán de la misma clase, para una presión mínima de 160 libras/pulg<sup>2</sup>, para tubos de diámetro mayor a 1” y 315 libras/pulg<sup>2</sup> para diámetros menores.
- La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (National Sanitation Foundation) o de otra institución similar.

- El solvente será recomendado por el fabricante de la tubería.
- Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección.
- Se almacenarán bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no reciban directamente los rayos del sol.
- Los tubos no deben apilarse a más de 60 centímetros de altura y deben tomarse las precauciones necesarias para que no se camine sobre ellos.

### 3.11.2 MATERIAL DE RELLENO Y COMPACTACIÓN

El tamaño máximo del agregado que contenga el material de relleno no debe exceder de 70 milímetros ni exceder de ½ espesor de la capa. El material no debe tener más del 50% en peso de partículas que pasen el tamiz 0.425 mm, ni más del 25% en peso, de partículas que pasen el tamiz 0.075 mm. Además, deberá cumplir con las características siguientes de plasticidad y cohesión:

- Plasticidad: la porción que pasa el tamiz 0.425 mm no debe de tener un índice de plasticidad AASHTO T 90.
- Impurezas: todo material para compactación debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa puedan causar fallas.

### 3.11.3 MATERIALES DE ALBAÑILERÍA Y REFUERZO

Las siguientes especificaciones se aplicarán a los materiales que se usen en la obra:

#### 3.11.3.1 CONCRETO CICLÓPEO

Material compuesto de piedra bola en un 67%, con un 33% de mortero. El mortero será un concreto compuesto de cemento, arena de mina triturada certificada y pedrín triturado certificado en una proporción volumétrica 1:2:3.

#### 3.11.3.2 CONCRETO

Material compuesto de cemento, arena y pedrín en una proporción volumétrica 1:2:2 o con una proporción que garantice una resistencia  $f'c$  igual a 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3,000 psi). Las

proporciones de agregados y cemento para cualquier resistencia de concreto serán tales que produzcan una mezcla trabajable, de tal manera que, con el método de colocación y compactación empleado en la obra, llegue a todas las esquinas y ángulos del encofrado y envuelva completamente el acero de refuerzo, pero sin permitir que los materiales segreguen o que se acumule exceso de agua libre sobre la superficie.

#### 3.11.3.3 MAMPOSTERÍA DE PIEDRA

Material compuesto de piedra bola en un 67% con un 33% de mortero. El mortero se realizará con cemento y arena de mina triturada certificada en una proporción 1:2.

#### 3.11.3.4 ALISADO

Material que se colocará en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de mina triturada certificada en una proporción 2:1.

#### 3.11.3.5 REPELLO

Material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero con una proporción 1:2 de cemento y arena de mina triturada certificada.

#### 3.11.3.6 REFUERZO

Se hará con varillas de acero especificado en planos y con una resistencia no menor a 2810 Kilogramos/centímetro cuadrado (40,000 psi) a menos que en los planos se indique una resistencia mayor.

#### 3.11.3.7 ALAMBRE Y CLAVO

Se usarán clavos de albañilería y alambre de amarre No. 16.

#### 3.11.3.8 CEMENTO

El cemento que se usará será portland tipo I, nacional o importado y deberá llenar las especificaciones C-150 de la ASTM. El transportar el cemento en bolsas, éstas tendrán que estar perfectamente cerradas y alejadas de la humedad. Se rechazará el cemento que llegue a la obra en bolsas rotas. El cemento será dispuesto en un almacén previsto en la obra, con

ambiente seco y protegido contra la humedad; de tal forma que permita el fácil acceso y adecuada inspección e identificación de las remesas. Será colocado sobre plataformas de madera levantadas 15 cm sobre el piso y protegido convenientemente de la acción del clima.

No se permitirá almacenar el cemento en estibas de más de ocho bolsas. No se permitirá el uso de cemento endurecido por almacenamiento o parcialmente fraguado; cualquier cemento que haya sido afectado por la humedad, o por otras causas, será retirado inmediatamente de la obra. Podría aceptarse el uso de cemento 5800 PSI.

El contratista queda obligado a entregar a la supervisión una copia de cada guía de expedición o suministro.

### 3.11.3.9 AGREGADO FINO

Se entenderá por agregado fino a aquella parte de los agregados que pasa la malla No. 4 (4.76 mm) y es retenido en la malla No. 200 (0.0074 mm) de graduación US Standard. La arena estará formada por partículas sanas, duras, exentas de polvo, grasas, sales, álcalis, sustancias orgánicas y otras perjudiciales para el concreto. Condiciones de uso. Los porcentajes en peso de sustancias perjudiciales en la arena para su uso, en la fabricación del concreto, no excederán los valores indicados en la siguiente tabla:

<b>Tipo de material</b>	<b>% en peso</b>
Material que pasa el tamiz No. 200 (ASTM c-117)	0.03
Arcillas (ASTM c-142)	0.01
Total otras partículas (álcali, mica, granos recubiertos, limo, etc.)	0.02
Suma máxima de sustancias perjudiciales	0.06

La arena deberá almacenarse de manera tal que evite la contaminación. Además, la arena utilizada para la mezcla del concreto será de mina triturada certificada bien graduada y al probarse por medio de mallas estándar (ASTM C-135), deberá satisfacer los límites siguientes:

<b>Malla</b>	<b>% que pasa</b>
3/8"	100
N° 4	90-100
N° 8	70-85
N° 16	50-85
N° 30	30-70
N° 50	10 a 45
N° 100	0-10

El módulo de fineza de la arena está entre los valores de 2.50 a 2.90, sin embargo, la variación del módulo de fineza no excederá de 0.30.

### 3.11.3.10 AGREGADO GRUESO

El agregado grueso para el concreto consistirá de pedrín triturado certificado o pedrín azul, proveniente de roca sana y compacta, libre de impurezas, la grava deberá ser roca dura y cristalina, libre de pizarra, laja o piezas en descomposición

El agregado grueso a aquella parte de los agregados que no pasa la malla No. 4 (4.76 mm). El tamaño máximo del agregado no deberá ser mayor de 1/5" de la dimensión menor entre los lados de los moldes de los miembros en el cual se va a usar el concreto, ni mayor de 3/4" de la separación mínima entre barras o paquetes de barras de refuerzo.

Condiciones de uso: los porcentajes en peso de sustancias dañinas no excederán los valores siguientes:

<b>Tipo de agregado grueso</b>	<b>% en peso</b>
Material que pasa el tamiz No 200	(ASTM c-117) 0.5%
Materiales ligeros	(ASTM c-330) 2.0%
Terrones de arcillas	(ASTM c-124) 0.5%
Total de otras sustancia dañinas	1.00%
Suma máxima de sustancias dañinas	3.00%

Los agregados gruesos no serán aceptados, si no cumplen lo siguiente:

Prueba de desgaste o absorción (ASTM C-131), si la pérdida usando la graduación estándar (tipo a) supera el 10% en peso, para 100 revoluciones ó 40% en peso para 500 revoluciones. Resistencia a la acción del sulfato de sodio (ASTM C-88), si la pérdida media en peso, después de 5 ciclos, supera el 14%. Si el peso específico del material, en estado de saturación con superficie seca, es Inferior a  $2.58 \text{ gr/cm}^3$  (ASTM c-127)

#### 3.11.3.11 BLOCK VACÍO DE CONCRETO

El block de concreto para muros debe cumplir con los requisitos que se detalla en AGIES NSE 4-1. Tener como mínimo una resistencia a la compresión medida sobre el área bruta de  $35 \text{ Kg/cm}^2$  o  $3.50 \text{ MPa}$ . Y con las medidas especificadas en planos.

Las unidades perforadas pueden tener hasta un 65% de vacíos, medido en un plano paralelo al plano sobre el cual se sienta. Las celdas que se usen para colocar barras de refuerzo no pueden tener ninguna dimensión menor de 50 mm ni áreas menores de  $30.00 \text{ cm}^2$ . La pared entre celdas debe tener un espesor mayor que 13 mm y la pared exterior debe tener un espesor mayor o igual a 25 mm.

#### 3.11.3.12 MADERA

La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alíneamientos y las dimensiones que se muestren en los planos. En consecuencia, la madera que se utilice para formaletas estará de acuerdo con este propósito y deberá cumplir con las normas ACI 347 y las condiciones adicionales que se dan a continuación.

La madera que se une en la construcción de las formaletas para las estructuras de concreto será laminada o deberá ser cepillada o machihembrada del lado de la superficie que haya de quedar expuesta. Deberá estar exenta de bombeos, abultamientos y nudos flojos, ser sana y de espesor uniforme. La madera sin ser cepillada de no más de 20 cm de anchura de bordes sanos y cuadrangulares podrá usarse para respaldar superficies que no hayan de quedar expuestas al finalizar la obra. No se permitirá el uso de madera de menos de 2.5 cm de espesor nominal, excepto cuando se la use como revestimiento de las formaletas. El contratista deberá utilizar formaletas fabricadas con madera laminada, prensada o machihembrada cepillada, para las superficies que quedarán a la vista. Las formaletas para las superficies a la vista deberán ser colocadas de madera regular con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y



todas las juntas alíneas. La formaleta no deberá producir superficies cóncavas o irregulares. La desviación máxima de la superficie plana no deberá exceder de 2 mm, por metro.

#### 3.11.3.13 AGUA

El agua debe ser limpia, libre de residuos de aceite, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias extrañas que puedan ser dañinas para el mortero o cualquier metal embebido en el concreto. El agua deberá estar conforme a la norma AASHTO t-26-94 y la turbidez no excederá de 2000 partes por millón.

#### 3.11.3.14 CAL

Cal hidratada cumpliendo con la norma COGUANOR NGO 41018.

#### 3.11.3.15 CINTA DE TEFLÓN

Cinta para juntas de tubería y accesorios de hierro galvanizado, en rollos de ¾" de ancho.

#### 3.11.3.16 SEGURIDAD

En todas las tapaderas del proyecto se anclarán ganchos de acero de 1/2" de tal forma que puedan cerrarse con candado.

### 4. CONTROL DE CALIDAD

#### 4.1 PRUEBAS DE CONCRETO DISEÑO DE MEZCLAS

##### 4.1.1 ENSAYOS DE MATERIALES

Antes del inicio de las obras, el contratista a su costo suministrará muestras de todos los materiales, a fin de someterlas a los análisis de laboratorio y se efectúen los diseños de mezclas que propone emplear y solicitar por escrito su aprobación.

El laboratorio de materiales determinará la calidad de los agregados y su aceptación como materiales para fabricación de concreto. Este mismo laboratorio, basado en el análisis de los materiales, determinará la mezcla a utilizar para la fabricación del concreto.

##### 4.1.2 RECHAZO DE MATERIALES

Todos los agregados que no cumplen con las normas indicadas serán inmediatamente desalojados del lugar, por cuenta y costo del contratista.

#### 4.1.3 ENSAYOS DE MEZCLAS

El contratista con el diseño de la mezcla deberá obtener resistencias especificadas del concreto definida en estas especificaciones técnicas. Estas deberán comprobarse por medio de especímenes preparados, curados y sometidos a pruebas de conformidad con las normas ASTM c31, c39. El muestreo se hará de acuerdo a la norma ASTM C172 (tres cilindros por cada muestreo) en cantidad suficiente para demostrar que se está alcanzando la resistencia mínima especificada y que no más del diez por ciento (10 %) de todas las pruebas proporcionen valores inferiores a dicha resistencia. por lo menos se hará un muestreo por día de colado, por cada 25 m<sup>3</sup>de concreto vaciado o según lo requiera la supervisión.

#### 4.1.4 RELACIÓN AGUA CEMENTO

Se prohíbe la producción de concreto de revenimiento excesivo o agregar agua (que exceda a la relación agua cemento de diseño) para compensar la pérdida de revenimiento como resultado de demoras en la entrega o en la colocación.

### 4.2 PRUEBAS DE RESISTENCIA

#### 4.2.1 CILINDROS DE CONCRETO

Los especímenes consistirán de cilindros normales de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura. Los cilindros se curarán en campo durante las primeras 20 + 4 horas, de 16° a 27°C, para permitirles que desarrollen una resistencia adecuada para la transportación. A los cilindros se les quitarán los moldes después de 24 + 4 horas y, después se almacenarán en condiciones húmedas a 23° + 2 °C, hasta el momento de las pruebas pueden sumergirse en agua.

#### 4.2.2 ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Los cilindros serán ensayados con una máquina de pruebas, calibrada, de tal manera, que proporcione una velocidad de carga uniforme de 1.4 a 3.5 Kg/cm<sup>2</sup> por segundo, y que cumpla con los requisitos ASTM e 4 para máquinas de prueba.

#### 4.2.3 RESISTENCIAS

Los cilindros serán probados de la siguiente manera: el primero a los 7 días, el segundo a los 14 y el último a los 28 días. Sin embargo, podrán realizarse pruebas a otras edades dependiendo de los requerimientos en campo. Los resultados de las pruebas será el

promedio de las resistencias de los cilindros ensayados a los 28 días. El nivel de resistencia del concreto se considerará satisfactorio si el promedio de cada grupo de tres pruebas de resistencia consecutivas iguala o excede a la resistencia especificada, y si ninguna prueba de resistencia en particular decae en más de 35 Kg/cm<sup>2</sup> por debajo del valor especificado.

#### 4.2.4 PRUEBAS DE CONCRETO RECIÉN MEZCLADO

La consistencia del concreto es una medida de su trabajabilidad, la cual se puede definir por sus características de revenimiento. Los dos métodos estándar ASTM para conocer los valores de asentamiento son la prueba de revenimiento – ASTM C143 y la prueba de penetración de la bola de Kelly – ASTM C 360. El contratista deberá realizar uno de los dos métodos propuestos previa aprobación de la supervisión.

#### 4.2.5 PRUEBAS DE ACERO DE REFUERZO

##### 4.2.5.1 ENSAYOS DE MATERIALES

La calidad del acero de refuerzo deberá estar garantizada por el fabricante y justificada por el contratista antes de su uso, por medio de pruebas realizadas en el material entregado a la obra. Los ensayos de materiales se harán de acuerdo a las normas ASTM a 615.

##### 4.2.5.2 ENSAYO A LA TENSIÓN

Antes de cualquier detallado o colocación, el acero de refuerzo deberá ser sometido a pruebas de tensión, conforme a las normas de muestreo, preparación y método de prueba ASTM a 615. Las pruebas se harán por medio de un laboratorio autorizado.

##### 4.2.5.3 MUESTREO

Por cada lote llevado a la obra, se tomará una muestra para ensayo de tensión por cada calibre y por cada 75 quintales o fracción. El supervisor deberá solicitar el ensayo de tensión y tendrá cuidado en solicitar al laboratorio que anoten la falla frágil; adicionalmente, tendrá cuidado de

observar el porcentaje de elongación en 20 cm. Cada muestra constará de tres unidades por cada calibre y procedencia.

#### 4.2.5.4 CONDICIONES DE USO

Deberá estar libre de defectos de manufactura, costras, herrumbres sueltas o descascaradas, de aceite, grasa y otro recubrimiento que pueda destruir o reducir su adherencia al concreto.

#### 4.2.6 PRUEBAS DE AGREGADO

##### 4.2.7 FINO

La supervisión podrá ordenar que se someta la arena utilizada en la mezcla de concreto a las pruebas de agregados de concreto según las normas antes mencionadas y otras que considere necesarias. La arena se considerará apta si cumple con las especificaciones anteriores y si los resultados de las pruebas que determine la supervisión son satisfactorios.

##### 4.2.8 PRUEBAS DE AGREGADO GRUESO

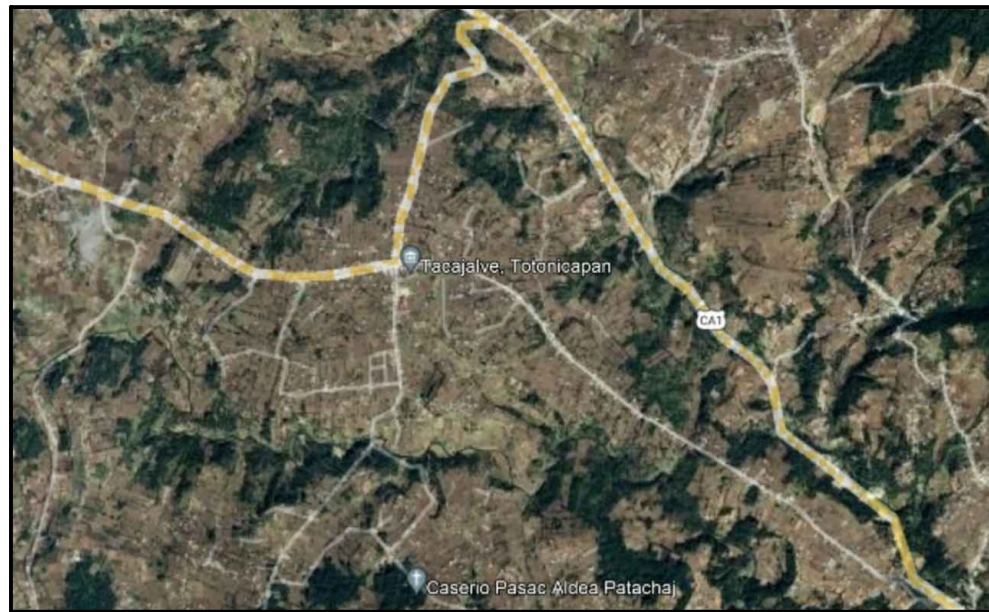
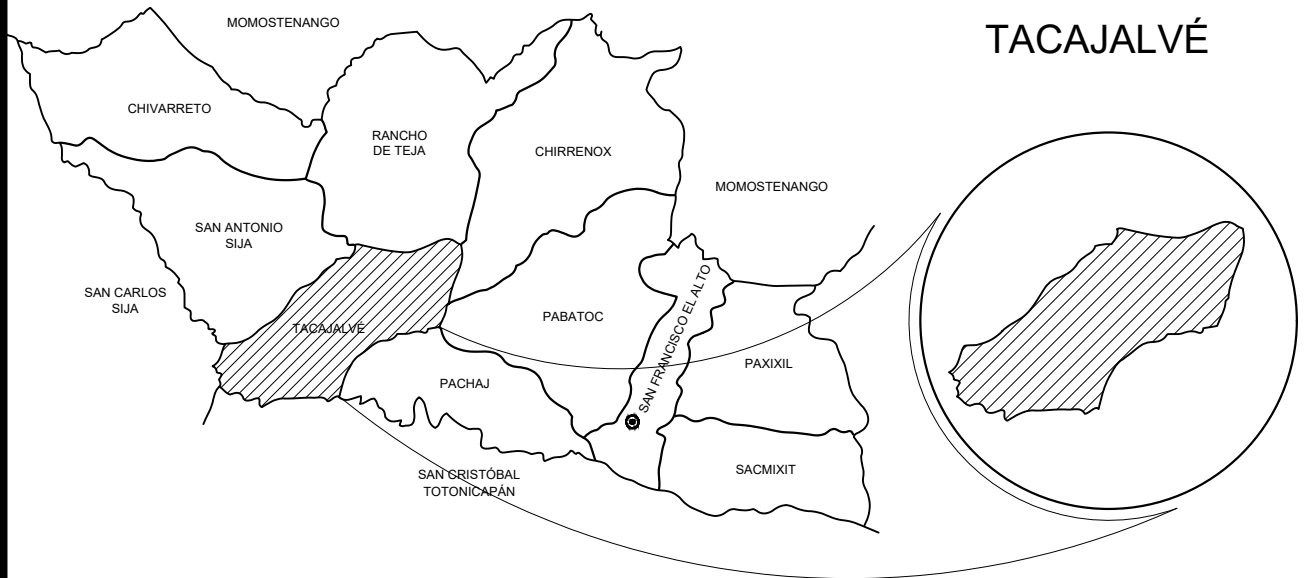
La supervisión podrá ordenar que se someta la grava utilizada en la mezcla de concreto a las pruebas de agregados de concreto según las normas antes mencionadas y otras que considere necesarias. La grava se considerará apta si cumple con las especificaciones anteriores y si los resultados de las pruebas que determine la supervisión son satisfactorios.

El origen de los agregados deberá mantenerse durante toda la construcción. Si durante la construcción se hicieran cambios en cuanto a las fuentes de suministros de agregados finos o gruesos, deberá hacerse nuevo diseño de mezcla y someterlo a la aprobación de la supervisión. También deberán realizarse ensayos de la calidad de los agregados gruesos y finos a utilizar para la fabricación del concreto.

## APÉNDICE G

Planos

# MAPA DEL MUNICIPIO SAN FRANCISCO EL ALTO



## PLANO DE LOCALIZACIÓN

**PROYECTO:**

PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN.

**UBICACIÓN:**

ALDEA TACAJALVÉ.

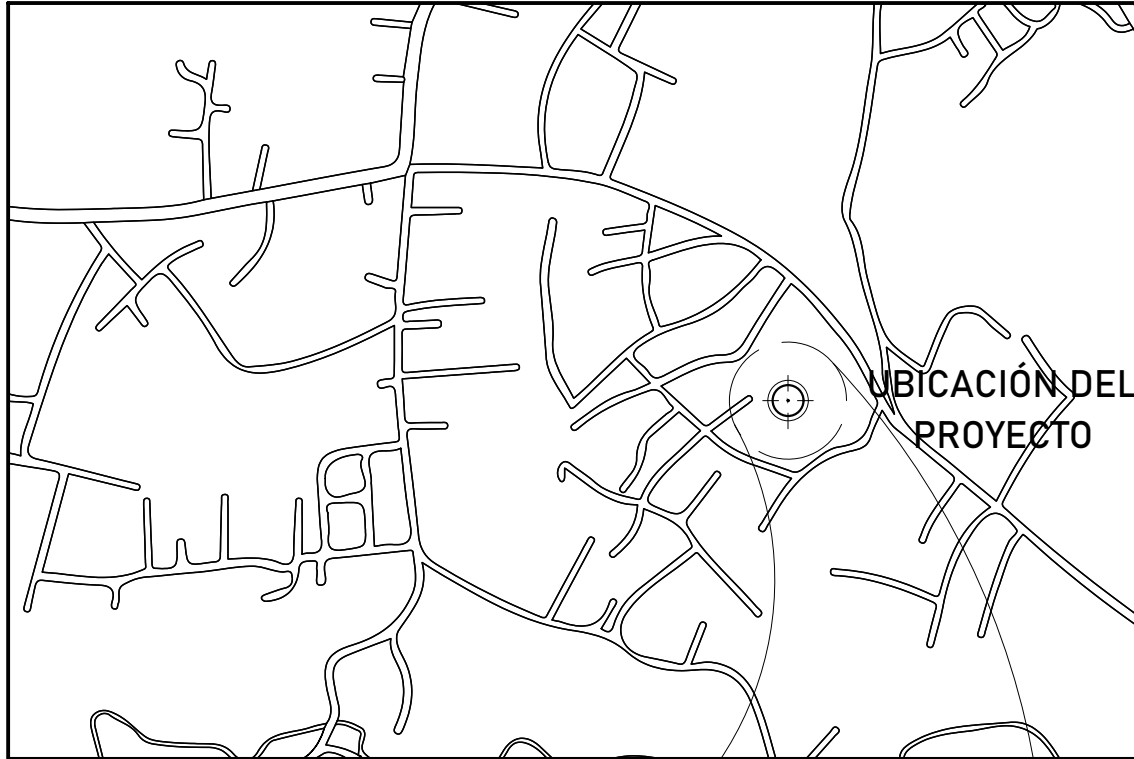
**MUNICIPIO:** SAN FRANCISCO EL ALTO

**DEPARTAMENTO:** TOTONICAPÁN

**ESCALA:** SIN ESCALA

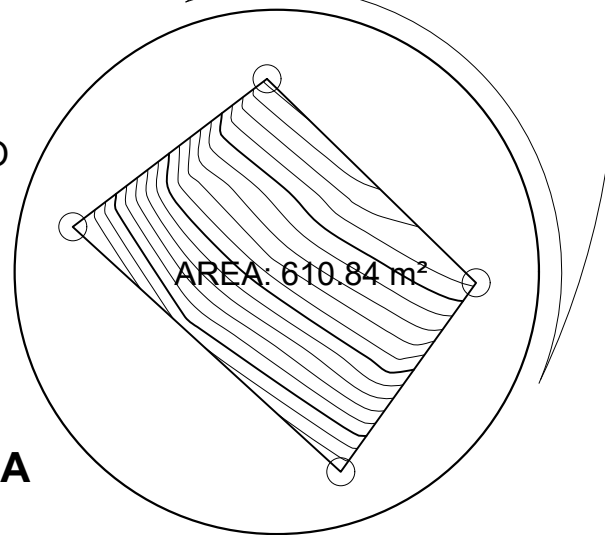
**FECHA:** JULIO 2023

# ALDEA TACAJALVÉ



## COORDENADAS UTM

LATITUD 14°57'44.15" N  
LONGITUD 91°28'34.55" O



## TERRENO PARA TANQUE

## PLANO DE UBICACIÓN

### PROYECTO:

PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN.

### UBICACIÓN:

ALDEA TACAJALVÉ.

MUNICIPIO: SAN FRANCISCO  
EL ALTO

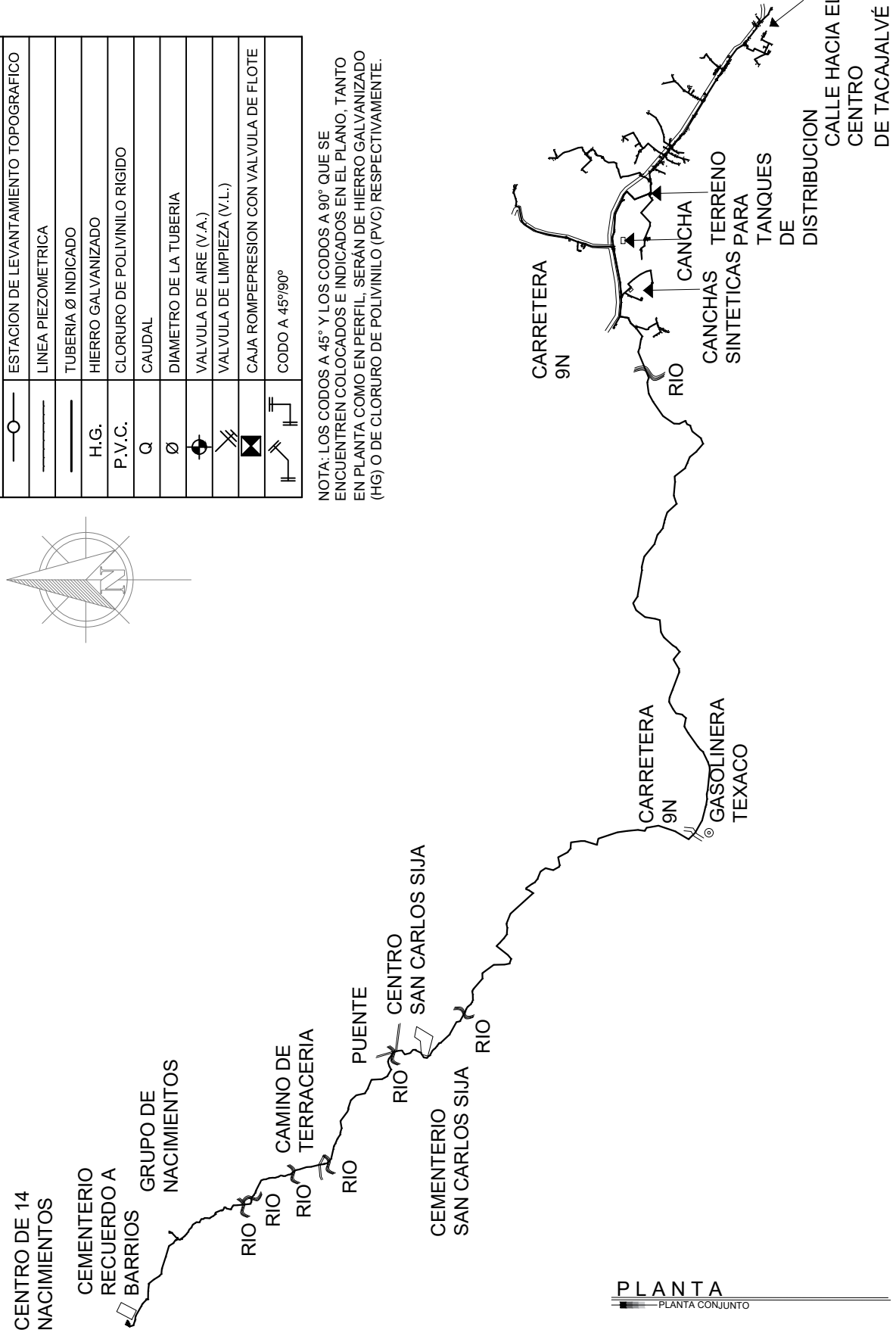
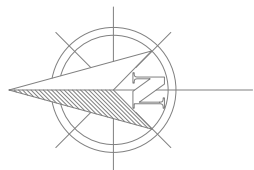
DEPARTAMENTO: TOTONICAPÁN

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: JULIO 2023

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:  
PLANTA CONJUNTO

HOJA:  
01 / 83

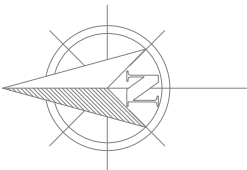
PLANTA  
PLANTA CONJUNTO



# REFERENCIAS

	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



CENTRO DE 14 NACIMIENTOS

CEMENTERIO RECUERDO A BARRIOS

GRUPO DE NACIMIENTOS

RIO

RIO CAMINO DE TERRACERIA

RIO

PUENTE

CENTRO SAN CARLOS SIJA

CEMENTERIO SAN CARLOS SIJA

RIO

CARRETERA 9N

GASOLINERA TEXACO

RIO

CARRETERA 9N

CANCHAS SINTETICAS

PLANTA  
— LINEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:  
**02 / 83**

CONTENIDO:  
**PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

ESCALA:  
**INDICADA**  
FECHA:  
**JULIO 2,023**





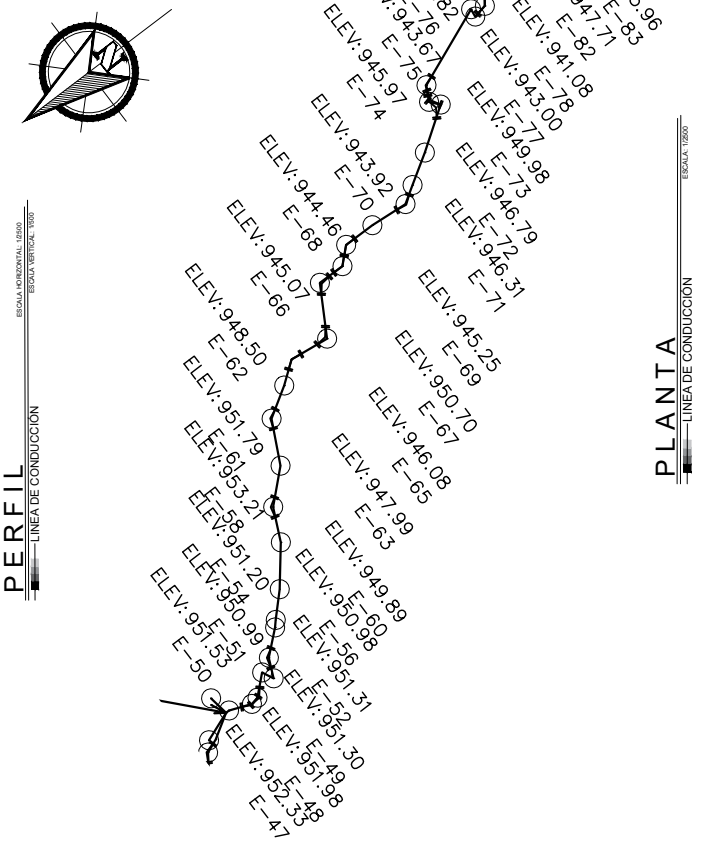
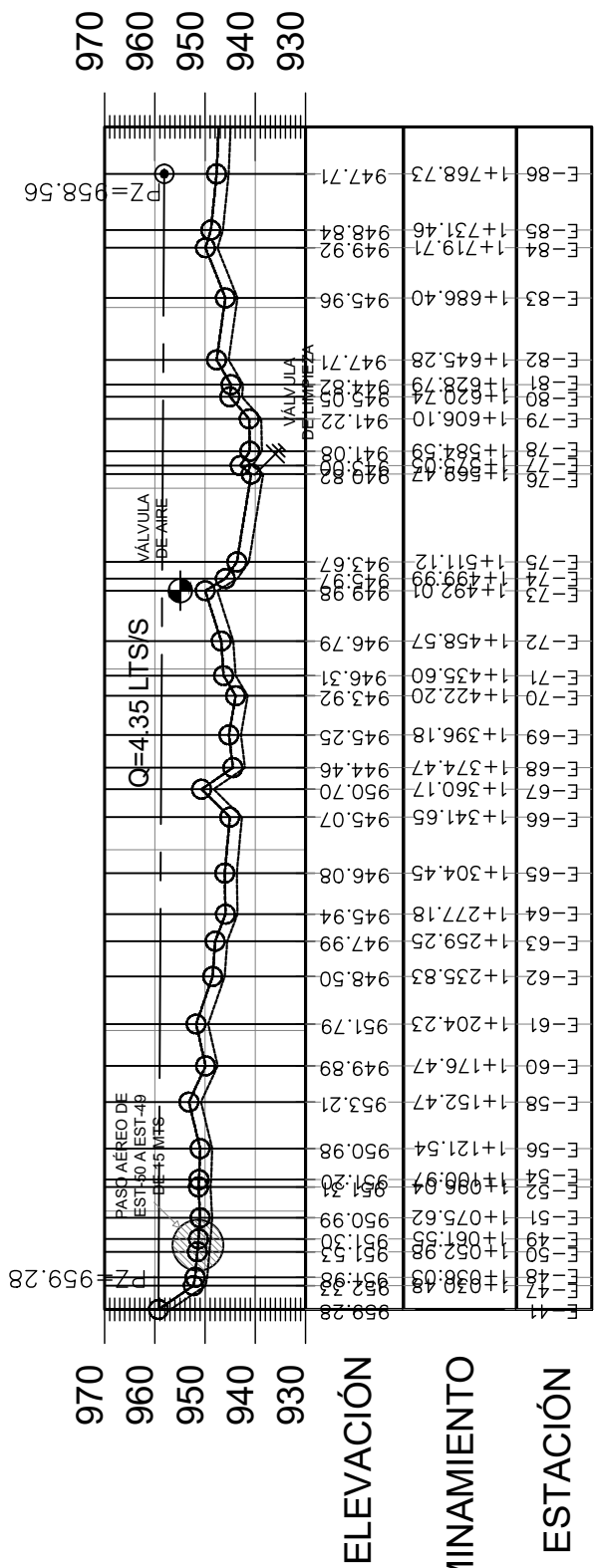
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:

03 / 83



PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

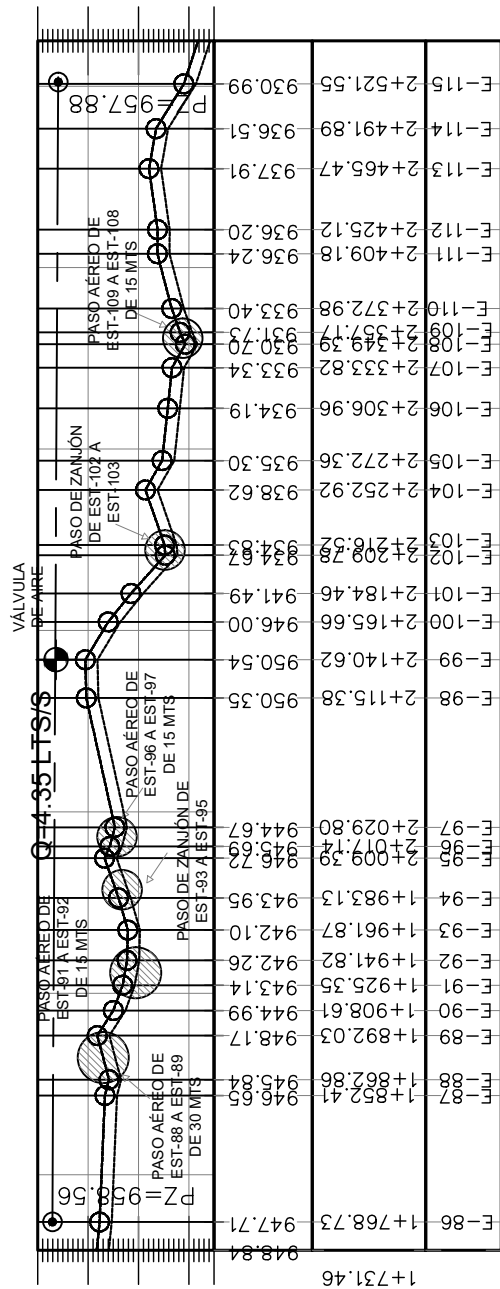
REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESSION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN



960  
950  
940  
930  
925

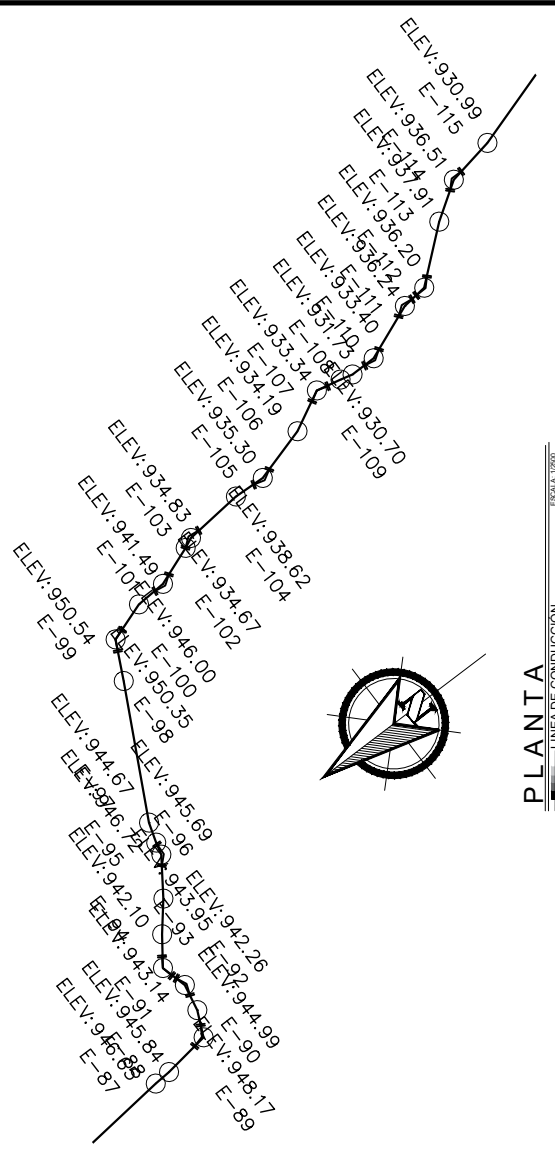


ELEVACIÓN  
CAMINAMIENTO  
ESTACIÓN

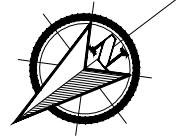
PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TUBERÍA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN



ESCALA: 1:2000



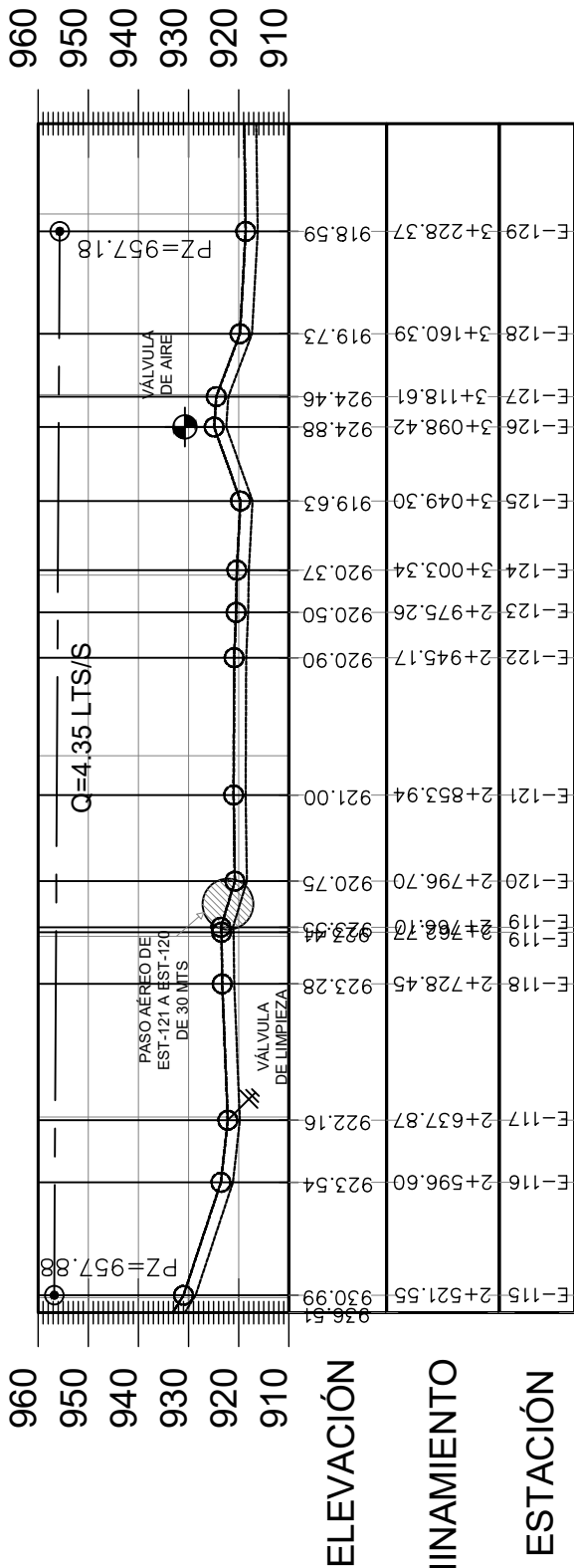
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:

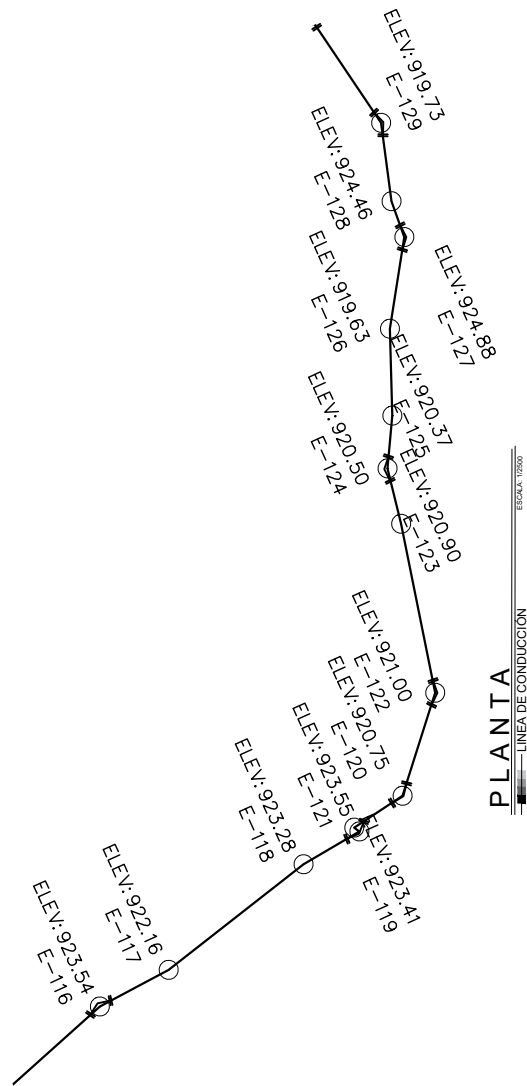
05 / 83



PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

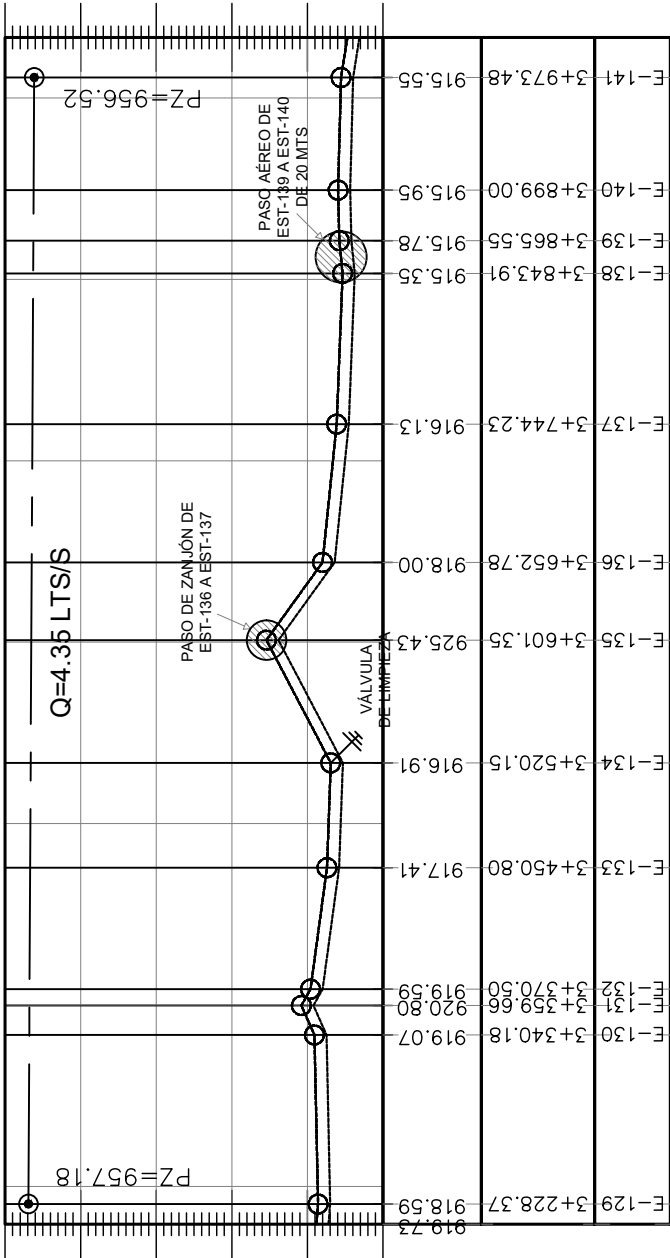
REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

960  
950  
940  
930  
920  
910



960  
950  
940  
930  
920  
910

ELEVACION  
CAMINAMIENTO  
ESTACION

HOJA:  
**06 / 83**

CONTENIDO:  
**PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

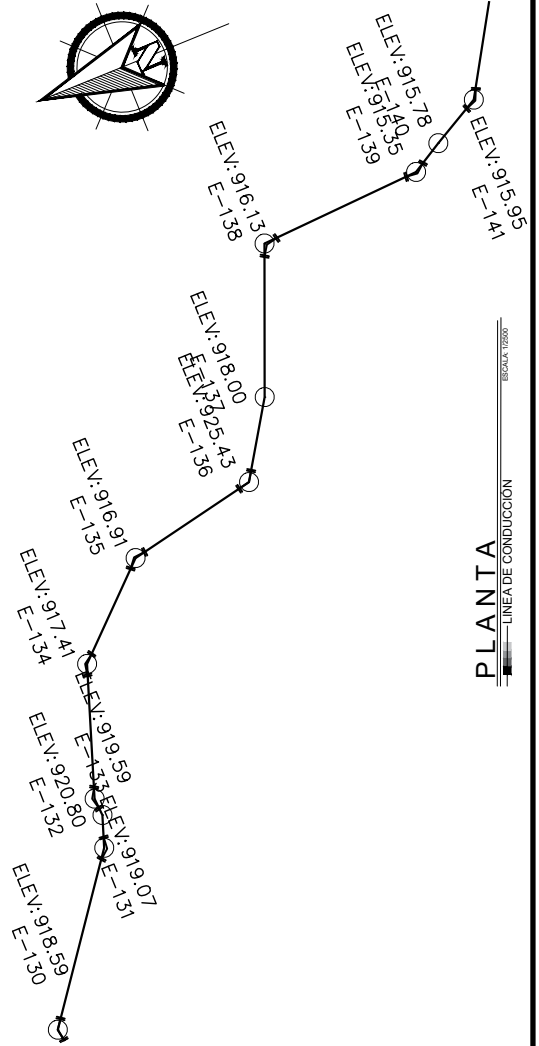
ESCALA:  
**INDICADA**  
FECHA:  
**JULIO 2,023**



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45º/90º

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

PERFIL  
ESCALA HORIZONTAL: 1:500  
ESCALA VERTICAL: 1:100  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN



PLANTA



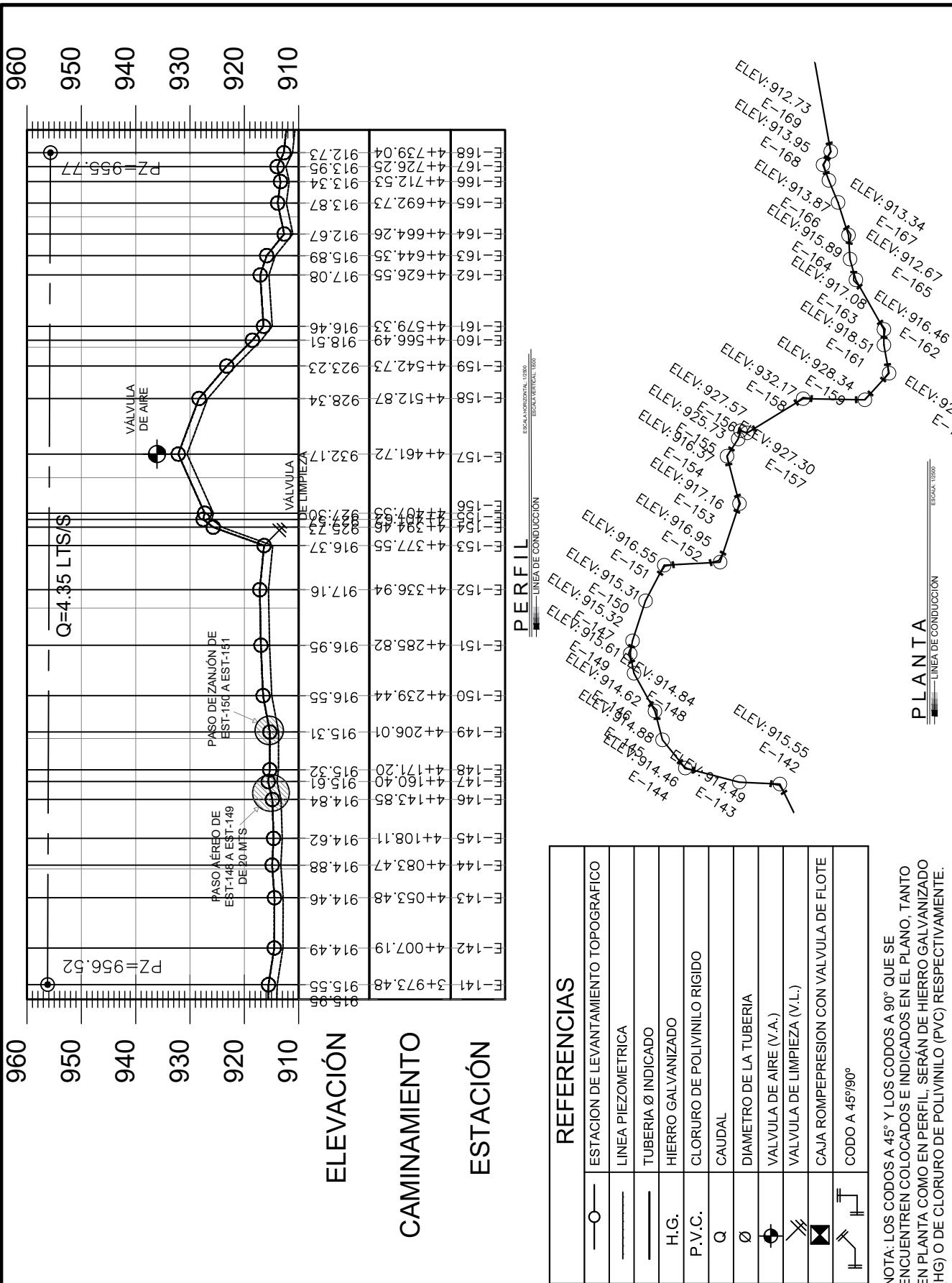
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

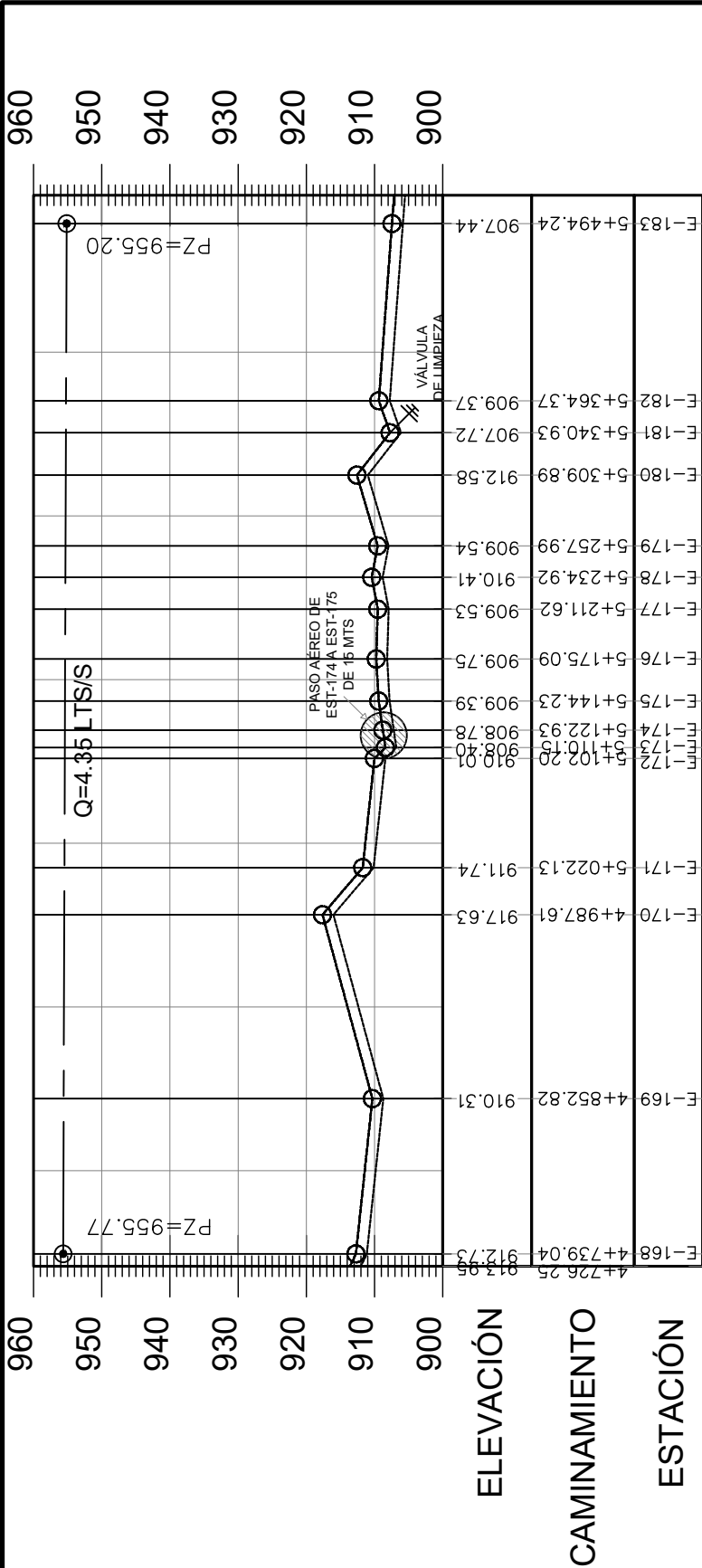
HOJA:

07 / 83



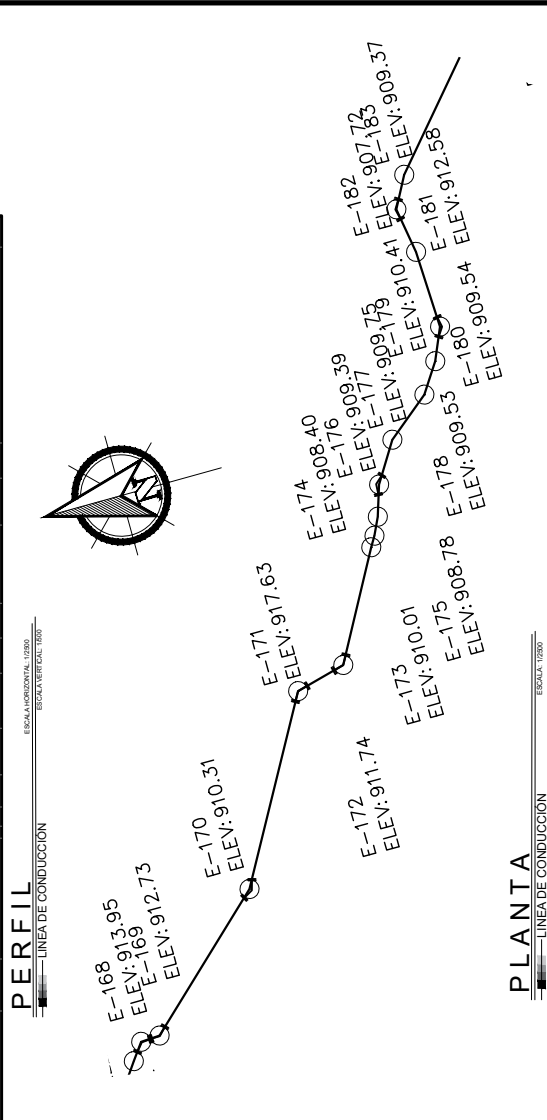
REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN



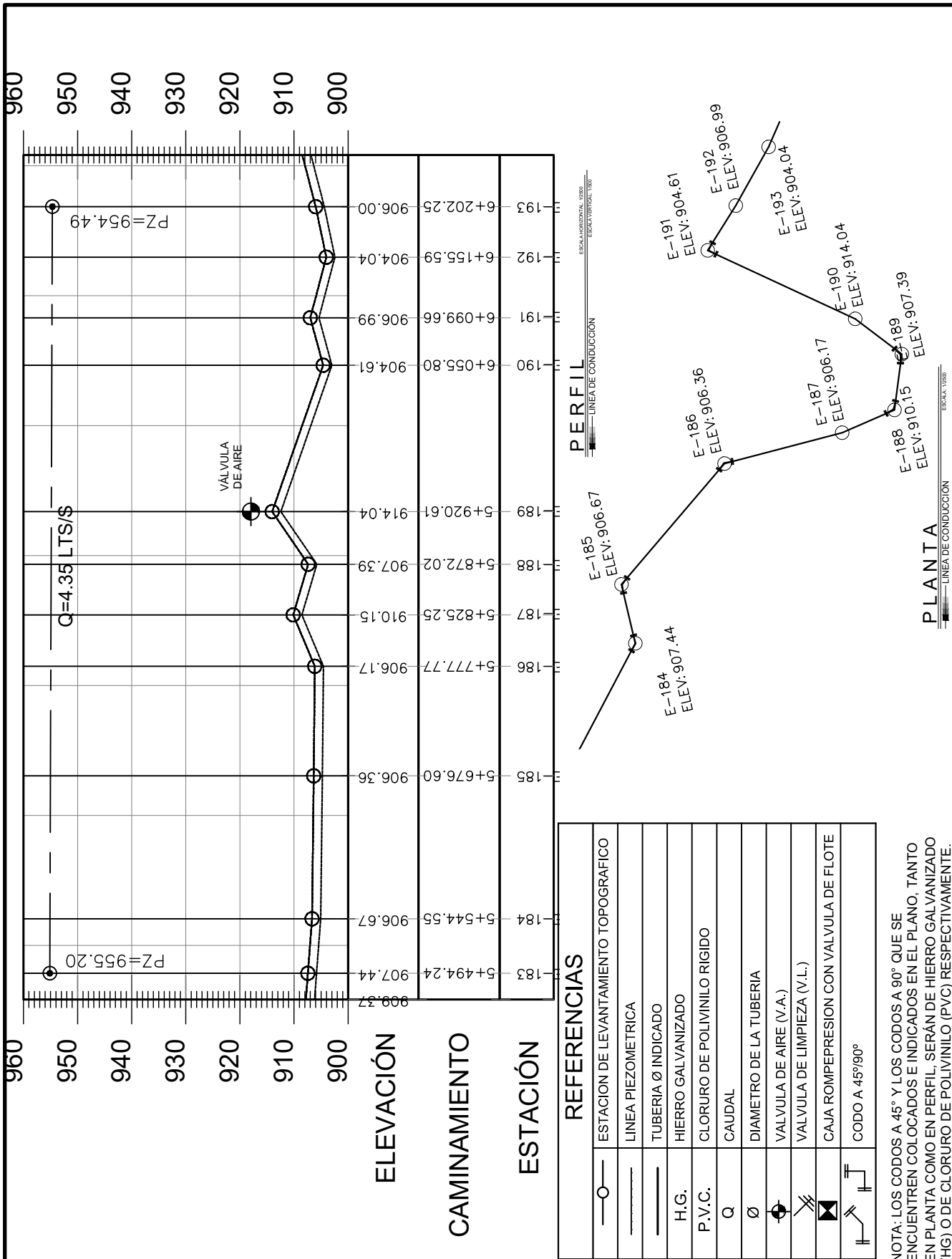
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

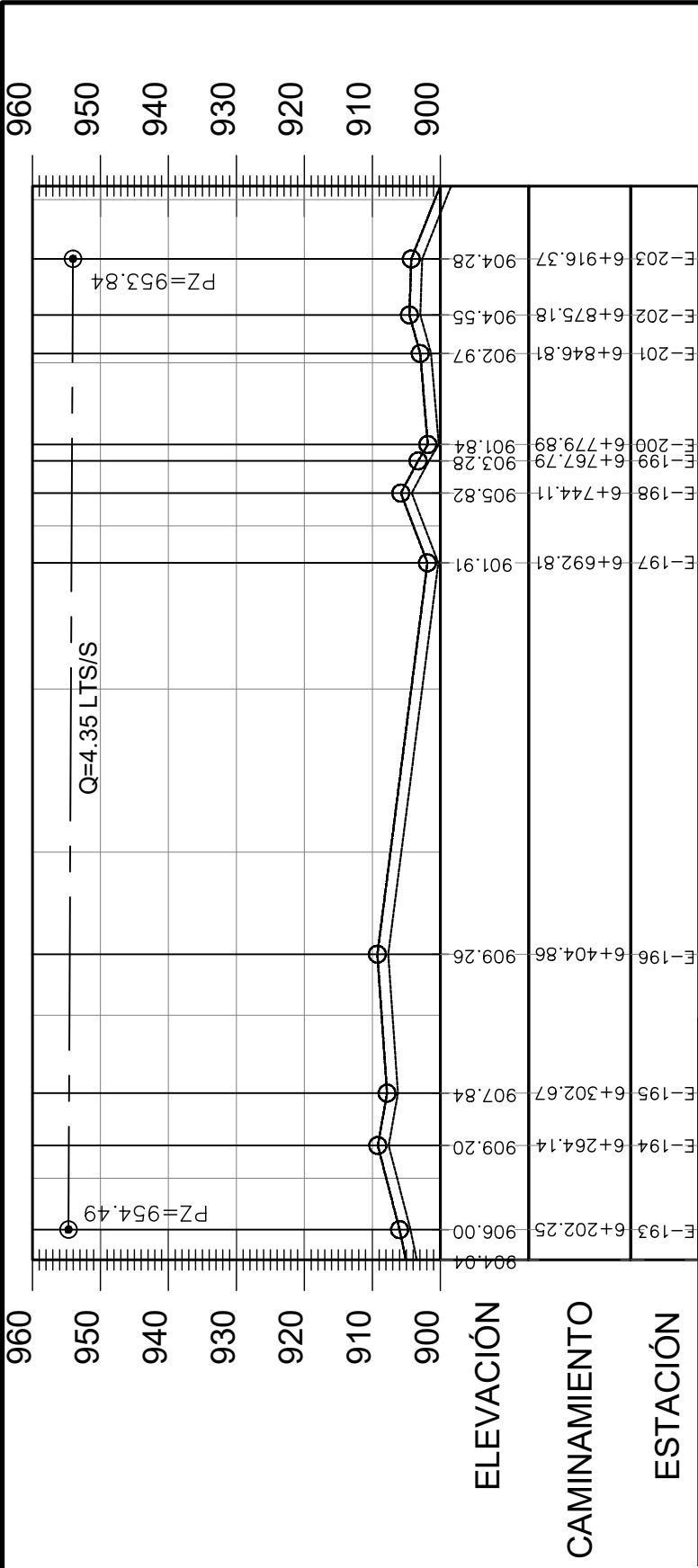
PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:

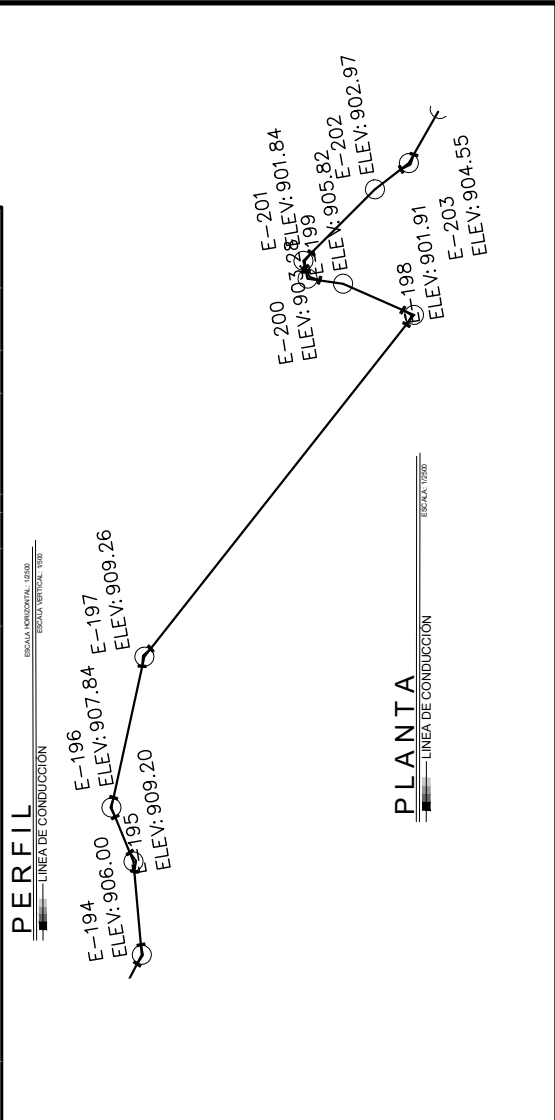
09 / 83







REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G.
	P.V.C.
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



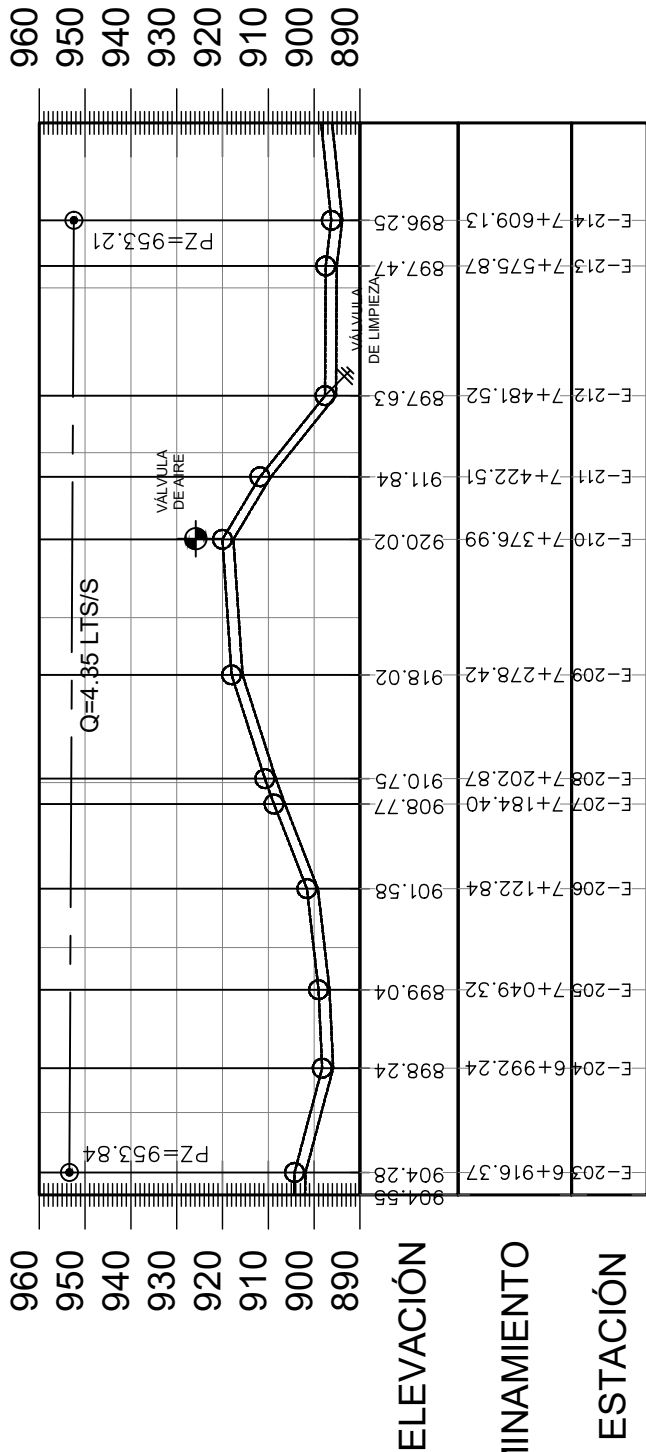
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

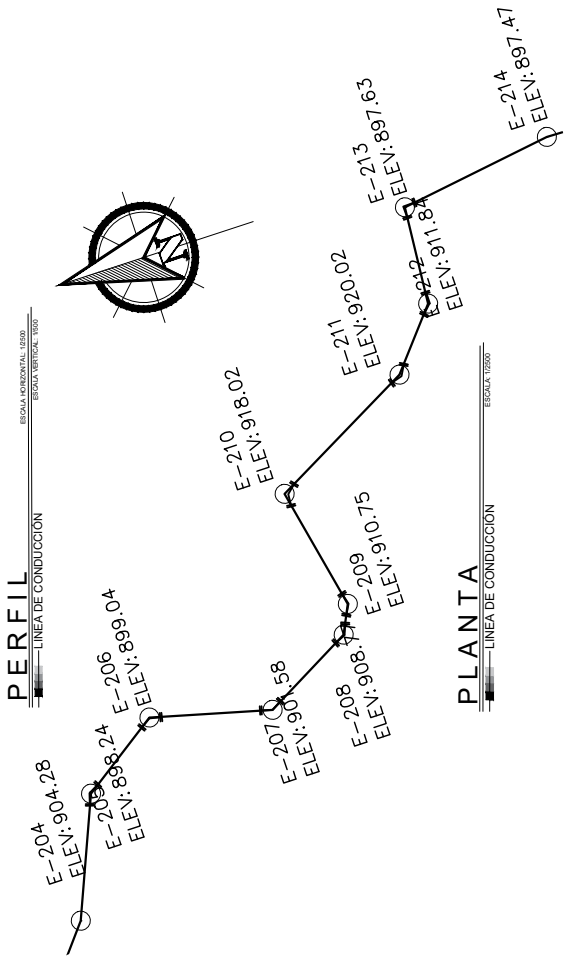
HOJA:

11 / 83

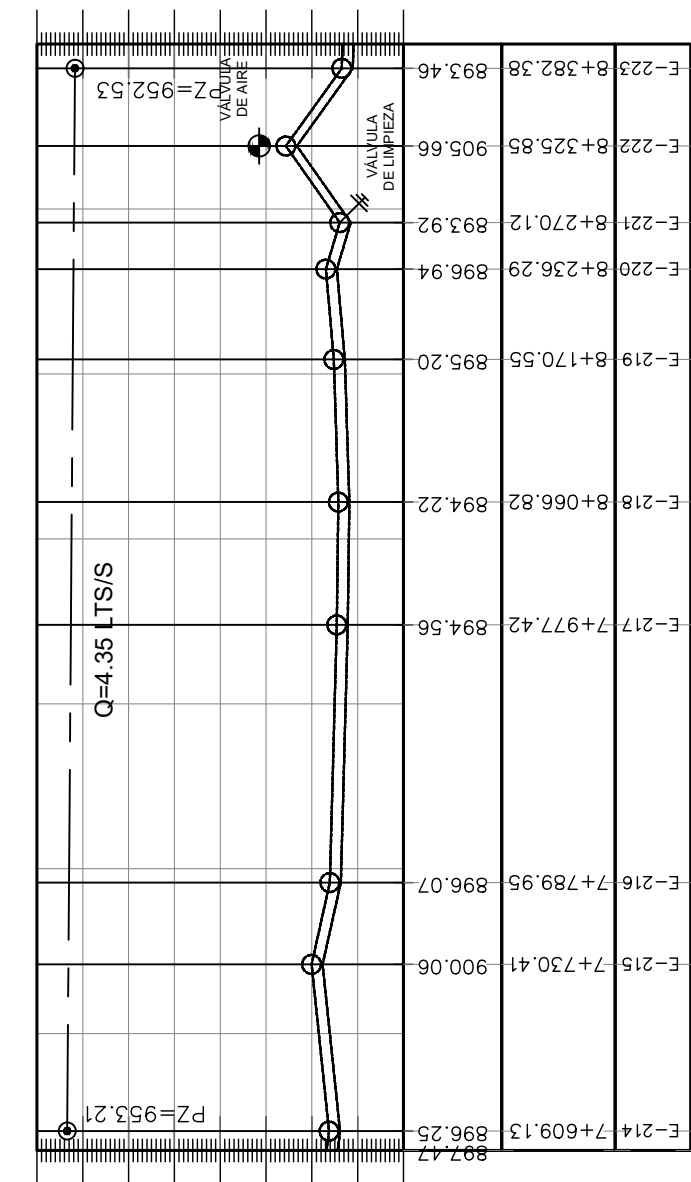


REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	Q CAUDAL
	Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPREPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



960  
950  
940  
930  
920  
910  
900  
890  
880



ELEVACIÓN

CAMINAMIENTO

ESTACIÓN

PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000  
ESCALA VERTICAL: 1:500

PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA: 1:2000

HOJA:

12 / 83

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023





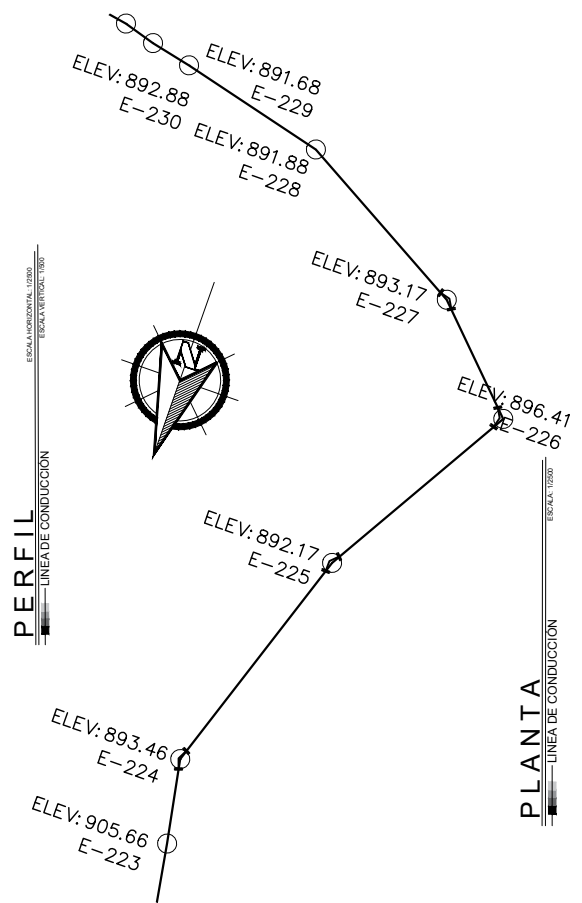
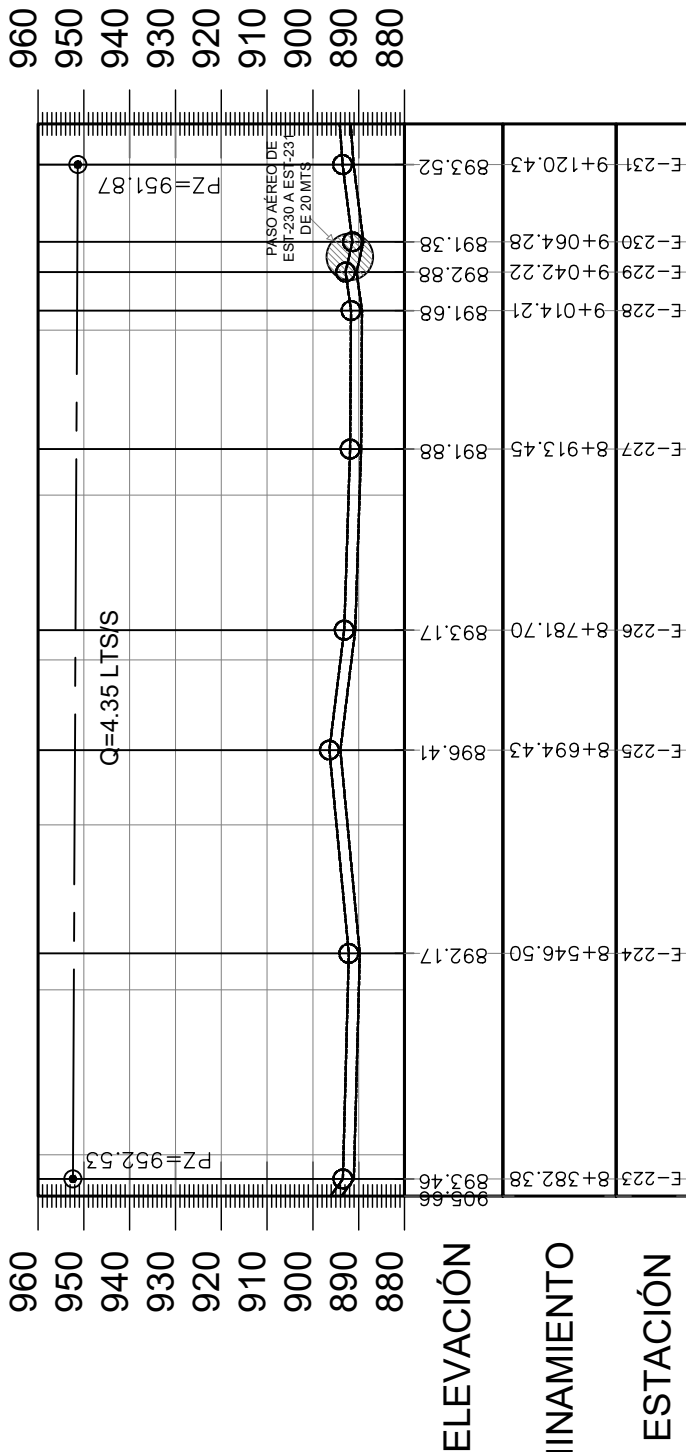
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

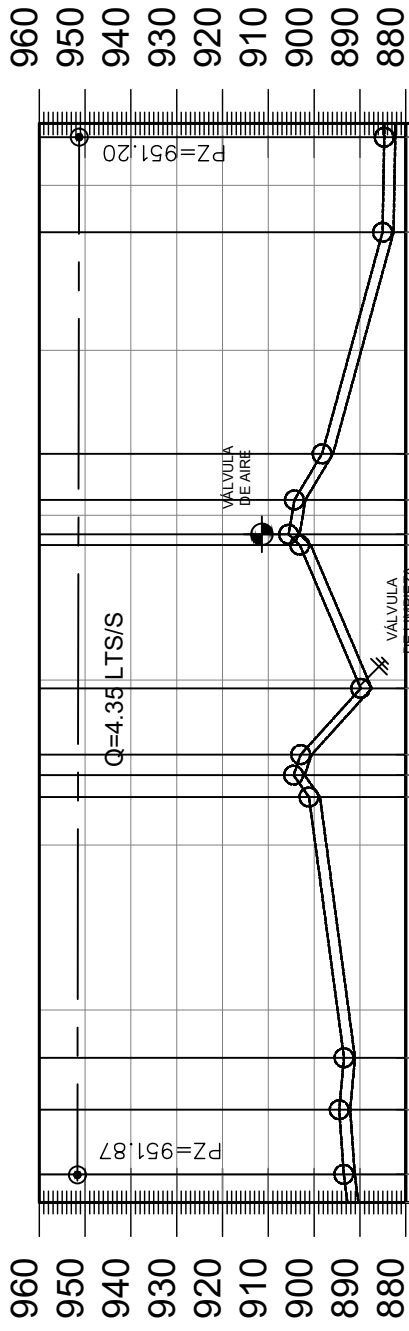
HOJA:

13 / 83



REFERENCIAS	
	ESTACIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.E.R.R.O GALVANIZADO
	C.L.O.R.U.R.O DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPREPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



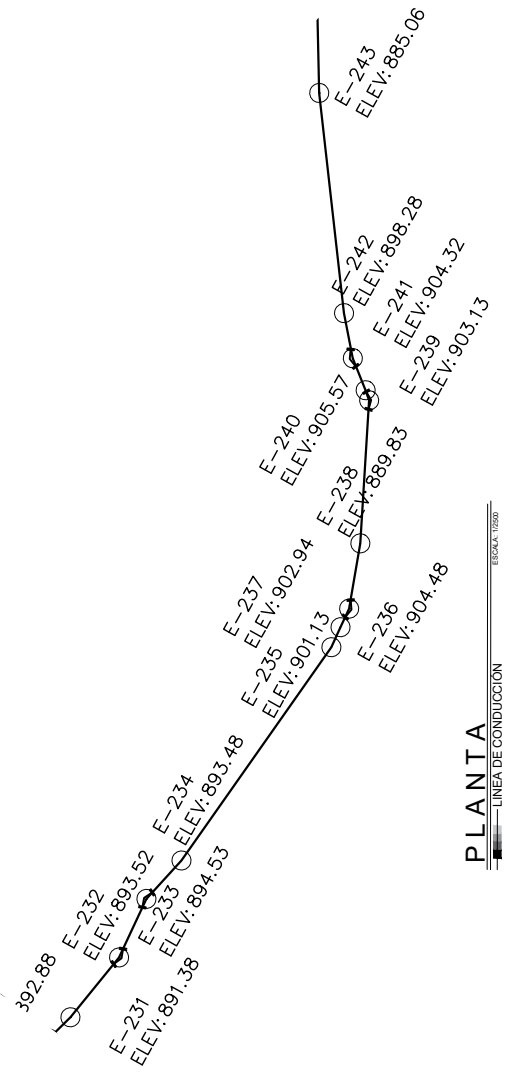
ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	ELEVACIÓN
E-231	9+120.43	893.52
E-232	9+167.44	894.53
E-233	9+205.22	893.48
E-234	9+394.94	901.13
E-235	9+410.92	904.48
E-236	9+425.81	902.94
E-237	9+474.04	889.83
E-238	9+578.26	903.54
E-239	9+588.12	903.54
E-240	9+611.12	904.32
E-241	9+644.64	898.28
E-242	9+805.87	885.06
E-243	9+874.99	884.69

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45º/90º

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

**PERFIL**  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA HORIZONTAL: 1:500  
ESCALA VERTICAL: 1:500



**PLANTA**  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA: 1:500



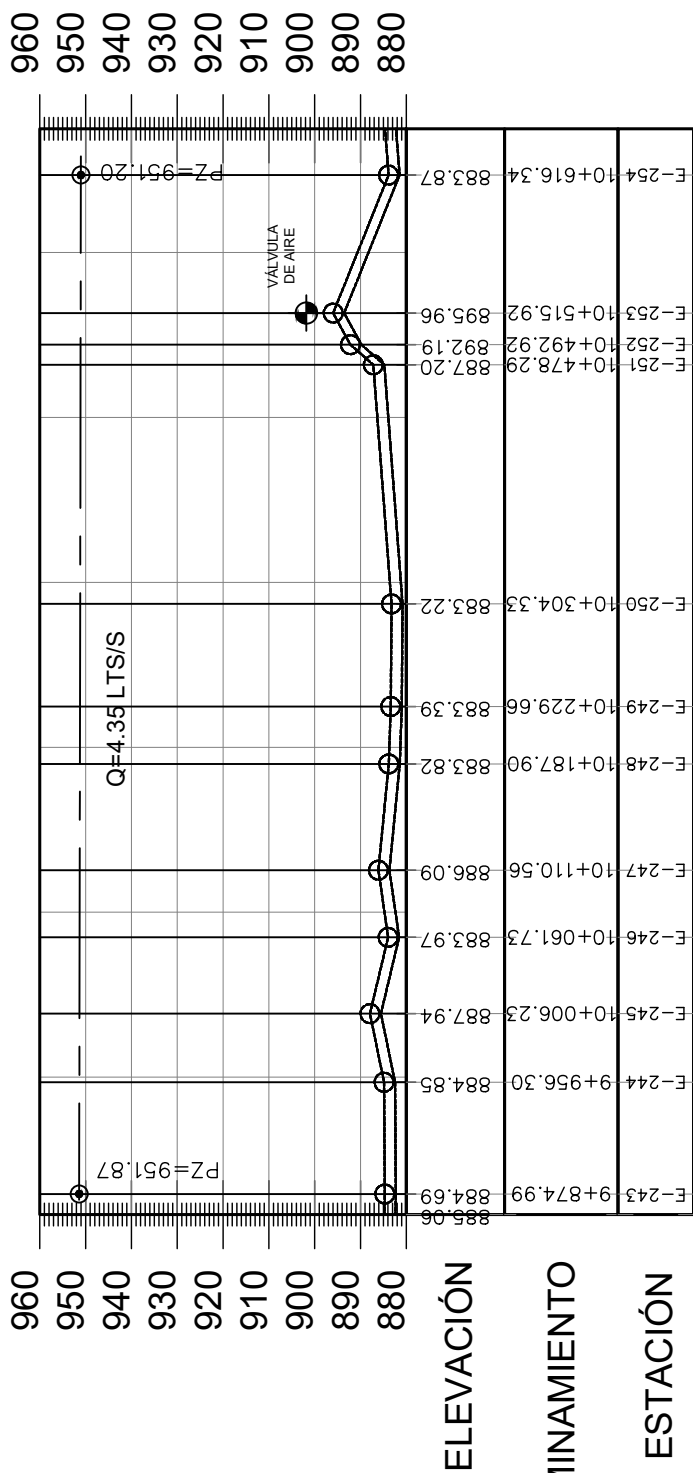
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:

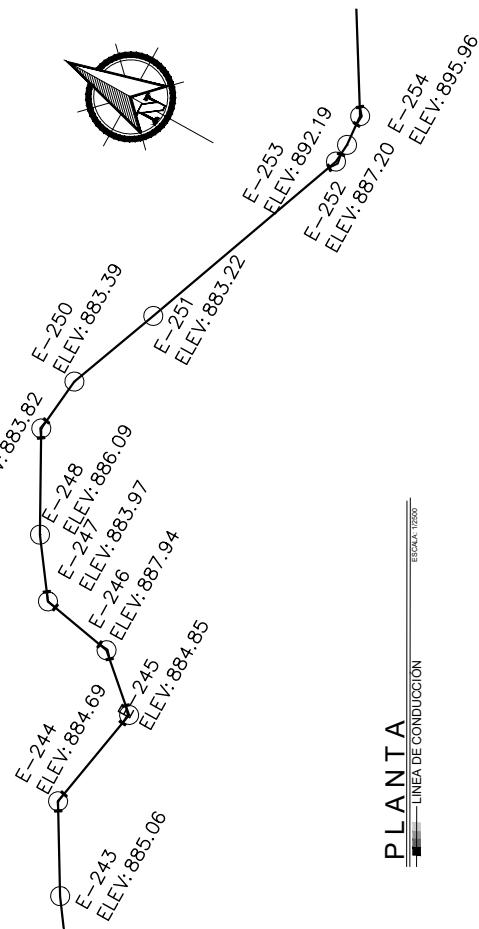
15 / 83



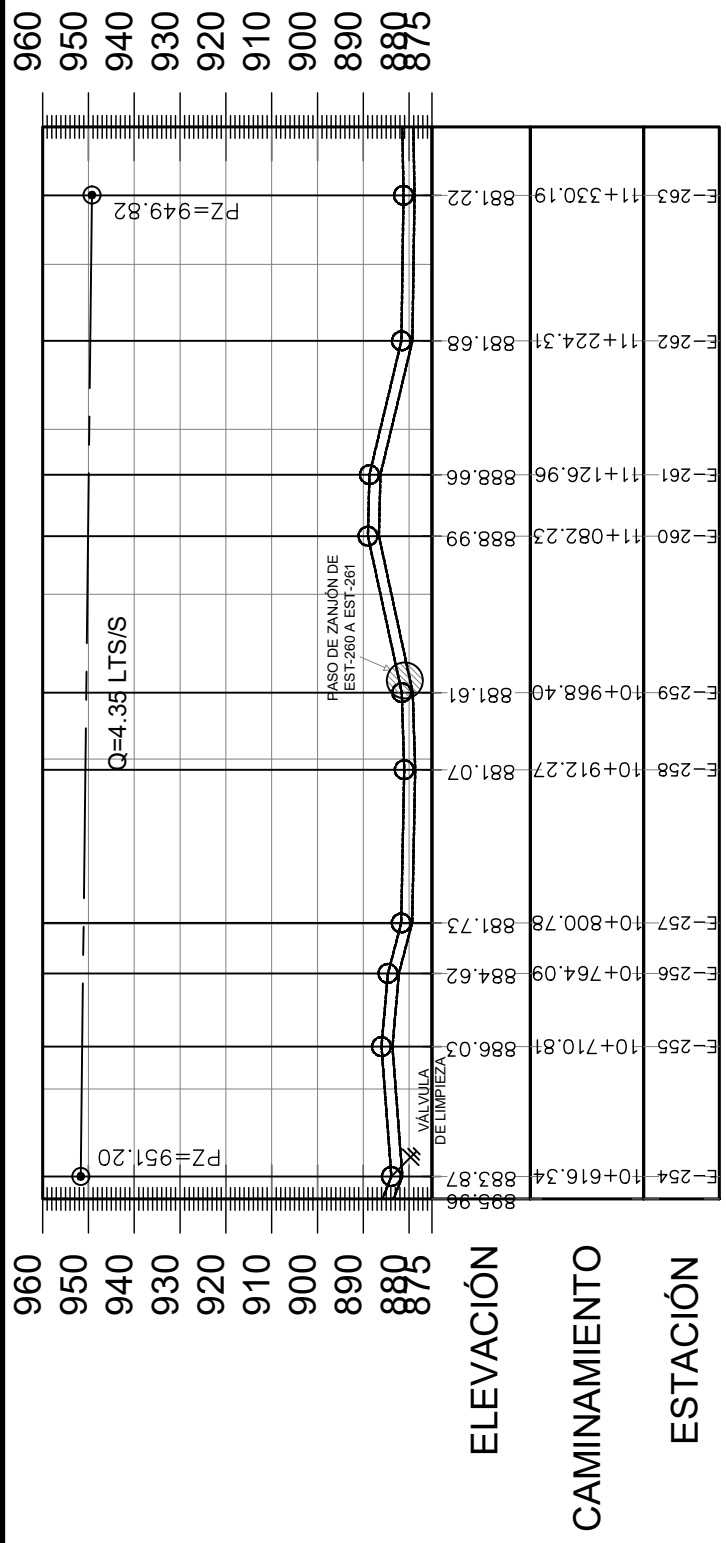
PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

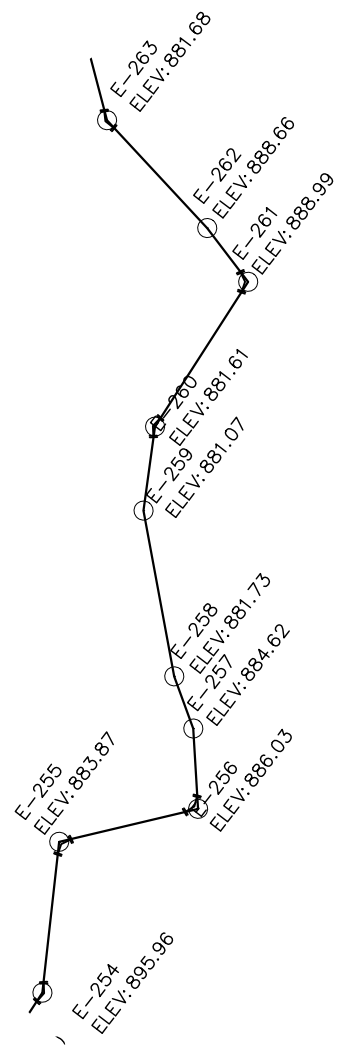


**REFERENCIAS**

	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45º/90º

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

**PERFIL**  
— LINEA DE CONDUCCIÓN  
ESCALA HORIZONTAL: 1:200  
ESCALA VERTICAL: 1:50



**PLANTA**  
— LINEA DE CONDUCCIÓN  
ESCALA: 1:200



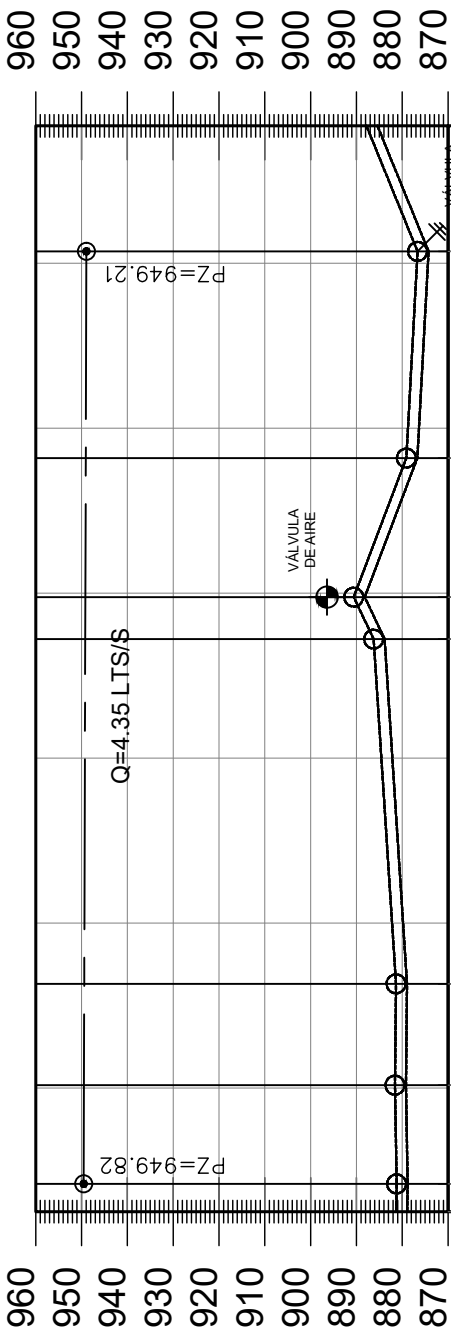
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:

17 / 83



ELEVACIÓN

CAMINAMIENTO

ESTACIÓN

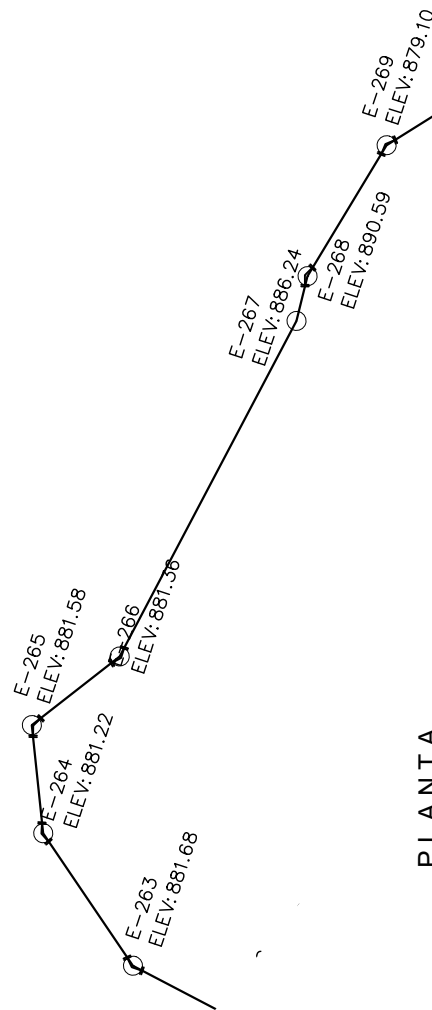
E-263	+1+330.19	881.22	PZ=949.82
E-264	+1+402.03	881.58	
E-265	+1+475.74	881.36	
E-266	+1+726.56	886.24	Q=4.35 LTS/S
E-267	+1+757.13	890.59	VÁLVULA DE AIRE
E-268	+1+858.29	879.10	
E-269	+2+008.63	876.65	VÁLVULA DE LIMPIEZA

REFERENCIAS	
	ESTACIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	Q CAUDAL
	Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

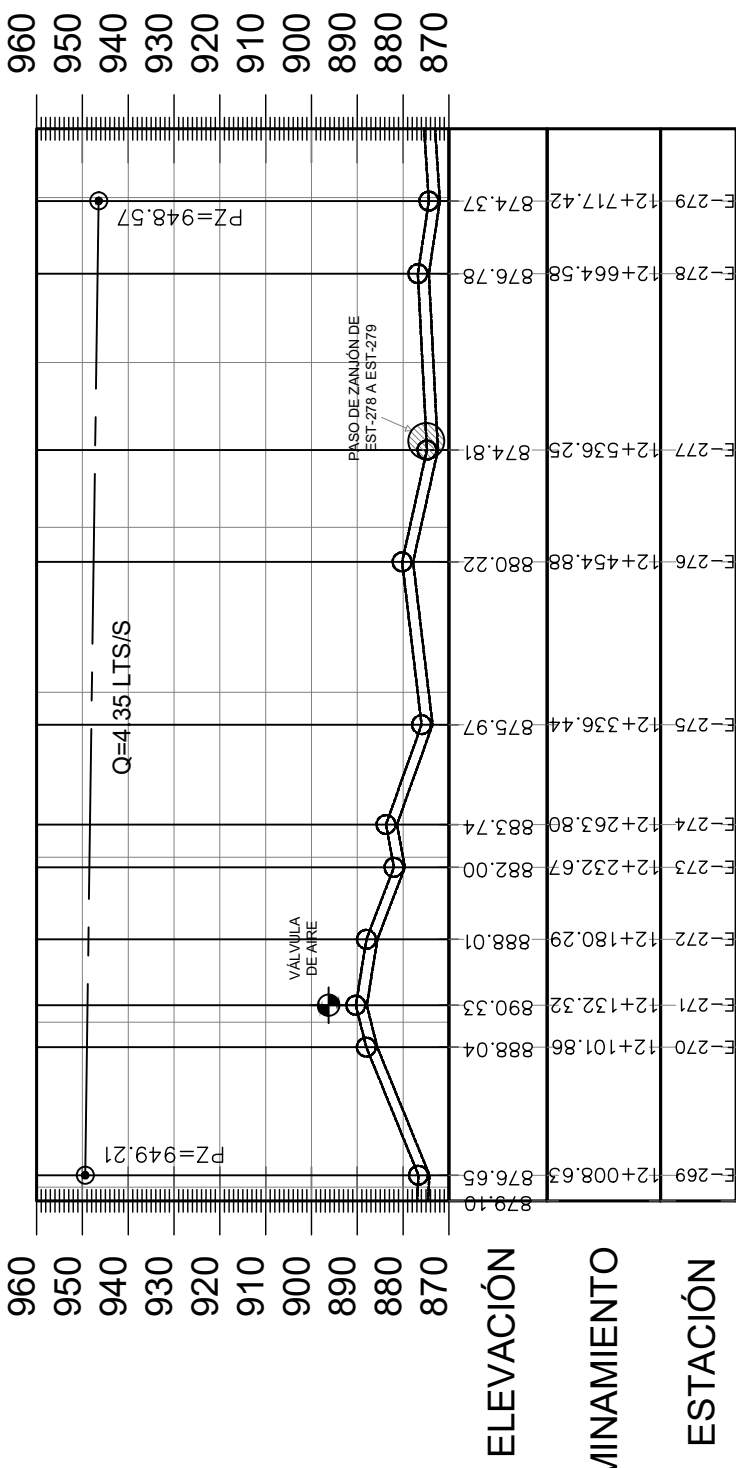
ESCALA HORIZONTAL: 1:2000  
ESCALA VERTICAL: 1:500



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA: 1:2500

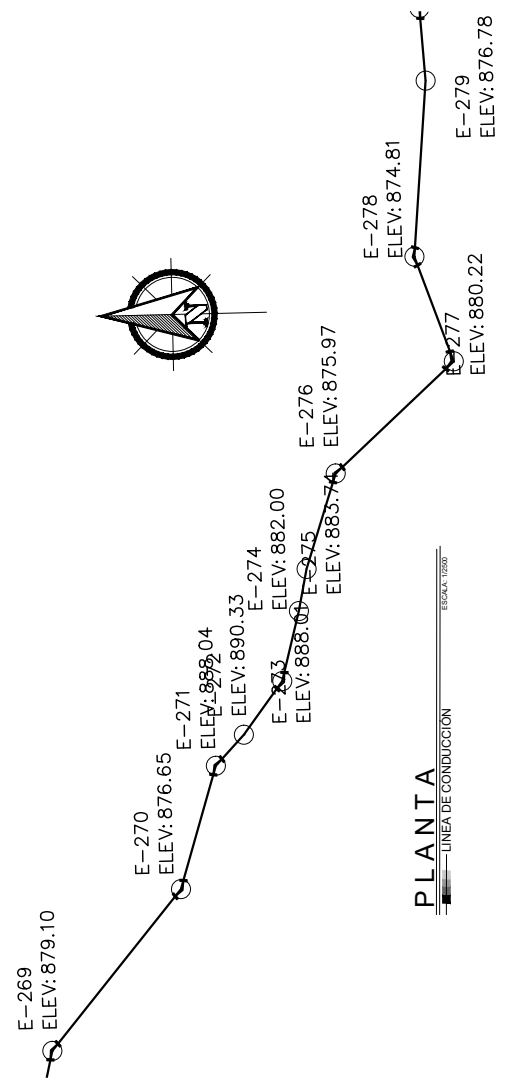




REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	Q CAUDAL
	Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
ESCALA: HORIZONTAL: 1:500  
ESCALA: VERTICAL: 1:200



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
ESCALA: 1:1000



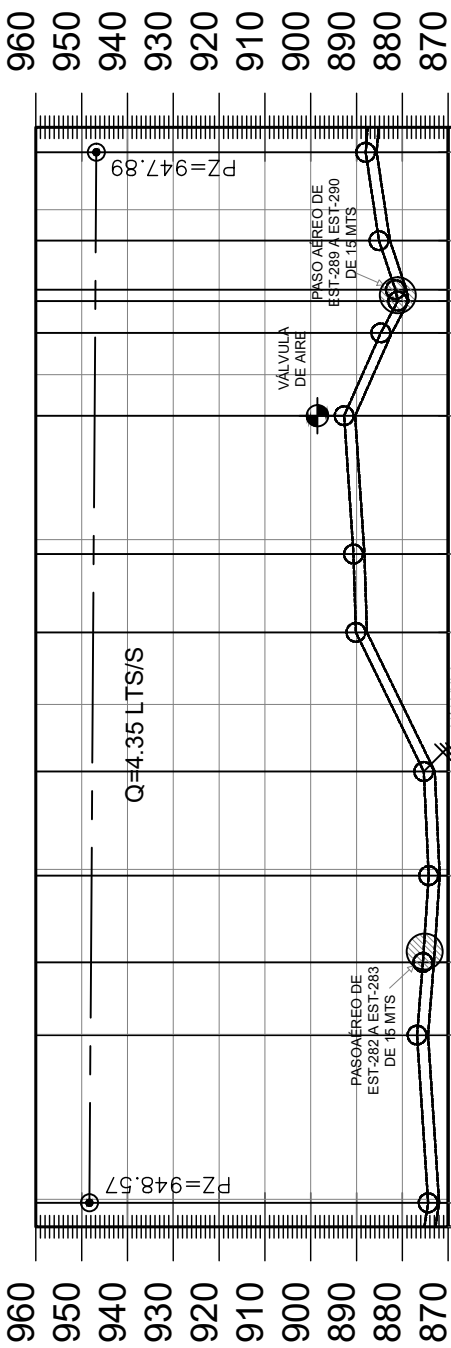
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:

19 / 83



ELEVACIÓN

CAMINAMIENTO

ESTACIÓN

REFERENCIAS

	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIÁMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESSION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (H.G.) O DE CLORURO DE POLIINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

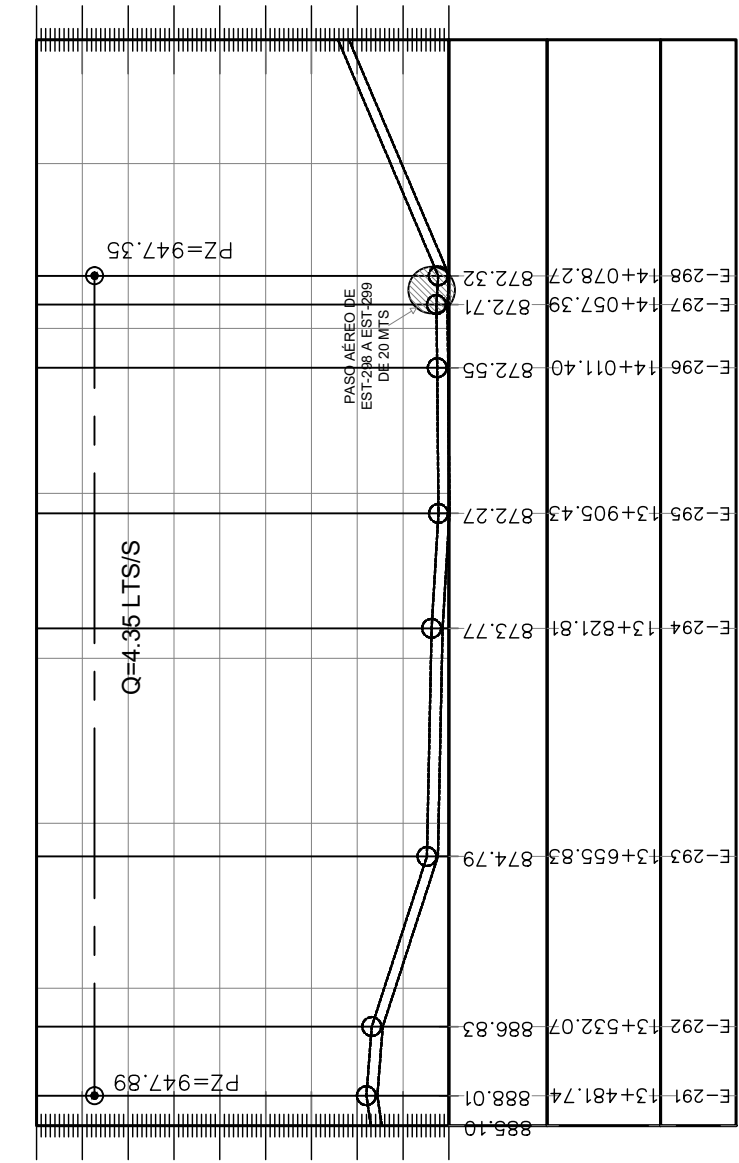
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

ESCALA VERTICAL 1:1000

PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1000

960  
950  
940  
930  
920  
910  
900  
890  
880  
870



ELEVACIÓN  
CAMINAMIENTO  
ESTACIÓN

PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
ESCALA HORIZONTAL: 1:2000  
ESCALA VERTICAL: 1:500

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.

960  
950  
940  
930  
920  
910  
900  
890  
880  
870



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
ESCALA: 1:2000

HOJA:  
20 / 83

CONTENIDO:  
PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023





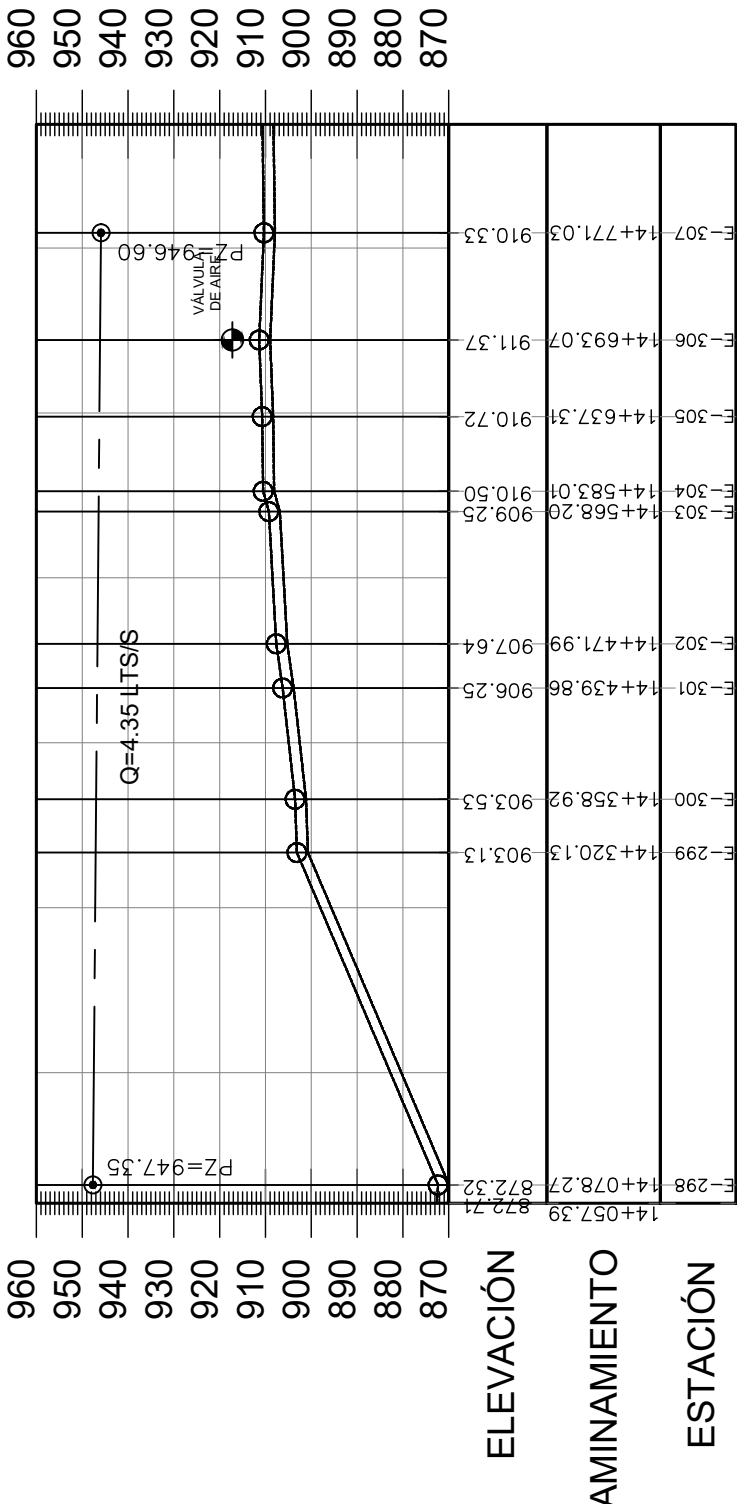
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

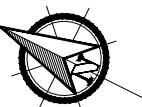
PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:

21 / 83

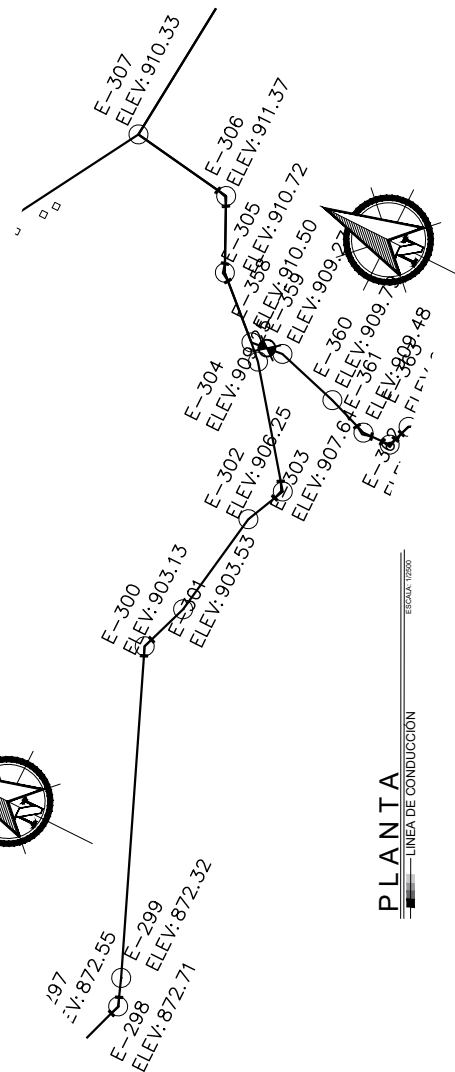


PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIWINILO RIGIDO
	Q CAUDAL
	Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESSION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

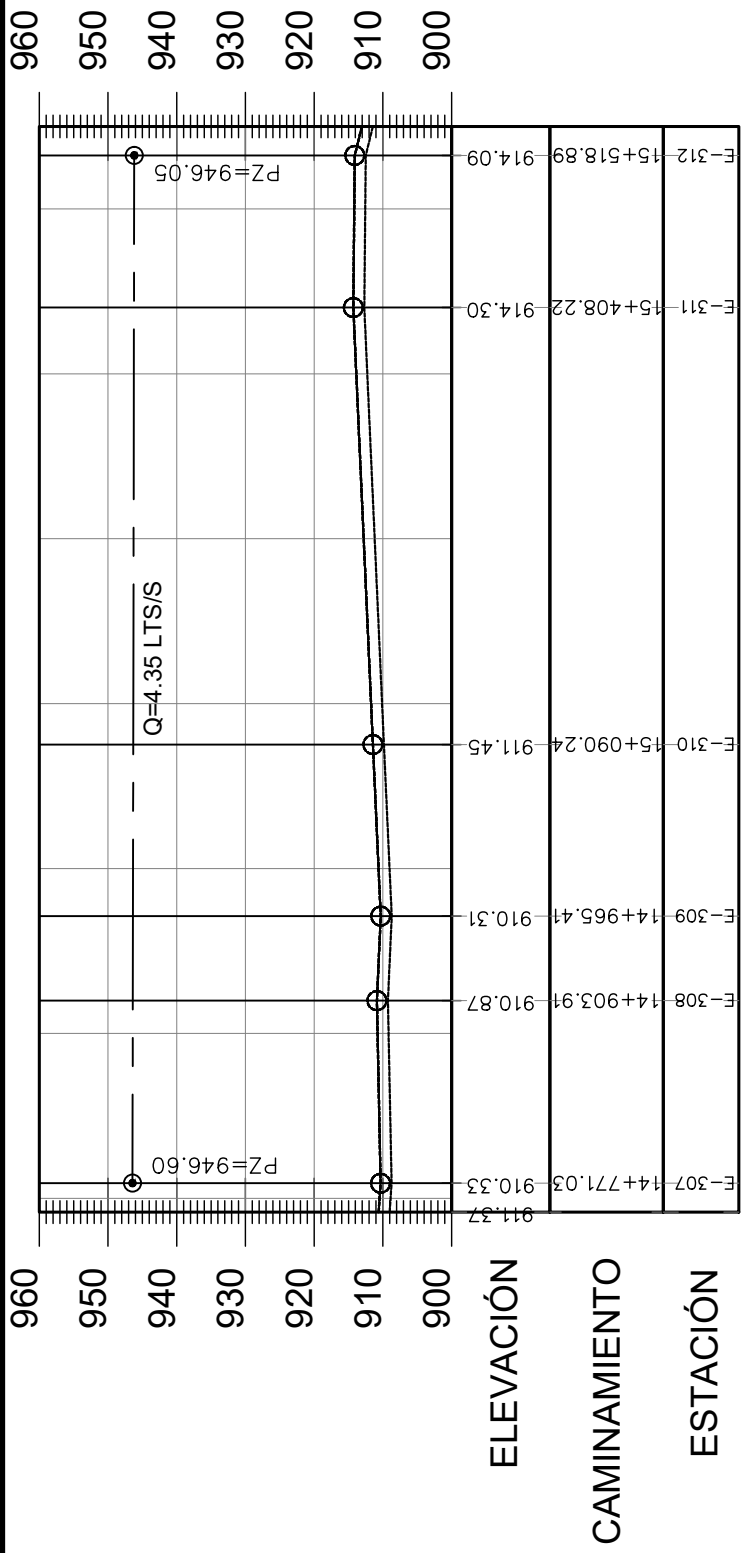
NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIWINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

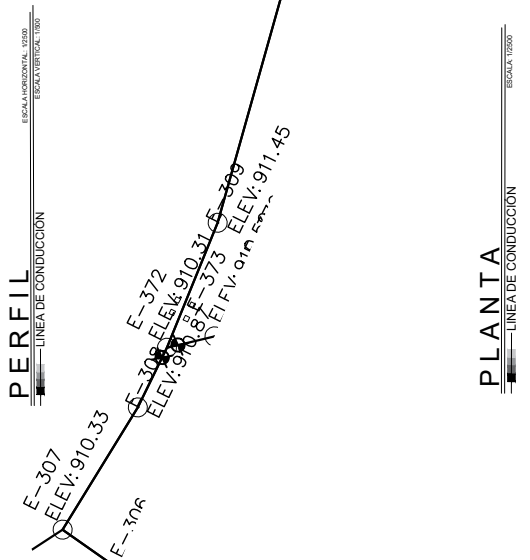
ESCALA 1:1000





REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPREPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



**PLANTA**  
 LÍNEA DE CONDUCCIÓN



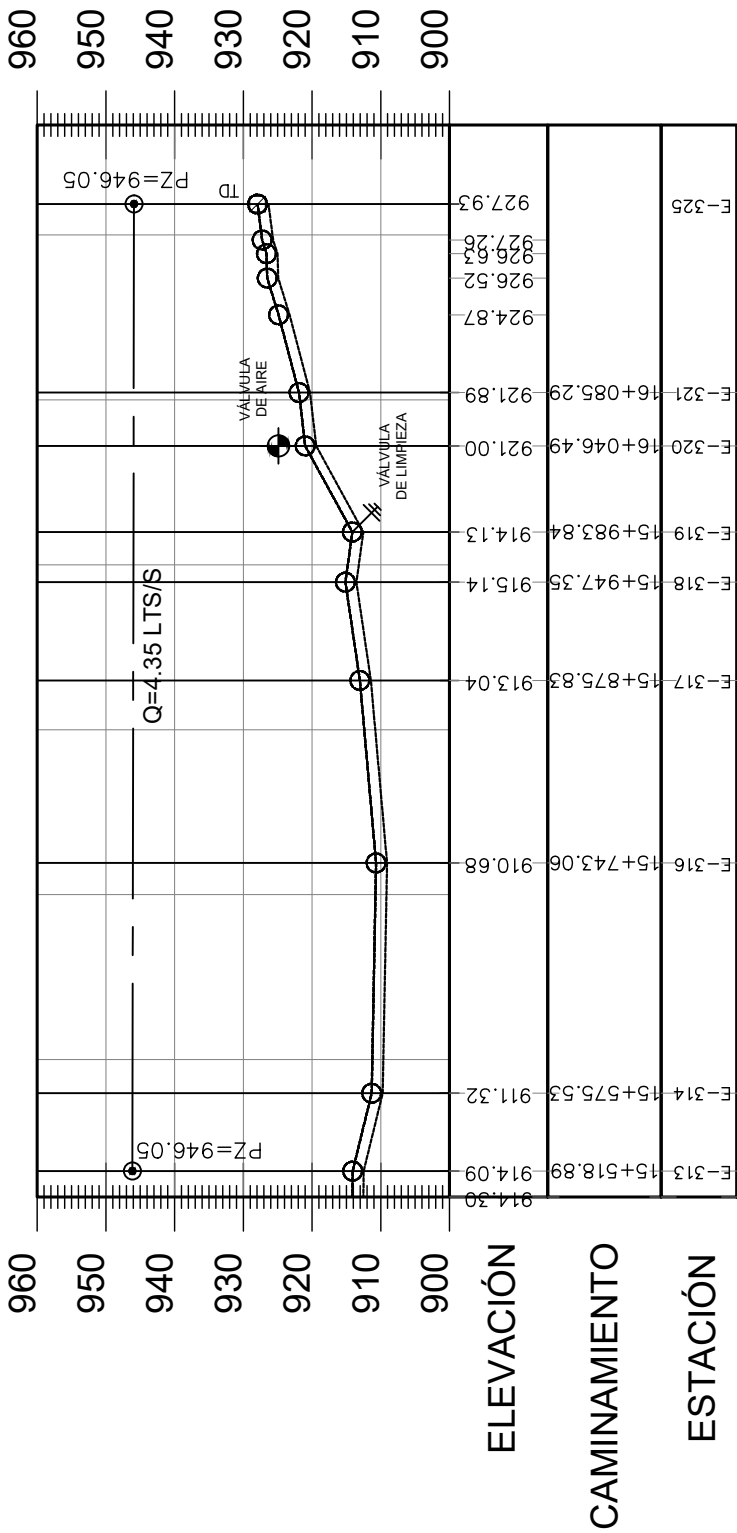
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

HOJA:

23 / 83

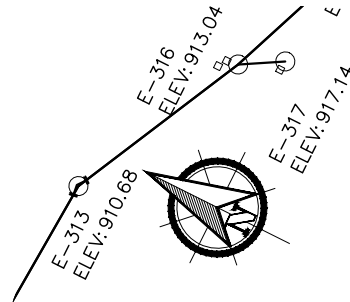


PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000  
ESCALA VERTICAL: 1:500  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	Q CAUDAL
	Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

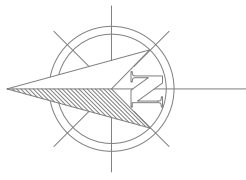
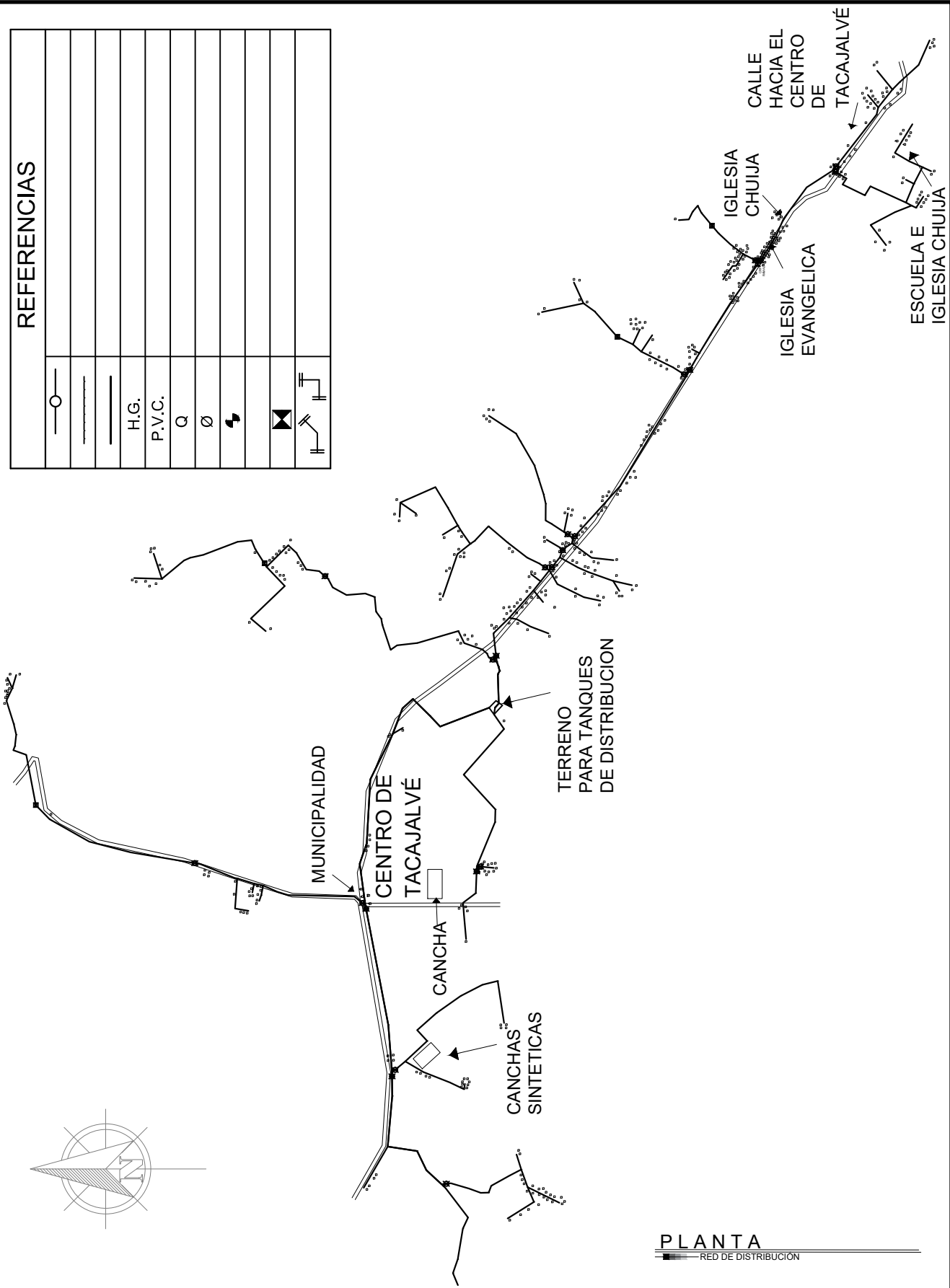
NOTA: LOS CODOS A 45° Y LOS CODOS A 90° QUE SE ENCUENTREN COLOCADOS E INDICADOS EN EL PLANO, TANTO EN PLANTA COMO EN PERFIL, SERÁN DE HIERRO GALVANIZADO (HG) O DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC) RESPECTIVAMENTE.



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA: 1:2000

REFERENCIAS	
H.G.	
P.V.C.	
Q	
Ø	



**PLANTA**  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:  
**24 / 83**

CONTENIDO:  
**PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN**

ESCALA:  
**INDICADA**  
FECHA:  
**JULIO 2,023**





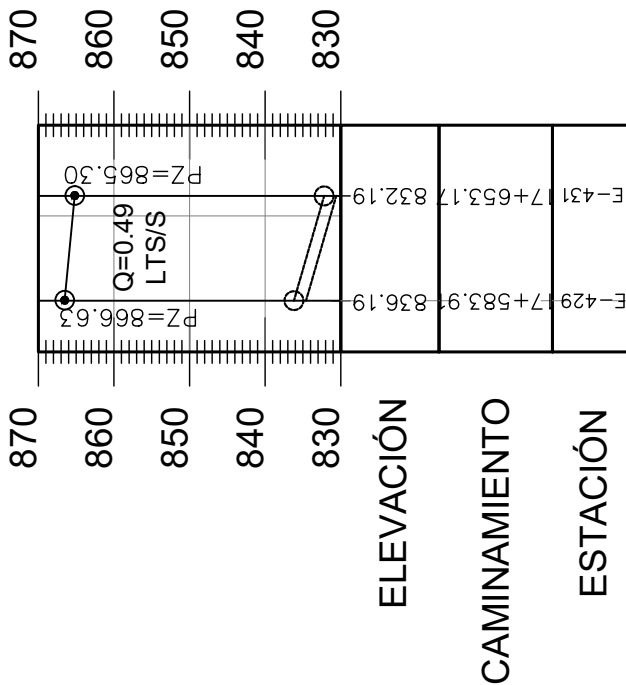
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

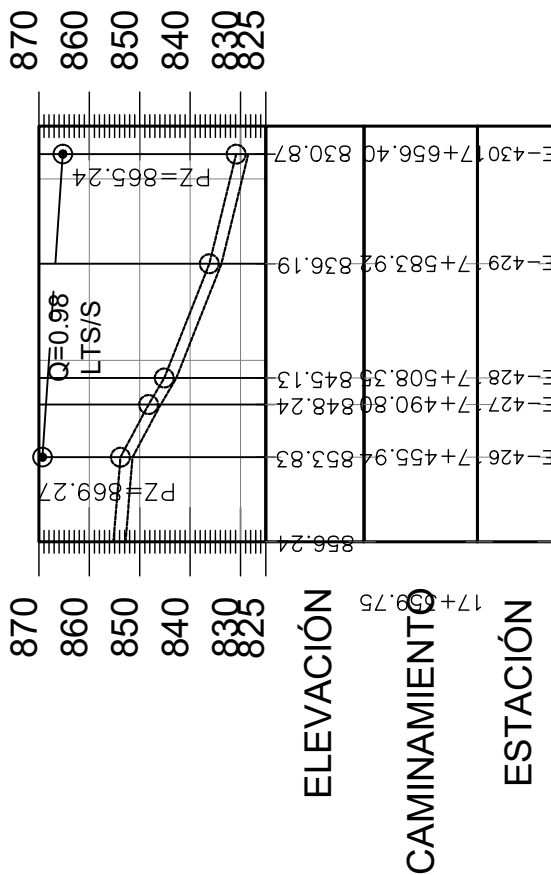
HOJA:

25 / 83

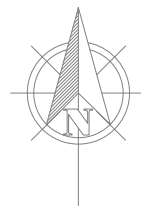
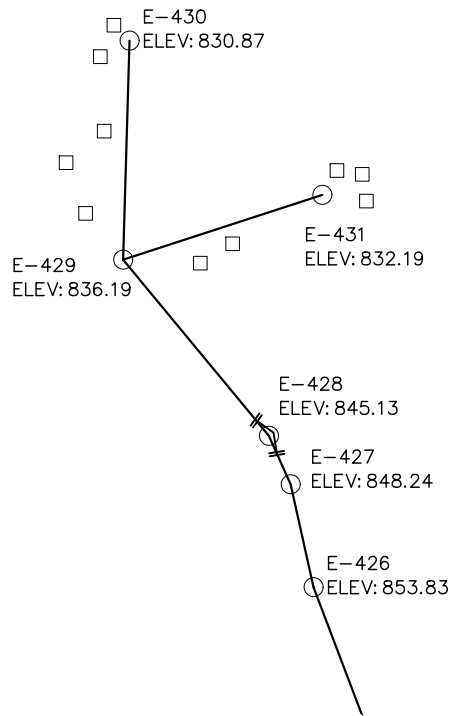


78.00 MTS  
13 TUBOS DE PVC  
DE 160 PSI DE Ø 1"

PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1/2000



HOJA:

26 / 83

CONTENIDO:

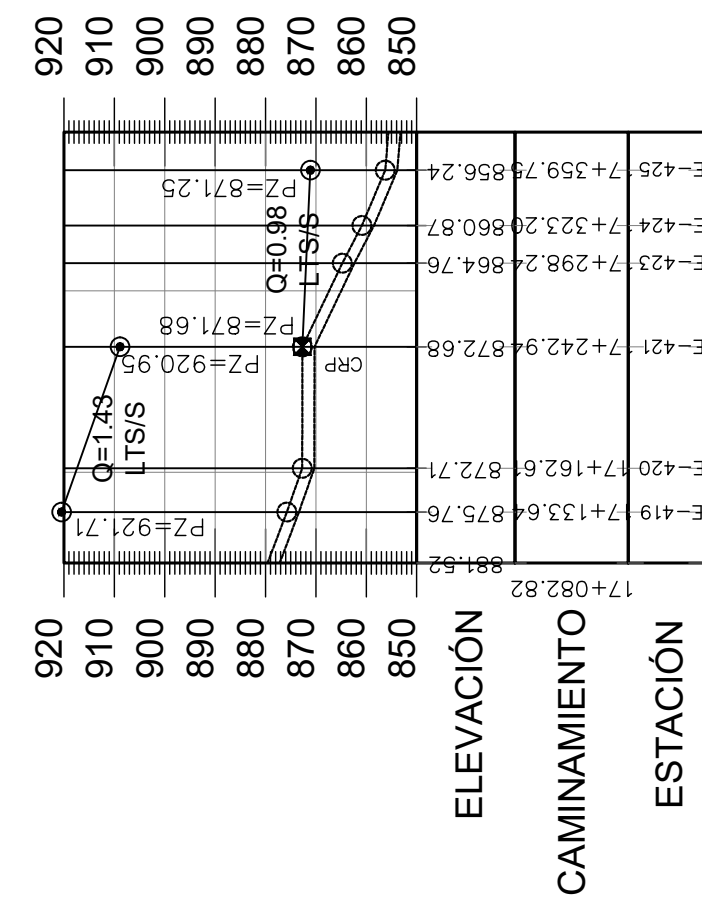
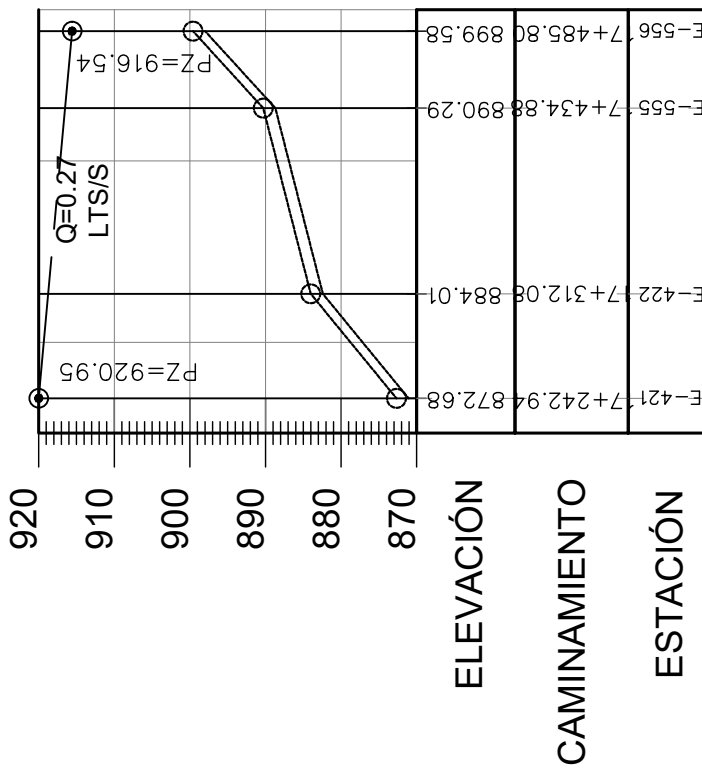
PLANTA-PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

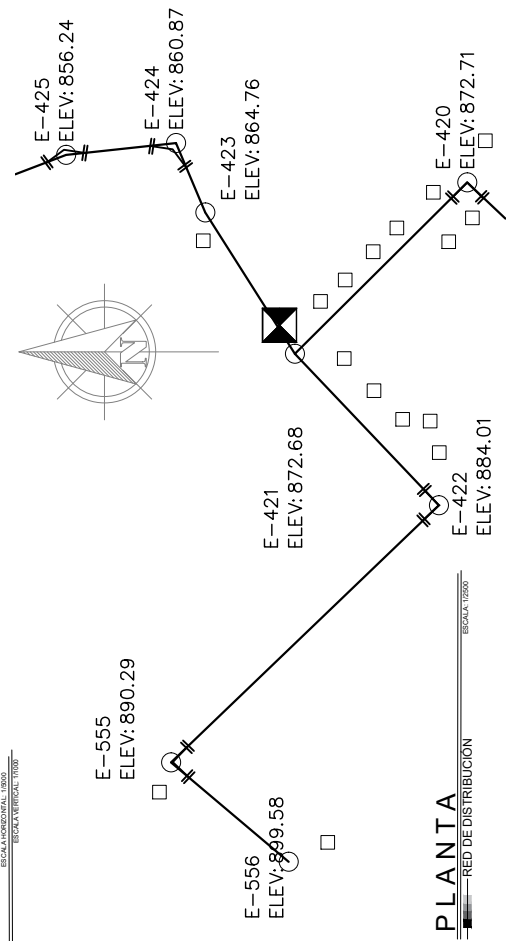
JULIO 2,023



PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G.
	P.V.C.
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESSION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN



PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

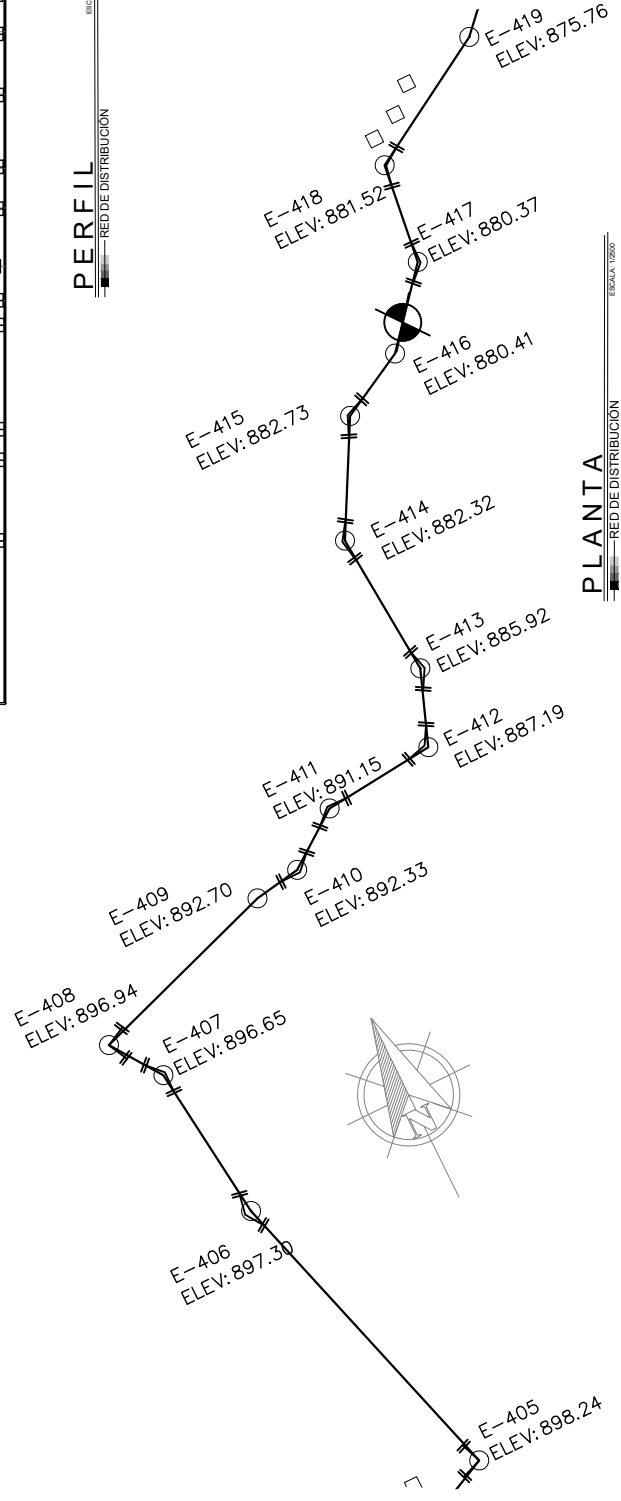
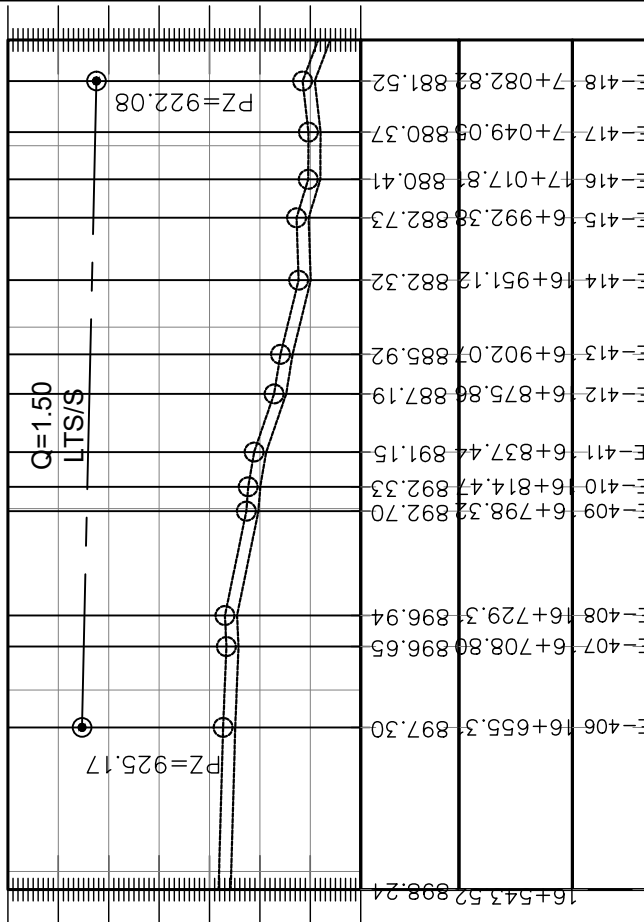
REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

940  
930  
920  
910  
900  
890  
880  
870

ELEVACIÓN

CAMINAMIENTO

ESTACIÓN



ESCALA:  
INDICADA

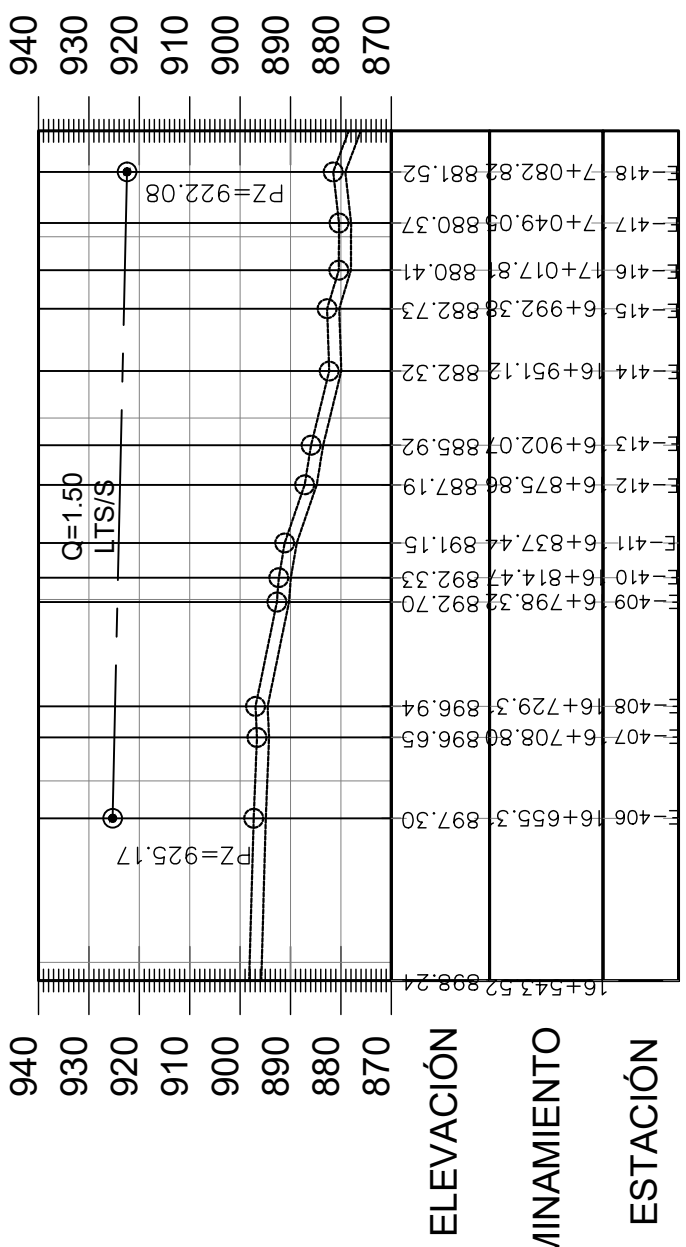
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

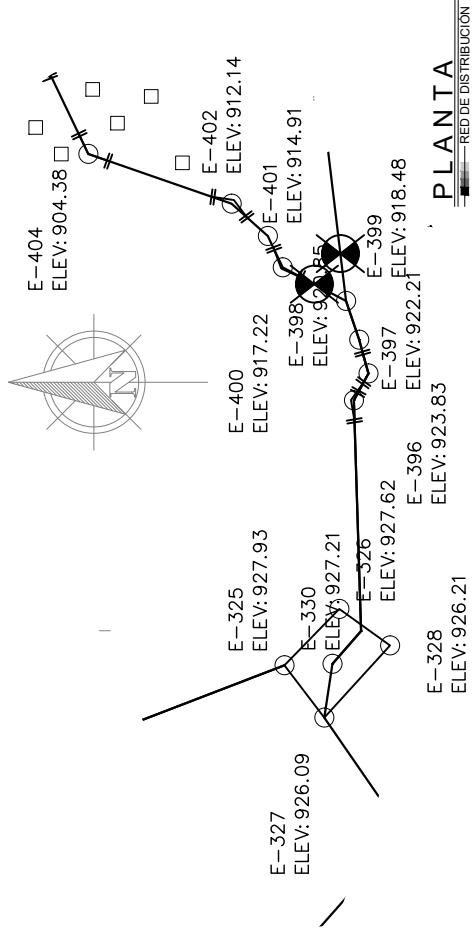
HOJA:

27 / 83



**PERFIL**  
 RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESSION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



**PLANTA**  
 RED DE DISTRIBUCIÓN



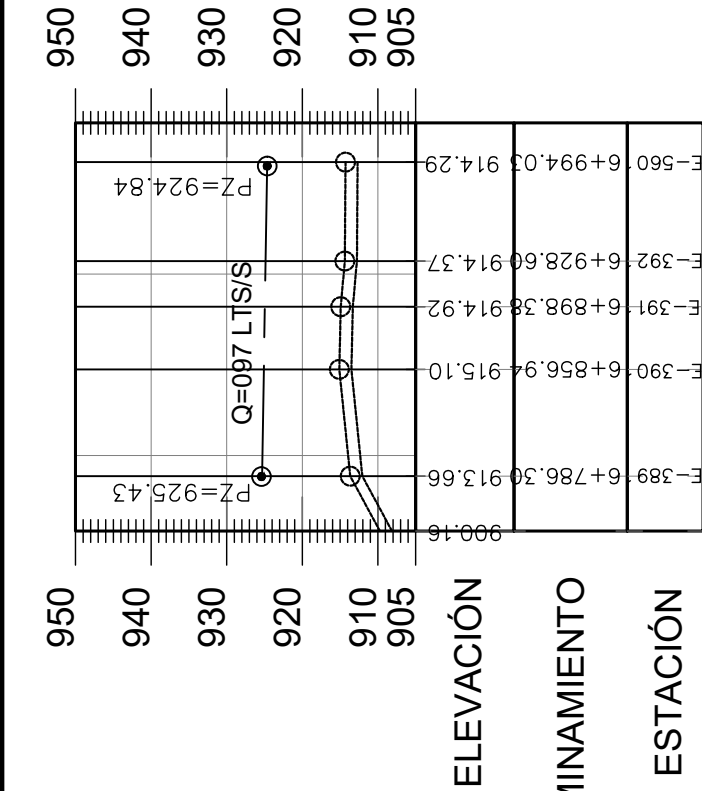
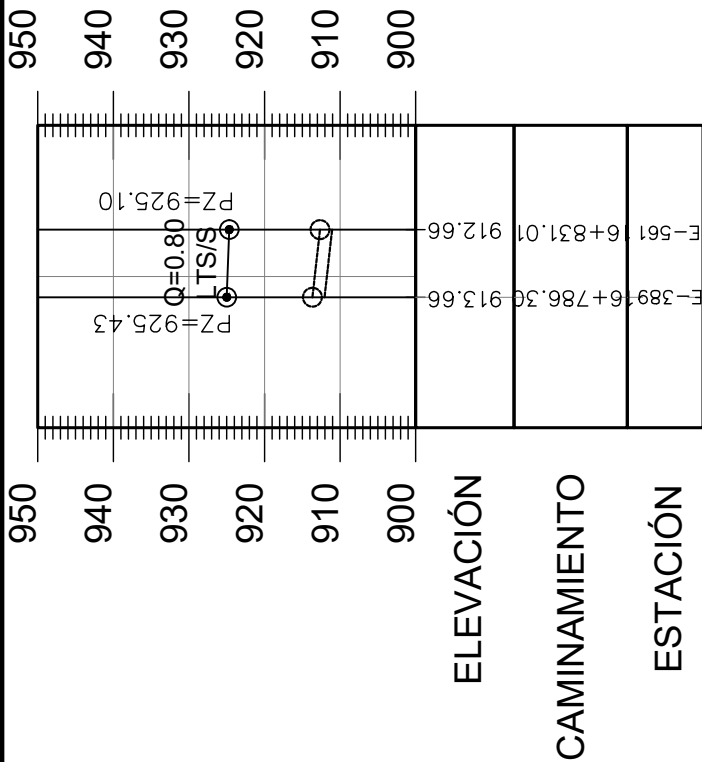
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

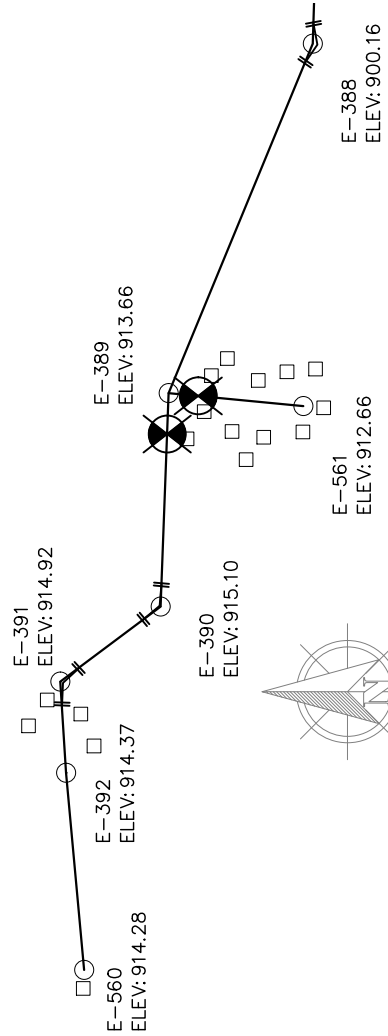
HOJA:

29 / 83



PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



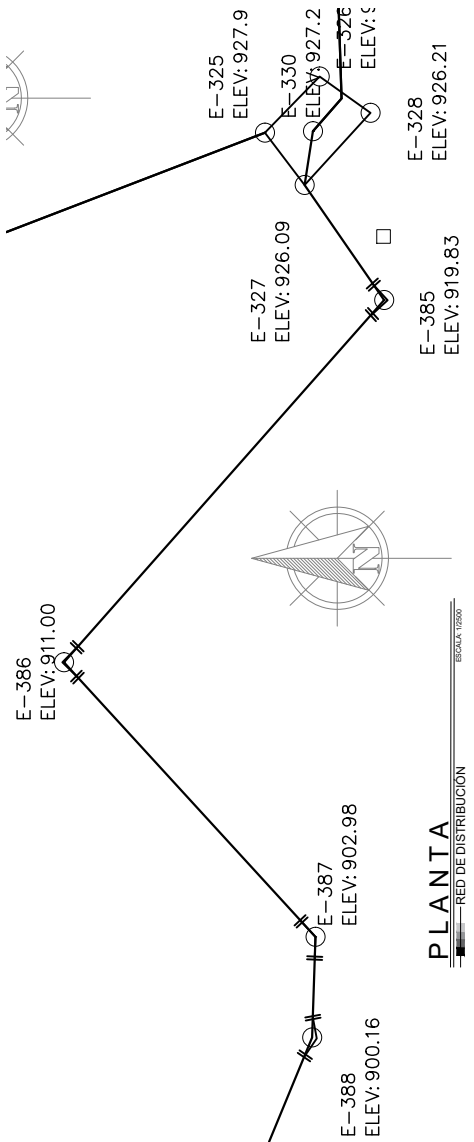
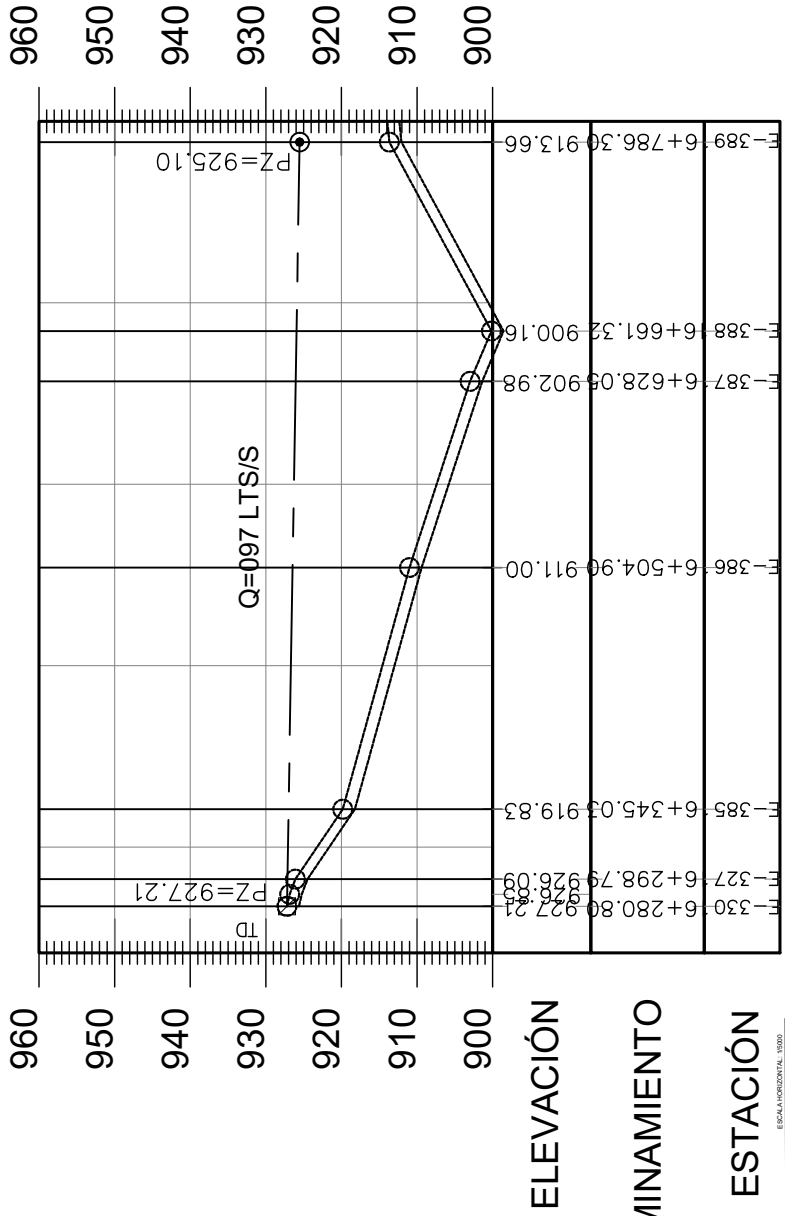
PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1/200

HOJA:  
**30 / 83**

CONTENIDO:  
**PLANTA-PERFIL  
 RED DE DISTRIBUCIÓN**

ESCALA:  
**INDICADA**  
 FECHA:  
**JULIO 2,023**



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



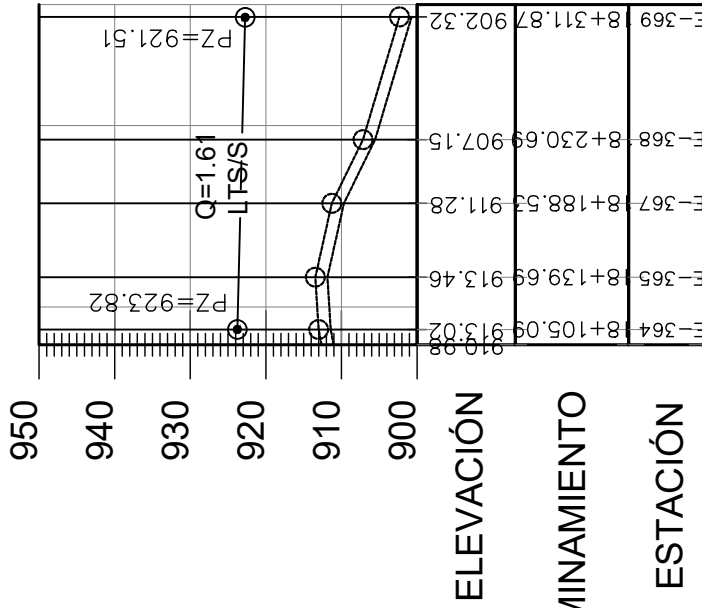
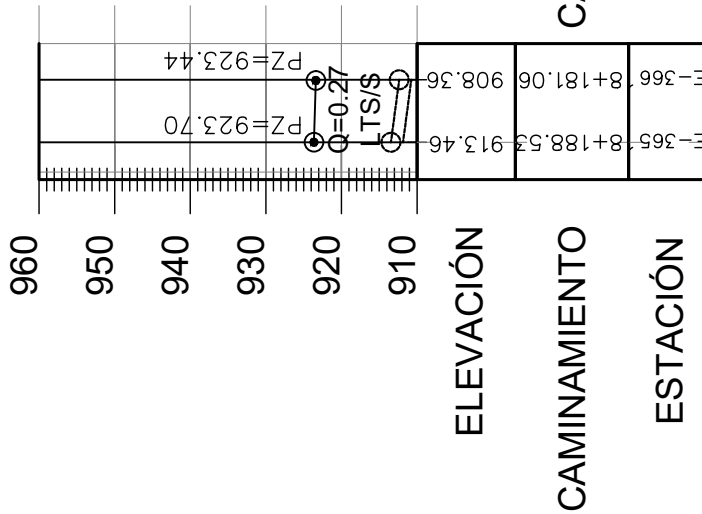
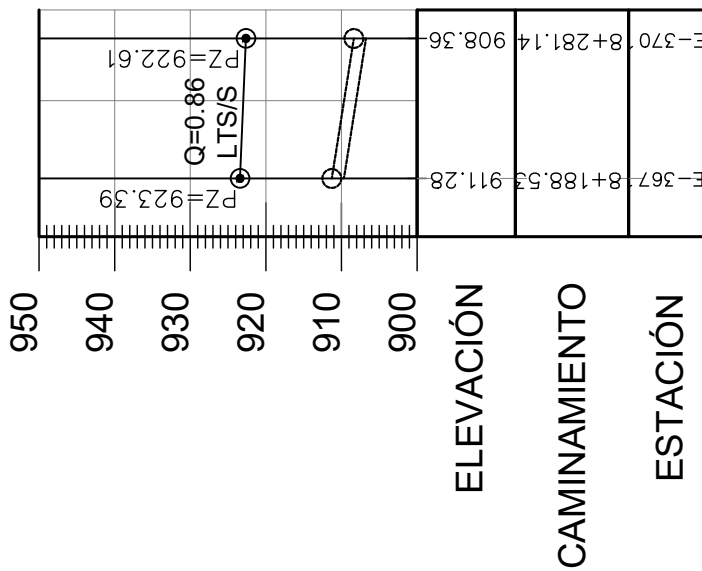
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

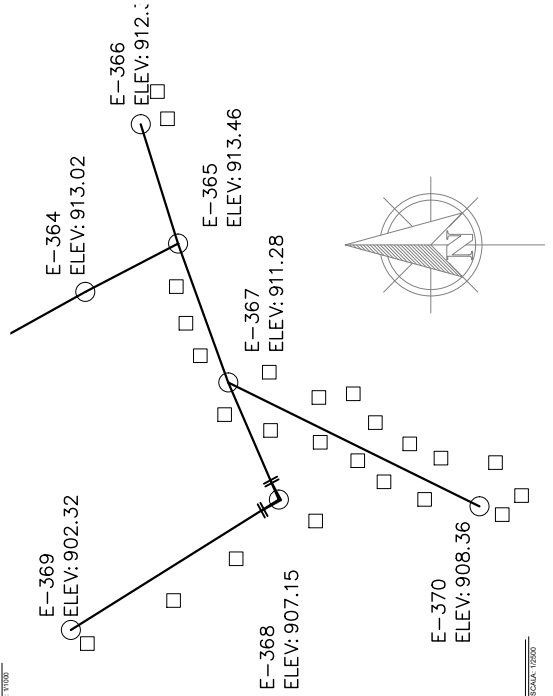
HOJA:

31 / 83



PERFIL

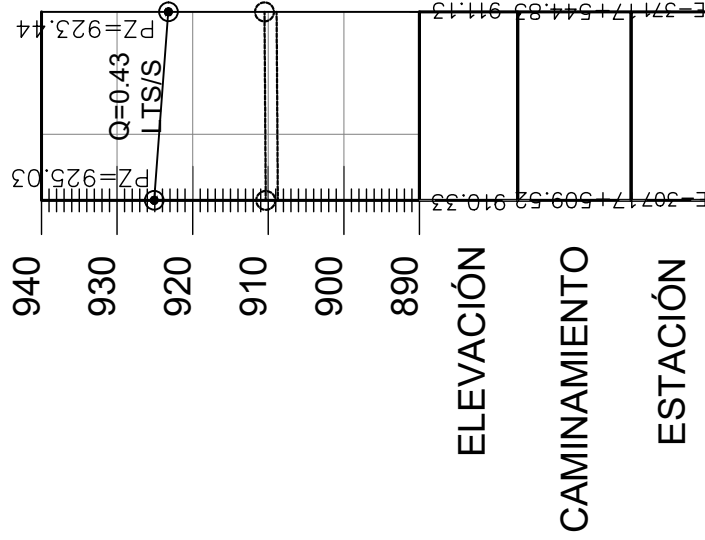
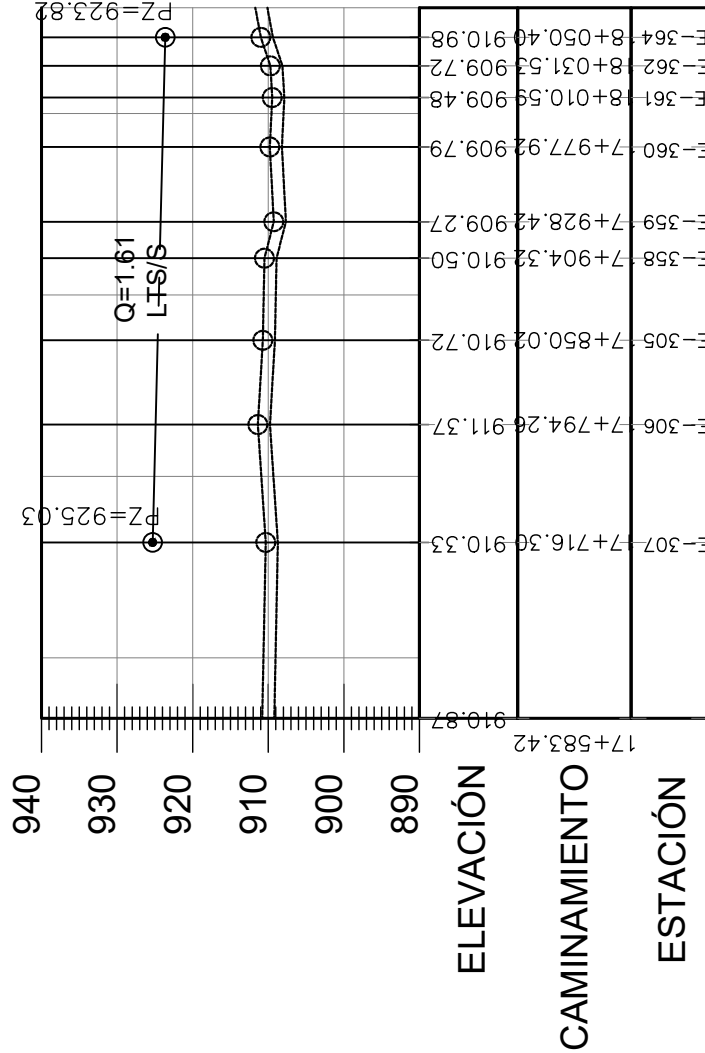
ESCALA HORIZONTAL: 1:500  
ESCALA VERTICAL: 1:100



PLANTA

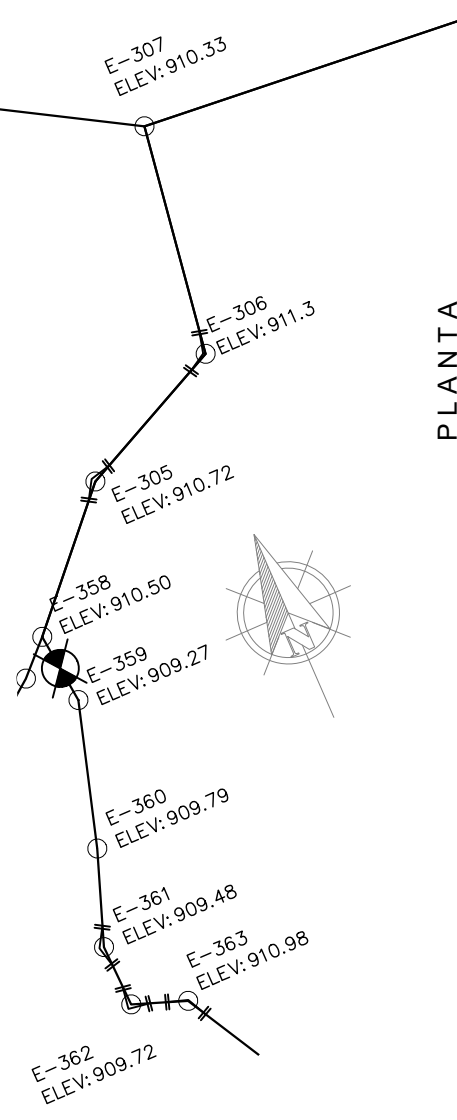
ESCALA: 1:500  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
H.G.	HIERRO GALVANIZADO
P.V.C.	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:  
**32 / 83**

CONTENIDO:  
**PLANTA-PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN**

ESCALA:  
**INDICADA**  
FECHA:  
**JULIO 2,023**





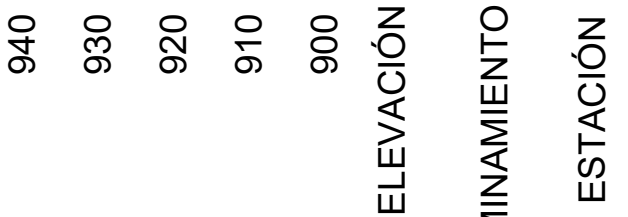
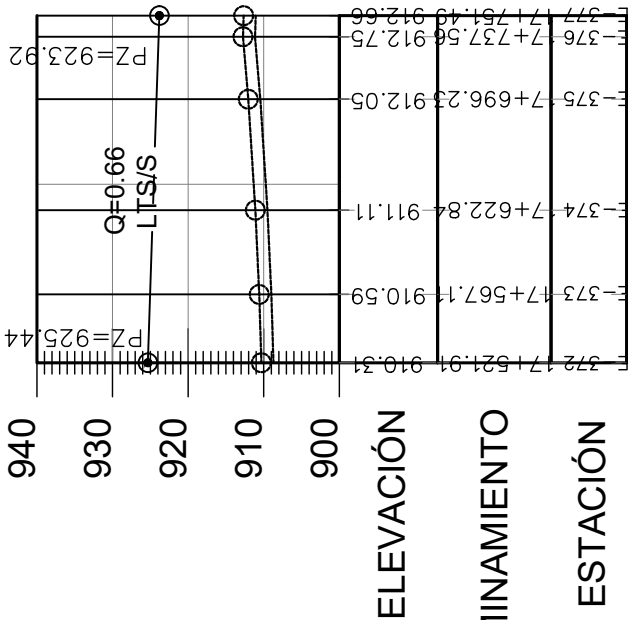
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

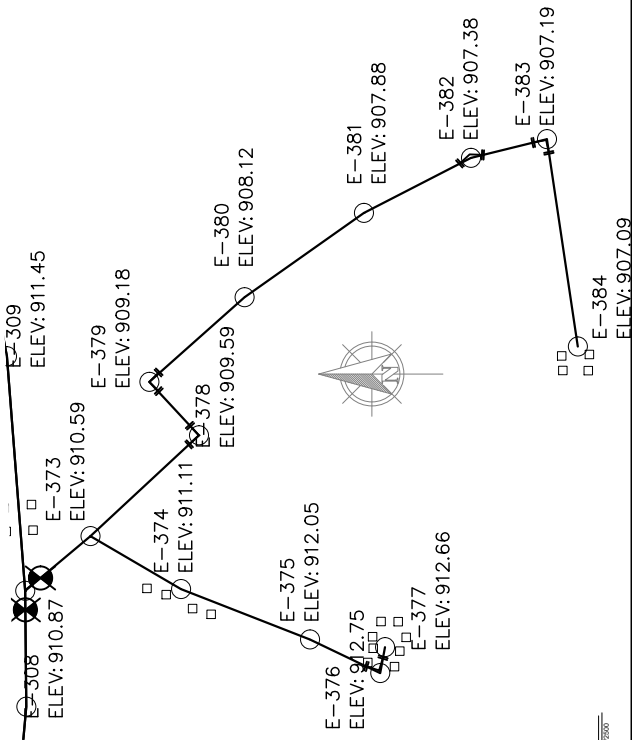
HOJA:

33 / 83



**PERFIL**  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA HORIZONTAL: 1:500  
ESCALA VERTICAL: 1:100



**REFERENCIAS**

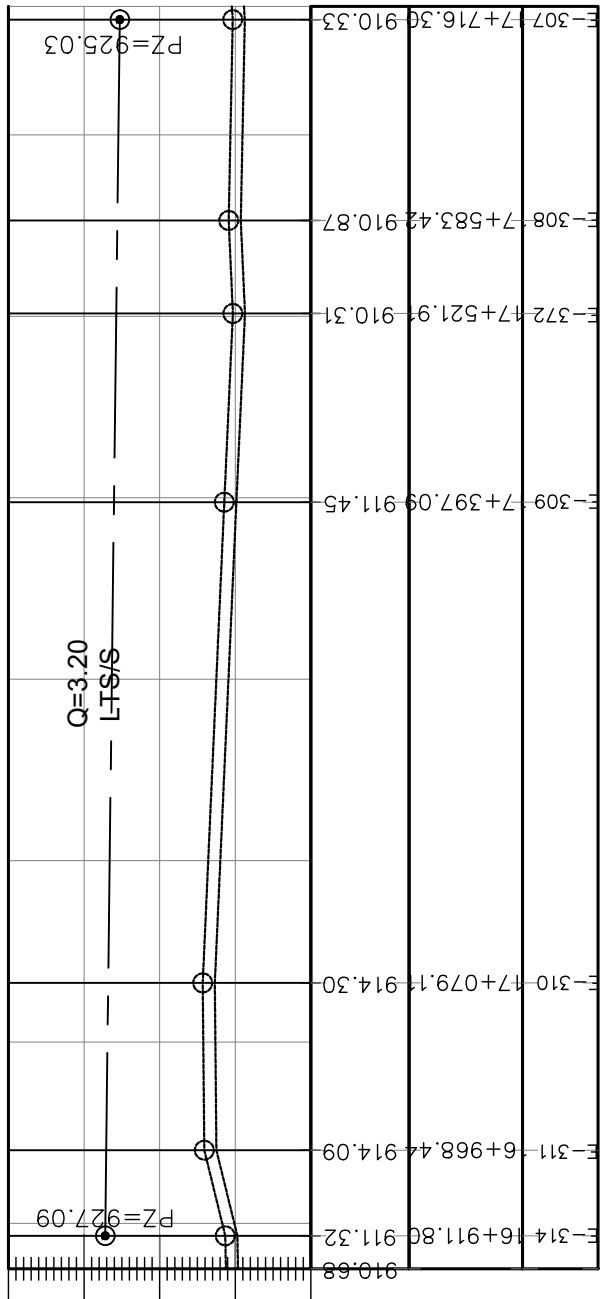
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

**PLANTA**  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:500



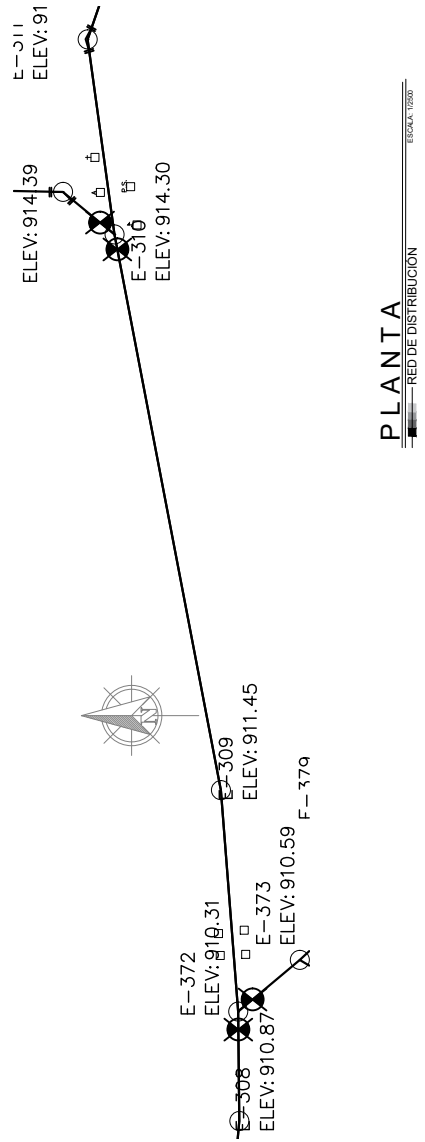
940  
930  
920  
910  
900



ELEVACIÓN  
CAMINAMIENTO  
ESTACIÓN

PERFIL  
ESCALA HORIZONTAL: 1:500  
ESCALA VERTICAL: 1:100  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODDO A 45°/90°



PLANTA  
ESCALA: 1:500  
RED DE DISTRIBUCIÓN



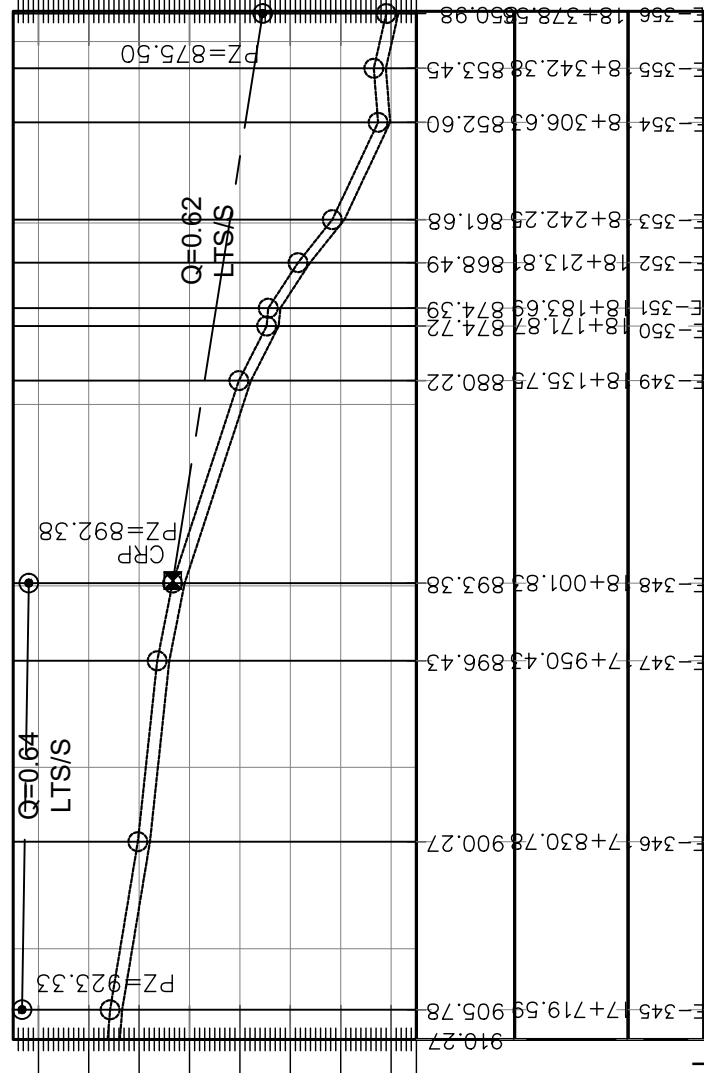
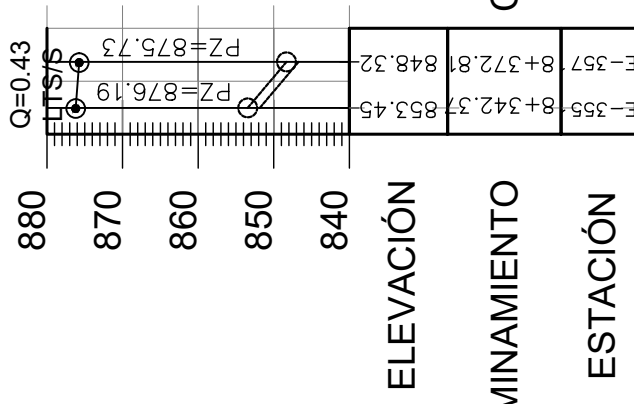
ESCALA: INDICADA  
 FECHA: JULIO 2,023

CONTENIDO:

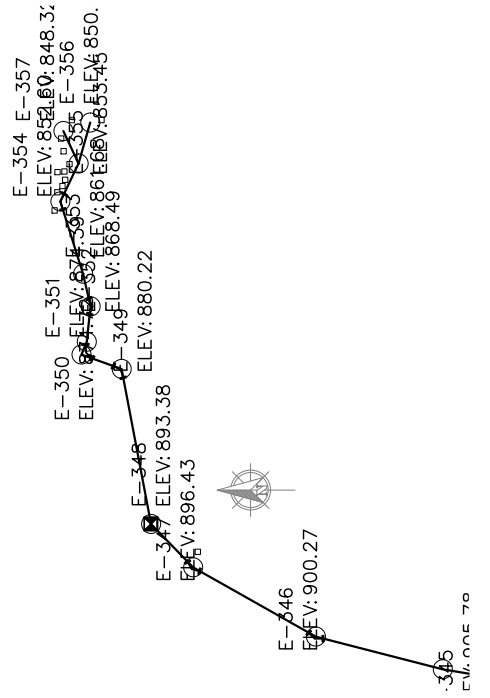
PLANTA - PERFIL  
 RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

35 / 83



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



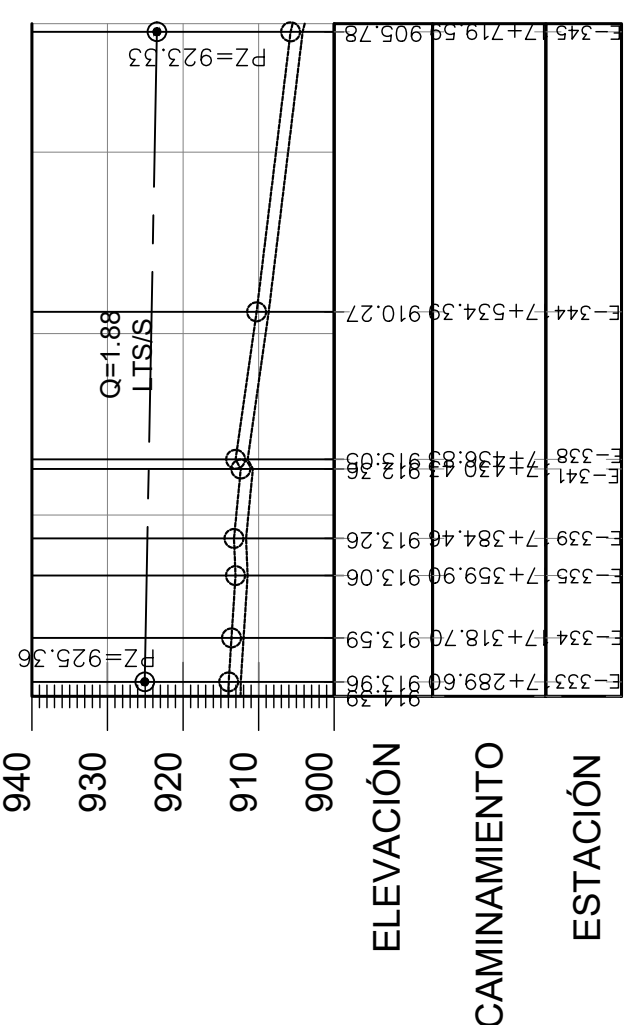
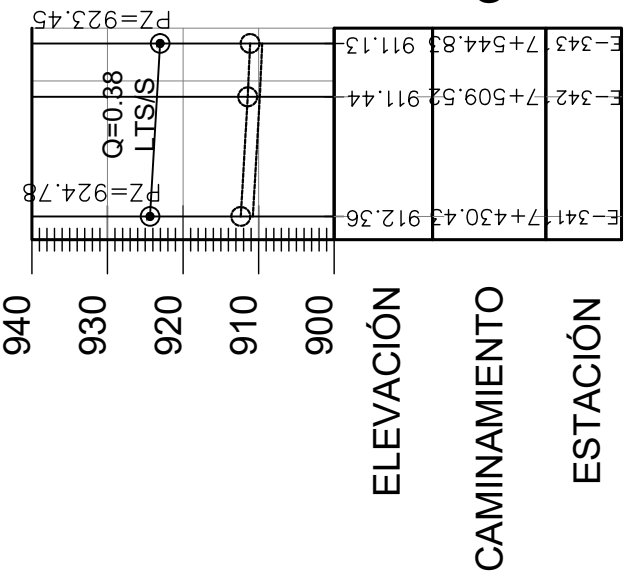
PLANTA  
 RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

36 / 83

CONTENIDO:

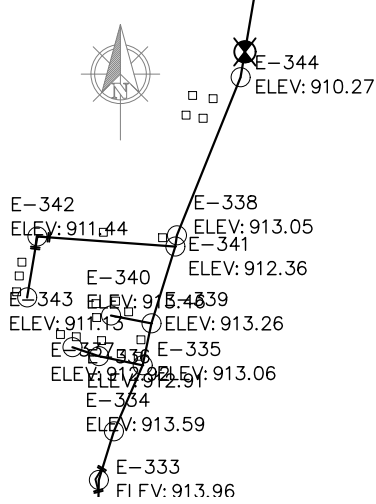
PLANTA-PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN



PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS

	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

E-339	7+384.46	913.26
E-340	7+408.03	913.46
E-342	7+430.43	911.13
E-343	7+544.83	911.13



ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023



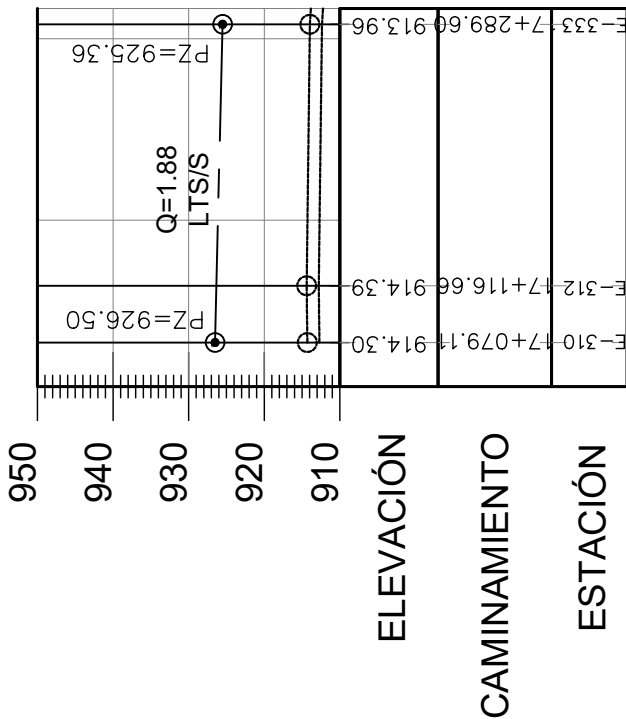
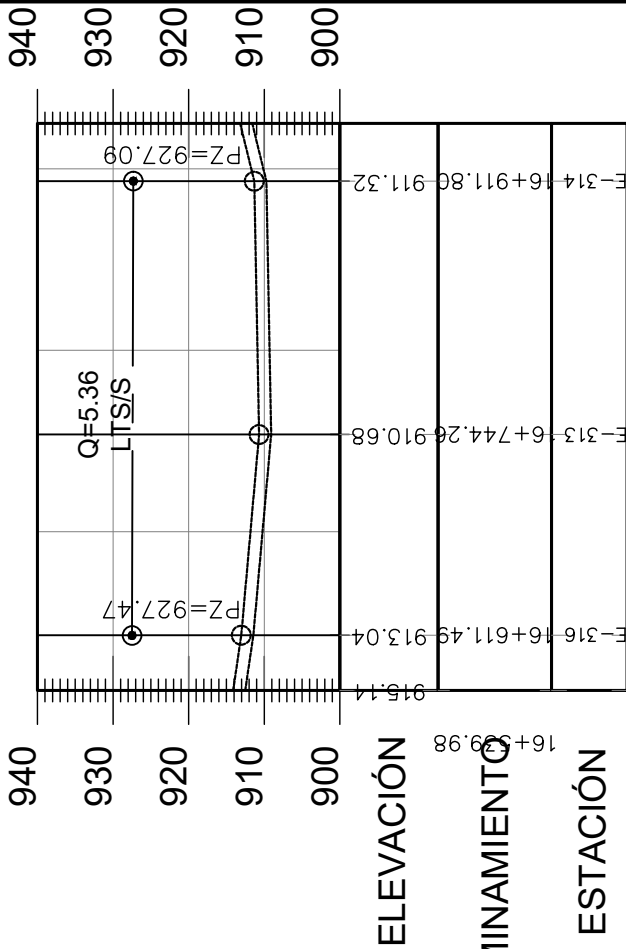
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

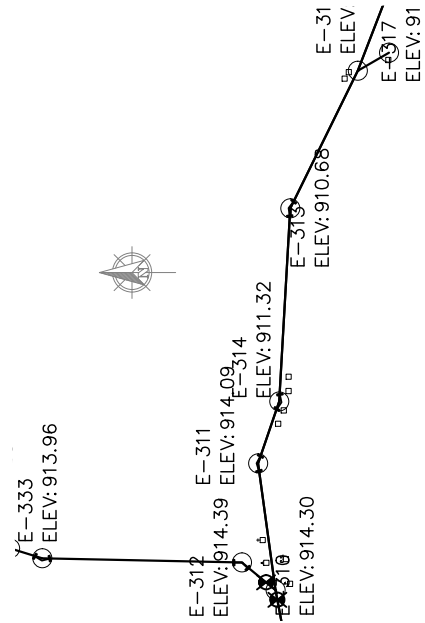
PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

37 / 83



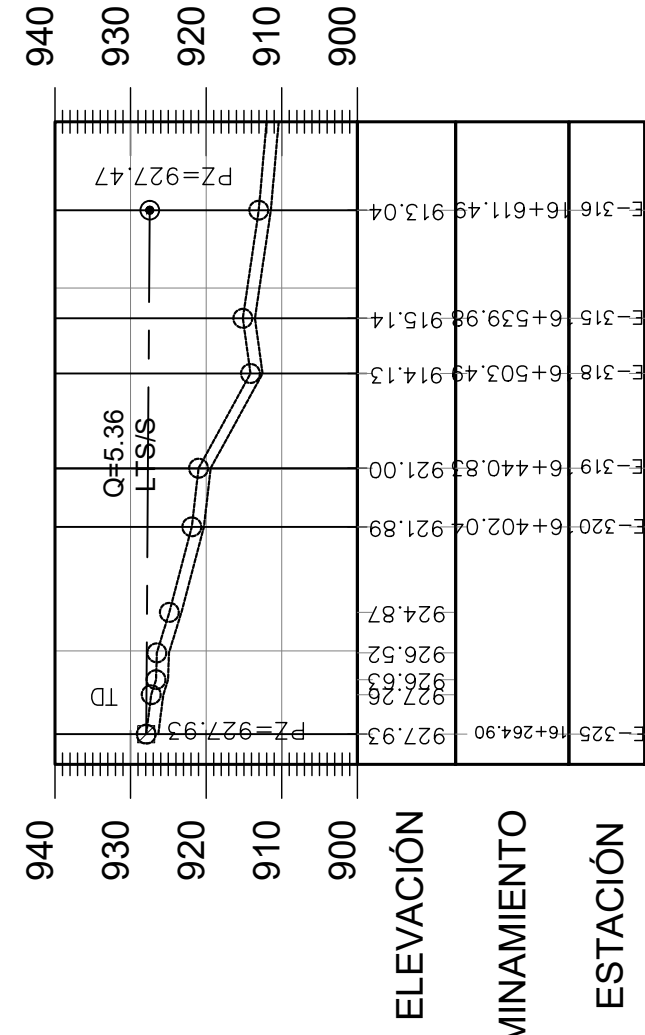
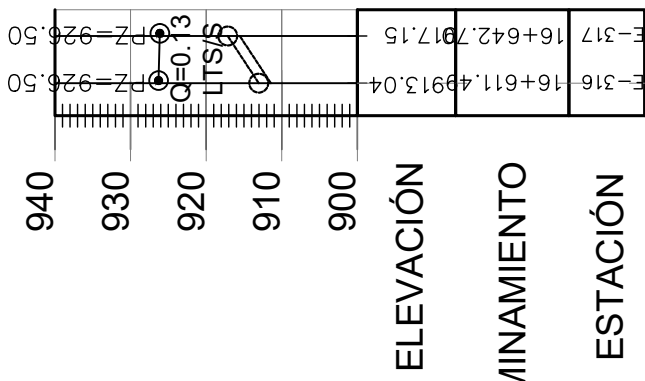
PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G.
	P.V.C.
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

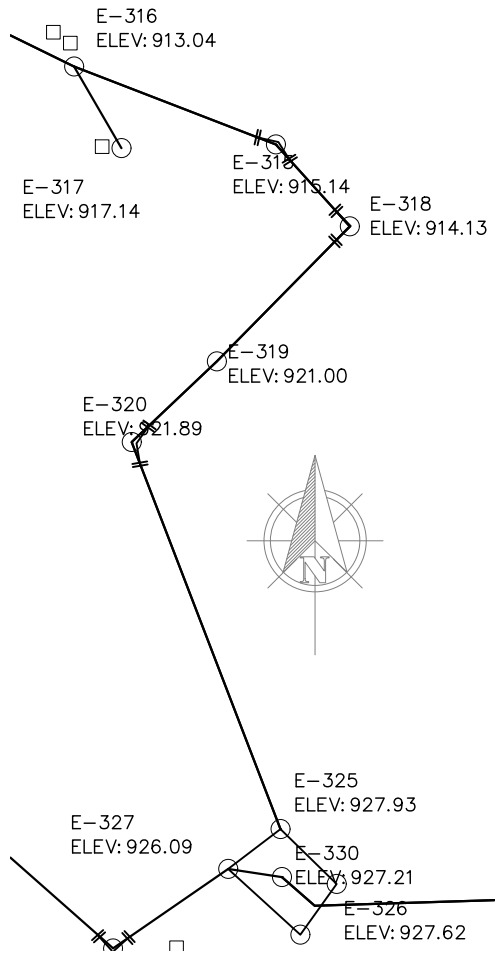
PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:500



**PERFIL**  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODDO A 45°/90°



**PLANTA**  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:500



ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

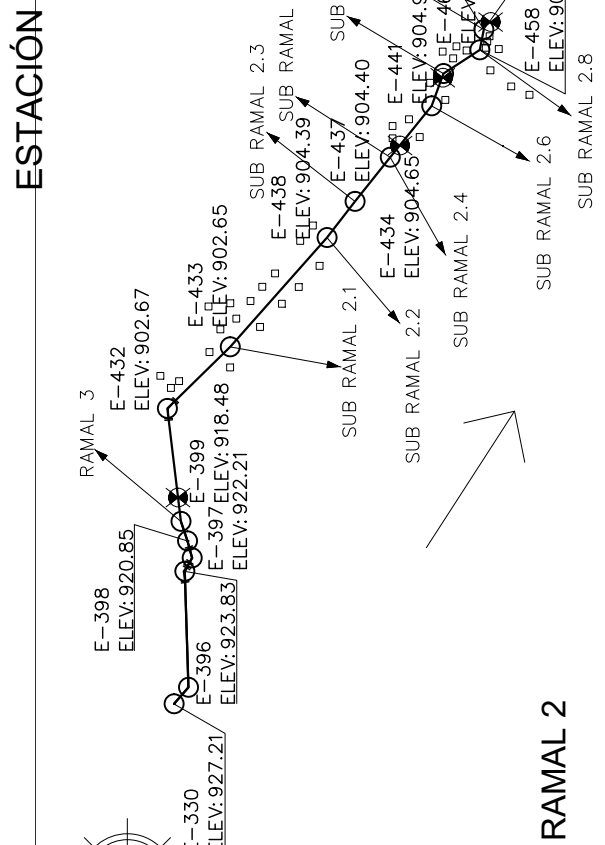
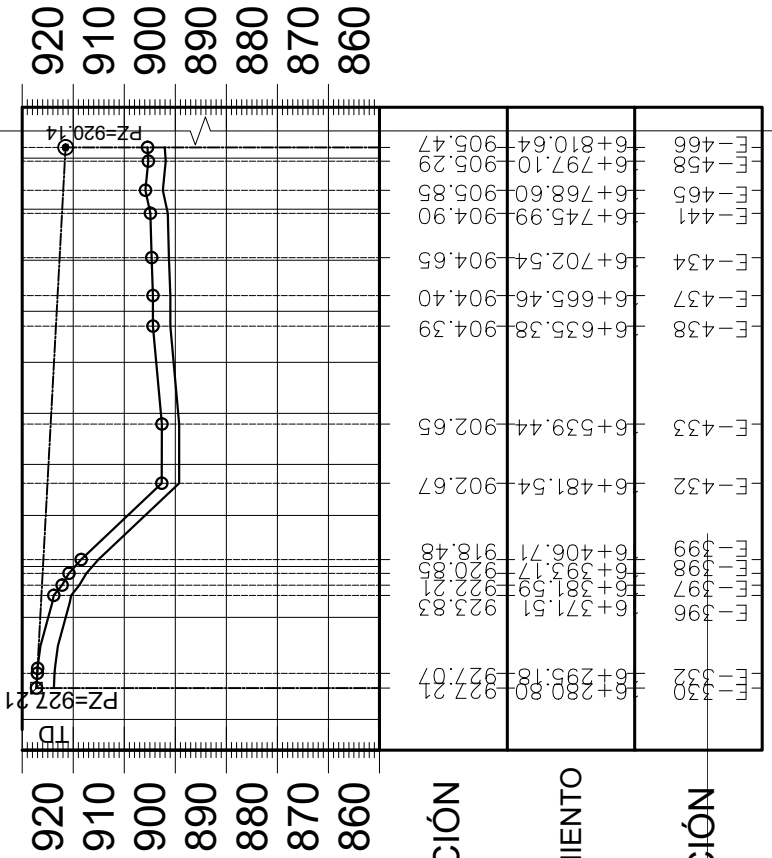
CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

39 / 83

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	COLORUO DE POLIINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

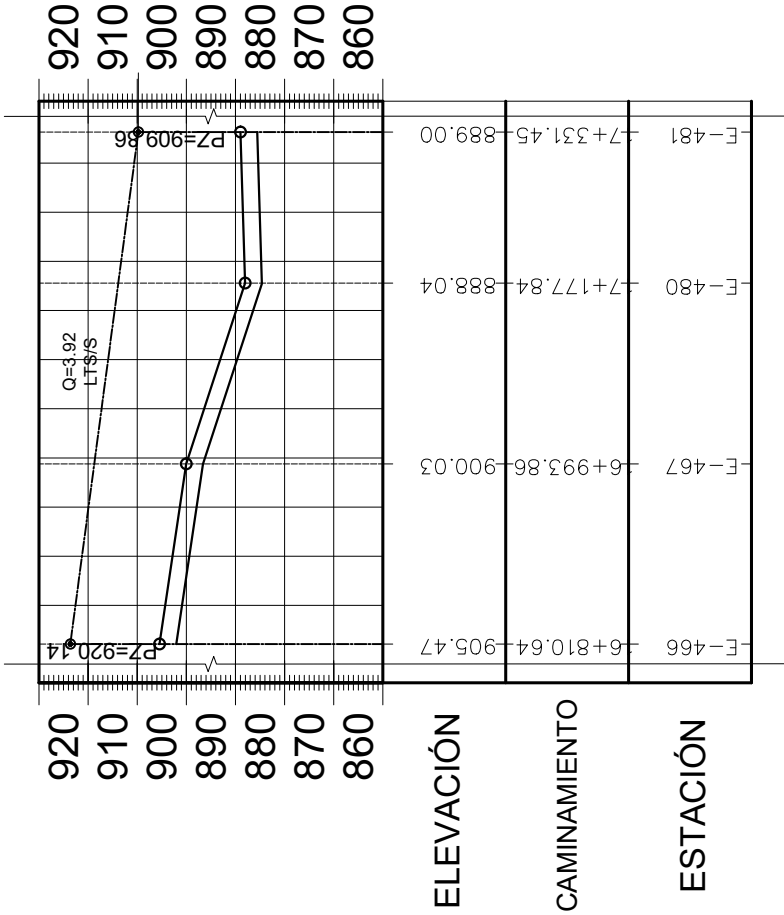
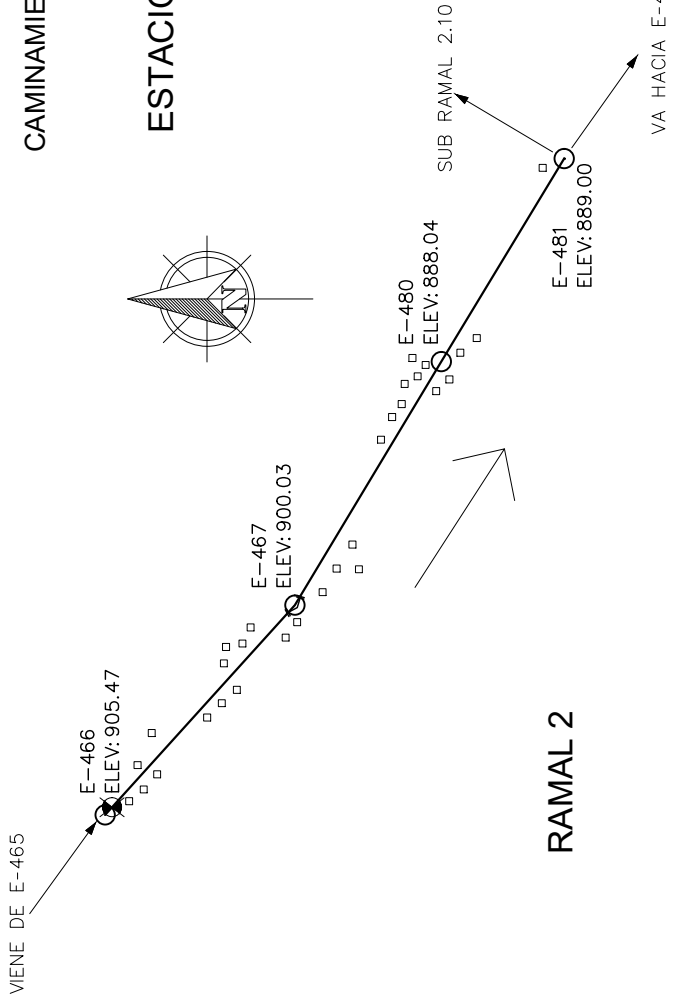


PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN  
ESCALA 1:500

PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN  
ESCALA 1:500

RAMAL 2

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
H.G.	HIERRO GALVANIZADO
P.V.C.	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN  
ESCALA: 1:100

PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN  
ESCALA: 1:200

HOJA:  
**40 / 83**

CONTENIDO:  
**PLANTA-PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN**

ESCALA:  
**INDICADA**  
FECHA:  
**JULIO 2,023**





ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

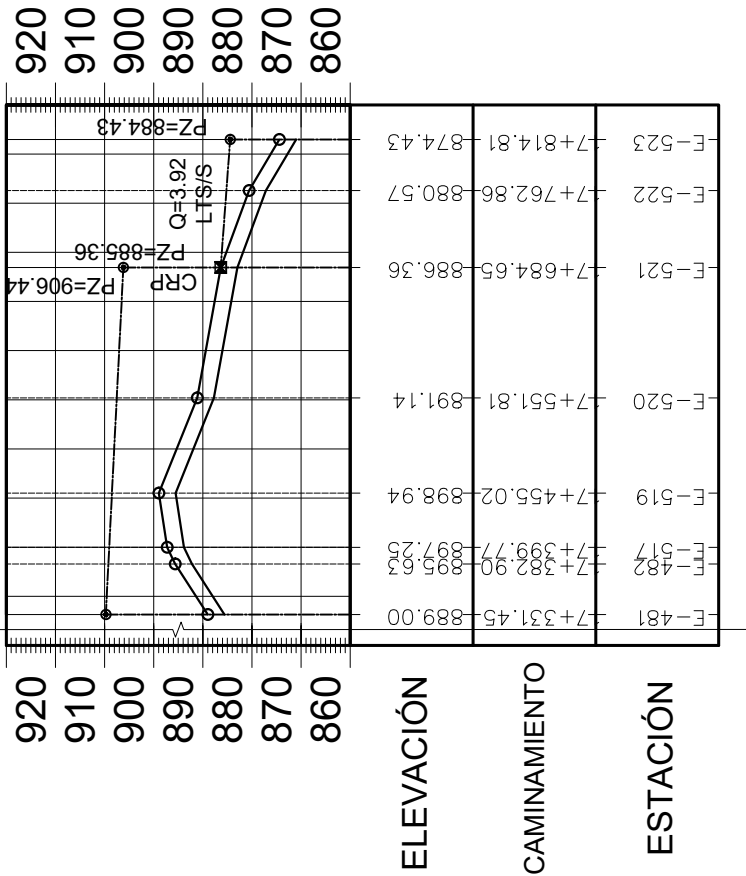
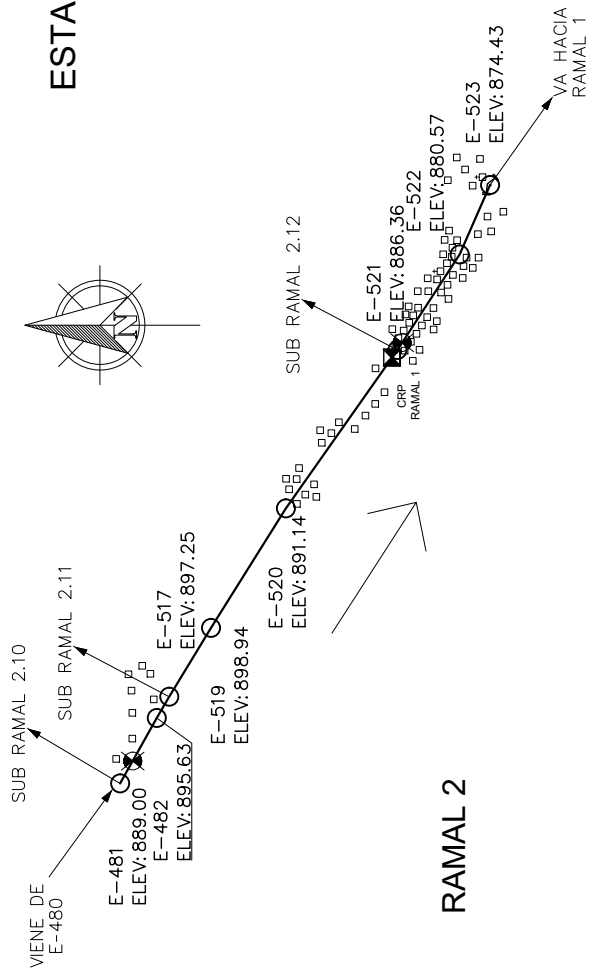
CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

41 / 83

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



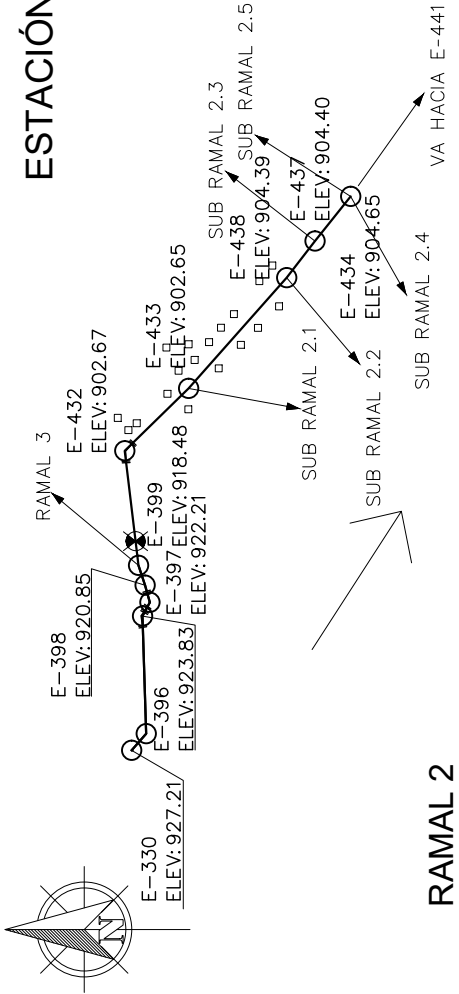
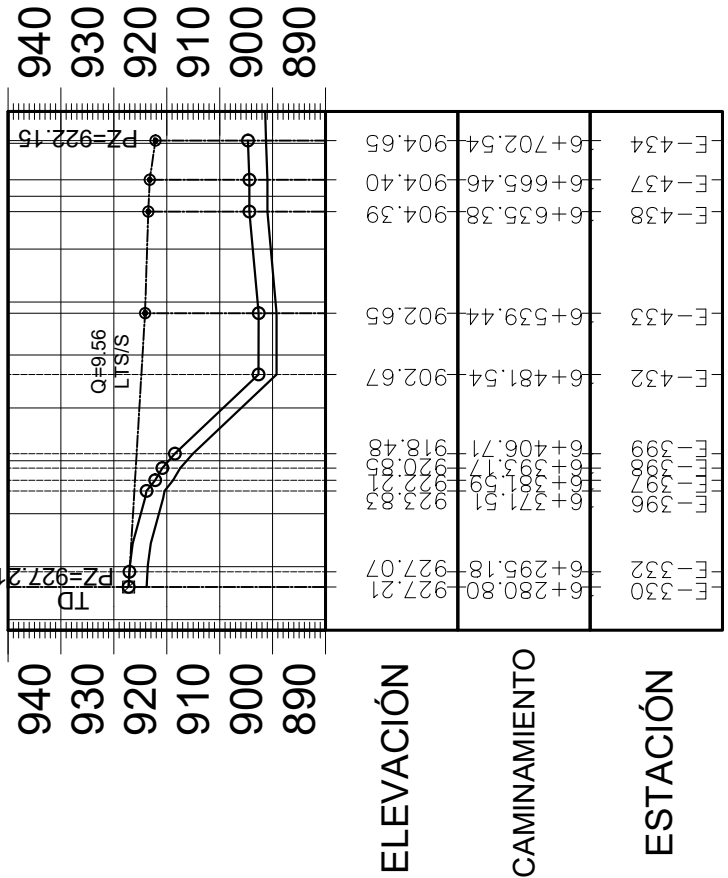
PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN





REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



**RAMAL 2**  
 Qdiseño=9.56 LTS/S

**PERFIL**  
 RED DE DISTRIBUCIÓN

**PLANTA**  
 RED DE DISTRIBUCIÓN



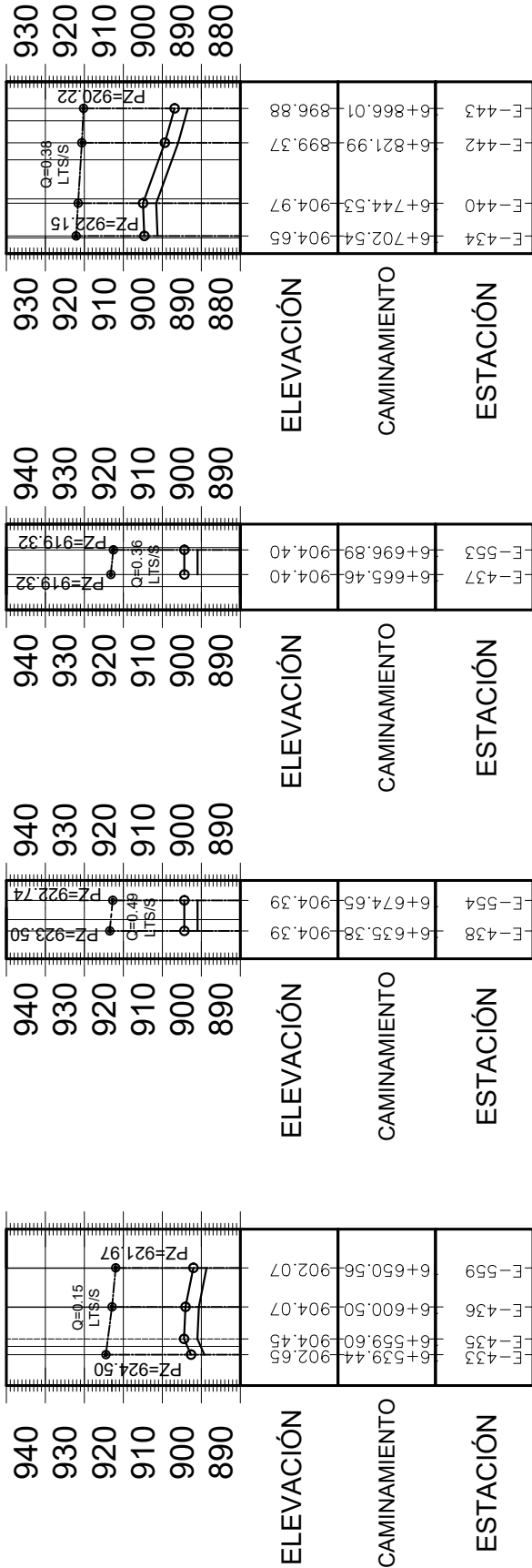
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

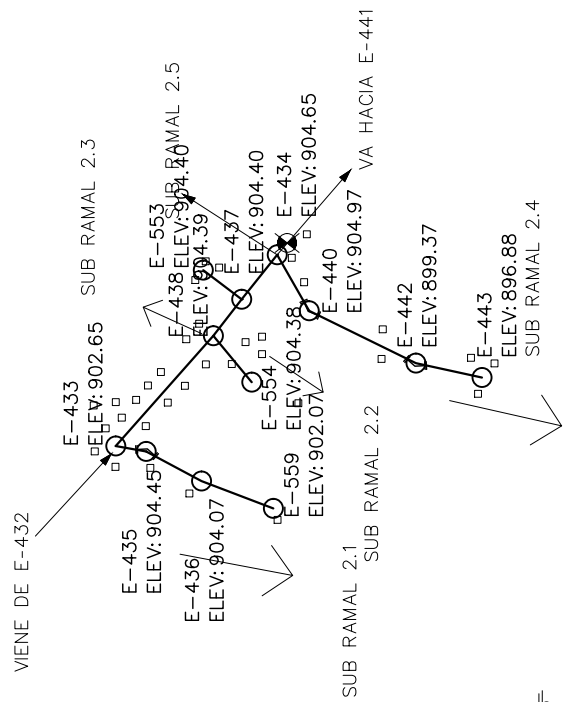
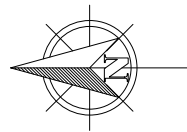
PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

43 / 83



PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

HOJA:

44 / 83

CONTENIDO:

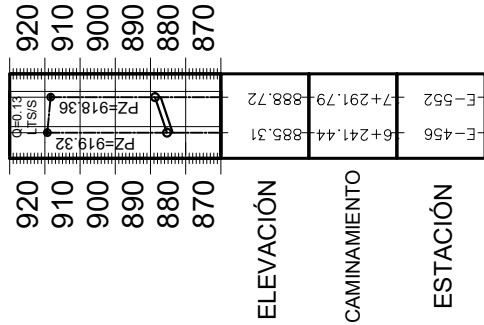
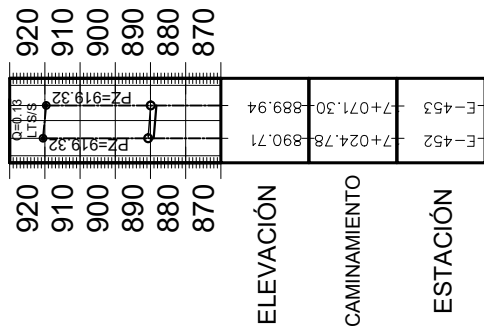
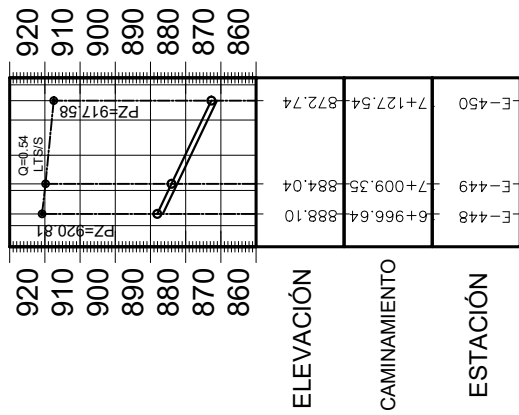
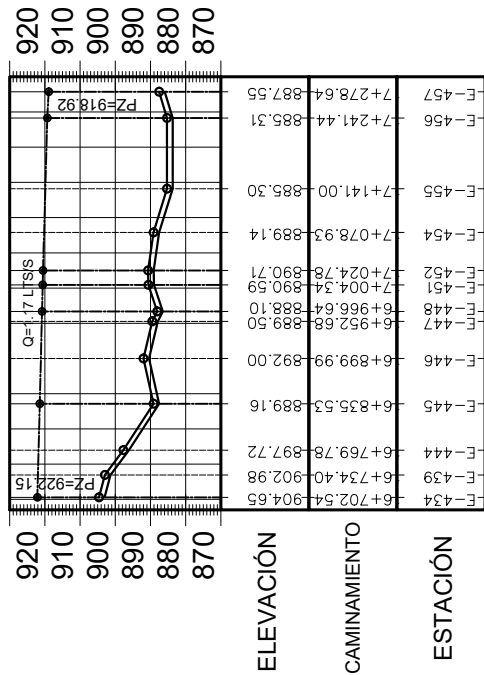
PLANTA-PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA:

INDICADA

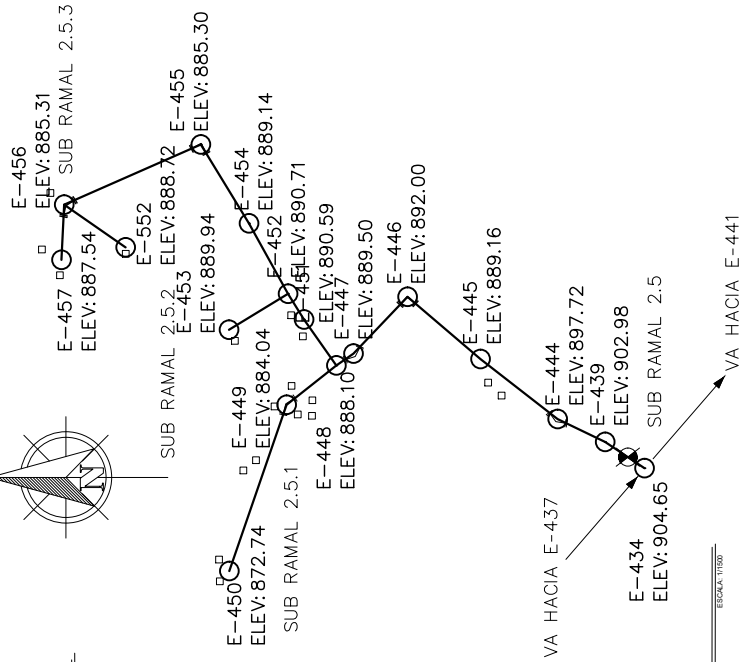
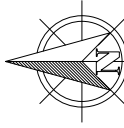
FECHA:

JULIO 2,023



PERFILES  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA VERTICAL: 1000



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESSION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1000



ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

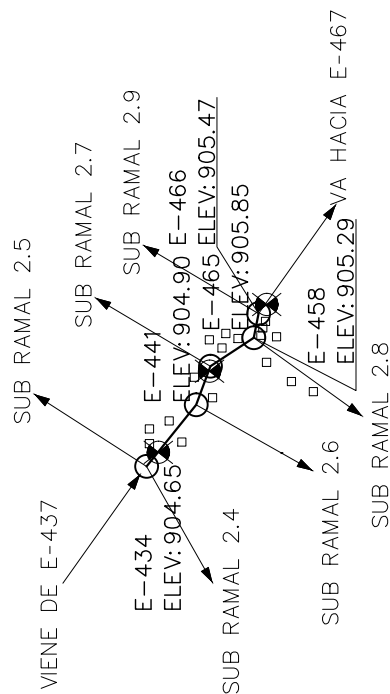
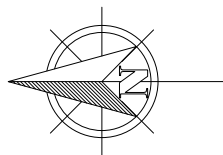
CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

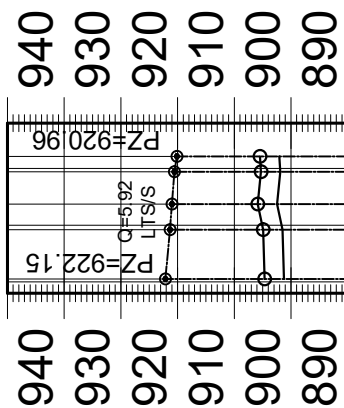
HOJA:

45 / 83

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESSION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN



ELEVACIÓN

CAMINAMIENTO

ESTACIÓN

PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

E-434	6+702.54	904.65
E-441	6+745.99	904.90
E-465	6+768.60	905.85
E-458	6+797.10	905.29
E-467	6+810.64	905.47

ESCALA: 1/100

HOJA:

46 / 83

CONTENIDO:

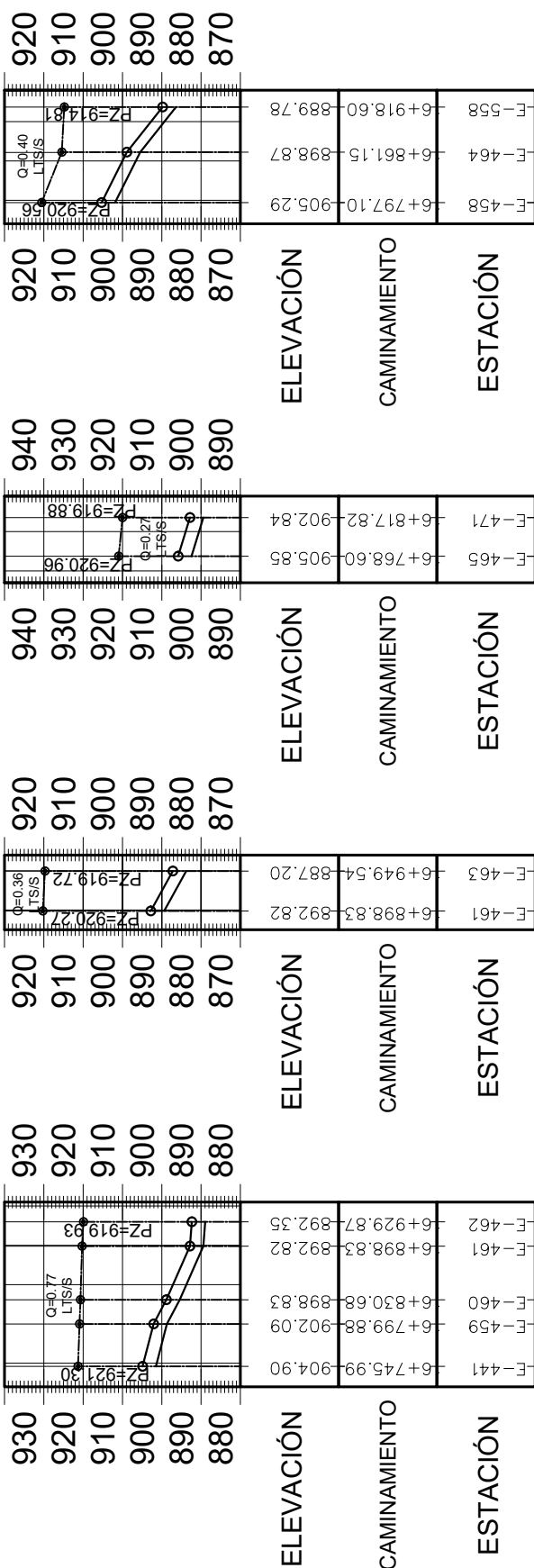
PLANTA-PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

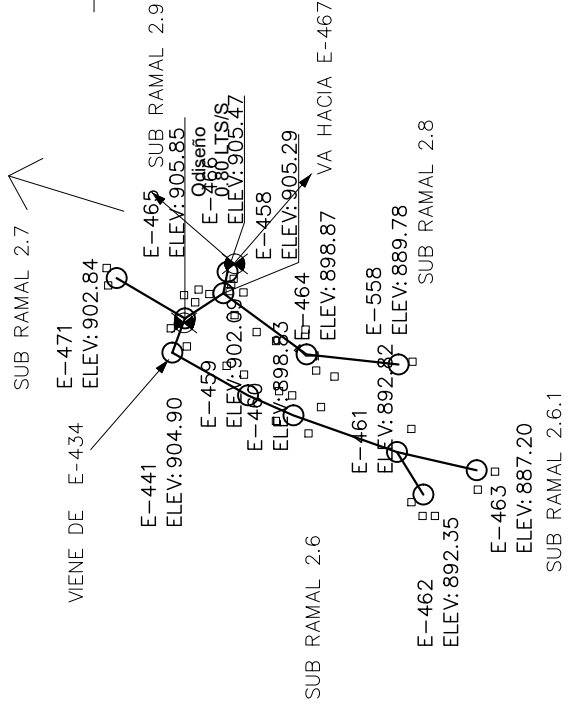
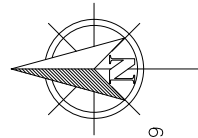
JULIO 2,023



PERFILES

RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:100



REFERENCIAS

○	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
—	LINEA PIEZOMETRICA
—	TUBERIA Ø INDICADO
H.G.	HIERRO GALVANIZADO
P.V.C.	CLORURO DE POLIUNO RIGIDO
Q	CAUDAL
∅	DIAMETRO DE LA TUBERIA
⊗	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
⊘	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
⊠	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
⊞	CODO A 45°/90°

PLANTA

RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:100



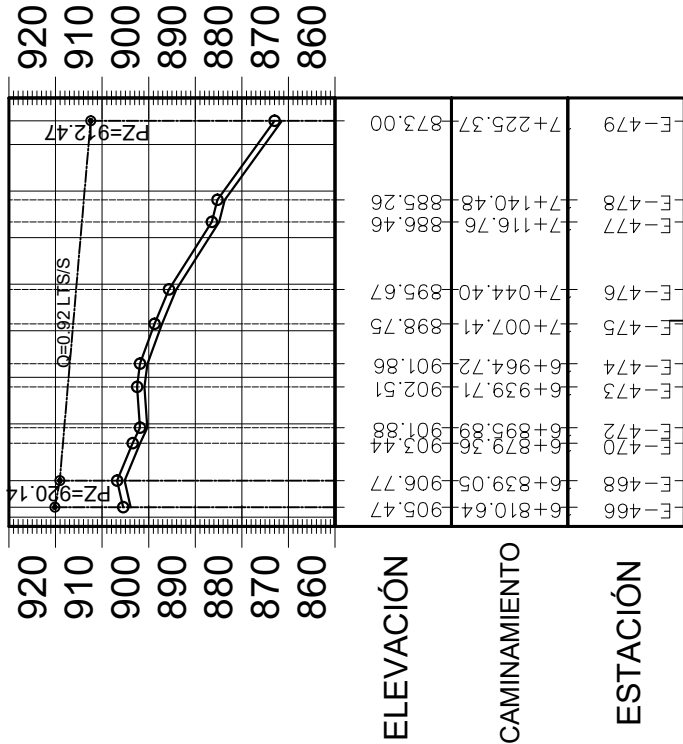
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

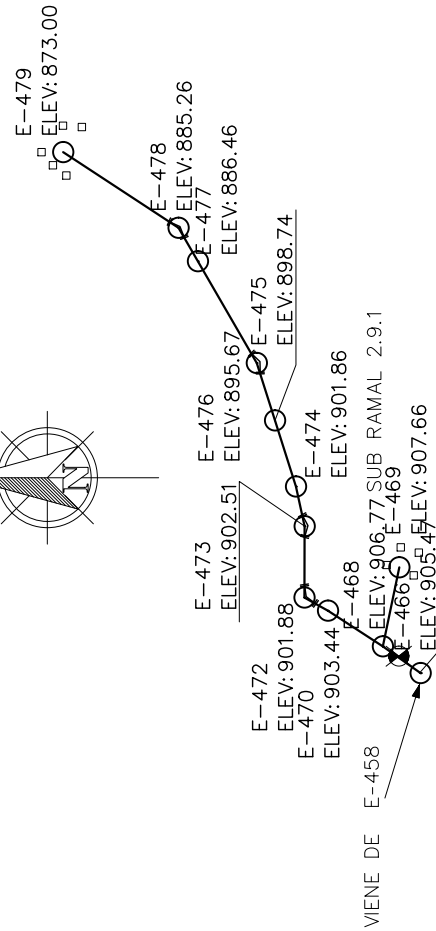
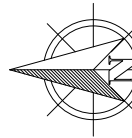
PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

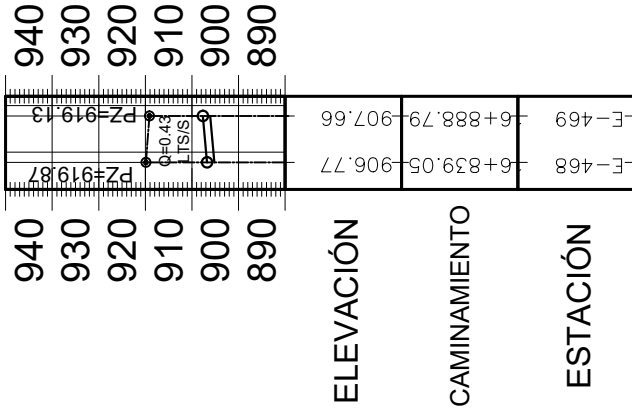
47 / 83



SUB RAMAL 2.9



PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

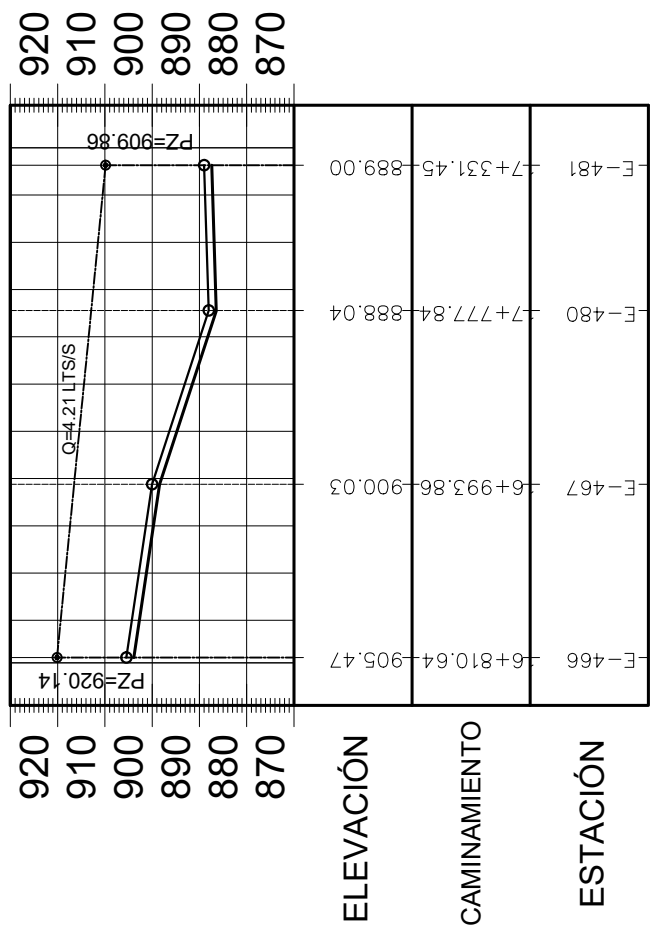
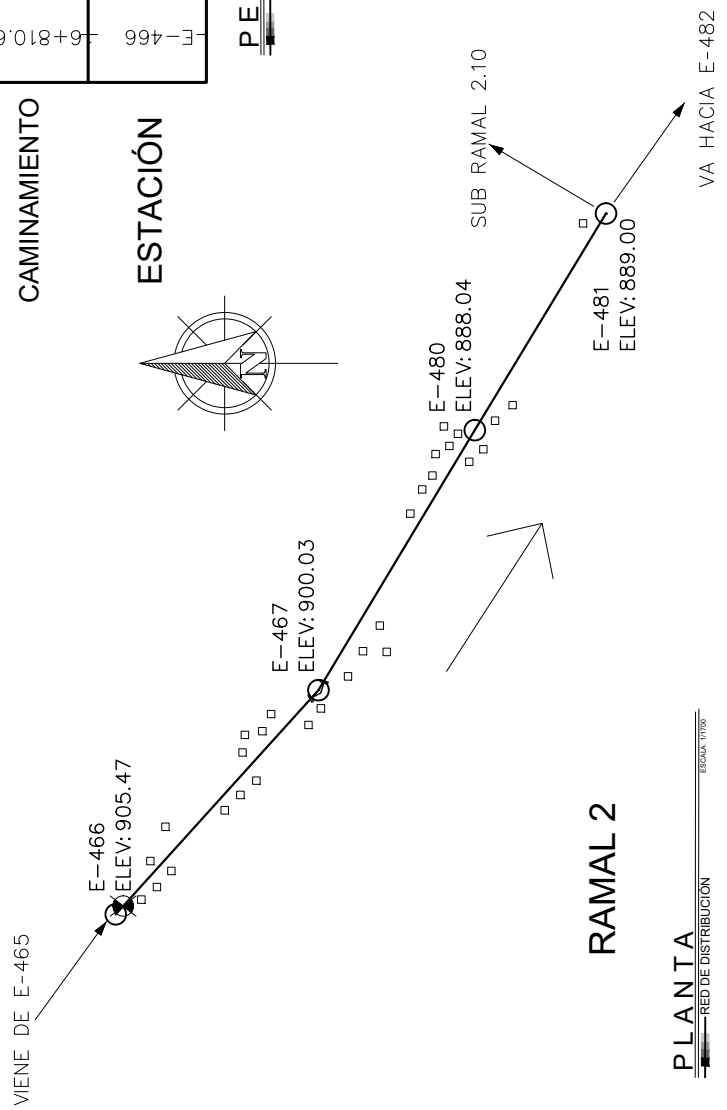


PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	Q CAUDAL
	Ø DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



**PERFIL**  
 RED DE DISTRIBUCIÓN

**RAMAL 2**

**PLANTA**  
 RED DE DISTRIBUCIÓN



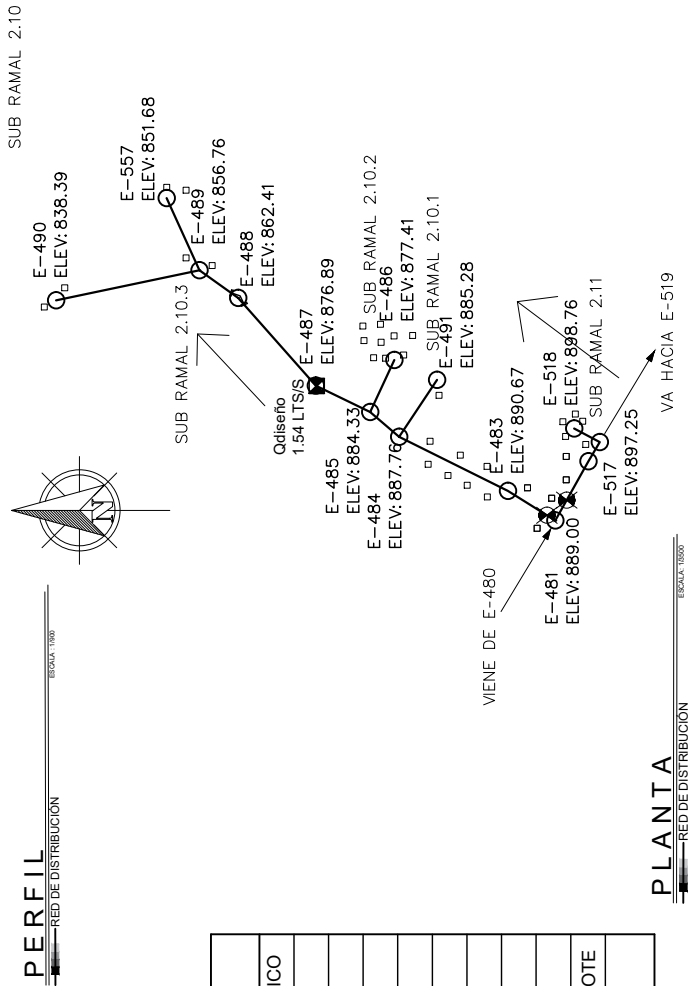
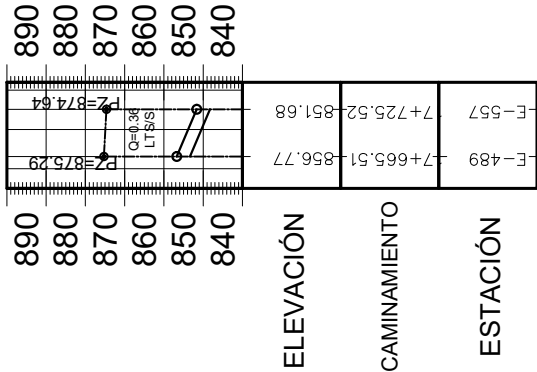
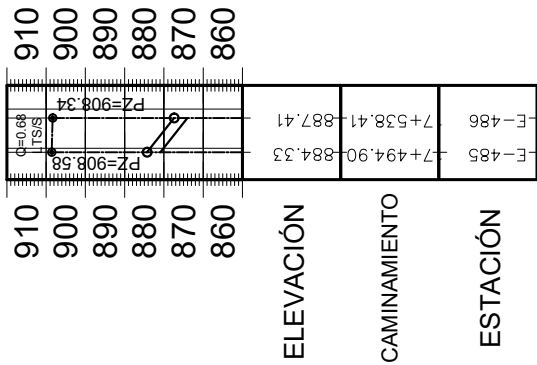
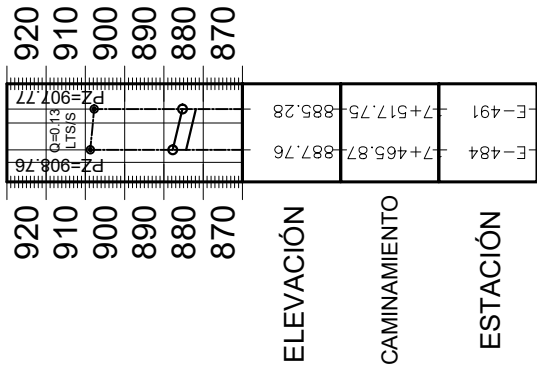
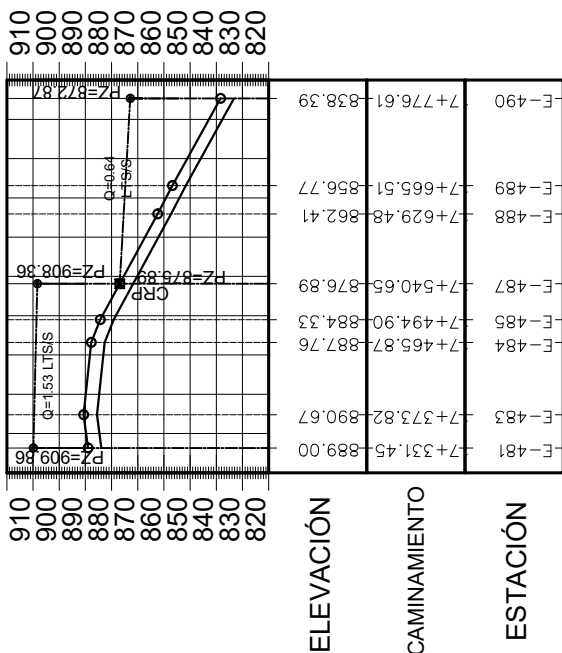
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

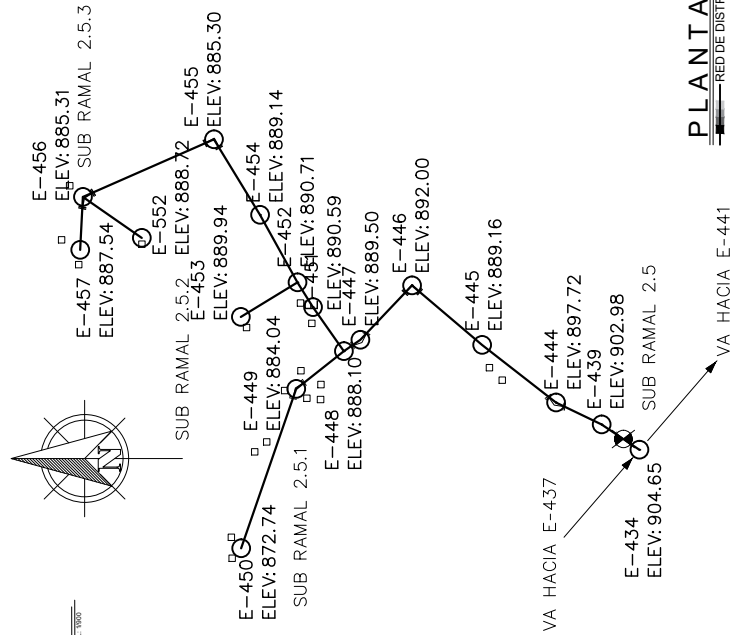
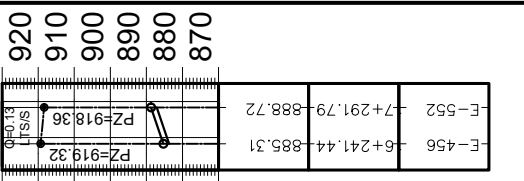
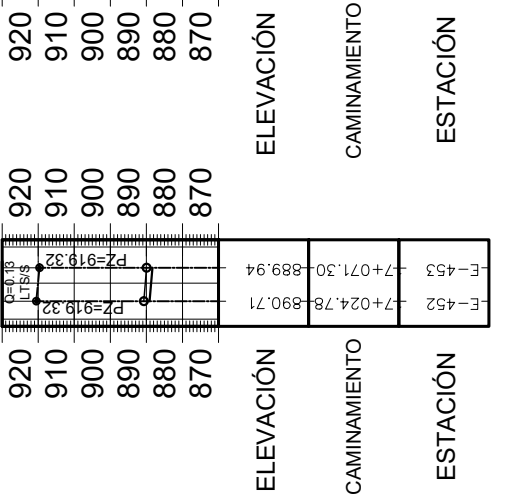
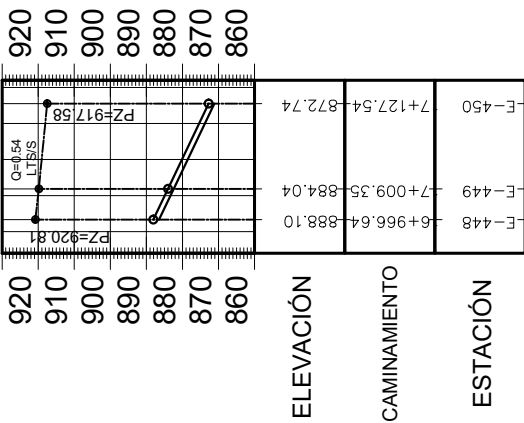
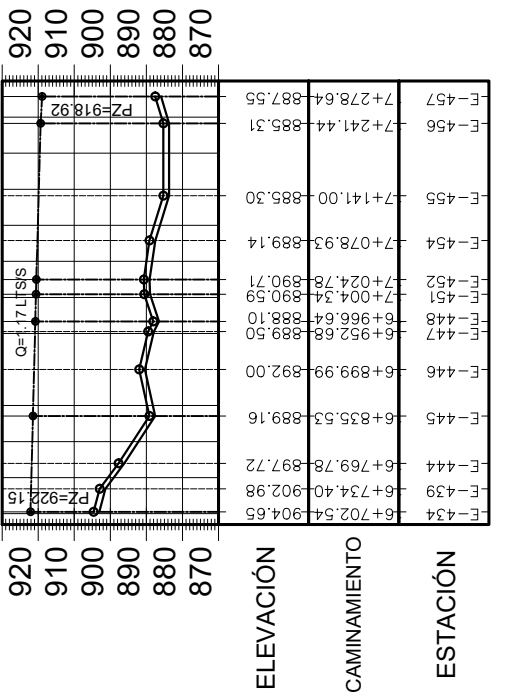
49 / 83



PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1000





**PERFILES**  
RED DE DISTRIBUCIÓN

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

**PLANTA**  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:1000



ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

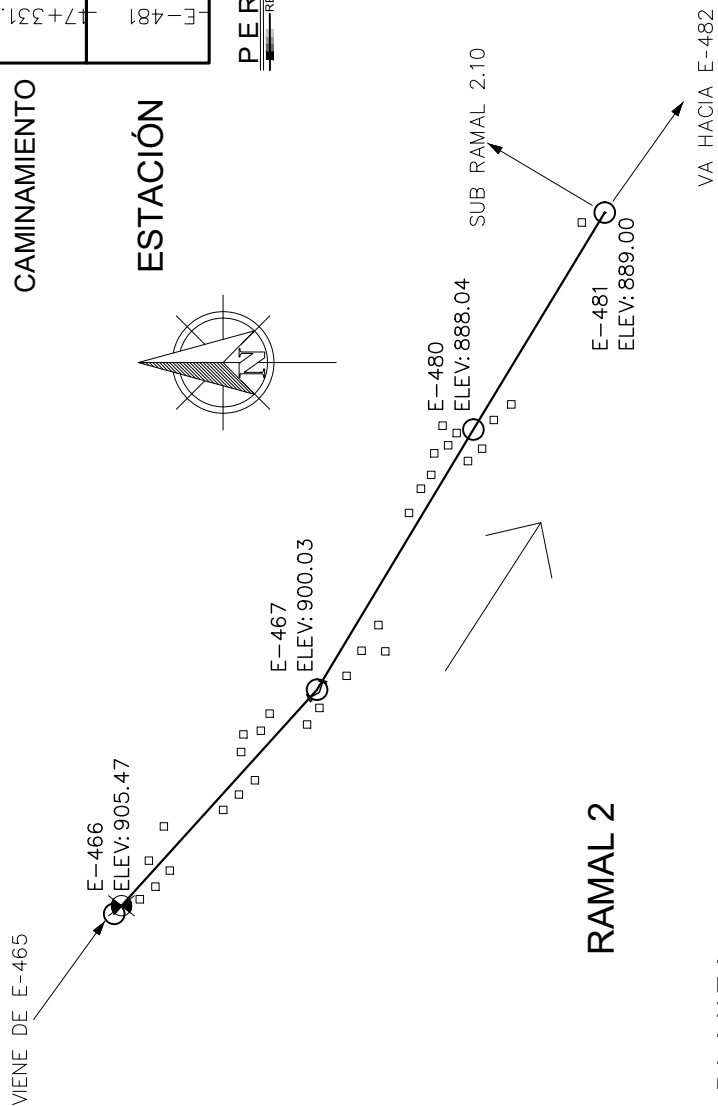
CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

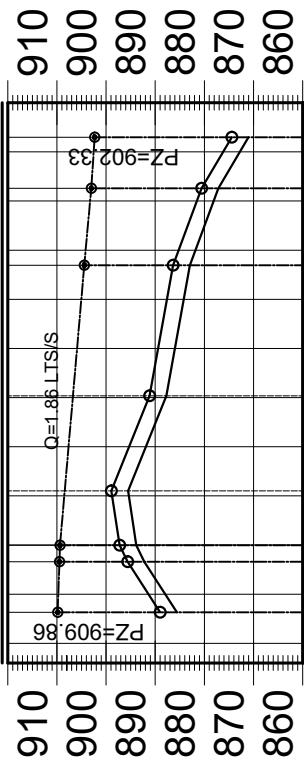
HOJA:

51 / 83

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
H.G.	CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
P.V.C.	CAUDAL
Q	DIAMETRO DE LA TUBERIA
Ø	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN



ELEVACIÓN

CAMINAMIENTO

ESTACIÓN

E-481	7+331.45	889.00
TF-482	7+382.90	895.63
TF-517	7+399.77	897.25
E-519	7+455.02	898.94
E-520	7+551.81	891.14
E-521	7+684.65	886.36
E-522	7+762.86	880.57
E-523	7+814.81	874.43

PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

HOJA:

52 / 83

CONTENIDO:

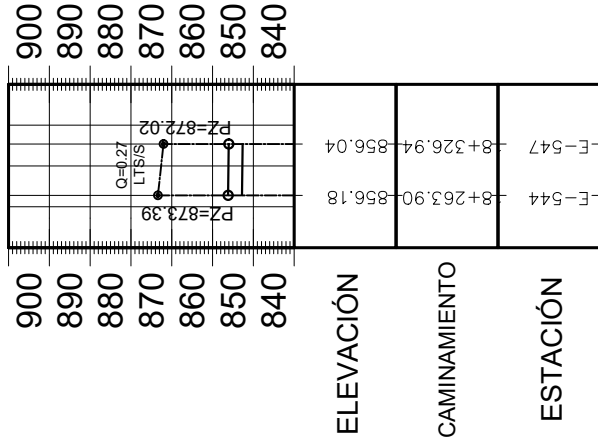
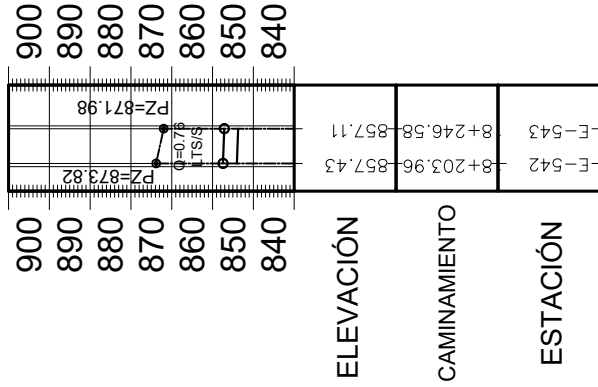
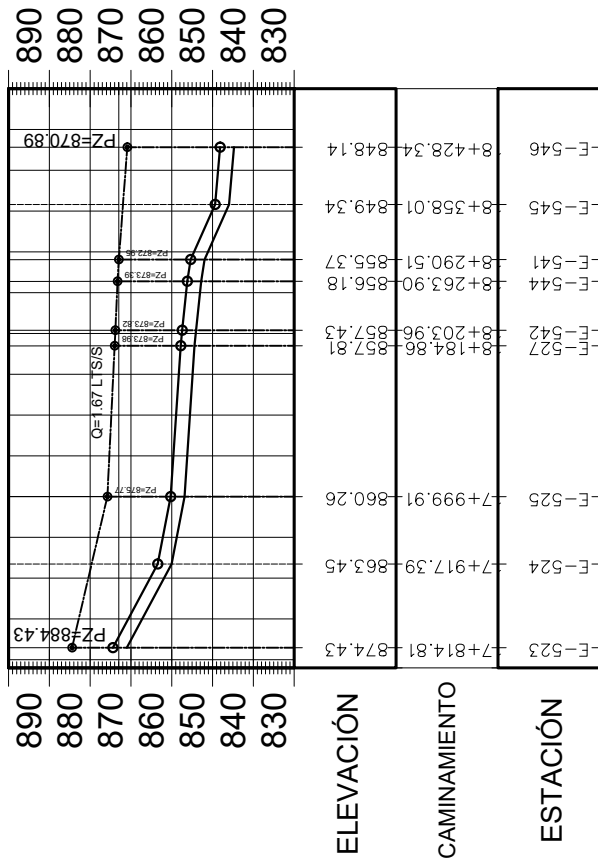
PLANTA-PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA:

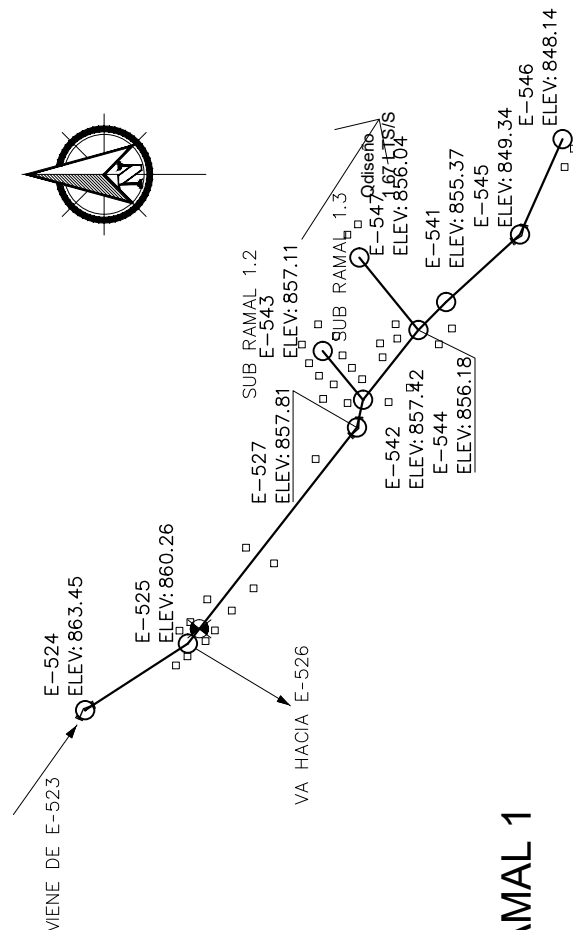
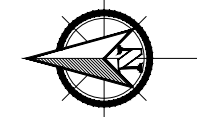
INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023



PERFILES  
RED DE DISTRIBUCIÓN



RAMAL 1

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G.
	P.V.C.
	Q
	Ø
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPERESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

SUB RAMAL 1.1



ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

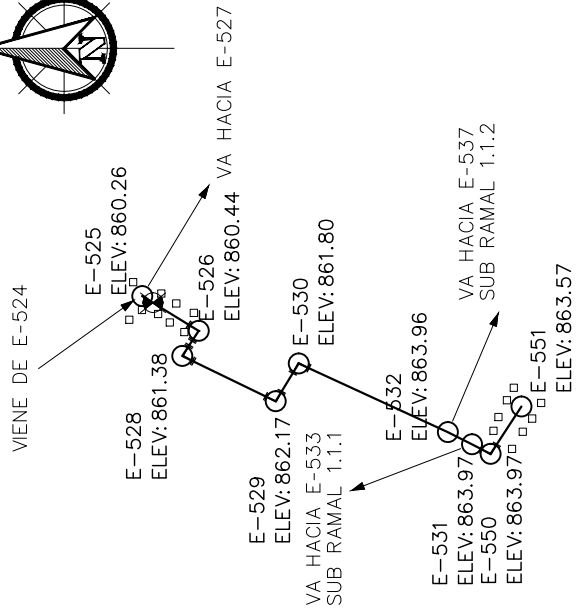
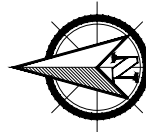
CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

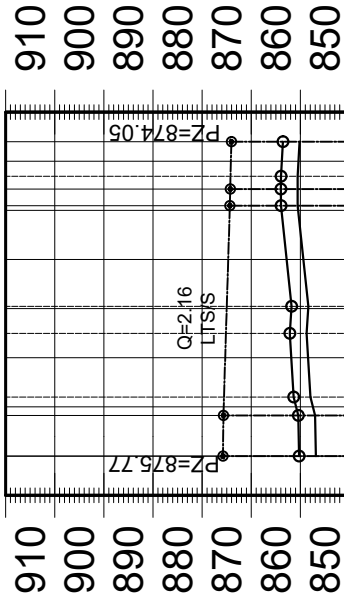
HOJA:

53 / 83

REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	HIERRO GALVANIZADO
	COLORUO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	CAJA ROMPRESSION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°



**RAMAL 1**



ELEVACIÓN

CAMINAMIENTO

ESTACIÓN

PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:1000

HOJA:

54 / 83

CONTENIDO:

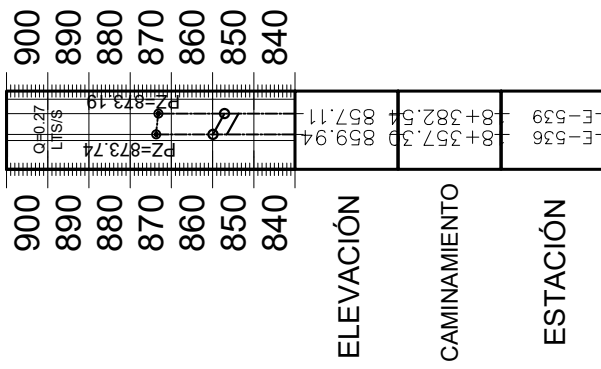
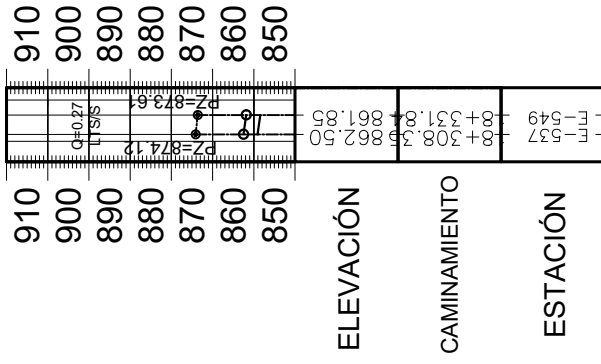
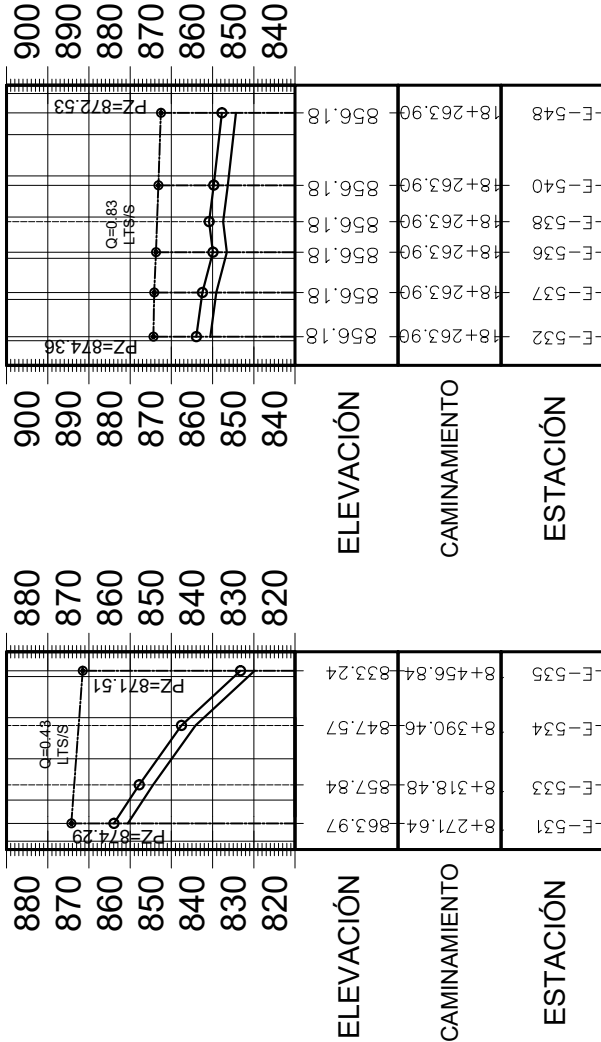
PLANTA-PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA:

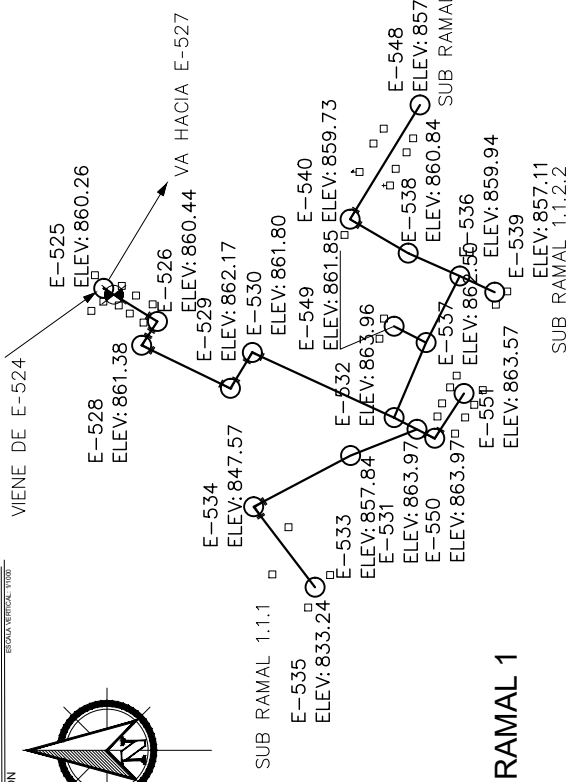
INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023



PERFILES  
RED DE DISTRIBUCIÓN

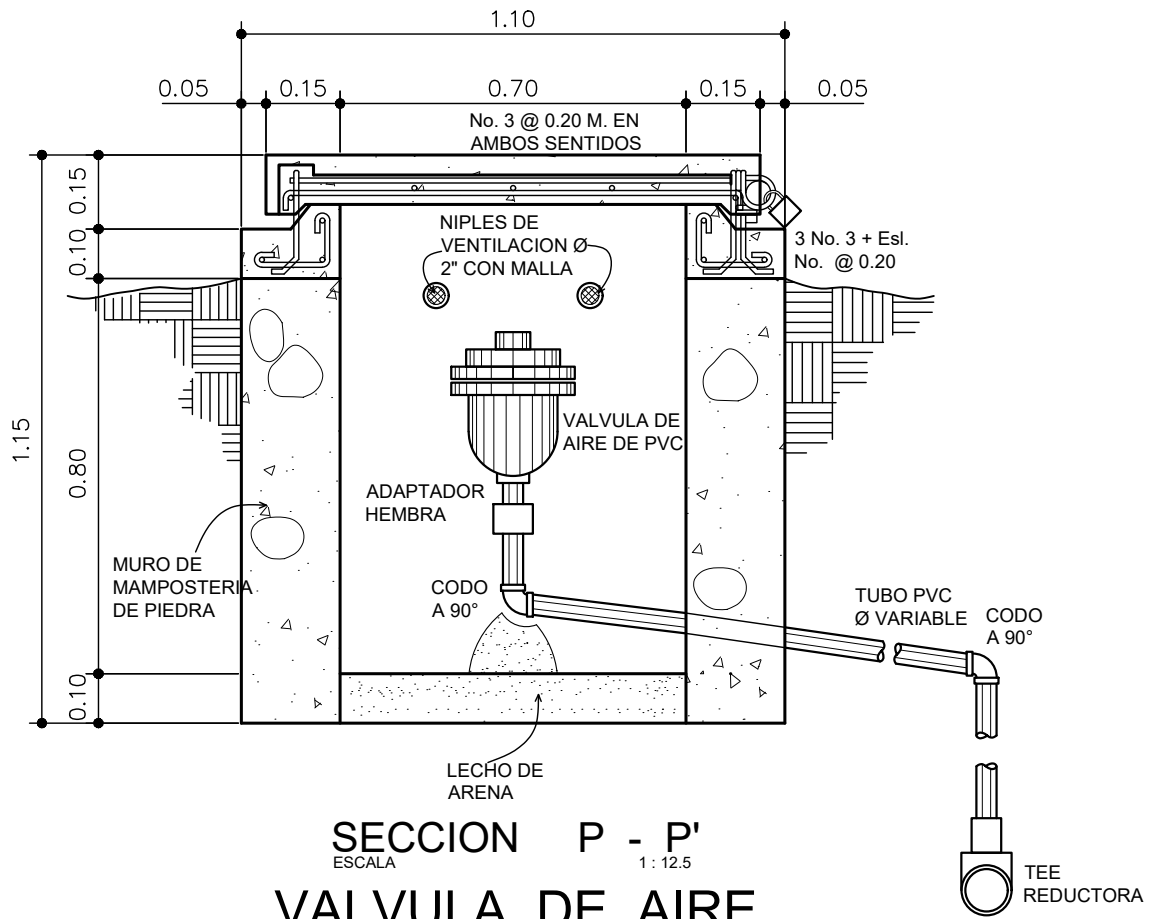
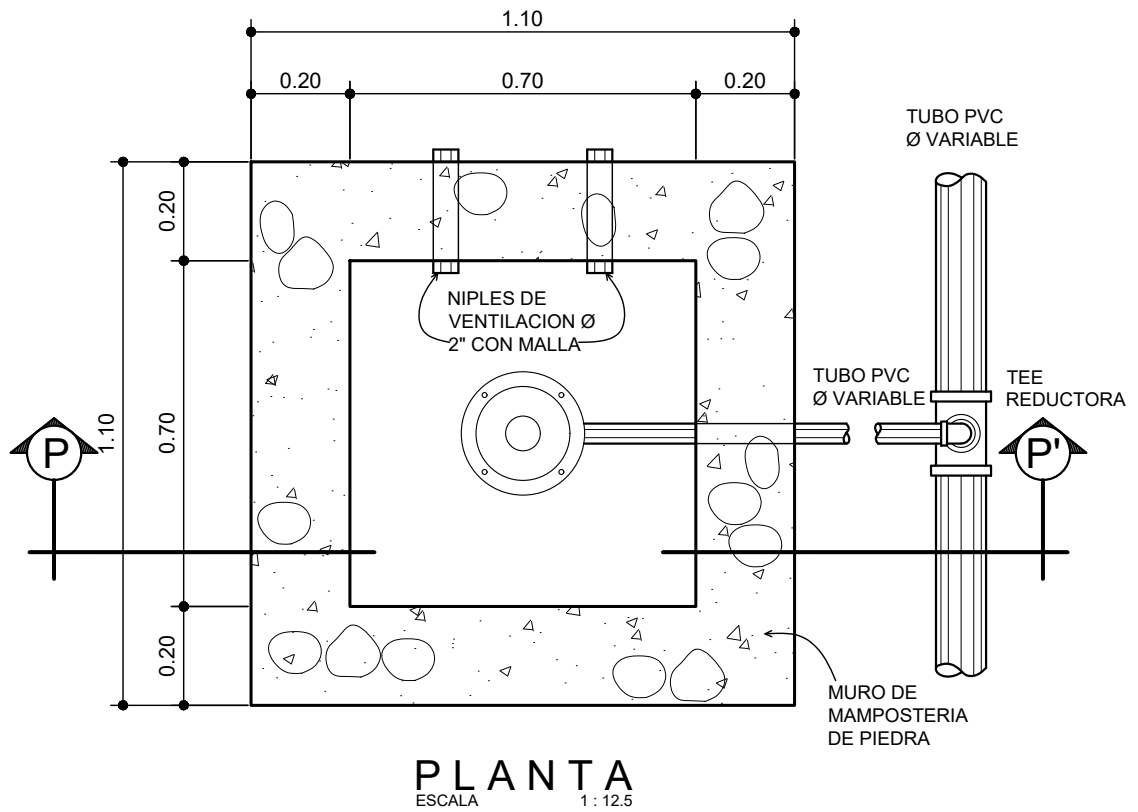


REFERENCIAS	
	ESTACION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	LINEA PIEZOMETRICA
	TUBERIA Ø INDICADO
	H.I.G. HIERRO GALVANIZADO
	P.V.C. CLORURO DE POLIVINILO RIGIDO
	CAUDAL
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	CAJA ROMPRESION CON VALVULA DE FLOTE
	CODO A 45°/90°

SUB RAMAL 1.1

PLANTA  
RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1000

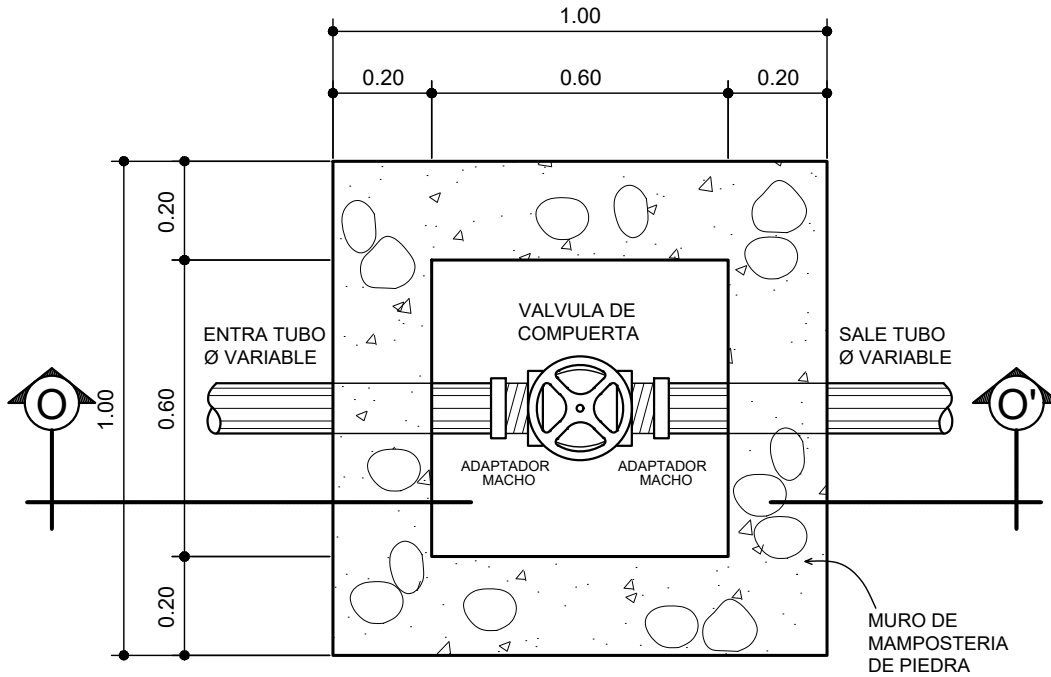


ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

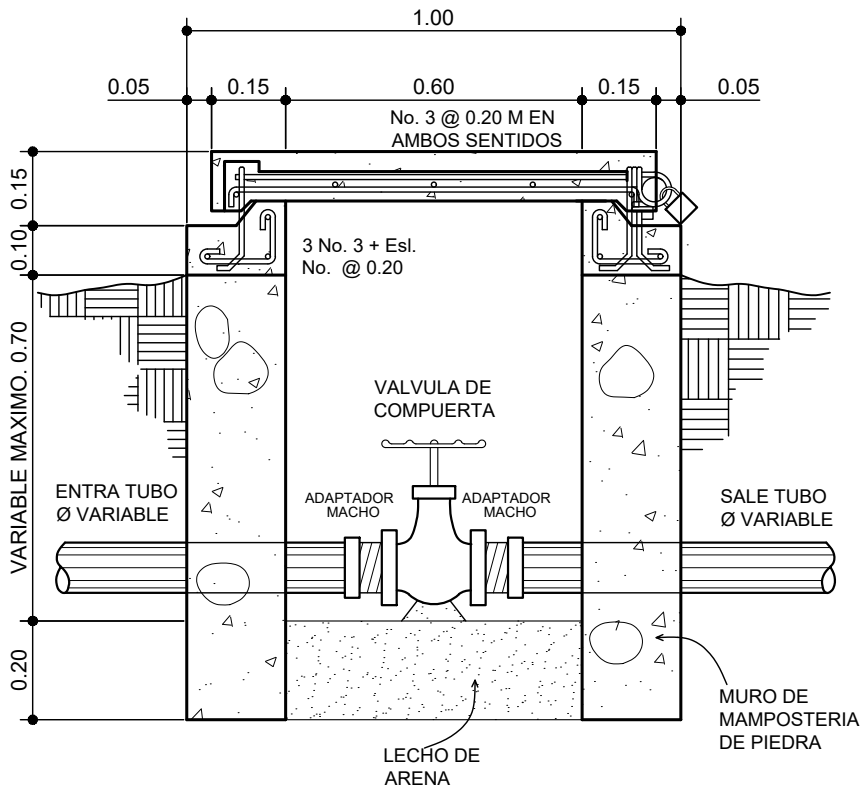
CONTENIDO:  
VÁLVULA DE CONTROL, VÁLVULA DE AIRE Y VÁLVULA DE LIMPIEZA + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

HOJA:

55 / 83



**PLANTA**  
ESCALA 1 : 12.5



**SECCION O - O'**  
ESCALA 1 : 12.5

# VALVULA DE CONTROL

HOJA:

56 / 83

CONTENIDO:

VÁLVULA DE CONTROL, VÁLVULA DE AIRE Y VÁLVULA DE LIMPIEZA + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

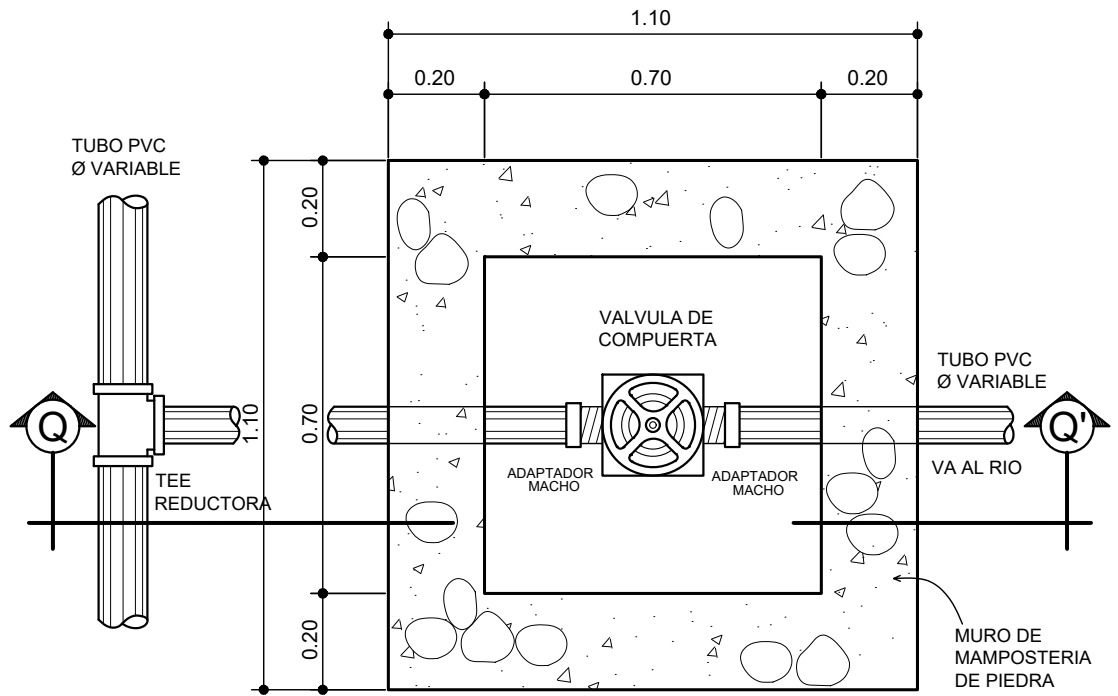
ESCALA:

INDICADA

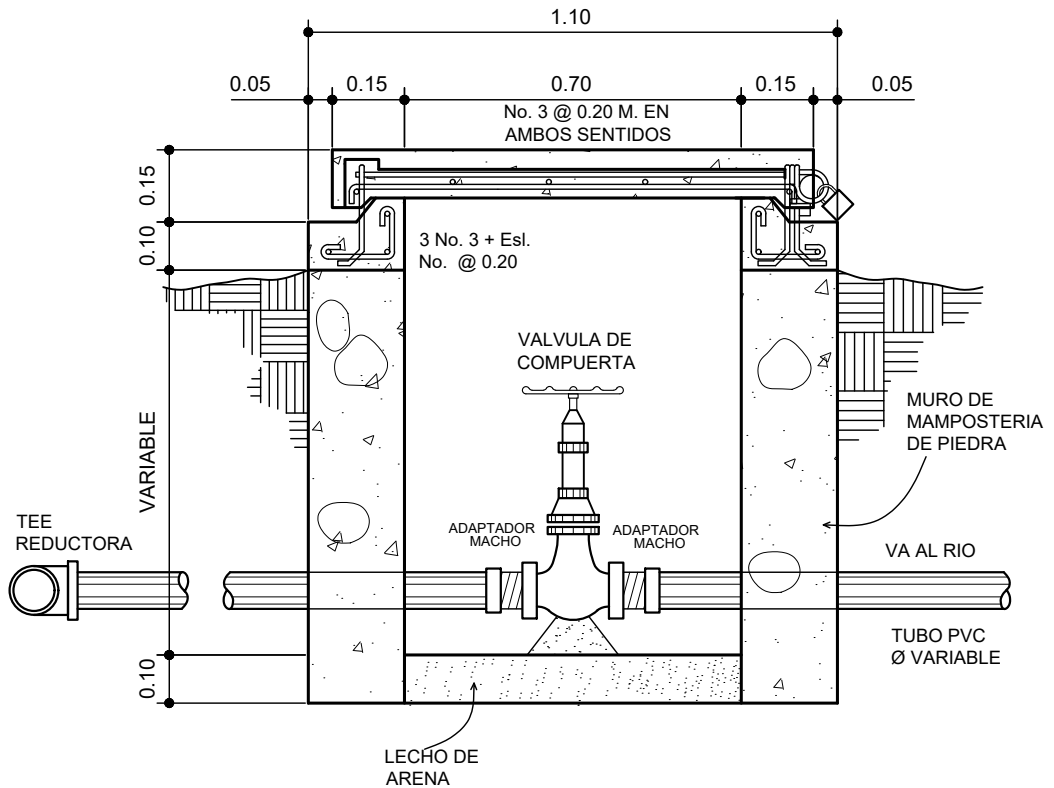
FECHA:

JULIO 2,023





**PLANTA**  
ESCALA 1 : 12.5



**SECCION Q - Q'**  
ESCALA 1 : 12.5

# VALVULA DE LIMPIEZA

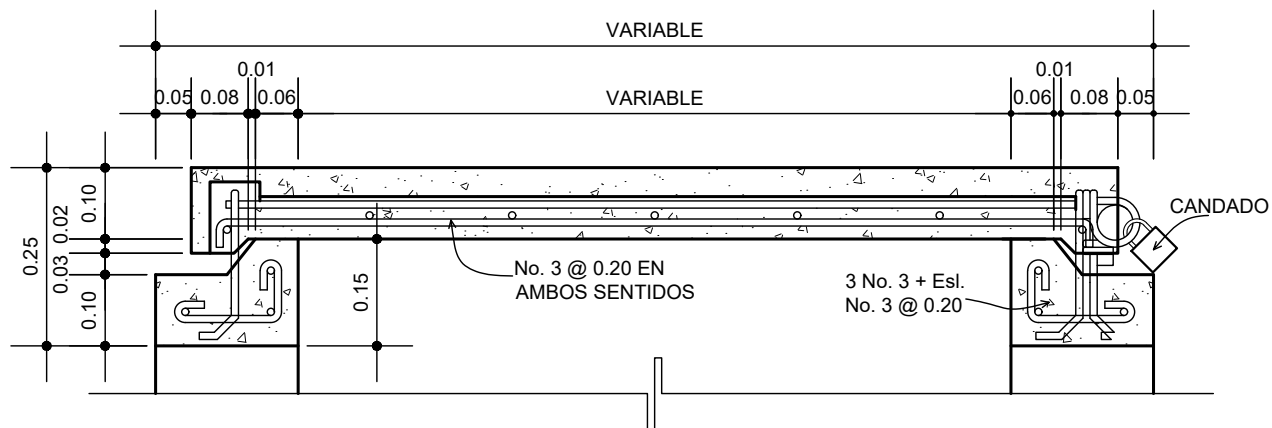


ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:  
VÁLVULA DE CONTROL, VÁLVULA DE  
AIRE Y VÁLVULA DE LIMPIEZA +  
DETALLES Y ESPECIFICACIONES

HOJA:  
57 / 83

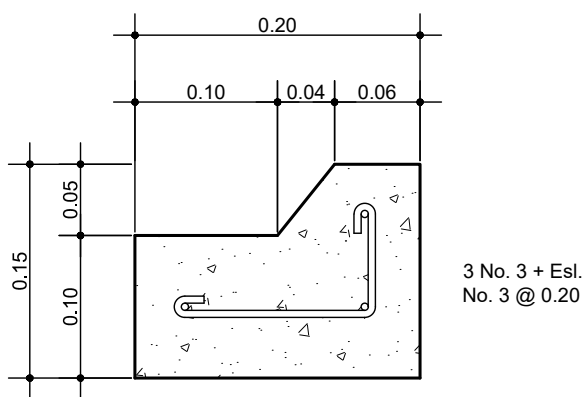




## DETALLE DE TAPADERA

ESCALA

1 : 10



## DETALLE A

ESCALA

1 : 5

### ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA: 33 % MORTERO Y 67 % PIEDRA BOLA.
- EL MORTERO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2 EN VOLUMEN DE CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2:3 EN VOLUMEN DE CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN. F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- SE REPELLARA EN EL EXTERIOR E INTERIOR CON SABIETA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA DE RIO CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CM.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- EL HIERRO A UTILIZAR SERÁ LEGITIMO GRADO 40.
- LA VALVULA DE AIRE SERÁ DE PVC ADAPTADA A ACCESORIOS DE PVC Y LAS VALVULAS DE COMPUERTA SERÁN DE BRONCE CON PRESIÓN DE TRABAJO 250 PSI. ADAPTADA A TUBERIA Y ACCESORIOS PVC.

### Ø DE VALVULA DE LIMPIEZA

SI LA LINEA DE CONDUCCION ES DE Ø = 2 1/2" ó MAYOR LA VALVULA DE LIMPIEZA SERA DE 2"

SI LA LINEA DE CONDUCCION ES DE Ø = 2" ó MENOR LA VALVULA DE LIMPIEZA SERA IGUAL A TUBERIA DE CONDUCCION

HOJA:

58 / 83

CONTENIDO:

VÁLVULA DE CONTROL, VÁLVULA DE AIRE Y VÁLVULA DE LIMPIEZA + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

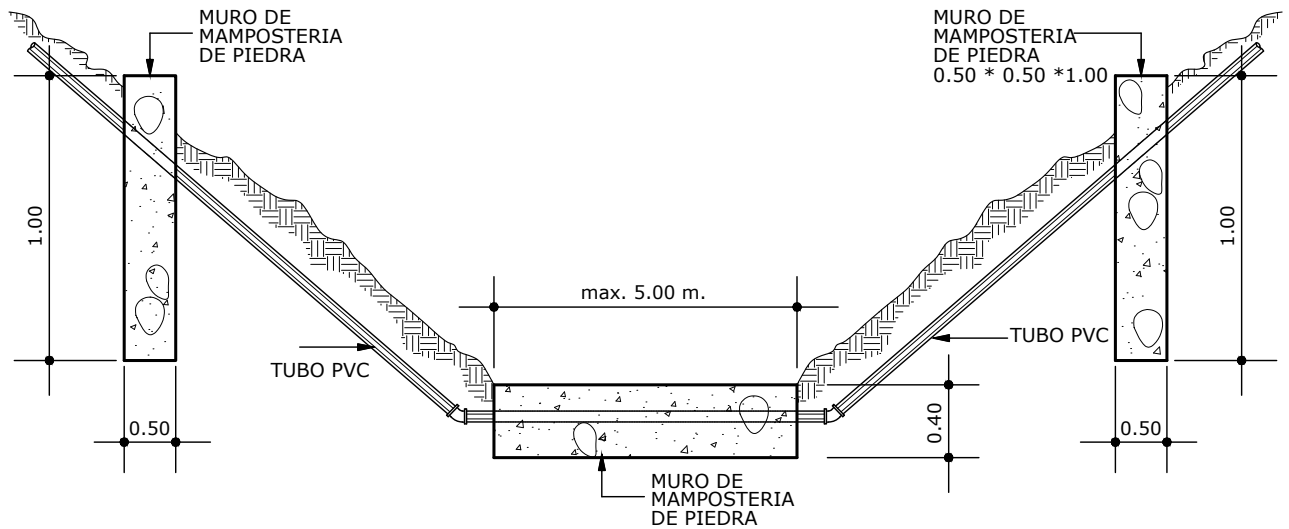
ESCALA:

INDICADA

FECHA:

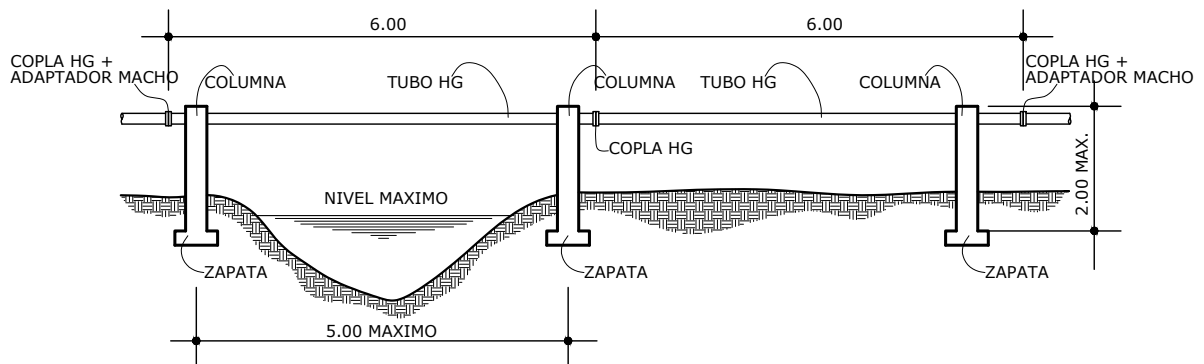
JULIO 2,023





ELEVACION  
SIN ESCALA

## PASO DE ZANJON TIPO "A"



ELEVACION  
ESCALA 1 : 100

## PASO DE ZANJON TIPO "B"



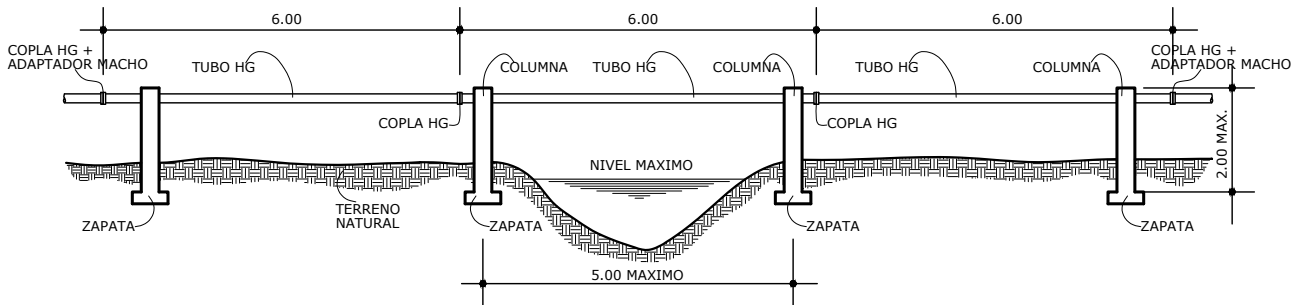
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PASO DE ZANJON + DETALLES Y  
ESPECIFICACIONES

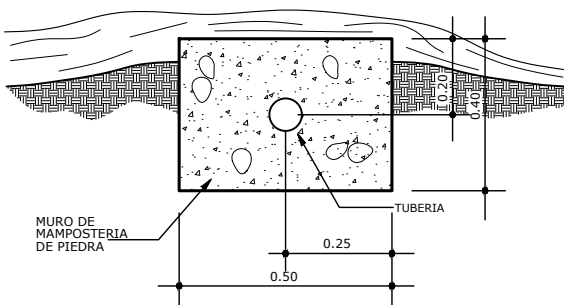
HOJA:

59 / 83

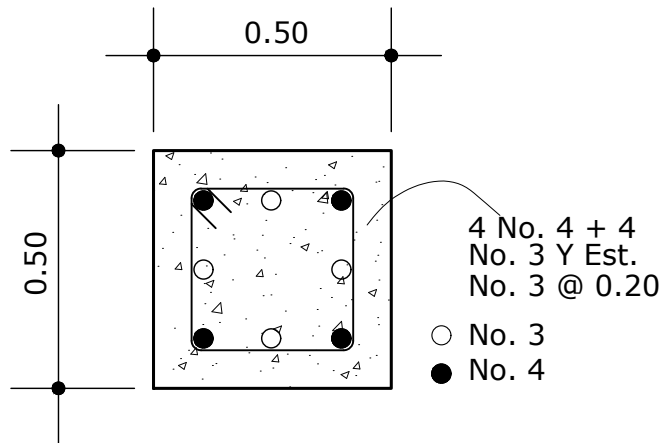


**ELEVACION**  
ESCALA 1 : 100

**PASO DE ZANJON TIPO "C"**



**SECCION TRANSVERSAL**  
SIN ESCALA



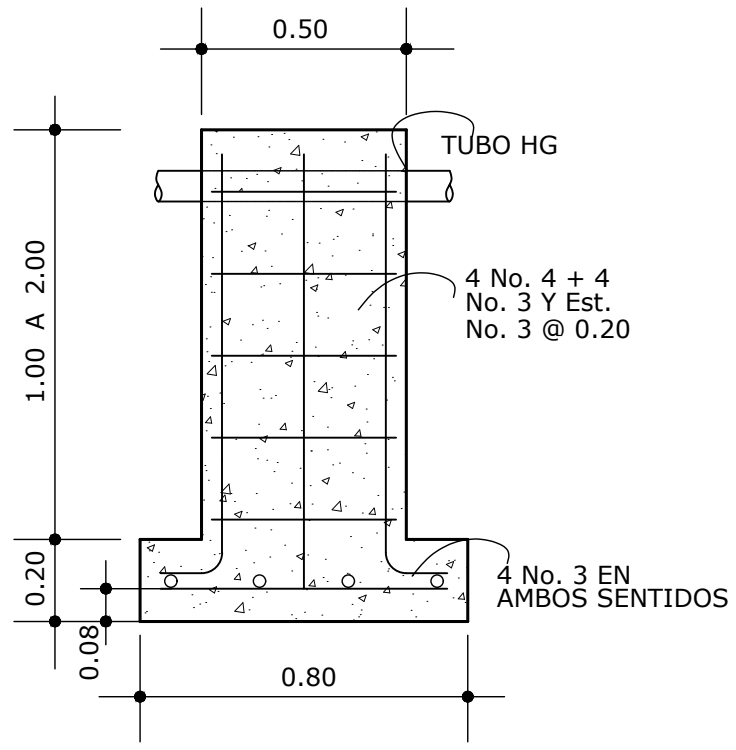
**COLUMNA**  
ESCALA 1:12.5

HOJA:  
**60 / 83**

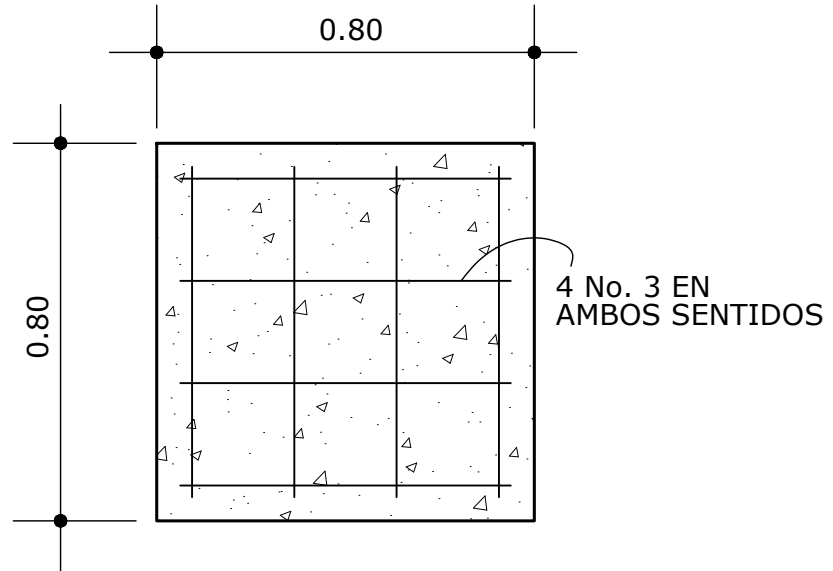
CONTENIDO:  
**PASO DE ZANJON + DETALLES Y ESPECIFICACIONES**

ESCALA:  
**INDICADA**  
FECHA:  
**JULIO 2,023**





ELEVACION



PLANTA

ZAPATA  
ESCALA 1:12.5

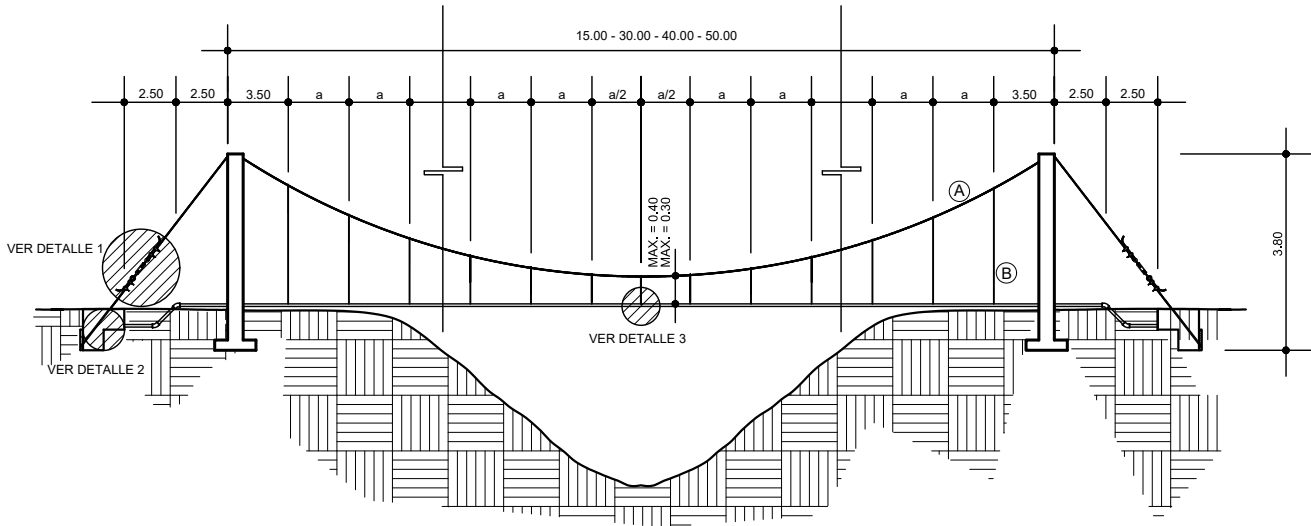


ESCALA: INDICADA  
 FECHA: JULIO 2,023

CONTENIDO:  
 PASO DE ZANJON + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

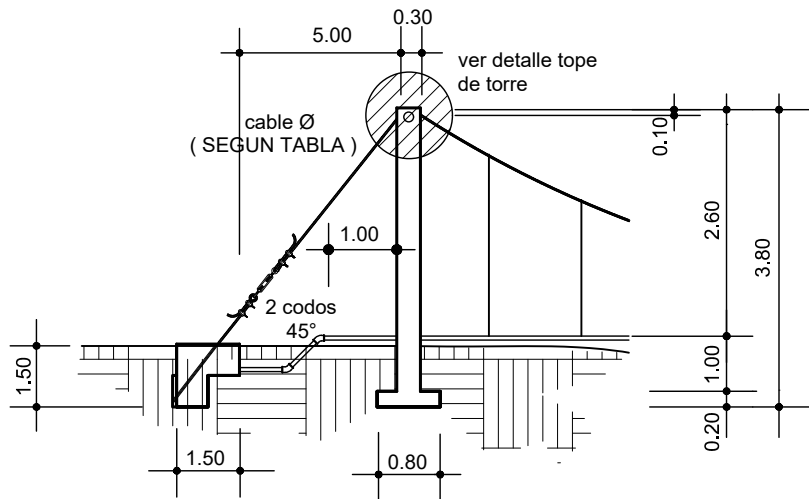
HOJA:  
 61 / 83

# PASO AEREO TIPICO



SECCION TIPICA DE PASO AEREO DE 15.00 HASTA 50.00 ml.

SIN ESCALA



SECCION DE COLUMNA Y ANCLAJE

SIN ESCALA

HOJA:

62 / 83

CONTENIDO:

PASOS AÉREOS + DETALLES Y  
ESPECIFICACIONES

ESCALA:

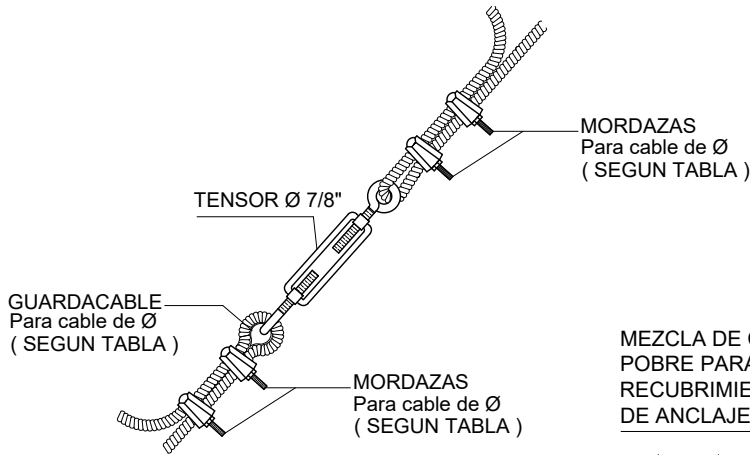
INDICADA

FECHA:

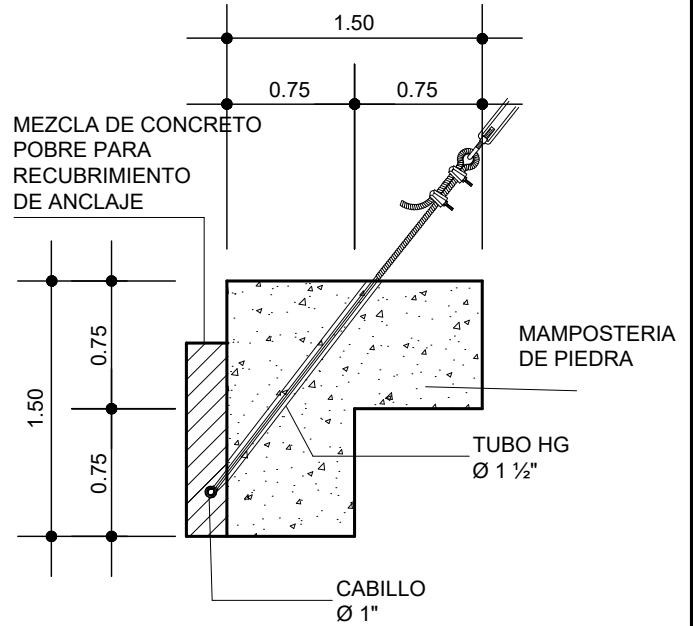
JULIO 2,023



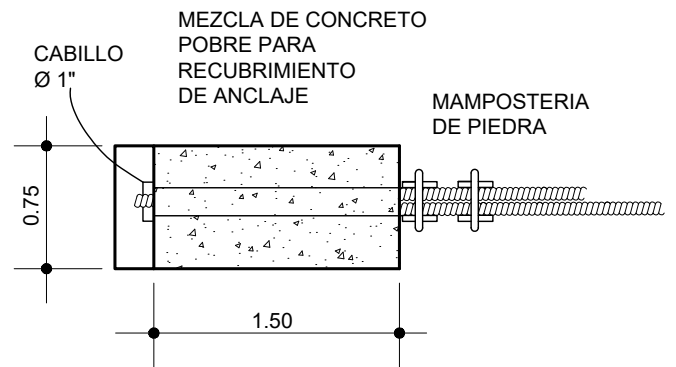
TABLA PARA CABLE DE PASOS AEREOS					
SIMBOLOGIA	15 m	20 m	30 m	40 m	50 m
A	Ø 1/4"	Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"
B	Ø 1/4"	Ø 1/4"	Ø 1/4"	Ø 1/4"	Ø 1/4"
a	2	2	2.50	3.50	4.50



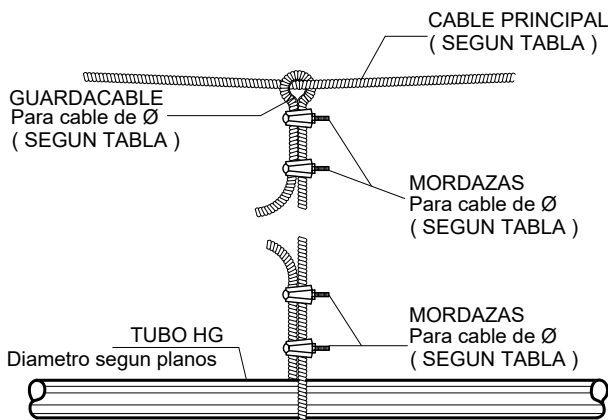
**DETALLE 1**  
SIN ESCALA



**SECCION**



**PLANTA**  
**DETALLE 2**  
SIN ESCALA



**DETALLE 3**  
SIN ESCALA



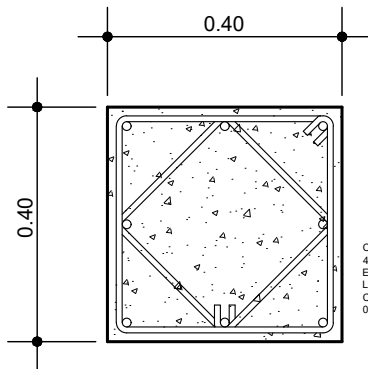
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PASOS AÉREOS + DETALLES Y  
ESPECIFICACIONES

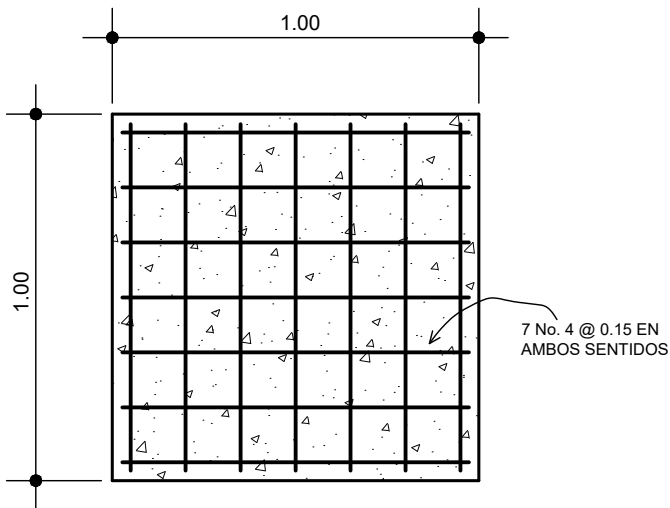
HOJA:

63 / 83



COLUMNA  
4 No. 4 + 4 No. 3 Y  
Est. No. 3 @ 0.20  
LONGITUD DE  
CONFINAMIENTO  
0.60 m. Est. @ 0.05

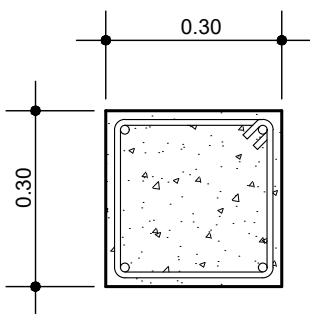
**COLUMNA**  
ESCALA 1 : 12.5



7 No. 4 @ 0.15 EN  
AMBOS SENTIDOS

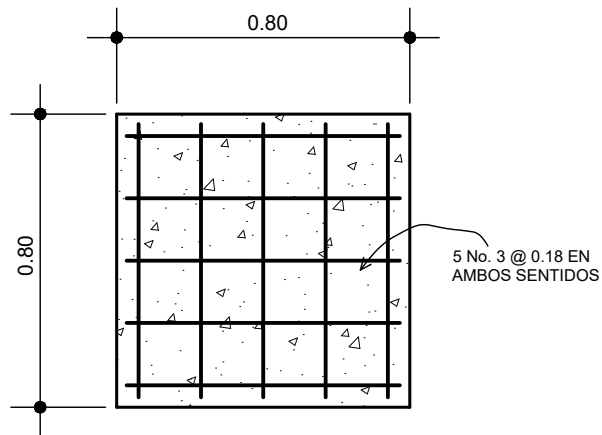
**ZAPATA**  
ESCALA 1 : 20

**COLUMNA Y ZAPATA PARA  
PASOS AEREOS MAYORES DE 30 ml.**



COLUMNA  
4 No. 4 + Est.  
No. 3 @ 0.20

**COLUMNA**  
ESCALA 1 : 12.5



5 No. 3 @ 0.18 EN  
AMBOS SENTIDOS

**ZAPATA**  
ESCALA 1 : 20

**COLUMNA Y ZAPATA PARA  
PASOS AEREOS MENORES DE 30 ml.**

HOJA:

64 / 83

CONTENIDO:

PASOS AÉREOS + DETALLES Y  
ESPECIFICACIONES

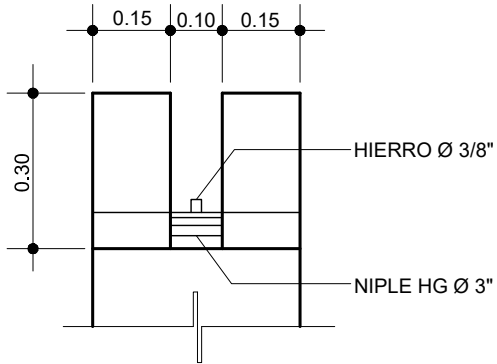
ESCALA:

INDICADA

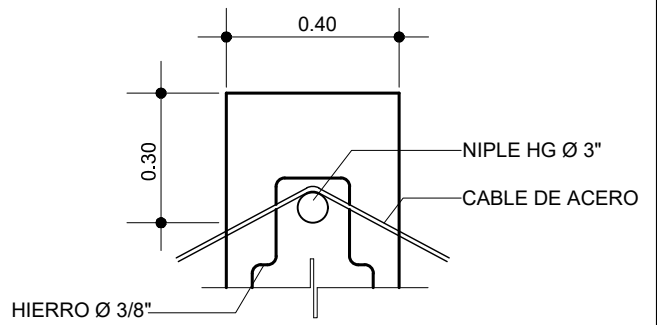
FECHA:

JULIO 2,023





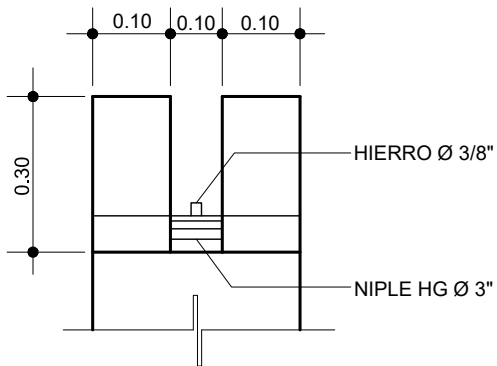
ELEVACION



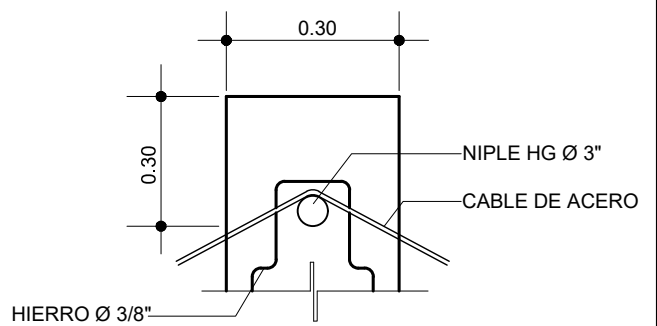
SECCION

DETALLE TOPE DE TORRE DE 0.40 \* 0.40

SIN ESCALA



ELEVACION



SECCION

DETALLE TOPE DE TORRE DE 0.30 \* 0.30

SIN ESCALA



ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

PASOS AÉREOS + DETALLES Y  
ESPECIFICACIONES

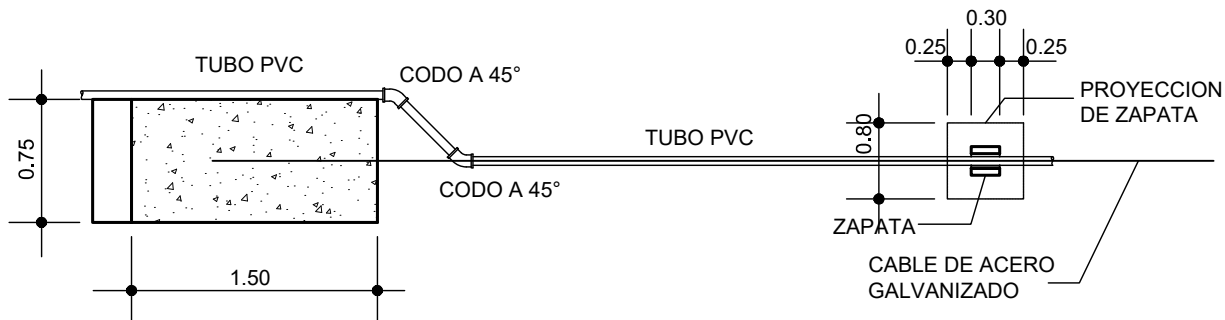
HOJA:

65 / 83



# ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA: 33 % MORTERO Y 67 % PIEDRA BOLA.
- EL MORTERO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2 EN VOLUMEN DE CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2:3 EN VOLUMEN DE CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN. F'C = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- SE REPELLARA LAS COLUMNAS CON SABIETA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA DE RIO CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CM.
- EL HIERRO A UTILIZAR SERÁ LEGITIMO GRADO 40.
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
- EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
- LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD DE SOPORTE NO SEA MENOR DE 15 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
- EL RECUBRIMIENTO EN COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 5 Y 8 cms. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO
- LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA COLOCACION DEL CABLE.
- EL PASO AEREO HA SIDO DISEÑADO EXCLUSIVAMENTE PARA EL PASO DE LA TUBERIA.
- LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBE APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
- TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE DE 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.



## DETALLE PARA PASO AEREO MENOR A 30.00 ml.

SIN

ESCALA

HOJA:

66 / 83

CONTENIDO:

PASOS AÉREOS + DETALLES Y  
ESPECIFICACIONES

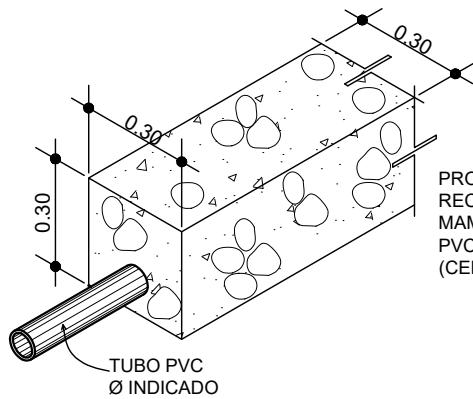
ESCALA:

INDICADA

FECHA:

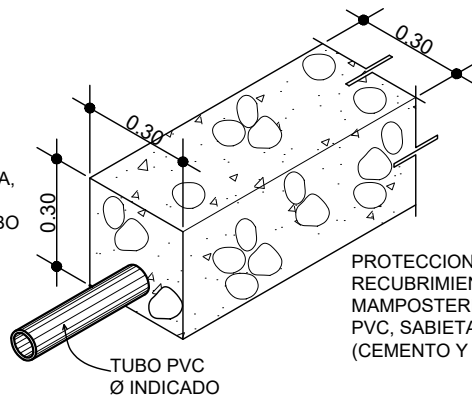
JULIO 2,023





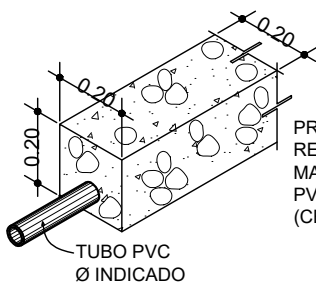
PROTECCION DE TUBERIA,  
RECUBRIMIENTO DE  
MAMPOSTERIA PARA TUBO  
PVC, SABIETA 1 : 3  
(CEMENTO Y ARENA).

**RECUBRIMIENTO TIPO "B"**  
ESCALA 1:2.5



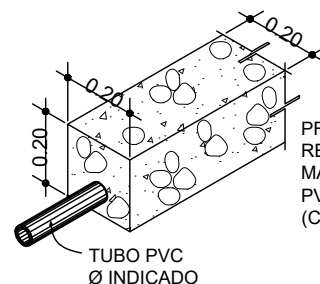
PROTECCION DE TUBERIA,  
RECUBRIMIENTO DE  
MAMPOSTERIA PARA TUBO  
PVC, SABIETA 1 : 3  
(CEMENTO Y ARENA).

**RECUBRIMIENTO TIPO "B"**  
ESCALA 1:2.5



PROTECCION DE TUBERIA,  
RECUBRIMIENTO DE  
MAMPOSTERIA PARA TUBO  
PVC, SABIETA 1 : 3  
(CEMENTO Y ARENA).

**RECUBRIMIENTO TIPO "A"**  
ESCALA 1:2.5



PROTECCION DE TUBERIA,  
RECUBRIMIENTO DE  
MAMPOSTERIA PARA TUBO  
PVC, SABIETA 1 : 3  
(CEMENTO Y ARENA).

**RECUBRIMIENTO TIPO "A"**  
ESCALA 1:2.5



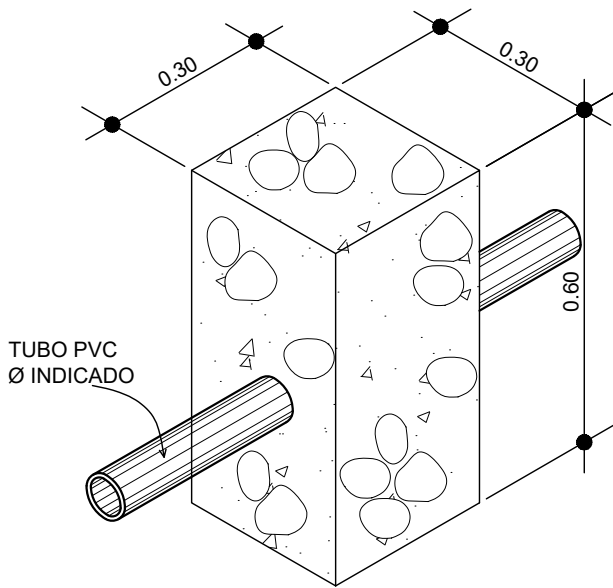
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

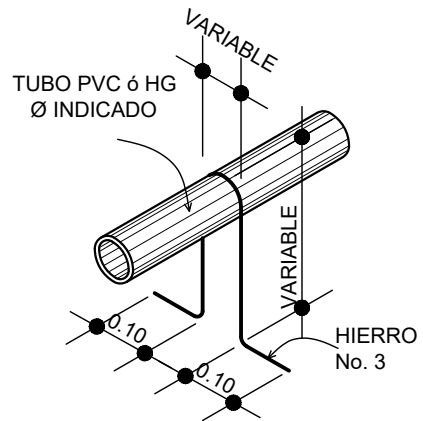
RECUBRIMIENTO TIPO A Y RECUBRIMIENTO  
TIPO B + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

HOJA:

67 / 83

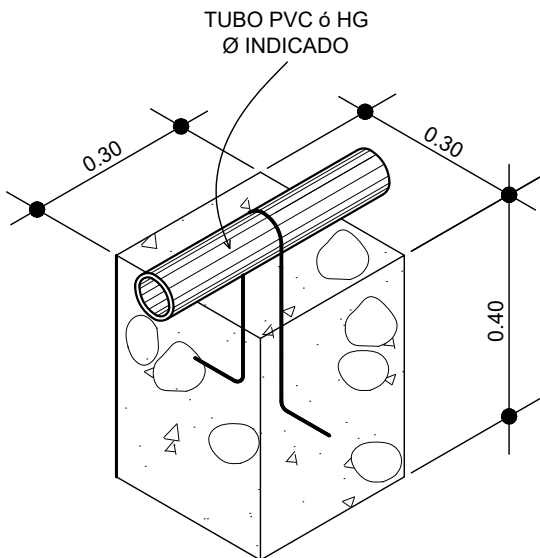


ANCLAJE PARA  
TUBERIA PVC ó HG  
DE MAMPOSTERIA  
SABIETA 1 : 3  
(CEMENTO Y ARENA).

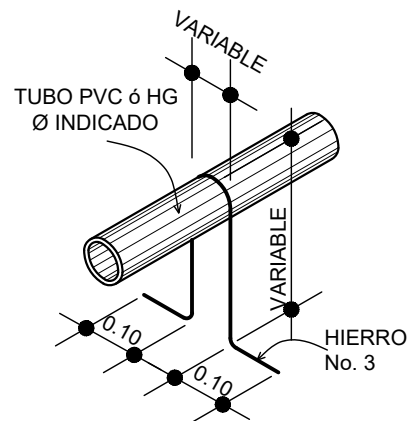


### ANCLAJE TIPO "A"

ESCALA SIN ESCALA



ANCLAJE PARA  
TUBERIA PVC ó HG  
DE MAMPOSTERIA  
SABIETA 1 : 3  
(CEMENTO Y ARENA).



### ANCLAJE TIPO "A"

ESCALA SIN ESCALA

HOJA:

68 / 83

CONTENIDO:

RECUBRIMIENTO TIPO A Y RECUBRIMIENTO  
TIPO B + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

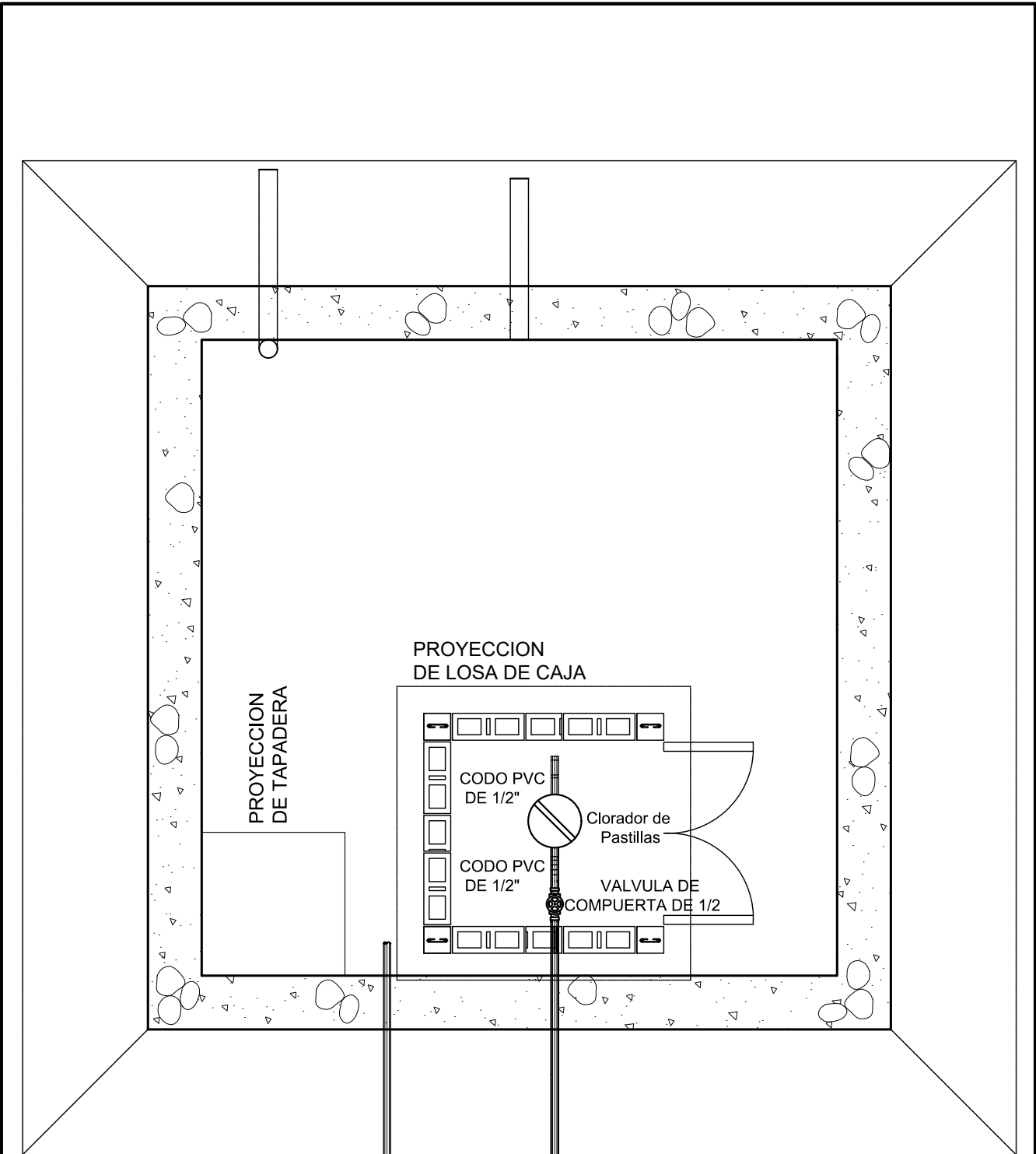
ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023





PROYECCION DE TAPADERA

PROYECCION DE LOSA DE CAJA

CODO PVC DE 1/2"

Clorador de Pastillas

CODO PVC DE 1/2"

VALVULA DE COMPUERTA DE 1/2"

TEE LINEA DE CONDUCCION

CODO PVC DE 1/2"

REDUCIDOR BUSHING DE LINEA DE CONDUCCION

**PLANTA**  
SIN ESCALA

VIENE DE LINEA DE CONDUCCION



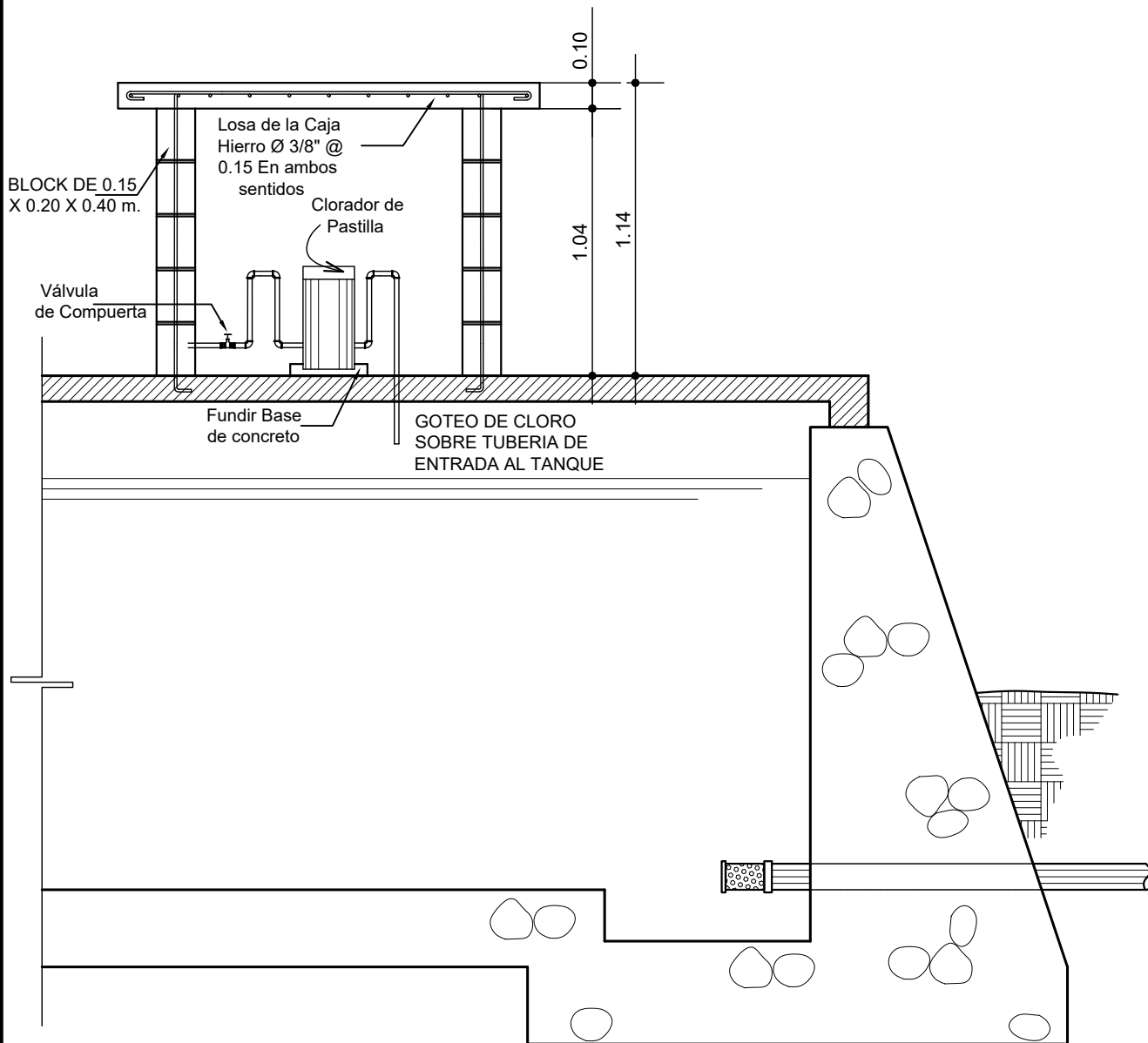
ESCALA: INDICADA  
FECHA: JULIO 2,023

CONTENIDO:

CLORINADOR + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

HOJA:

69 / 83



# SECCION

ESCALA 1 : 20

HOJA:

70 / 83

CONTENIDO:

CLORINADOR + DETALLES Y  
ESPECIFICACIONES

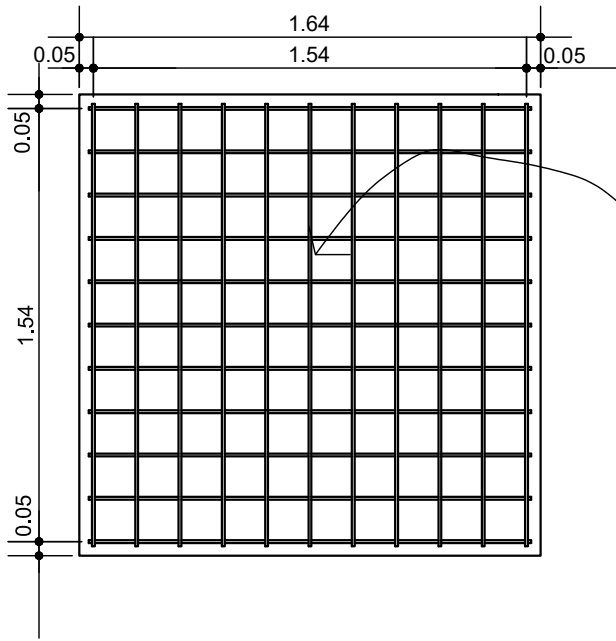
ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023





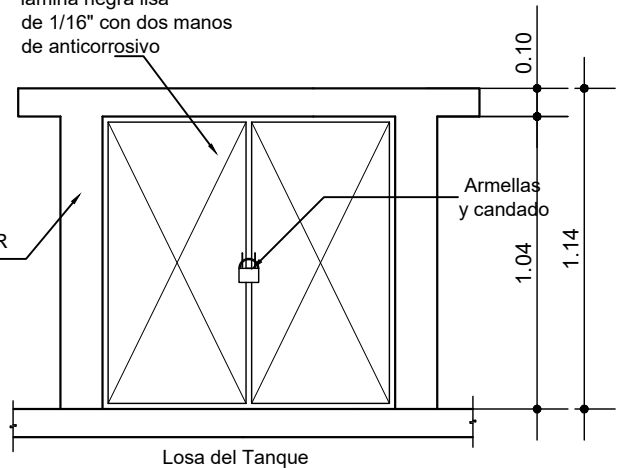
LOSA DE CAJA  
11 No. 3 @ 0.15 EN  
AMBOS SENTIDOS

**LOSA DE CAJA**  
ESCALA SIN ESCALA

Puerta de Metal  
lamina negra lisa  
de 1/16" con dos manos  
de anticorrosivo

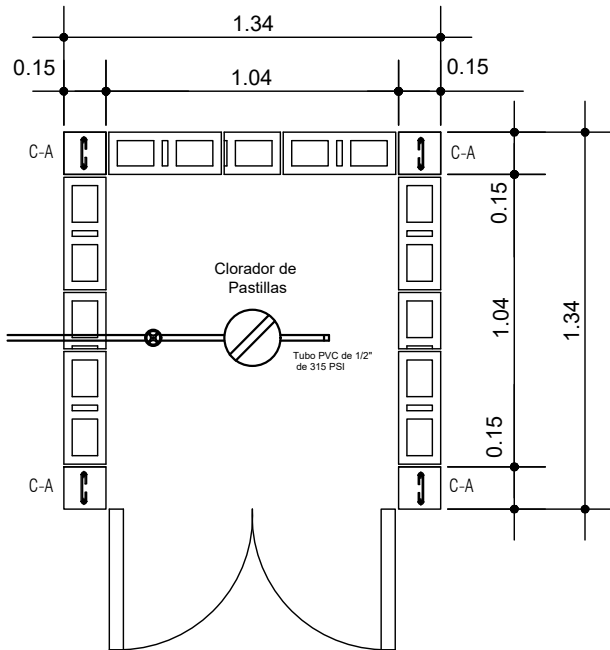
CAJA DE  
CLORADOR

Armellas  
y candado

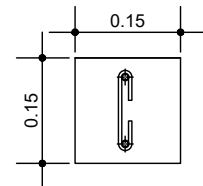


Losa del Tanque

**ELEVACION "A"**  
ESCALA SIN ESCALA



**PLANTA ACOTADA**  
ESCALA SIN ESCALA



2 No. 3 + ESL.  
No. 2 @ 0.20 m

**COLUMNA A**  
ESCALA SIN ESCALA



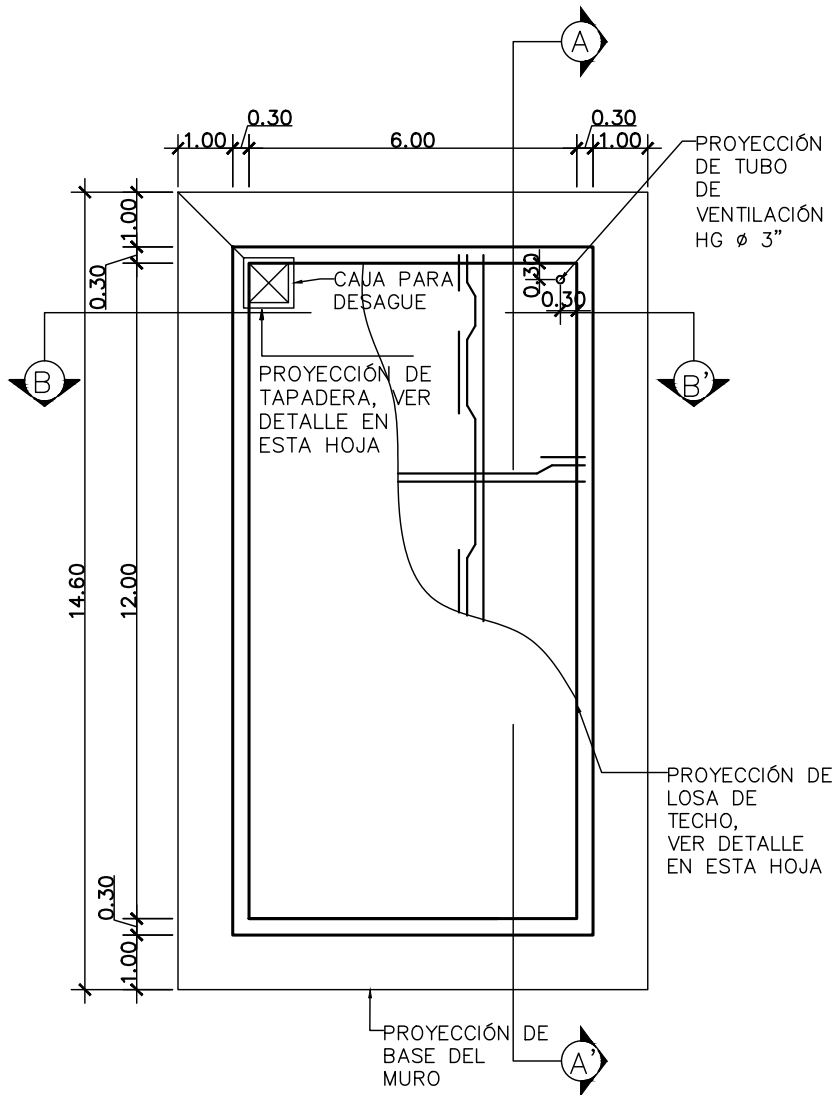
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

CLORINADOR + DETALLES Y  
ESPECIFICACIONES

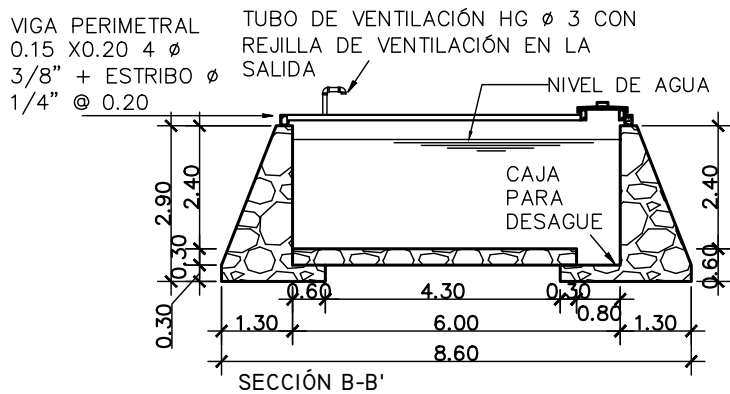
HOJA:

71 / 83



**PLANTA DE TANQUE**

ESC: 1/50



ESC: 1/50

HOJA:

72 / 83

CONTENIDO:

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 150M3  
+ DETALLES Y ESPECIFICACIONES

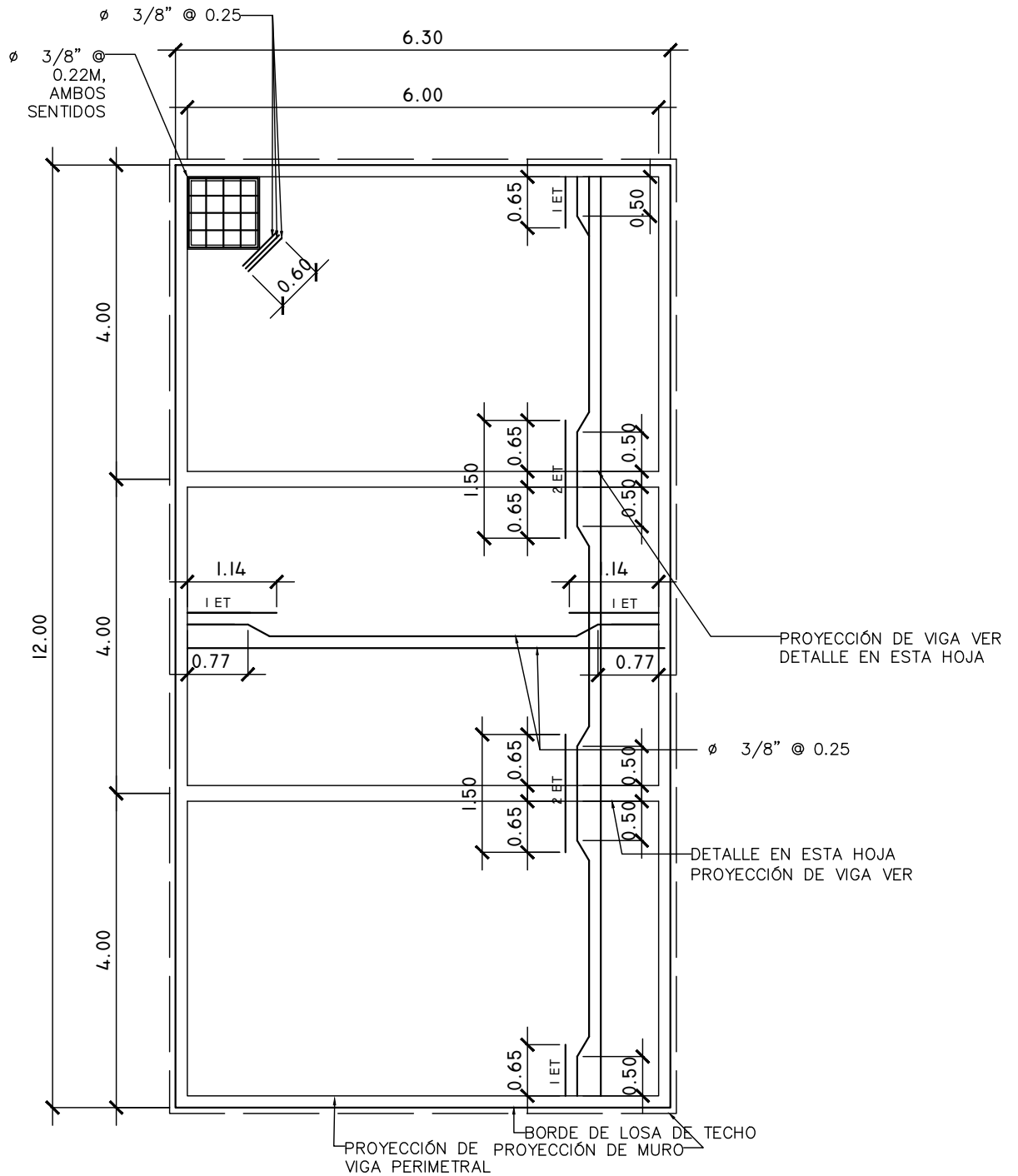
ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023





## PLANTA LOSA DE TECHO

ESC: 1/50



ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 JULIO 2,023

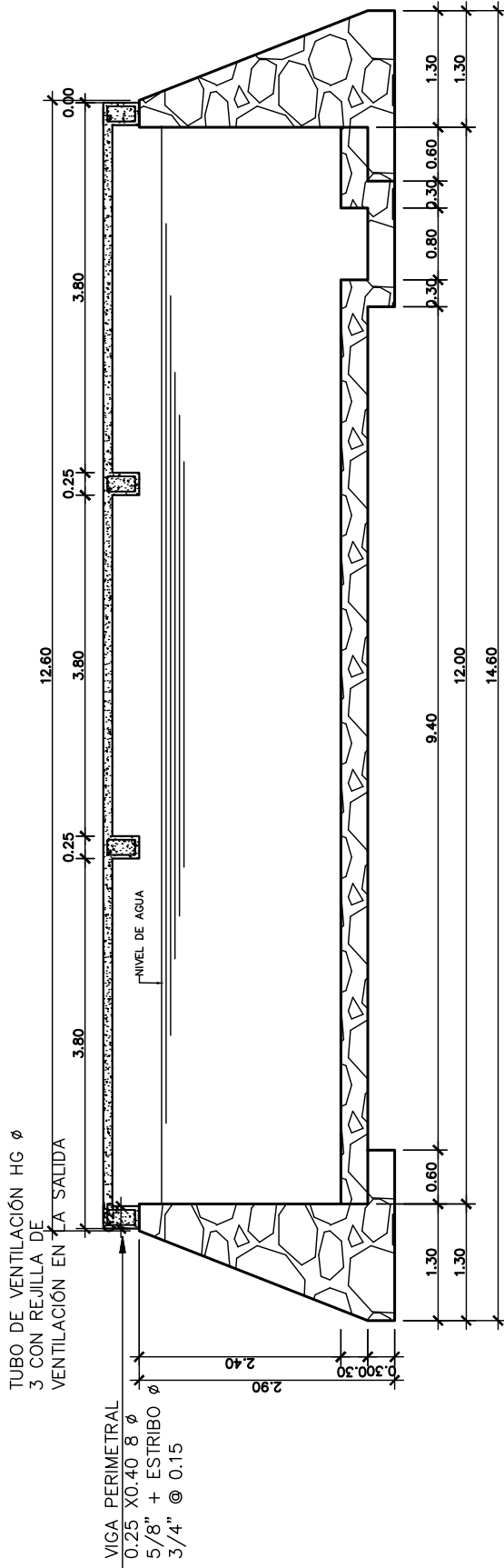
CONTENIDO:

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 150M3  
 + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

HOJA:

73 / 83





SECCIÓN A-A'

ESC: 1/50

HOJA:

74 / 83

CONTENIDO:

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 150M3  
+ DETALLES Y ESPECIFICACIONES

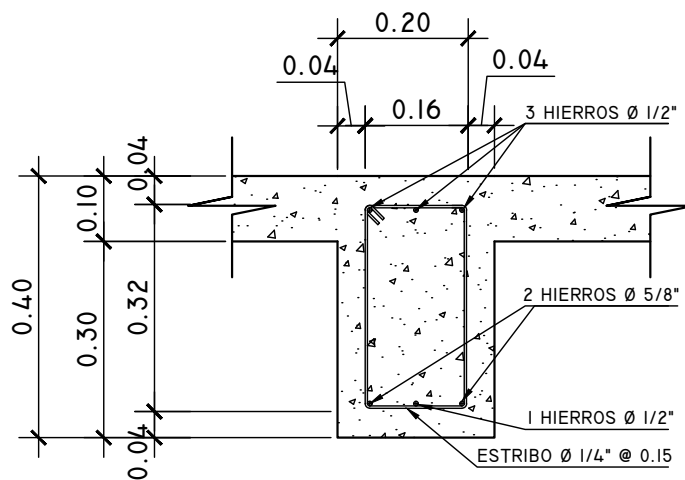
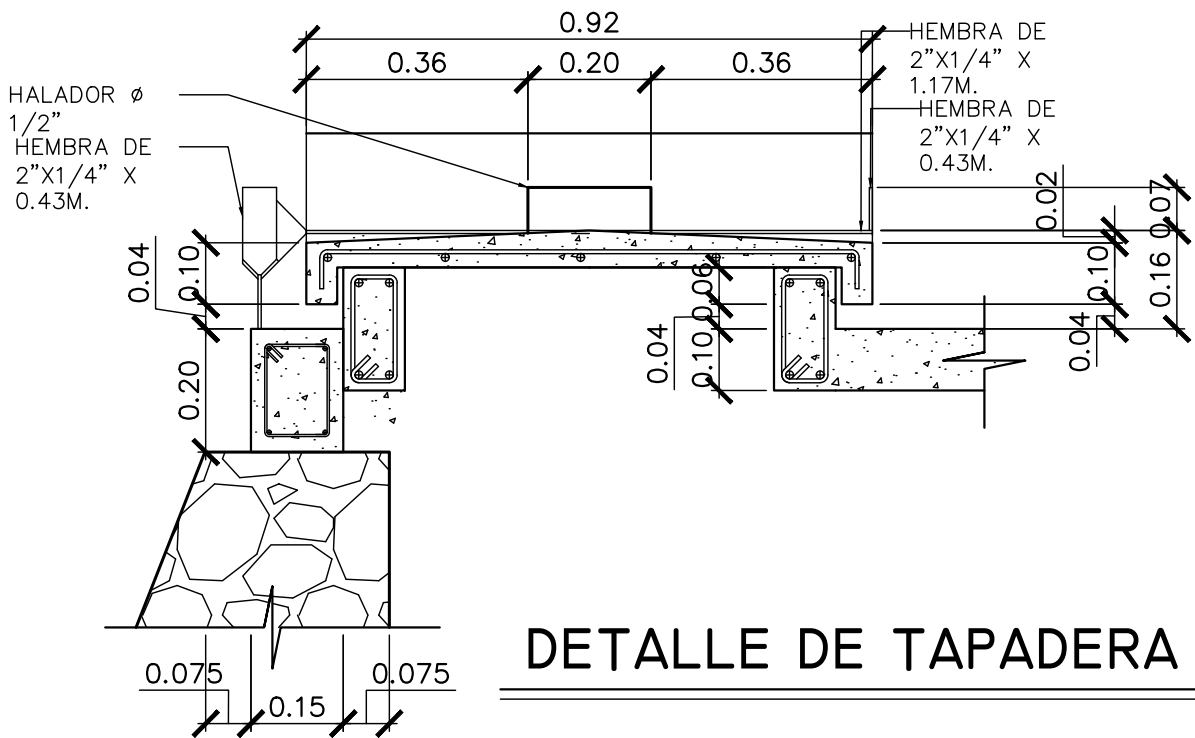
ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023





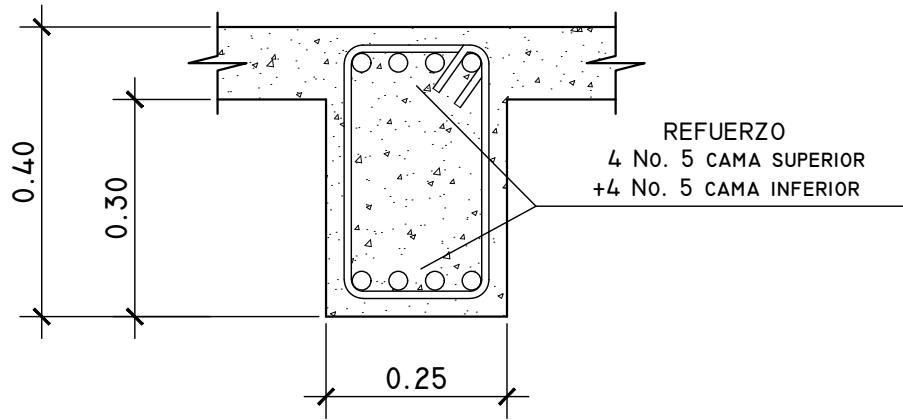
ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 JULIO 2,023

CONTENIDO:

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 150M3  
 + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

HOJA:

75 / 83



## DETALLE DE VIGA

# NOTAS GENERALES

## MATERIALES

1. CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE 210 KG/CM<sup>2</sup> (3000LB/PLG<sup>2</sup>) A LOS 28 DÍAS.
2. ACERO DE REFUERZO SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE  $F_y = 2810$  KG/CM<sup>2</sup> (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACIÓN ASTM A615).
3. VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
4. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS HACIA LOS LADOS.
5. LOS RECUBRIMIENTOS SERÁN DE 3CM. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRÁ ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
6. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO.
7. LA LOSA DEL TECHO DEBERÁ TENER UNA PENDIENTE DE 1%.
8. LOS MUROS DE PIEDRA DEBERÁN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCIÓN (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
9. LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERÁN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
10. LOS MUROS DEL TANQUE SERÁN DE MAMPOSTERÍA: 67% PIEDRA BOLA Y 33% SABIETA- CEMENTO-ARENA 1:"
11. EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERÁ DE 0.03M.

HOJA:

76 / 83

CONTENIDO:

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 150M<sup>3</sup>  
 + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

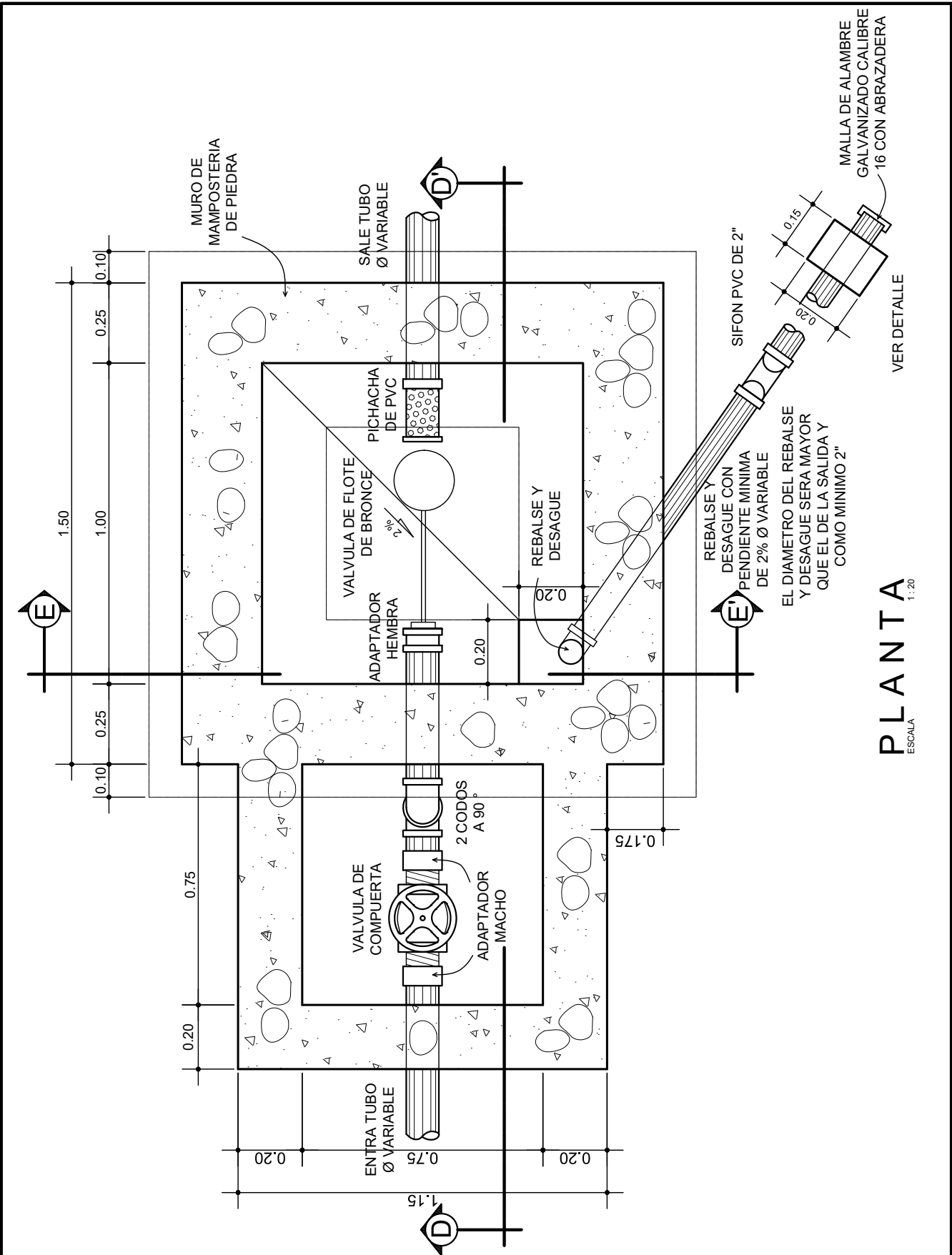
ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023





REBALSE Y DESAGUE CON PENDIENTE MINIMA DE 2% Ø VARIABLE  
 EL DIAMETRO DEL REBALSE Y DESAGUE SERA MAYOR QUE EL DE LA SALIDA Y COMO MINIMO 2"

MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 16 CON ABRAZADERA

# PLANTA

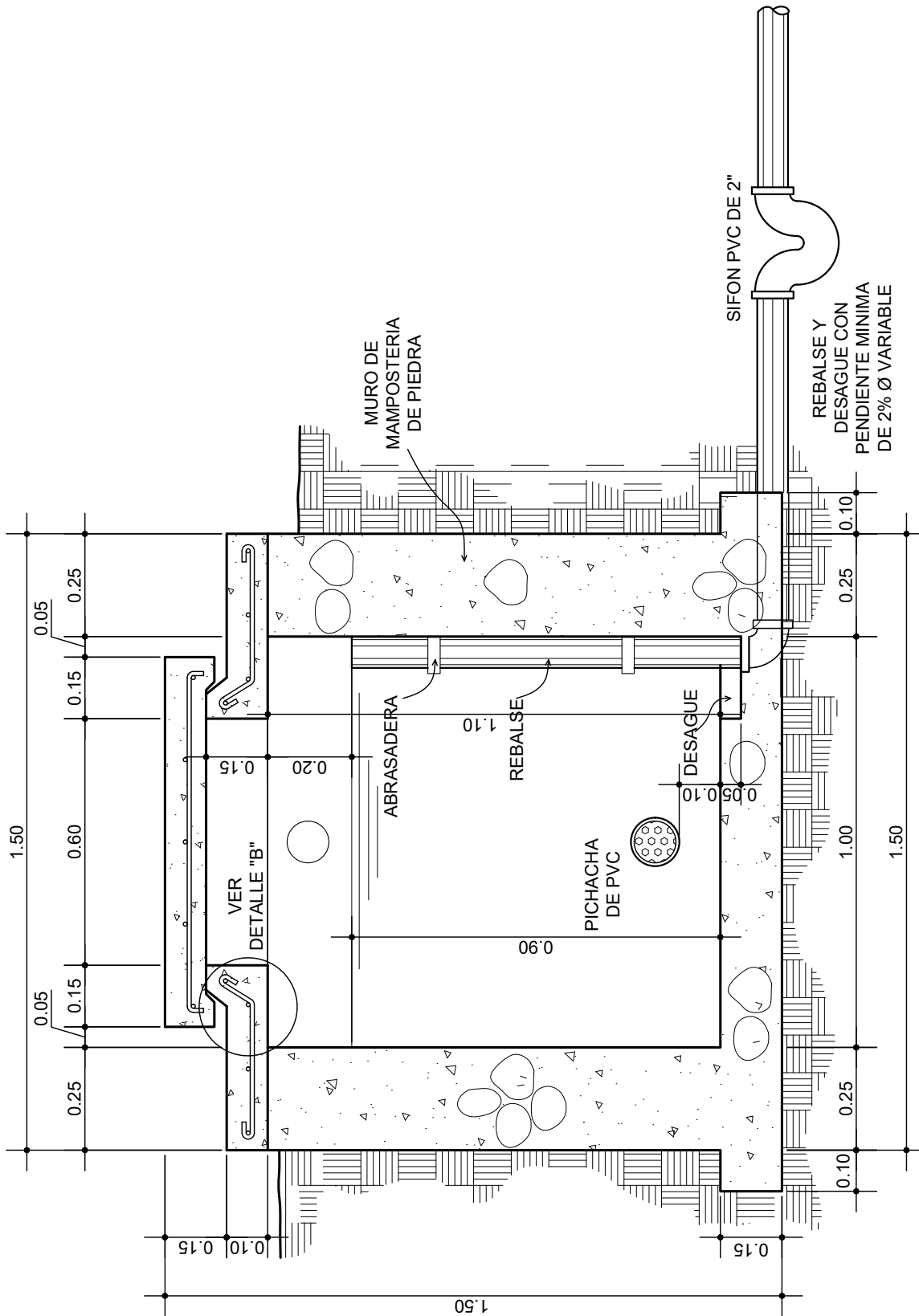
ESCALA 1:20



ESCALA: INDICADA  
 FECHA: JULIO 2,023

CONTENIDO:  
 CAJA ROMPRESIÓN DE 1.00 M3 +  
 DETALLES Y ESPECIFICACIONES

HOJA:  
 77 / 83



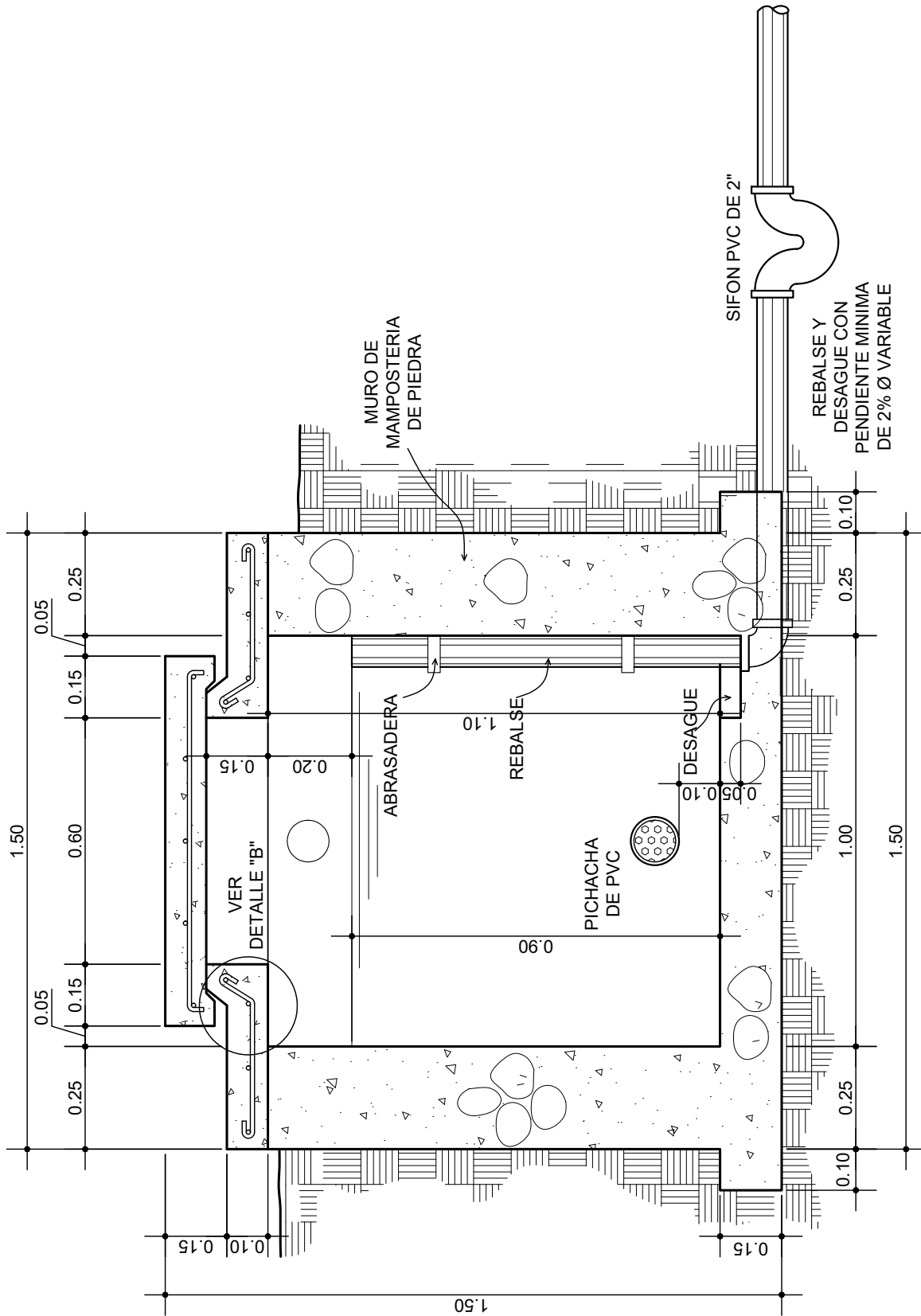
**SECCION E-E'**  
ESCALA 1:20

HOJA:  
**78 / 83**

CONTENIDO:  
**CAJA ROMPEPRESIÓN DE 1.00 M3 +  
DETALLES Y ESPECIFICACIONES**

ESCALA:  
**INDICADA**  
FECHA:  
**JULIO 2,023**





SECCION E-E'

1:20

ESCALA



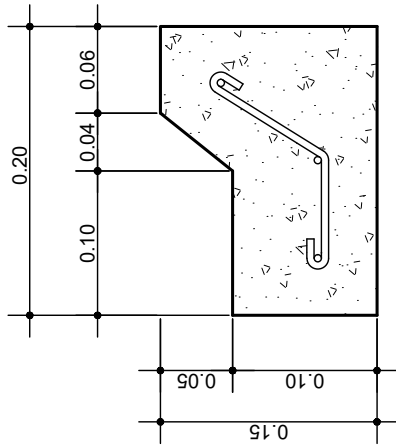
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

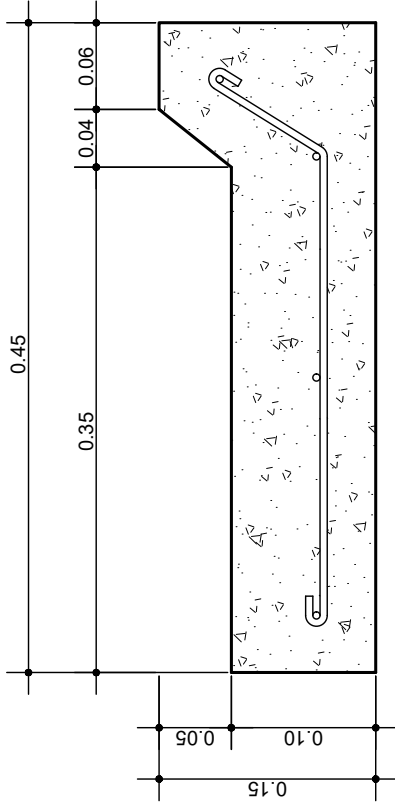
CAJA ROMPEPRESIÓN DE 1.00 M3 +  
DETALLES Y ESPECIFICACIONES

HOJA:

79 / 83



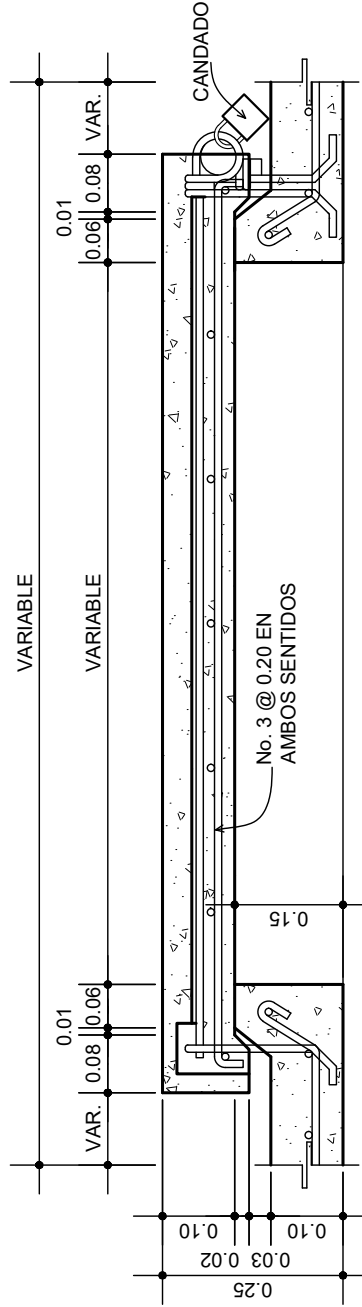
3 No. 3 + Esl.  
No. 3 @ 0.20



4 No. 3 + Esl.  
No. 3 @ 0.20

**DETALLE A**  
ESCALA 1:5

**DETALLE B**  
ESCALA 1:5



**DETALLE DE TAPADERA**  
ESCALA 1:10

HOJA:

80 / 83

CONTENIDO:

CAJA ROMPEPRESIÓN DE 1.00 M3 +  
DETALLES Y ESPECIFICACIONES

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023





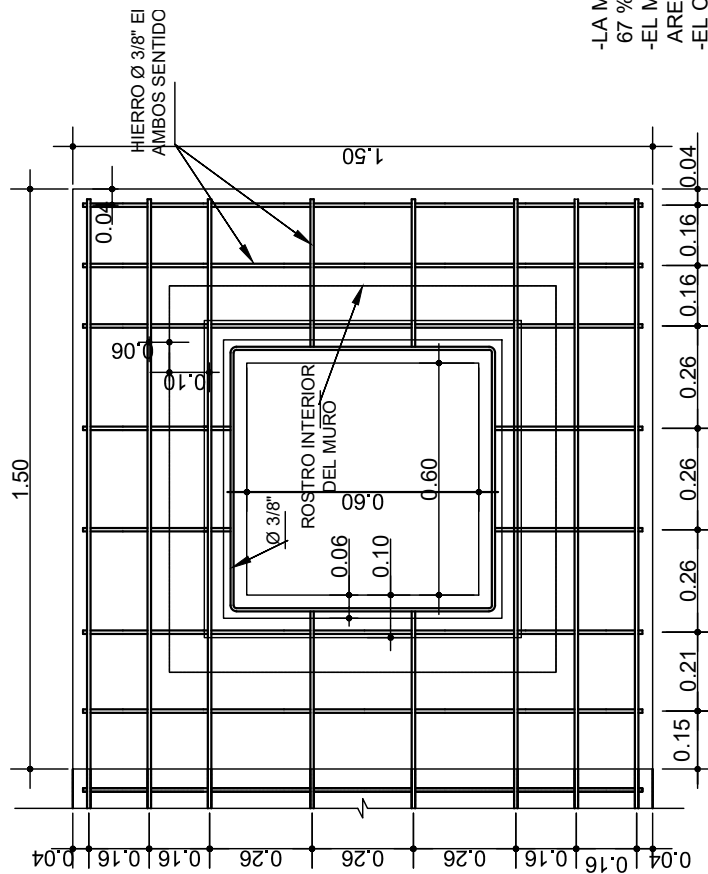
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2,023

CONTENIDO:

CAJA ROMPEPRESIÓN DE 1.00 M3 +  
DETALLES Y ESPECIFICACIONES

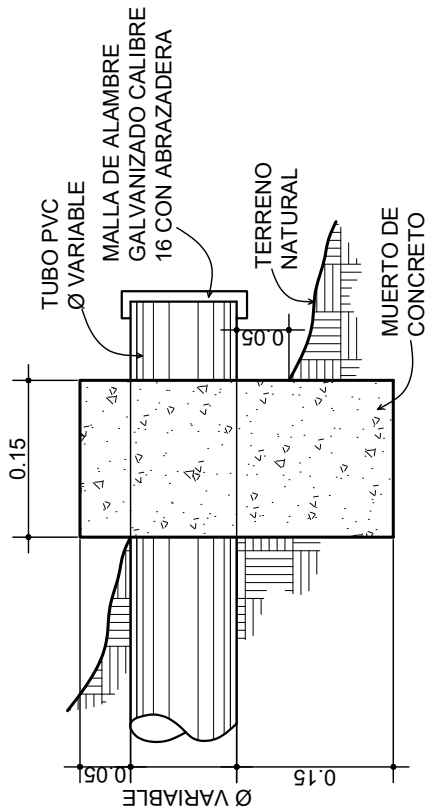
HOJA:

81 / 83



## DETALLE DE LOSA

ESCALA: SIN ESCALA



## DETALLE DE REBALSE Y DESAGUE

ESCALA: SIN ESCALA

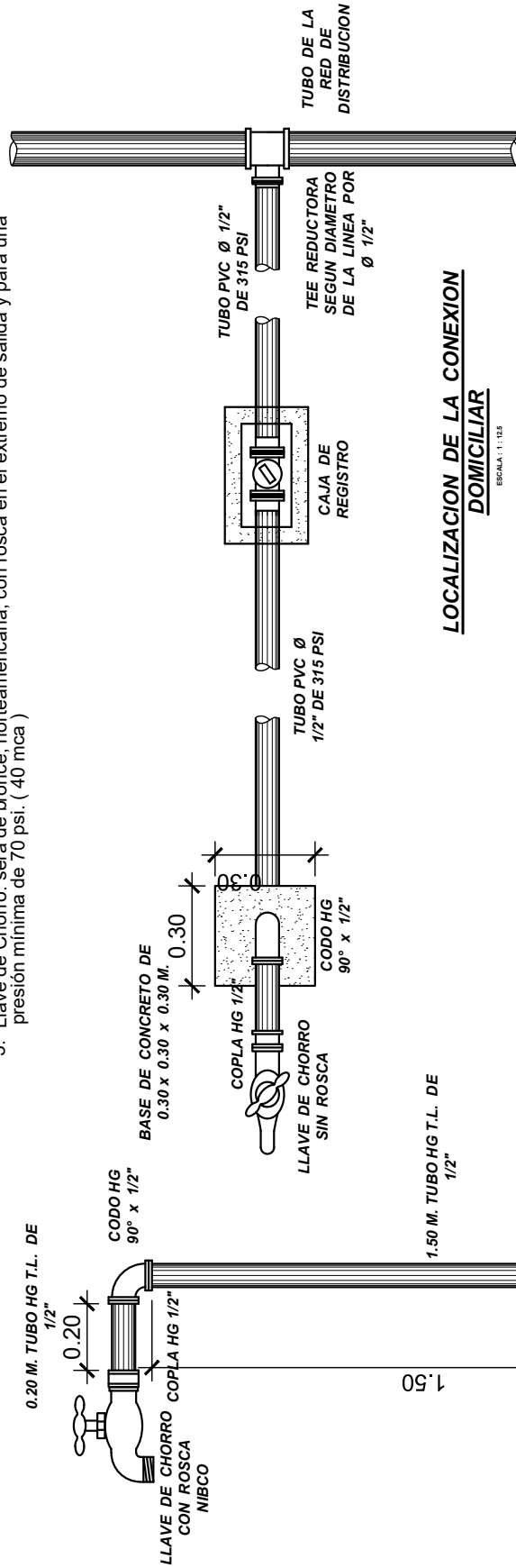
## ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA: 33 % MORTERO Y 67 % PIEDRA BOLA.
- EL MORTERO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2 EN VOLUMEN DE CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2:3 EN VOLUMEN DE CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN. F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- SE REPELLARA EN EL EXTERIOR CON SABIETA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA DE RIO CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CM.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA 1%
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- EL HIERRO A UTILIZAR SERA LEGITIMO GRADO 40.
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
- LA CRP ESTA DISEÑADA PARA TRABAJAR ENTERRADA O SEMI-ENTERRADA.
- LA VALVULA SERA DE BRONCE NORTEAMERICANA ADAPTADA A ACCESORIOS PVC.



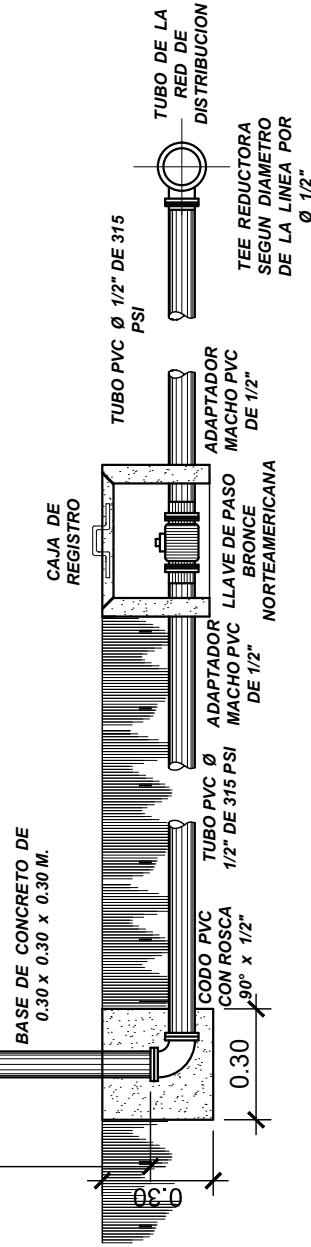
# ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. Tubería y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC) deberá cumplir con todo lo especificado para esta clase de tubería, deberán tener una presión mínima de trabajo de 315 libras/pulg.<sup>2</sup>.
2. Llave de Paso: deberá ser de bronce, para una presión de trabajo de 315 libras/pulg.<sup>2</sup>, el tipo de unión con la tubería será con rosca hembra, teniendo en el cuerpo impreso la marca de fábrica.
3. Llave de Chorro: será de bronce, norteamericana, con rosca en el extremo de salida y para una presión mínima de 70 psi. ( 40 mca )



## LOCALIZACION DE LA CONEXION DOMICILIAR

ESCALA: 1:12.5



## CONEXION DOMICILIAR STANDAR

ESCALA: 1:12.5

HOJA:

82 / 83

CONTENIDO:

CONEXIÓN DOMICILIAR + DETALLES Y ESPECIFICACIONES

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JULIO 2,023





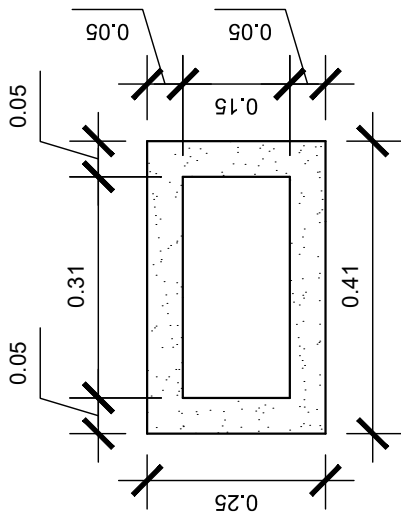
ESCALA: INDICADA  
 FECHA: JULIO 2,023

CONTENIDO:

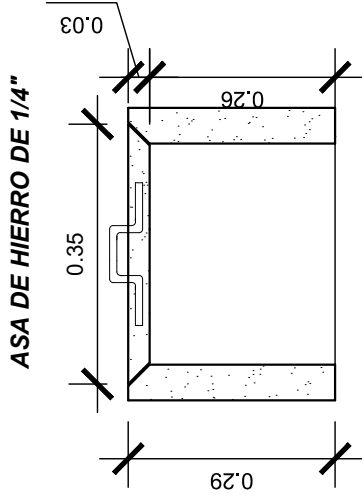
CONEXIÓN DOMICILIAR + DETALLES Y  
 ESPECIFICACIONES

HOJA:

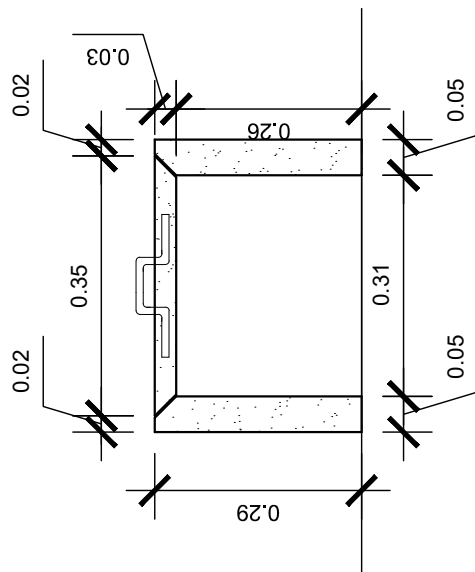
83 / 83



PLANTA DE CAJA  
 DE REGISTRO



PERFIL DE CAJA  
 DE REGISTRO



DETALLE DE TAPADERA  
 Y ASA

ESCALA : SIN ESCALA

LISTA DE MATERIALES	
DESCRIPCION	CANTIDAD
TEE REDUCTORA PVC Ø DE LINEA Ø 1/2"	1 UNIDAD
ADAPTADOR MACHO PVC DE Ø 1/2"	2 UNIDADES
VALVULA DE PASO Ø 1/2"	1 UNIDAD
CODO A 90° HG Ø 1/2"	1 UNIDAD
COPLA HG Ø 1/2"	1 UNIDAD
LLAVE DE GRIFO DE Ø 1/2" CON ROSCA	1 UNIDAD
TUBERIA HG Ø 1/2" T.L.	2.00 M.
TUBERIA PVC Ø 1/2" 315 PSI	SEGUN TOPOGRAFIA
CODO PVC CON ROSCA Ø 1/2"	1 UNIDAD

**ANEXO I**

Resultados de estudio de calidad de agua

**ENTREGA DE RESULTADOS**

<b>CODIGO DE LA MUESTRA</b>	<b>LOT-004-22</b>	<b>REGISTRO DE PRODUCTO</b>	<b>29001-006-22</b>
<b>PRODUCTO</b>	Agua Potable COGUANOR 29001 Mínimo	<b>RECIPIENTE</b>	Galón PP BD
<b>MUESTRA</b>	ID: Caja reunidora de caudales	<b>FECHA TOMA</b>	01/12/2022, 09:00
<b>CONDICION</b>	Adecuada en cadena de frío	<b>FECHA INGRESO</b>	01/12/2022, 12:00
<b>TOMADA POR</b>	Personal ajeno al laboratorio	<b>REMITENTE</b>	Brandon López
<b>DIRECCION</b>	Aldea Recuerdo a Barrios, San Carlos Sija, Quetzaltenango. Latitud 15°00'6.32"N Longitud 91°34'6.10"O		
<b>PROYECTO</b>	PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAVALVÉ, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN.		

						COGUANOR NTG 29001	
CODIGO	PARAMETRO	Método Ref. (Rango)	RESULTADO	UN.	LMA	LMP	
<b>1. PROPIEDADES FISICAS Y AGREGADOS</b>							
FYA1	Color aparente	SM 2120 (3-200)	12	UC	5	35	
FYA2	Turbidez	SM 2130 (0-1000)	0	NTU	5	15	
FYA3	Olor	SM 2150	N.R.		N.R.	N.R.	
FYA5	Temperatura Insitu		---	°C			
FYA8	Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	SM 2340-C (0-25,000)	40	mg/L	100	500	
FYA9	Conductividad / Salinidad	SM 2510 (0.00-19.99)	140.7	μS/cm	750	1500	
FYA12	Solidos Disueltos Totales	SM 2540-C (0-50,000)	91.53	mg/L	500	1000	
<b>2. METALES</b>							
MTL7	Calcio	SM 3500-Ca-B (0-25,000)	14.4	mg/L	75	150	
MTL10	Hierro total	SM 3500-Fe (0.02-3.00)	---	mg/L	0.3	-	
MTL11	Magnesio	SM 3500-Mg-B	0.97	mg/L	50	100	
MTL12	Manganeso	SM 3500-Mn (0.1-20.0)	< 0.1	mg/L	0.1	0.4	
<b>3. INORGANICOS NO METALES</b>							
NMI2	Cianuro	SM 4500-CN (0.002-0.24)	0.004	mg/L	-	0.07	
NMI4	Cloro Residual libre	SM 4500-Cl-G (0.02-2.00)	< 0.02	mg/L	0.5	1	
NMI5	Cloruro	(0.1-25.0)	---	mg/L	100	250	
NMI6	Fluoruro	SM 4500-F-D (0.02-2.00)	0.8	mg/L	-	1.5	
NMI7	pH	SM 4500-H+ (0-14)	7.05	Log	7.0-7.5	6.5-8.5	
NMI9	Nitrato	SM 4500-NO <sub>3</sub> -E (0.3-30.0)	2.6	mg/L	-	50	
NMI10	Nitrito	SM 4500-NO <sub>2</sub> -B (0.002-0.300)	0.009	mg/L	-	3	
NMI16	Sulfato	SM 4500-SO <sub>4</sub> -2-E (2-70)	3	mg/L	100	250	
<b>4. MICROBIOLÓGICOS</b>							
MCB2	Coliformes Totales	SM 9222 B	40	UFC/100mL	0	0	

**DICTAMEN DE ANÁLISIS**

**Identificación de la Muestra**

Muestra No:	LOT-004-22
Registro No:	29001-006-22

De acuerdo únicamente a los parámetros analizados, se concluye que la muestra recibida y analizada en el laboratorio **NO satisface los criterios de calidad de la norma COGUANOR NTG 29 001**, Agua para consumo humano (Agua Potable).

Por la siguiente razón: Coliformes totales

**Analizada de acuerdo a los siguientes criterios:**

- Métodos de Referencia: APHA-AWWA-WEF: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19,20,21,22 ediciones. Detalle de cada método indicado.

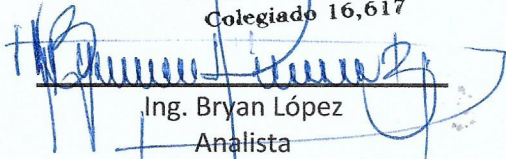
**Información adicional:**

- Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte de Laboratorio de Calidad de Agua de Centro Universitario de Occidente.
- Este informe pertenece única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

**Nomenclatura utilizada:**

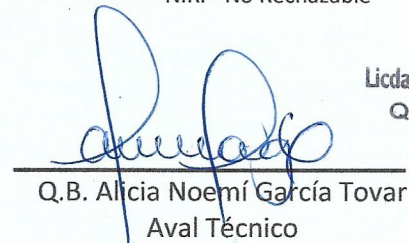
LMA - Límite Máximo Aceptable  
LMP - Límite Máximo Permissible  
--- - Análisis no realizado  
N.R.- No Rechazable

Bryan Enrique López Pérez  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado 16,617

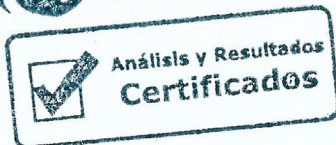
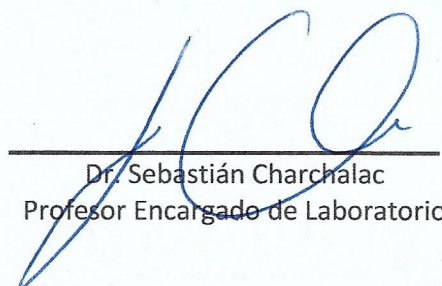


Ing. Bryan López  
Analista

Licda. Alicia Noemí García Tovar  
QUIMICA BIÓLOGA  
COLEGIADA 4846



Q.B. Alicia Noemí García Tovar  
Aval Técnico

Dr. Sebastián Charchalac  
Profesor Encargado de Laboratorio

SEBASTIAN IGNACIO CHARCHALAC OCHOA  
Ingeniero Civil  
M.Sc. Ingeniería Ambientes Construidos  
Ph.D. Ingeniería Ambiental  
Col. 9358



**ANEXO II**

Resultados de estudio de suelos

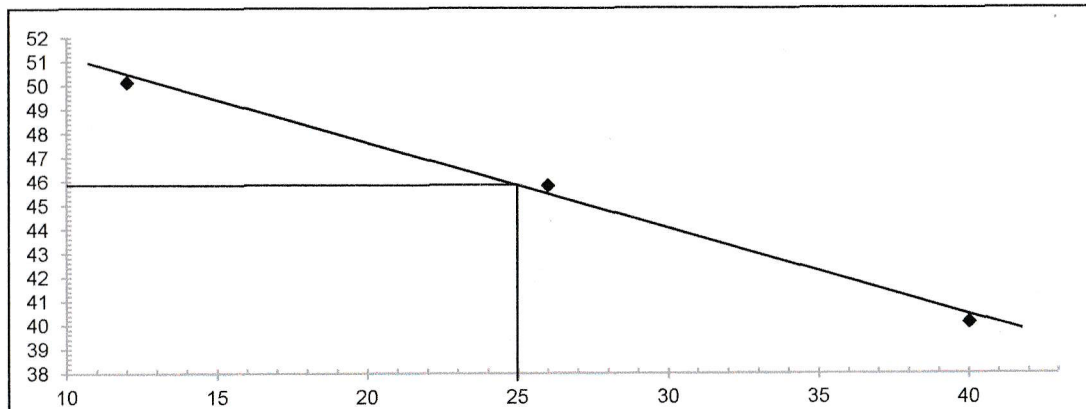
# SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 ZONA 4, LA ESPERANZA. QUETZALTENANGO  
TELÉFONOS: 5918-1682, 7772-0021, 7772-0817, infoelpilar@yahoo.com

No. DE LABORATORIO: EEU E1 2021  
 PROYECTO: PLANIFICACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVE, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN  
 SOLICITADO POR: BRANDON LÓPEZ TEZO  
 PROCEDENCIA DEL MATERIAL: DEL PROYECTO POZO 1 MUESTRA 1  
 FECHA: 27/03/2023

## INFORME DE ESTUDIO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG

TAMIZ	P.B.R.	TARA	P.N.R	% RET	% PASA	T.P.
3"						
2 1/2"						
2"						
1 1/2"						
1"						
3/4"						
3/8"						
No. 4	183.70	183.70	0.00	0.00	100.00	
No. 10	184.20	183.70	0.50	0.09	99.91	
No. 40	215.6	183.70	31.90	5.80	94.20	
No. 100	302.2	183.70	118.5	21.53	78.47	
No. 200	335.0	183.70	151.3	27.49	72.51	



P.B. 734.10  
 TARA 183.70  
 P.N. 550.40

### OBSERVACIONES

ARCILLA CAFÉ

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
TARRO	1	2	3	TARRO	1	2	3	L.L.	45.80
PBH	33.35	31.29	31.16	PBH	23.09		22.45	L.P.	29.15
PBS	26.98	26.00	26.23	PBS	21.07		20.55	I.P.	16.65
TARA	14.28	14.46	13.95	TARA	14.13		14.04	I.G.	---
DIF.	6.37	5.29	4.93	DIF.	2.02		1.90	Humedad Natural	32.13
PNS	12.70	11.54	12.28	PNS	6.94		6.51		
% Humedad	50.16	45.84	40.15	% Humedad	29.11		29.19	Clasificación	
No. Golpes	12	26	40	% PROM.		29.15		CL	

ING. JOSÉ ENRIQUE BARRIOS MONTES  
 GERENTE GENERAL  
 SERVICIOS DE INGENIERÍA EL PILAR



Ing. José Enrique Barrios Montes  
 GERENTE GENERAL  
 SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR  
 COL. 4,400 ACI 01132195

# SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 ZONA 4, LA ESPERANZA. QUETZALTENANGO  
TELÉFONOS: 5918-1682, 7772-0021, 7772-0817, infoelpilar@yahoo.com

No. DE LABORATORIO: EEU E1 2021  
PROYECTO: PLANIFICACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE ALDEA TACAJALVE, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPAN  
SOLICITADO POR: BRANDON LÓPEZ TEZO  
PROCEDENCIA DEL MATERIAL: DEL PROYECTO POZO 1 MUESTRA 1

## INFORME DE ESTUDIO DE CORTE DIRECTO NO DRENADO NO CONSOLIDADO

FECHA	PERFORACIÓN No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA (Kg/m <sup>3</sup> )	COHESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
27/03/2023	1	1	3.00	32.13	1,761.00	0.62	18.43°

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

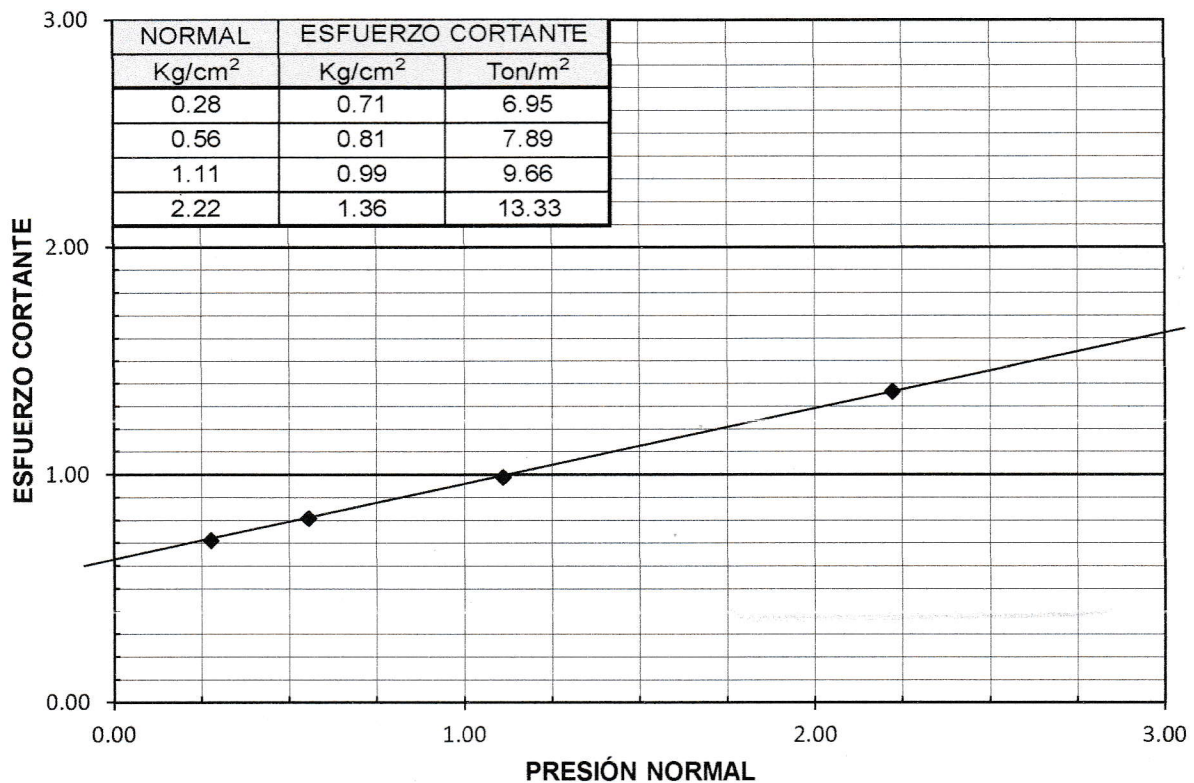
ARCILLA CAFÉ

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

66.41 TON/M<sup>2</sup>

CAPACIDAD DE CARGA PERMISIBLE

22.14 TON/M<sup>2</sup> CIMIENTO CUADRADO  
17.61 TON/M<sup>2</sup> CIMIENTO CONTINUO



Df = 1.0  
B = 1.0  
F.S = 3

  
ING. JOSÉ ENRIQUE BARRIOS MONTES  
GERENTE GENERAL  
SERVICIOS DE INGENIERÍA EL PILAR



Ing. José Enrique Barrios Montes  
GERENTE GENERAL  
SERVICIOS DE INGENIERÍA EL PILAR  
COL. 4,400 ACI 01132195