

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



**TRABAJO DE GRADO:**

“REVISIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ACTUAL, MEJORA Y AMPLIACIÓN PARA LA ZONA URBANA DEL  
MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE”

**PRESENTADO POR:**

HUEZO MARTÍNEZ, VÍCTOR MANUEL  
MARTÍNEZ GAITÁN, DAVID SMIT

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

INGENIERO CIVIL

**DOCENTE DIRECTOR:**

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

**CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, SEPTIEMBRE DE 2015**

**SAN MIGUEL**

**EL SALVADOR**

**CENTRO AMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
AUTORIDADES**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO  
RECTOR**

**MS.D ANA MARIA GLOWER DE ALVARADO  
VICE-RECTORA ACADEMICA**

**DRA. ANA LETICIA ZAVALETA DE AMAYA  
SECRETARIA GENERAL**

**LIC. FRANCISCO CRUZ LETONA  
FISCAL GENERAL**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
AUTORIDADES**

**LIC. CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ  
DECANO**

**LIC. CARLOS ALEXANDER DIAZ  
VICE-DECANO**

**LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNANDEZ  
SECRETARIO**

## **Departamento de Ingeniería y Arquitectura**

Jefe del departamento de Ingeniería y Arquitectura:

Ing. Juan Antonio Granillo Coreas

Coordinador general de procesos de graduación:

Ing. Milagro de María Romero

Coordinador de la carrera de ingeniería:

Ing. Guillermo Moya Turcios

Docente director:

Ing. David Arnoldo Chávez Saravia

**Trabajo de graduación aprobado por:**

Docente director

---

Ing. David Arnoldo Chávez Saravia

Coordinador general de procesos de graduación

---

Ing. Milagro de María Romero

## **Agradecimientos**

A Dios Todopoderoso, quien nos dio la salud y nos proveyó cada uno de los días de este recorrido; te damos las gracias por darnos la fuerza y sabiduría para salir adelante y terminar con éxito éste trabajo de graduación.

A Nuestros Asesores: Ing. David Arnoldo Chávez Saravia, Ing. Luis Clayton Martínez, Ing. Guillermo Moya Turcios, por su entera disposición a ayudarnos, guiarnos y corregirnos con sus conocimientos, experiencia y la guía continua hicieron que realizáramos una excelente labor.

A la Alcaldía Municipal de Chapeltique, al señor alcalde Arq. Carlos Ernesto Méndez Luna y en especial a la Arq. Clivia Álvarez por brindarnos su apoyo y proveernos la información necesaria para la realización de cada uno de los diseños presentados.

A Nuestros Familiares, por ser quienes nos acompañan a diario en cada una de las metas trazadas e indudablemente en este caso no fueron la excepción, siempre estuvieron con nosotros acompañándonos y ayudándonos en la realización de este trabajo, brindándonos el apoyo moral y económico necesario para sacar a flote este proyecto.

A Nuestros Amigos, por haber compartido con nosotros toda nuestra formación universitaria y haber constituido durante todo ese tiempo un apoyo fundamental cuando más los necesitamos.

## **Dedicatoria**

A Dios todo poderoso, por haberme dado la vida, por guiarme en el camino del bien y colmarme de bendiciones durante toda mi vida. ¡Gracias Señor por haberme hecho culminar uno de mis objetivos, ser un profesional!

A mis padres, Adán y Ana, por haber sido el soporte que me guio para ser una persona con valores y actitudes firmes. Especialmente a mi mama Ana que con su esfuerzo y sacrificio logro sacarme adelante en mi formación académica. ¡Gracias mamá, aquí está tu hijo, todo un ingeniero!

A mis hermanas, Wendy, Roxana, por sus sabios consejos y por haberme acompañado en todo mi camino de formación académica; así como también apoyarme en los momentos más difíciles que se presentaron en mi vida, a mi hermano Darwin por brindarme sus experiencias de vida gracias mis queridos hermanos.

A mi madrina Vilma quien ha sido como mi segunda madre, dándome todo su apoyo durante gran parte de mi vida.

A resto de mi familia, mis abuelos, tías, tíos, primas y primos; porque han sido las personas que me han acompañado toda mi vida, en mis fracasos y éxitos.

A mi novia, Jackeline, porque con su amor y cariño me acompañó en la mayor parte de mi carrera universitaria, gracias por siempre darme esas palabras de aliento y siempre estar ahí cuando te necesité.

A mi compañero, Víctor porque siempre fuimos un grupo unido y nos apoyamos en todo para lograr nuestro objetivo.

A mis compañeros y amigos, por haberme acompañado en mi formación universitaria.

*“Cree, persevera, arriesga”*

*David Smit Martínez Gaitán*



## **Dedicatoria**

A Jehová Dios, por regalarme la vida, por ayudarme a ver lo que es realmente importante en la vida, por siempre protegerme y enseñarme como llevar una vida de bien, por darnos una esperanza de vida, gracias a eso me has dado la alegría de poder terminar mis estudios universitarios y llenarme de muchas bendiciones. Sé que nunca me dejarás solo y estarás conmigo en lo que viene. ¡Gracias Jehová por ayudarme a culminar mi carrera y ser un profesional!

A mis padres, Eva del Carmen y Víctor Huezo, por haberme educado desde pequeño con disciplina y valores morales, sin olvidar el esfuerzo que hicieron por darme lo necesario para culminar mi carrera, por apoyarme siempre en mis decisiones y ser tan comprensivos, solo resta decirles: ¡Gracias mamá y papá lo logramos!

A mis hermanas, Gabriela y Eva, por haberme apoyado en mi camino para mi formación académica.

A mis abuelos, porque fueron las personas que ayudaron en mi educación desde pequeño.

A mi novia, Cindy, porque siempre me da las fuerzas necesarias para seguir con paso firme en mis decisiones, porque con su amor me mantuvo siempre con la vista fija en mi objetivo académico, gracias porque sé que siempre estarás conmigo en lo que será el futuro venidero. ¡Qué Jehová te bendiga!

A mi compañero, Smit por el apoyo brindado a lo largo de nuestro proceso de graduación.

A mis compañeros y amigos, por haberme acompañado en mi formación universitaria.

*“El éxito depende del esfuerzo”*

***Víctor Manuel Huevo Martínez***

## Índice General

Introducción.....	xi
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes del problema.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Enunciado del problema de investigación.....	6
1.4. Justificación del tema.....	7
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1. Objetivo General.....	8
1.5.2. Objetivos Específicos.....	8
1.6. Límites.....	9
1.6.1. Límite de área de estudio.....	9
1.6.2. Límite bibliográfico.....	9
1.6.3. Límite temporal.....	10
1.6.4. Límite económico.....	10
1.6.5. Límites de la propuesta.....	10
1.7. Alcances.....	11

1.8. Tipo de Investigación.....	12
1.9. Descripción del esquema metodológico.....	15
<b>CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>18</b>
2.1. Marco Histórico.....	18
2.2. Marco Teórico.....	20
2.3. Marco Normativo.....	26
<b>CAPITULO III: DIAGNOSTICO.....</b>	<b>30</b>
3.1 Definición del sector de estudio.....	30
3.1.1 Marco socio-económico.....	30
3.1.1.1 Desarrollo Urbano.....	30
3.1.1.2 Servicios municipales privados.....	31
3.1.1.3 Aspectos Económicos.....	32
3.1.2 Marco físico-funcional.....	36
3.1.2.1. Ubicación geográfica. ....	36
3.1.2.2. Extensión territorial.....	37
3.1.2.3. Esquema de Ubicación Geográfica. ....	37

3.2 Datos característicos del municipio de Chapeltique .....	38
3.2.1. Calles y avenidas.....	42
3.2.2. División política-administrativa del municipio de Chapeltique.....	43
3.2.3. Agua potable.....	50
3.2.4. Caracterización ambiental. ....	51
<b>CAPITULO IV. ESTRUCTURACIÓN Y ANÁLISIS.....</b>	<b>59</b>
4.1. Descripción del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable... ..	59
4.2. Levantamiento del sistema de abastecimiento de agua existente.....	60
4.3. Estudios realizados a las fuentes de abastecimiento y en acometidas domiciliarias. .....	60
4.3.1 Análisis bacteriológico.....	61
4.3.2. Análisis físico-químico.....	64
4.3.3. Traza de metales.....	65
4.3.4. Plaguicidas.....	66
4.4. Número de habitantes que requiere el servicio de abastecimiento de agua potable. .....	68

4.5. Cálculo del caudal requerido.....	68
4.5.1. Demanda doméstica.....	71
4.5.2. Demanda escolar.....	71
4.5.3. Demanda de clínicas médicas.....	72
4.5.4. Demanda de clínicas dentales.....	73
4.5.5. Demanda de mercados.....	74
4.5.6. Demanda de locales comerciales.....	75
4.5.7. Demanda de restaurantes.....	76
4.5.8. Demanda de oficinas .....	77
4.5.9 Cálculo de caudal medio diario total.....	78
4.5.10 Cálculo de Caudal Máximo Diario ( $Q_{maxD}$ ) .....	78
4.5.11 Cálculo del Caudal Máximo Horario ( $Q_{max}$ horario) .....	79
4.5.12 Cálculo del Caudal Mínimo Horario ( $Q_{min}$ horario) .....	79
4.5.13 Cálculo del Caudal de Bombeo ( $Q_B$ ) .....	80
4.6 Análisis del sistema de abastecimiento actual.....	82
4.6.1 Funcionamiento y mantenimiento.....	84
4.6.2 Presión en los distintos sectores del casco urbano.....	85

<b>CAPITULO V: PROPUESTA.....</b>	<b>86</b>
5.1 Cálculo del caudal de diseño.....	86
5.1.1. Cálculo de población futura.....	86
5.1.2. Cálculo de demandas.....	90
5.1.2.1. Demanda doméstica.....	90
5.1.2.2. Demanda escolar.....	91
5.1.2.3. Demanda de clínicas médicas.....	92
5.1.2.4. Demanda de clínicas dentales.....	92
5.1.2.5. Demanda de mercados.....	93
5.1.2.6. Demanda de locales comerciales.....	94
5.1.2.7. Demanda de restaurantes.....	95
5.1.2.8. Demanda de oficinas .....	96
5.1.3. Caudal medio diario total.....	96
5.1.4. Cálculo de Caudal Máximo Diario ( $Q_{maxD}$ ).....	97
5.1.5. Cálculo del Caudal Máximo Horario ( $Q_{max}$ horario).....	97
5.1.6. Cálculo del Caudal Mínimo Horario ( $Q_{min}$ horario).....	97
5.1.7. Cálculo del Caudal de Bombeo ( $Q_B$ ).....	98

5.2 Propuestas de solución para el problema planteado.....	98
5.2.1. Propuesta N° 1.....	98
5.2.1.1. Diseño de la línea de impelencia tramo Tanque Pista-E.B.....	100
5.2.1.2. Diseño de pasos aéreos para línea de impelencia.....	110
5.2.1.3. Diseño de tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta”.....	120
5.2.1.4. Diseño de tanque de almacenamiento “La Pista”.....	124
5.2.1.5. Diseño de tanque “Gasolinera”.....	129
5.2.1.6. Cálculo de presiones de la red de distribución de agua potable utilizando software especializado (parte 1 de la red).....	134
5.2.1.7. Cálculo de presiones de la red de distribución de agua potable utilizando software especializado (parte 2 de la red).....	135
5.2.1.8. Presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona urbana de Chapeltique (propuesta 1).....	136
5.2.2. Propuesta N° 2.....	137
5.2.2.1. Diseño de la línea de impelencia tramo nacimiento-E.B.....	139
5.2.2.2. Diseño de la línea de impelencia tramo EB-Tanque Pie de la cuesta. .....	149
5.2.2.3. Diseño de pasos aéreos para línea de impelencia.....	159



5.2.2.4. Diseño de tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta completo”... 169	169
5.2.2.5. Diseño de tanque “estación de bombeo” .....	173
5.2.2.6. Cálculo de presiones de la red de distribución de agua potable utilizando software especializado.....	178
5.2.2.7. Presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona urbana de Chapeltique (propuesta 2).....	179
5.2.3. Propuesta 3.....	180
5.2.3.1. Diseño de la línea de impelencia tramo Tanque Pista-E.B.....	182
5.2.3.2. Diseño de la línea de impelencia tramo EB-Tanque Pie de la cuesta. ....	191
5.2.3.3. Diseño de pasos aéreos para línea de impelencia.....	202
5.2.2.4. Diseño de tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta completo”... 212	212
5.2.2.5. Diseño de tanque “estación de bombeo”.....	216
5.2.2.6. Diseño de tanque de almacenamiento “La pista”.....	221
5.2.2.7. Cálculo de presiones de la red de distribución de agua potable utilizando software especializado.....	226
5.2.2.8. Presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona urbana de Chapeltique (propuesta 3).....	227

5.4 Análisis económico de las propuestas plateadas.....	228
5.3 Manual de operación y mantenimiento.....	231
5.3.1. Objetivo.....	230
5.3.2. Definiciones.....	230
5.3.3. Alcance.....	231
5.3.4. Disposiciones generales.....	231
5.3.5. Herramientas y materiales.....	232
5.3.6. Operación.....	233
5.3.7. Mantenimiento.....	233
5.3.8. Tuberías.....	234
5.3.9. Frecuencia de mantenimiento.....	235
5.3.10. Válvulas y purgas.....	236
5.3.11. Disposiciones finales.....	238
5.4 Ordenanza municipal para la protección de las fuentes de agua.....	239
5.4.1 Las Ordenanzas.....	239
5.4.2 Importancia de la Ordenanza Municipal.....	239
5.4.3 Autoridad responsable de aplicar la Ordenanza.....	239

5.4.4 Elementos de una Ordenanza Municipal.....	240
5.4.5 Pasos para la elaboración de ordenanzas municipales.....	241
5.5 Creación de la ordenanza municipal el municipio de Chapeltique.....	244
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>264</b>
6.1. Conclusiones.....	264
6.2. Recomendaciones.....	266
Referencias bibliográficas.....	267
Anexos.....	269
Anexo 1: Formato para toma de muestras del agua.	
Anexo 2. Análisis de presión en los nodos parte 1.	
Anexo 3: Análisis de presión en los nodos parte 2.	
Anexo 4: Análisis de presión en los nodos (Propuesta 2)	
Anexo 5: Análisis de presiones en los nodos. Propuesta (3)	
Anexo 6. Caudal requerido de nacimientos ubicados en caserío “Tamera”	
Anexo 7. Memoria de cálculo de materiales, alternativa 1	
Anexo 8. Memoria de cálculo de materiales, alternativa 2	

Anexo 9. Memoria de cálculo de materiales, alternativa 3

Anexo 10. Memoria de cálculo de materiales, estación de bombeo

Anexo 11. Memoria de cálculo de materiales, caja recolectora de agua.

Anexo 12. Líneas de impelencia.

Anexo 13. Plano detallado del sistema existente de agua potable.

Anexo 14. Planos constructivos de propuesta 1

- a) Esquema del sistema de distribución de agua potable parte I.
- b) Esquema del sistema de distribución de agua potable parte II.
- c) Detalle de caja recolectora.
- d) Detalle de conexiones domiciliarias y cajas de válvulas.
- e) Detalle de paso aéreo tramo tanque “La Pista”-tanque “Gasolinera”.
- f) Detalle de paso aéreo tramo tanque Gasolinera-parte II.
- g) Detalle de tanque de almacenamiento “Gasolinera”
- h) Detalle de tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta”
- i) Detalle de tanque de almacenamiento “Pista”.

Anexo 15. Planos constructivos de propuesta 2

- a) Esquema del sistema de distribución de agua potable.

- b) Detalle de caja recolectora.
- c) Detalle de conexiones domiciliarias y cajas de válvulas.
- d) Detalle de paso aéreo tramo estación de bombeo-tanque “Pie de la Cuesta”.
- e) Detalle de paso aéreo tramo Tamera-estación de bombeo.
- f) Detalle de estación de bombeo.
- g) Detalle de tanque estación de bombeo.
- h) Detalle de tanque “Pie de la Cuesta”

#### Anexo 16. Planos constructivos de propuesta 3

- a) Esquema del sistema de distribución de agua potable.
- b) Detalle de caja recolectora.
- c) Detalle de conexiones domiciliarias y cajas de válvulas.
- d) Detalle de paso aéreo tramo estación de bombeo-tanque “Pie de la Cuesta”.
- e) Detalle de paso aéreo tramo tanque “La Pista”-estación de bombeo.
- f) Detalle de estación de bombeo.
- g) Detalle de tanque estación de bombeo.
- h) Detalle de tanque “Pie de la Cuesta”
- i) Detalle de tanque “La Pista”

## **Índice de tablas**

### **Capítulo 3**

Tabla 3.1. Negocios en el municipio.....	32
Tabla 3.2. Indicadores económicos del municipio de Chapeltique.....	33
Tabla 3.3. Ingresos y egresos totales de los últimos 5 años.....	40
Tabla 3.4. Cantones y caseríos del municipio de Chapeltique.....	45
Tabla 3.5. Inventario de las Juntas Administradoras y fuentes de agua de Chapeltique.....	52
Tabla 3.6. Relación de la oferta y demanda de las fuentes de los sistemas de agua de Chapeltique.....	53

### **Capítulo 4**

Tabla 4.1. Población actual de la zona urbana de Chapeltique.....	68
Tabla 4.2. Caudal producido por la fuente de agua superficial.....	69
Tabla 4.3. Caudal entrante al tanque de almacenamiento.....	70
Tabla 4.4. Dotaciones según la norma de ANDA.....	71
Tabla 4.5. Cuadro resumen de caudales de diseño.....	81

Tabla 4.6. Cuadro comparativo de aspectos positivos y negativos del sistema de abastecimiento actual de la ciudad de Chapeltique.....	82
---	----

## **Capítulo 5**

Tabla 5.1. Total de la población del municipio de Chapeltique para diferentes años.....	86
---	----

Tabla 5.2. Total de la población de escuelas del municipio de Chapeltique para diferentes años.....	88
---	----

Tabla 5.3. Dotaciones ocupadas para el diseño de la red de distribución según la norma técnica de ANDA.....	90
---	----

Tabla 5.4. Datos hidráulicos.....	102
-----------------------------------	-----

Tabla 5.5: Potencias efectivas requeridas.....	103
--	-----

Tabla 5.6: Potencia instalada.....	103
------------------------------------	-----

Tabla 5.7: Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV).....	103
--	-----

Tabla 5.8: Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).....	104
---	-----

Tabla 5.9: Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).....	104
---	-----

Tabla 5.10: Costo de la instalación del bombeo.. ..	105
---	-----

Tabla 5.11: costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.....	105
---	-----

Tabla 5.12: Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.....	107
Tabla 5.13: Costo de mano de obra utilizada.....	108
Tabla 5.14: Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra.....	109
Tabla 5.15: Costo de operación anual.....	109
Tabla 5.16: Valor actual o presente de la anualidad.....	109
Tabla 5.17: Inversión inicial de capital.....	110
Tabla 5.18. Costo de materiales para la propuesta 1.....	137
Tabla 5.19. Costo de mano de obra para la propuesta 1.....	137
Tabla 5.20. Costo total de la línea de impelencia para la propuesta 1.....	138
Tabla 5.21. Costo total para la propuesta1.....	138
Tabla 5.22: Datos hidráulicos.....	141
Tabla 5.23: Potencias efectivas requeridas.....	142
Tabla 5.24: Potencia instalada.....	142
Tabla 5.25: Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV).....	142
Tabla 5.26: Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).....	143
Tabla 5.27: Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).....	143



Tabla 5.28: Costo de la instalación del bombeo.....	144
Tabla 5.29: Costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.....	144
Tabla 5.30: Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.....	146
Tabla 5.31: Costo de mano de obra utilizada.....	147
Tabla 5.32: Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra.....	148
Tabla 5.33: Costo de operación anual.....	148
Tabla 5.34: Valor actual o presente de la anualidad.....	149
Tabla 5.35: Inversión inicial de capital.....	149
Tabla 5.36: Datos hidráulicos.....	151
Tabla 5.37: Potencias efectivas requeridas.....	152
Tabla 5.38: Potencia instalada.....	152
Tabla 5.39: Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV).....	152
Tabla 5.40: Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).....	153
Tabla 5.41: Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).....	153
Tabla 5.42: Costo de la instalación del bombeo.....	154
Tabla 5.43: Costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.....	154

Tabla 5.44: Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.....	156
Tabla 5.45: Costo de mano de obra utilizada.....	157
Tabla 5.46: Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra.....	157
Tabla 5.47: Costo de operación anual.....	158
Tabla 5.48: Valor actual o presente de la anualidad.....	158
Tabla 5.49: Inversión inicial de capital.....	159
Tabla 5.50. Costo de materiales para la propuesta 2.....	180
Tabla 5.51. Costo de mano de obra para la propuesta 2.....	180
Tabla 5.52. Costo total de la línea de impelencia para la propuesta 2.....	181
Tabla 5.53. Costo total para la propuesta 2.....	181
Tabla 5.54: Datos hidráulicos.....	184
Tabla 5.55: Potencias efectivas requeridas.....	185
Tabla 5.56: Potencia instalada.....	185
Tabla 5.57: Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV).....	185
Tabla 5.58: Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).....	186

Tabla 5.59: Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).....	186
Tabla 5.60: Costo de la instalación del bombeo.....	187
Tabla 5.61: Costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.....	187
Tabla 5.62: Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.....	189
Tabla 5.63: Costo de mano de obra utilizada.....	190
Tabla 5.64: Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra.....	190
Tabla 5.65: Costo de operación anual.....	191
Tabla 5.66: Valor actual o presente de la anualidad.....	191
Tabla 5.67: Inversión inicial de capital.....	191
Tabla 5.68: Datos hidráulicos.....	193
Tabla 5.69: Potencias efectivas requeridas.....	194
Tabla 5.70: Potencia instalada.....	194
Tabla 5.71: Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV).....	195
Tabla 5.72: Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).....	195
Tabla 5.73: Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).....	196

Tabla 5.74: Costo de la instalación del bombeo.....	196
Tabla 5.75: Costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.....	197
Tabla 5.76: Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.....	199
Tabla 5.77: Costo de mano de obra utilizada.....	199
Tabla 5.78: Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra.....	200
Tabla 5.79: Costo de operación anual.....	201
Tabla 5.80: Valor actual o presente de la anualidad.....	201
Tabla 5.81: Inversión inicial de capital.....	201
Tabla 5.82. Costo de materiales para la propuesta 3.....	223
Tabla 5.83. Costo de mano de obra para la propuesta 3.....	223
Tabla 5.84. Costo total de la línea de impelencia para la propuesta 3.....	224
Tabla 5.85. Costo total para la propuesta 3.....	224
Tabla 5.86. Cuadro resumen de costos para las 3 propuestas.....	224

## Índice de figuras

### Capítulo 1

Figura 1.1. Primera caja receptora de agua potable en el municipio de Chapeltique.....	3
Figura 1.2. Localización del área de estudio.....	9
Figura 1.3. Esquema metodológico.....	14

### Capítulo 2

Figura 2.1. Tanque de almacenamiento.....	20
Figura 2.2. Cloración.....	20
Figura 2.3 Bocatoma.....	23
Figura 2.4. Esquema de una Red de Distribución de agua potable.....	23

### Capítulo 3

Figura 3.1. Evolución de vivienda en el municipio.....	31
Figura 3.2. Ubicación geográfica.....	36
Figura 3.3. Esquema de ubicación geográfica.....	37
Figura 3.4. Pirámide poblacional de Chapeltique.....	44
Figura 3.5. Matrícula total del municipio de Chapeltique 2010-2014.....	48

Figura 3.6. Hidrología de Chapeltique.....51

Figura 3.7. Temperatura en El Salvador.....57

#### **Capítulo 4**

Figura 4.1. Diagrama de procesos análisis bacteriológico.....63

Figura 4.2. Diagrama de procesos análisis físico-químico.....64

Figura 4.3. Diagrama de procesos de traza de metales.....65

Figura 4.4. Diagrama de procesos análisis de plaguicidas.....67

Figura 4.5. Tanque de almacenamiento ubicado en el caserío “Pie de la Cuesta”.....83

Figura 4.6. El tanque presenta crecimiento bacteriano.....84

Figura 4.7. Tuberías de la red de distribución se encuentran a la intemperie.....84

#### **Capítulo 5**

Figura 5.1. Proyección de la población.....87

Figura 5.2. Proyección de la población estudiantil.....89

Figura 5.3. Esquema de solución para la propuesta 1.....100

Figura 5.4: Gráfica de inversión vs diámetro.....110

Figura 5.5. Parte 1 de la red de distribución.....	135
Figura 5.6. Parte 2 de la red de distribución.....	136
Figura 5.7. Esquema de solución para la propuesta 2.....	139
Figura 5.8: Gráfica de inversión vs diámetro.....	149
Figura 5.9: Gráfica de inversión vs diámetro.....	159
Figura 5.10. Red de distribución de agua potable de la zona urbana de Chapeltique.....	179
Figura 5.11. Esquema de solución para la propuesta 3.....	182
Figura 5.12: Gráfica de inversión vs diámetro.....	192
Figura 5.13: Gráfica de inversión vs diámetro.....	202
Figura 5.14. Red de distribución de agua potable de la zona urbana de Chapeltique.....	222
Figura 5.15. Esquemas generales de las propuestas.....	225
Figura 5.16. Inspección y reparación.....	245
Figura 5.17. Sello sanitario abajo la tapadera bien formado.....	250
Figura 5.18. Protección perimetral para las fuentes de agua y los tanques.....	250
Figura 5.19. Reparación del cerco perimetral.....	251

Figura 5.20. Zanja o muros de tierra.....	251
Figura 5.21. Protección de válvulas.....	252
Figura 5.22. Revisión de válvulas.....	252
Figura 5.23. Revisión de tuberías.....	253
Figura 5.24. Medición de caudal en los nacimientos.....	253
Figura 5.25. Tanque de distribución.....	254
Figura 5.26. Inspección y funcionamiento de válvulas y tuberías.....	254
Figura 5.27. Comprobación de inexistencia de fugas en válvulas.....	255
Figura 5.28. Limpieza del tanque de almacenamiento.....	256
Figura 5.29. Hipoclorito de sodio.....	259
Figura 5.30. Aforo.....	262
Figura 5.31. Inspección en la línea de distribución.....	263



## **Resumen ejecutivo**

El presente trabajo tiene como objetivo aportar en la resolución a la problemática existente con relación al abastecimiento de agua potable en el municipio de Chapeltique, departamento de San Miguel, mejorando así la calidad de vida de la población residente en el área urbana del. En el documento se presentan todos los diseños necesarios para un sistema auto sostenible y de correcto funcionamiento.

El área urbana de Chapeltique cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable funcionando hace más de 50 años, esta red debido al uso inadecuado del recurso hídrico y conexiones clandestinas ya no cumple con las demandas exigidas para el consumo de los habitantes.

El documento tiene como finalidad, en primera instancia obtener toda la información requerida del tema sobre redes de distribución de agua potable. A continuación se realiza un estudio del sistema existente en el lugar, finalmente se desarrolla el análisis y diseño para un nuevo sistema de abastecimiento.

El diseño de la red de abastecimiento de agua se realiza tomando en cuenta parámetros de diseño de tablas, establecidas en distintas normas y leyes vigentes en el país y aplicadas en El Salvador. Entre ellas se tiene la norma técnica de ANDA, ley de urbanismo y construcción en lo referente a parcelaciones y urbanizaciones, entre otras.

## **Introducción**

El municipio de Chapeltique ha tenido un crecimiento poblacional del 1.78%<sup>1</sup>, afrontando de esta manera una escases de agua potable en distintas zonas del casco urbano.

Este documento plantea el problema que presenta el área urbana de Chapeltique relacionado al abastecimiento de agua potable; así como los antecedentes que posee esta problemática, los datos son recolectados por habitantes de la ciudad y trabajadores que tienen relación con la red de distribución de agua potable.

También se orienta a la descripción fundamental de los elementos que sustentan el porqué de la investigación, los factores que intervienen, las diferentes limitaciones que presenta dicho problema y los alcances que se proponen realizar.

Además está conformado por la base teórica y conceptual que se toma como base para respaldar los aspectos generales de la investigación, también se incluyen las distintas normas que delimitan los elementos que deben respetarse dentro de la propuesta.

Se realizará un diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable existente, considerando una definición del sector de estudio incluyendo el aspecto físico-

---

<sup>1</sup> Fuente: Tesis “Estudio histórico, arquitectónico y propuesta de conservación de la iglesia nuestra Señora Santa Ana, de la ciudad de Chapeltique San Miguel.”

funcional y el socioeconómico sin dejar atrás el análisis de sitio que es muy importante para plantear las posibles soluciones a la problemática.

El diseño de un sistema de abastecimiento consta de dos componentes fundamentales: el trazado de la red y el diseño de la misma; para realizar adecuadamente el trazado de la red de distribución deben conocerse con anterioridad algunas características topográficas, población actual y futura, así como también criterios y especificaciones que establecen las normas técnicas de diseño para los sistemas de abastecimiento de agua.

Se plantean tres propuestas para la solución del problema que existe en la ciudad de Chapeltique reflejando el costo de materiales y mano de obra para cada una de las propuestas, como toda obra requiere de un mantenimiento se presenta un plan de mantenimiento para el sistema de agua potable y una ordenanza municipal, está ayudará a tener un control y manejo adecuado del proyecto de esta manera proporcionar el vital líquido a los habitantes de la zona urbana del municipio de Chapeltique.

## ***Capítulo I. El problema***

### **1.1 Antecedentes**

En el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios en general se inician con un precario abastecimiento de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras escalonadas en bien de su economía

Para la obtención del vital líquido el ser humano construye obras para abastecerse y suplir sus necesidades. Hoy en día, el sistema utilizado para abastecer el agua son las redes de distribución por tuberías, estas pueden ser galvanizadas o de PVC; las más usadas son las ultimas debido a su facilidad de manipulación y a la cantidad desmesurada de accesorios que se encuentran con el mismo material, estos sistemas transportan el líquido desde una fuente o tanque de almacenamiento hasta el lugar donde se encuentra la población. Las características de este sistema varían dependiendo de las condiciones particulares de la región donde se utilice.

El área urbana de Chapeltique tiene una población de 3675 habitantes, está conformada por 4 barrios que son Santa Ana, San Pedro, Santa Lucia y El Calvario además 3 colonias denominadas La Paz, Guadalupe y La Presita. Esta ciudad cuenta con una red de agua potable que llegue a un total de 1050 viviendas.

El municipio cuenta con múltiples nacimientos de agua, la fuente principal que abastece al casco urbano se encuentra ubicada en “Caserío Pie de la cuesta”. El municipio actualmente cuenta con una red de distribución de agua potable instalada en

el año de 1951 año en que fue introducida el agua potable en la ciudad <sup>2</sup>, primeramente constaba de una tubería principal de acero galvanizado luego al paso de los años se fueron conformando colonias y barrios lo cual las personas solamente perforaban la tubería principal e incorporaban una tubería que se dirigía a la colonia o barrio que necesitaba del vital líquido, esto se realizó hasta formarse el sistema actual que cuenta con 5 tuberías principales que salen directamente del tanque de almacenamiento y proveen del líquido a distintas partes del casco urbano del municipio.



**Figura 1.1.** Primera caja receptora de agua potable en el municipio de Chapeltique. (1951)

**Fuente:** Alcaldía Municipal de Chapeltique.

<sup>2</sup> Fuente: Entrevista a fontaneros que estuvieron en el proyecto.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En países como el nuestro, el mantenimiento de los sistemas de abastecimiento no es algo que las instituciones cumplan debidamente, y en general la vida útil de las obras públicas no siempre es la adecuada. Debido a esto, los sistemas dejan de prestar el adecuado servicio para el que fueron diseñados provocando que un sector de la población se vea afectado.

Se hace necesario entonces plantear soluciones a los problemas causados en las redes de abastecimiento de agua potable debido al paso del tiempo, asegurando así que todos los residentes de determinada zona cuenten con el preciado recurso para la satisfacción de sus necesidades. El municipio de Chapeltique es uno de los lugares donde el sistema de red de distribución necesita ser mejorada, para dar solución al problema que se viene presentando en la zonas del pueblo donde los lugareños no reciben suficiente agua.

El municipio de Chapeltique, posee una extensión territorial de 104.00 km<sup>2</sup> y cuenta con 10,728 habitantes de los cuales el 77.89 % es población rural y el 22.11 % restante es de la zona urbana<sup>3</sup>.

Será este 27 % de la población la que se tomará en cuenta para el presente estudio, esto obedece a que el problema se presenta en mayor escala en la zona urbana, donde las disposiciones municipales no son suficientes para abastecer completamente a cada uno de los habitantes.

---

<sup>3</sup> Fuente: Censo realizado en el año 2007 por el ministerio de economía

El área urbana de Chapeltique está conformada por 4 barrios los cuales son: Barrio el Calvario, Barrio Santa Lucia, Barrio San Pedro, Barrio Santa Ana, y 3 colonias que son colonia Guadalupe, colonia La Paz y colonia La Presita.

El municipio cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable funcionando desde 1951, esta red ya no cumple con las demandas exigidas por el consumo de los habitantes, ocasionando que los residentes de las colonias la Paz, la Presita, y los barrios Santa Lucia y Santa Ana cuenten con agua potable cada 24 o 48 horas. El total de viviendas afectadas aproximadamente es de 700.

Las principales causas de este problema son el aumento de la población y la saturación de conexiones adicionales a la red actual que genera una distorsión en la distribución del agua en cada una de las viviendas de la ciudad, es de esta manera como actualmente el sistema cuenta con 5 tubos principales que salen desde el tanque de almacenamiento. La falta del agua potable dificulta la limpieza corporal saneamiento del ambiente, lo que favorece el aumento de las enfermedades asociadas a la deficiencia de higiene (enfermedades diarreicas y cutáneas)

## **Título de la investigación**

Revisión del sistema de abastecimiento de agua potable actual, mejora y ampliación para la zona urbana del municipio de Chapeltique.

### **1.3 Enunciado del problema de investigación**

¿De qué manera la revisión del sistema de abastecimiento de agua potable actual, mejora y ampliación para la zona urbana del municipio de Chapeltique resolverá la escases del líquido vital?



## **1.4 Justificación del estudio**

El agua es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Las personas consumen agua potable, es aquella que se encuentra en condiciones aptas para el consumo humano según los estándares de calidad, esta llega a los hogares a través de un sistema de tuberías diseñado de la mejor manera para abastecer a una determinada población.

La ciudad de Chapeltique actualmente consta con una red de distribución de agua potable que fueron colocadas hace más de 50 años<sup>4</sup>, esto se realizó para una pequeña población la cual fue creciendo considerablemente con el paso de los años, por consiguiente, se realizó la ampliación de esta red de agua potable desordenadamente. Esto hizo que el sistema dejara de funcionar satisfactoriamente, y que los habitantes del casco urbano de Chapeltique no tengan agua potable disponible las 24 horas del día.

Por esta razón, es necesario un diseño nuevo de la red de agua potable en dicho municipio, hacer un diagnóstico del existente y proyectarlo para un periodo más largo y así evitar el mismo problema en un futuro.

De esta manera los habitantes de la ciudad de Chapeltique serán beneficiados con la elaboración de este proyecto. La alcaldía municipal brindará toda la información existente para una mejor comprensión de la problemática y a la vez se tienen los permisos necesarios para estudiar y diagnosticar el sistema existente para darle una solución conveniente y mejorada a su problema.

---

<sup>4</sup> Fuente: Entrevista realizada al fontanero del municipio.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

- Revisar el sistema de abastecimiento de agua potable actual; la mejora y ampliación para la zona urbana del municipio de Chapeltique.

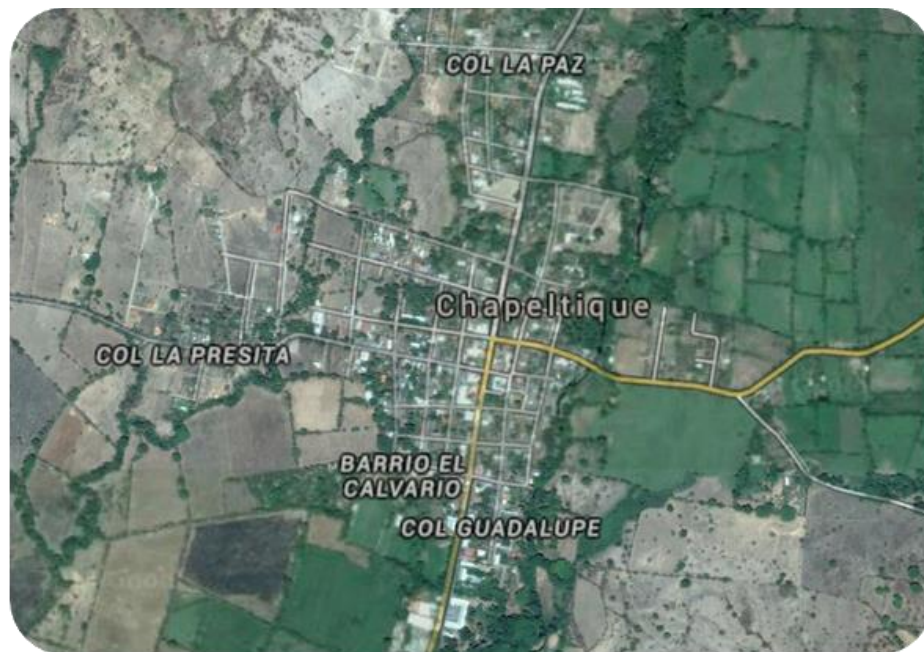
### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar el sistema de abastecimiento anteriormente construido en el municipio e identificar las zonas abastecidas con dicho sistema.
- Diseñar las obras necesarias en base a los estudios realizados para un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable que brinde un mejor servicio a la población del municipio.
- Elaborar los planos generales que contengan la distribución de las tuberías en planta, así como elementos característicos del sistema.
- Elaborar plan de operación y mantenimiento para el nuevo sistema de abastecimiento de agua potable.

## 1.6 Limitaciones

### 1.6.1 Límite del Área de Estudio

La propuesta se hará en la zona urbana del municipio de Chapeltique que comprende la colonia la Paz, colonia la Presita, colonia Guadalupe, barrio San Pedro, barrio Santa Ana, barrio El Calvario, barrio Santa Lucia y lotificación nuevo amanecer.



*Figura 1.2.* Localización del área de estudio.

### 1.6.2 Límite Bibliográfico

Los parámetros de diseño se tomarán de tablas, establecidas en distintas normas y leyes vigentes en el país y aplicadas en el municipio de Chapeltique. Entre ellas tenemos la norma técnica de ANDA, ley de urbanismo y construcción en lo referente a parcelaciones y urbanizaciones, entre otras.

### **1.6.3 Límite Temporal**

El trabajo de graduación se realizará en un periodo de tiempo de 7 meses, comprendido entre el mes de febrero de 2015 al mes de septiembre de 2015.

### **1.6.4 Límite Económico**

La forma de financiamiento de este proyecto quedará en consideración a la entidad y comunidad interesada en la ejecución.

### **1.6.5 Límites de la Propuesta**

Al diagnosticar la red existente se tomarán lugares específicos establecidos por el personal a cargo de la alcaldía municipal de Chapeltique.

## 1.7 Alcances

Con la realización del presente estudio se pretende:

- Identificar las zonas abastecidas de agua potable en la población.
- Proponer la red de tuberías de distribución de agua y todas sus estructuras hidráulicas necesarias.
- Estudiar el sistema de abastecimiento anteriormente construido en el municipio.
- Realizar un levantamiento de la red de distribución de agua potable en el municipio.
- Presentar a la Municipalidad de Chapeltique, una solución adecuada a la falta de agua potable en algunas colonias del municipio en cuestión.
- Ampliar la cobertura de los servicios de agua potable.
- Comparar el sistema de abastecimiento antiguo con el nuevo diseño para determinar cuáles elementos de la red existente pueden ser utilizados en las propuestas de solución.

## 1.8 Tipo de investigación

La investigación ayudara a tener una mejor interpretación al objeto de estudio, para esto la investigación se basará en el método de investigación proyectiva, ésta investigación intenta proponer soluciones a una situación determinada. Se basa en la recolección de datos históricos, la recopilación de estadísticas tomadas por diversas entidades, el acopio de información de libros históricos y demás datos recolectados en otras fuentes informativas que ayuden a la elaboración de la propuesta, mas no necesariamente su ejecución. En esta categoría entran los proyectos factibles y todas las que conllevan el diseño o creación de algo.<sup>5</sup>

La investigación proyectiva se ocupa de cómo deberían ser las cosas, para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente. Esta involucra creación, diseño, elaboración de planes, o de proyectos.

Para que un proyecto se considere investigación proyectiva, la propuesta debe estar fundamentada en un proceso sistemático de búsqueda e indagación que requiere la descripción, el análisis, la comparación, la explicación y la predicción.

A partir del estudio descriptivo se identifican necesidades y se define el evento a modificar; en las investigaciones comparativas, analíticas y explicativas se identifican los procesos causantes que han originado las condiciones actuales, de modo que una explicación formidable del evento permitirá predecir ciertas circunstancias o

---

<sup>5</sup> Fuente: Hurtado de Barrera, Jacqueline. 2008. Metodología de la investigación, una comprensión holística. Caracas, Ediciones Quirón - Sypal.

consecuencias en caso de que se produzcan determinados cambios; el análisis predictivo permite identificar tendencias futuras, probabilidades, posibilidades y limitaciones. En función de ésta información, el investigador debe diseñar o crear una propuesta capaz de producir los cambios deseados.

La investigación consiste en recolectar datos bibliográficos, realizar entrevistas a personas conocedoras de la problemática, esto con el fin de conocer más a fondo el problema, causas y efectos del mismo.

Como segunda parte de la investigación se recolectarán datos de campo, específicamente mediante pozos a cielo abierto con el fin de hacer una revisión del sistema actual; así mismo estos datos recolectados ayudarán para diagramar la red de tuberías.

Finalmente con todos los datos recolectados anteriormente, y con los parámetros necesarios se realizará el diseño de un sistema de abastecimiento; esto con la aplicación de la norma técnica de ANDA y la ley de urbanismo y construcción, además se utilizarán software especializado tales como EPANET y civil CAD.

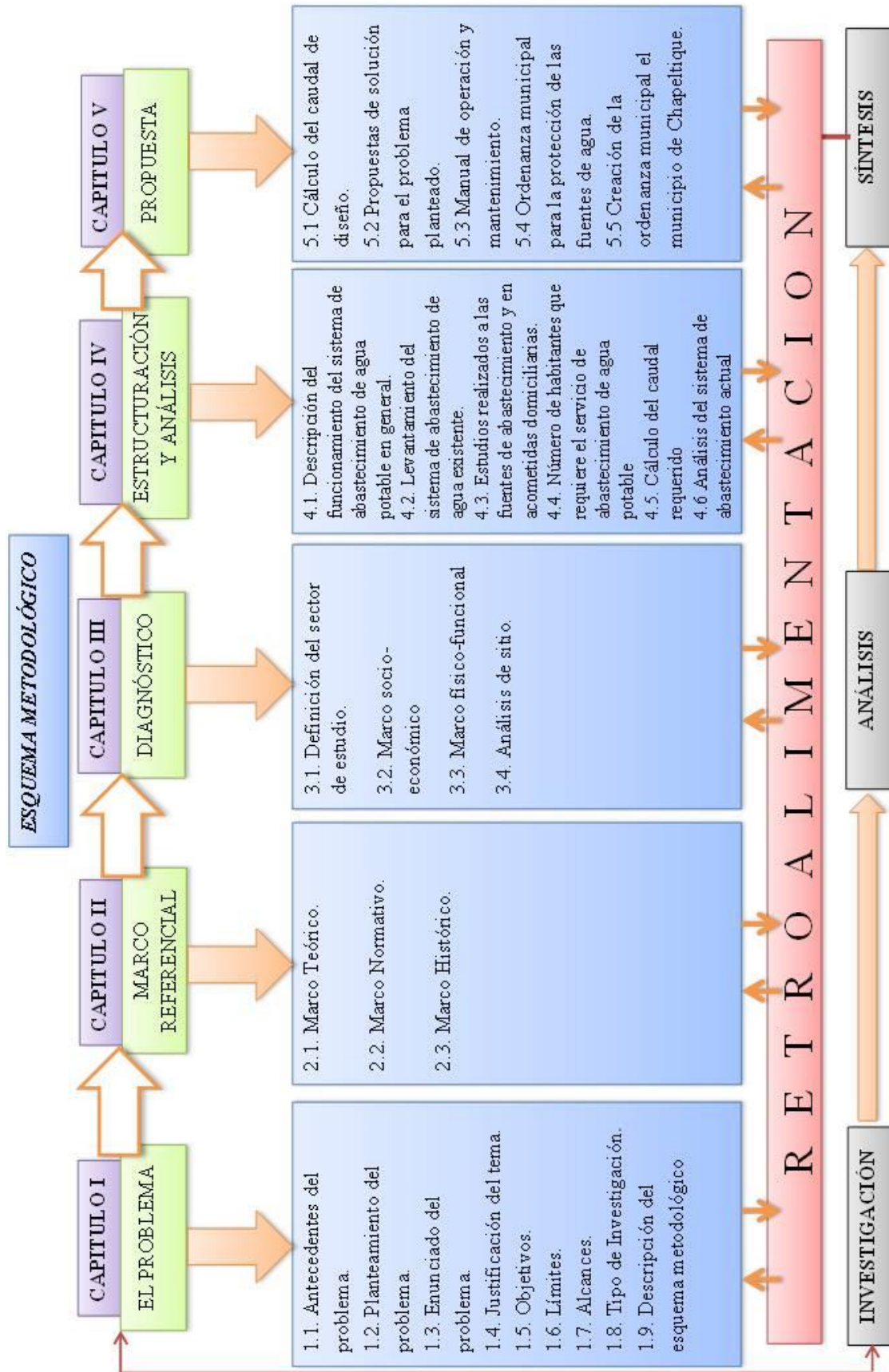


Figura 1.3. Esquema metodológico



## **1.9 Descripción del esquema metodológico.**

El esquema metodológico consiste en un flujograma detallado del desarrollo sistemático y secuencial de la investigación, en este se muestran primeramente las etapas generales que lo componen y consecutivamente se desarrollan los distintos puntos que conforman los diferentes capítulos.

La secuencia de la investigación se desarrolla en 5 capítulos generales, que está compuesto por sus temas principales y se desglosan en subtemas específicos para tener una mejor definición de cada uno de ellos.

### **Capítulo I: El Problema.**

Este capítulo consiste en la descripción fundamental de los elementos que sustentan el porqué de la investigación, los factores que intervienen, las diferentes limitaciones que presenta dicho problema y los diferentes alcances que se proponen realizar.

De igual manera se establecen los objetivos que generan los parámetros de la propuesta para su solución, y que esté de acuerdo a las normas y características que el municipio presenta.

## **Capítulo II. Marco Referencial.**

El Marco Referencial, está conformado por la base teórica y conceptual que se toma como base para respaldar los aspectos generales de la investigación, también se incluyen las distintas normas que delimitan los elementos que deben respetarse dentro de la propuesta.

Así mismo, también lo conforman el marco normativo, el cual mencionan todas aquellas normas y leyes que se consideran en el desarrollo de la propuesta, además de toda la información más general a nivel social, demográfico, histórico y cultural.

## **Capítulo III. Diagnostico**

El diagnóstico, por concepto se refiere a un estudio previo de toda planificación o proyecto y que consiste en recopilar información, ordenarla, interpretarla y así poder obtener conclusiones de las condiciones actuales en que se encuentra el lugar en estudio.

En este capítulo se definen los aspectos generales y específicos que describen y puntualizan esas condiciones, considerando las diferentes variables que intervienen en cada caso.

#### **Capítulo IV. Estructuración y análisis.**

El cuarto capítulo plantea una descripción más amplia del proyecto, así como los lineamientos de diseño que describan el funcionamiento y realización del sistema de abastecimiento adaptándolo a los parámetros locales para el análisis del proyecto

#### **Capítulo V. Propuesta.**

El último capítulo consiste en el desarrollo directo y específico de la solución planteada anteriormente, está compuesto de los aspectos generales de diseño que son necesarios para la realización de una red de distribución de agua potable, y que se adapte a los lineamientos de construcción del país.

## *Capítulo II. Marco referencial*

### **2.1 Marco histórico**

En base a las investigaciones y experiencias realizadas en El Salvador acerca de proyectos de abastecimiento de agua potable podemos mencionar los siguientes:

El proyecto denominado “Programa de Infraestructura en Agua Potable y Saneamiento Básico en Áreas Periurbanas y Rurales de El Salvador” que fue ejecutado por ANDA en conjunto con el FISDL (2010), tenía como objetivo la ampliación de la cobertura de los servicios de Agua Potable y Saneamiento Básico en zonas periurbanas y rurales, con calidad y equidad, incluyendo la mejora, rehabilitación y/o ampliación de 21 sistemas de agua potable.<sup>6</sup>

De este proyecto se deduce que las principales causas de la problemática rural, se encuentra la deficiencia de infraestructura en agua potable y saneamiento, generada principalmente por la falta de mantenimiento de los sistemas. Las causas de esta falta de mantenimiento se deben a problemas financieros.

También podemos mencionar el proyecto denominado “Programa de agua y saneamiento rural” que fue ejecutado por ANDA en conjunto con el FISDL y el MARN (2012), teniendo como objetivos los proyectos rurales de agua potable y saneamiento,

---

<sup>6</sup> Fuente: <http://www.fondodelagua.aecid.es/galerias/fcas/descargas/proyectos/informe-situacion-junio-2013/SLV-001-B.pdf>

con gestión integral de recursos hídricos y mejora de fuentes y conservación de suelos en cuencas prioritarias.<sup>7</sup>

De este proyecto se puede deducir que toda comunidad debe contar con un sistema de abastecimiento de agua potable y de saneamiento adecuado, ya que es de vital importancia para el bienestar común de la población.

El municipio de Chapeltique se encuentra ubicada en el departamento de San Miguel, posee una extensión territorial de 104.00 km<sup>2</sup> y cuenta con 10,728 habitantes de los cuales el 77.89 % es población rural y el 22.11 % restante es de la zona urbana<sup>8</sup>.

Con el paso de los años los habitantes de la ciudad de Chapeltique han ido aumentando esto genera la conformación de nuevos barrios y colonias. Al observar la necesidad de la población para tener una mejor calidad de vida, poco a poco se han realizado proyectos en todo el municipio, el proyecto más importante es el de un sistema de abastecimiento de agua potable para todo el casco urbano de dicho municipio.

Por fuentes propias de la alcaldía municipal de esta ciudad se puede observar que no existe una documentación reglamentada ni plasmada del sistema actual de abastecimiento de agua potable. En sus inicios la red funcionaba de la mejor manera pero al crecer la población del municipio fueron adaptando más tuberías al sistema lo cual no fue proyectado para esta modificación, por consiguiente poco a poco el agua ya no llega a los hogares de dicha ciudad.

---

<sup>7</sup> Fuente: <http://www.fondodelagua.aecid.es/galerias/fcas/descargas/proyectos/informe-situacion-junio-2013/SLV-042-M.pdf>

<sup>8</sup> Fuente: [www.fisd.l.gob.sv](http://www.fisd.l.gob.sv)



**Figura 2.1.** Tanque de almacenamiento

Cabe mencionar que esta red de abastecimiento de agua potable funciona por gravedad consta de una fuente de captación, y un tanque ubicado en el caserío pie de la cuesta.



**Figura 2.2.** Cloración

## 2.2 Marco teórico

### El Agua

El agua cubre el 72% de la superficie del planeta Tierra y representa entre el 50% y el 90% de la masa de los seres vivos. Es una sustancia relativamente abundante aunque sólo supone el 0,22% de la masa de la Tierra. Se puede encontrar esta sustancia en prácticamente cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la

materia: sólido, líquido y gaseoso. Se halla en forma líquida en los mares, ríos, lagos y océanos; en forma sólida, nieve o hielo, en los casquetes polares, en las cumbres de las montañas y en los lugares de la tierra donde la temperatura es inferior a cero grados Celsius; y en forma gaseosa se halla formando parte de la atmósfera terrestre como vapor de agua.<sup>9</sup>

### **Red de Abastecimiento de Agua Potable**

Se conoce como red de abastecimiento de agua potable al sistema que permite que llegue el agua desde el lugar de captación al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad.

### **Clasificación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable Según la Fuente**

- Agua de lluvia almacenada en aljibes.
- Agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora a la superficie.
- Agua subterránea, captada a través de pozos o galerías filtrantes.
- Agua superficial, proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales
- Agua de mar.

---

<sup>9</sup> Fuente: Tesis de Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades santa fe y capachal, píritu, estado anzoátegui, Puerto La Cruz, Venezuela.

Según el origen del agua, para transformarla en agua potable, deberá ser sometida a tratamientos, que van desde la simple desinfección, hasta la desalinización.

### **Componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.**

El sistema de abastecimiento de agua potable más complejo, que es el que utiliza aguas superficiales, consta de cinco partes principales, a saber:

- Almacenamiento de agua bruta.
- Captación.
- Tratamiento.
- Almacenamiento de agua tratada.
- Red de distribución.

Se analiza a continuación algunos de estos componentes.

#### **Captación**

La captación de las agua superficiales se hace a través de las bocatomas, en algunos casos se utilizan galerías filtrantes paralelas al curso de agua para captar las aguas que resultan así con un filtrado preliminar.

Una bocatoma (Fig. 2.3), o captación, es una estructura hidráulica destinada a desviar desde un curso de agua, río, arroyo, o canal, o desde un lago, o incluso desde el mar, una parte del agua disponible en ésta, para ser utilizada en un fin específico, como



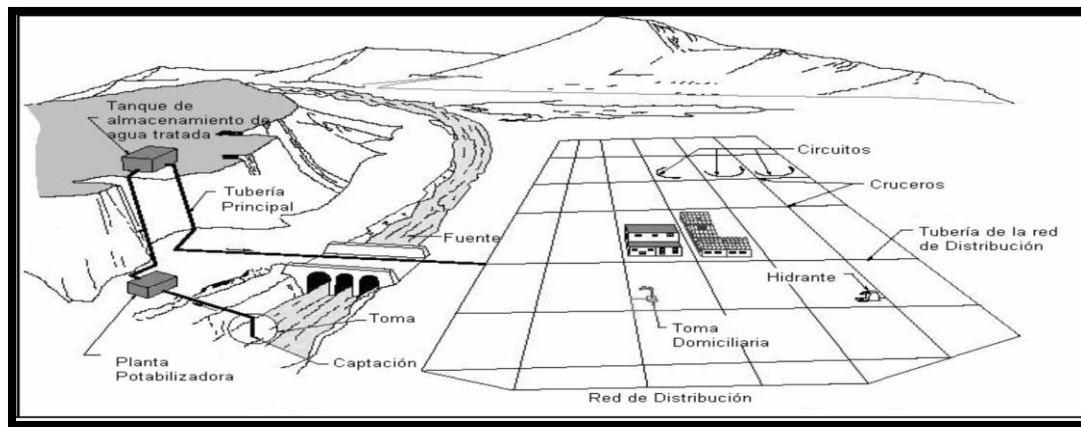
puede ser abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, agricultura, enfriamiento de instalaciones industriales, etc.



**Figura 2.3.** Bocatoma

### Red de distribución

La red de distribución de agua está constituida por un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el líquido desde el tanque de agua tratada hasta las tomas domiciliaria o el hidrantes públicos como se muestra en la figura 2.4. A los usuarios (domésticos, públicos, industriales, comerciales) la red deberá proporcionarles el servicio las 24 horas de cada uno de los 365 días del año.



**Figura 2.4.** Esquema de una Red de Distribución de agua potable.

Para poder diseñar las partes del sistema de abastecimiento de agua potable mencionadas en los párrafos anteriores, se debe realizar primero una serie de estudios para obtener los valores estimados de los datos como el caudal, el consumo, la demanda, la dotación, gasto de bombeo, levantamientos topográficos y durabilidad o vida útil de las instalaciones.

### **Componentes de la red de distribución**

- **Tubería:** A menos que se indique específicamente, la palabra tubería se refiere siempre a un conducto de sección circular y diámetro interior constante. Las tuberías representan uno de los componentes más importantes en un sistema de abastecimiento de agua, ya que éstas facilitan el traslado del agua sobre todo si existe un desnivel como el que se presenta en este proyecto en el cual hay que llevar el agua de un nivel inferior a uno superior.
- **Válvulas y accesorios:** las válvulas y accesorios tienen como función principal controlar las presiones y caudales en la red de tuberías, cambiar la dirección del líquido, conectar las tuberías en diferentes configuraciones etc.
- **Check:** Las válvulas de retención, también llamadas check y de no retorno, tienen el fin de evitar la descarga del agua en dirección a la bomba, esto evita

daños por la rotación inversa de la bomba, además de impedir el vaciado de la tubería permitiendo que la puesta en marcha del sistema sea más rápida y segura.

- **Válvulas de Compuerta:** En las válvulas de compuerta el cierre se produce con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. Deben permanecer durante el período de operación, totalmente abierto o totalmente cerrado, no se recomiendan para la regulación de caudales en la red o equipo.
- **Válvulas de aire:** Las válvulas de aire o ventosas, tienen la finalidad de extraer el aire que puede disminuir considerablemente el caudal cuando se producen bolsas de aire, también permiten la entrada de aire cuando se crean presiones de vacío, como ocurre con la parada repentina de una bomba o cuando se cierra una válvula.
- **Conexiones:** las conexiones son accesorios que permiten unir las tuberías entre sí también unir tuberías con válvulas, etc. y desviar el flujo de agua para donde se requiera; entre tantas conexiones se pueden nombrar los codos, tees, contracciones, expansiones, anillos etc.

## 2.3 Marco normativo

➤ Constitución de la república de El Salvador

Art. 117. - Es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente, para garantizar el desarrollo sostenible.

Se declara de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional, restauración o sustitución de los recursos naturales en los términos que establezca la Ley.

Se prohíbe la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos.

➤ Ley de medio ambiente de El Salvador.

### PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Artículo 48. El Ministerio promoverá el manejo integrado de cuencas hidrográficas, una ley especial regulará esta materia.

El Ministerio creará un comité interinstitucional nacional de planificación, gestión y uso sostenible de cuencas hidrográficas. Además promoverá la integración de autoridades locales de las mismas.

## CRITERIOS DE SUPERVISIÓN

Artículo 49. El Ministerio será responsable de supervisar la disponibilidad y la calidad del agua.

Un reglamento especial contendrá las normas técnicas para tal efecto, tomando en consideración los siguientes criterios básicos:

- a) Garantizar, con la participación de los usuarios, la disponibilidad, cantidad y calidad del agua para el consumo humano y otros usos, mediante los estudios y las directrices necesarias;
- b) Procurar que los habitantes, utilicen prácticas correctas en el uso y disposición del recurso hídrico;
- c) Asegurar que la calidad del agua se mantenga dentro de los niveles establecidos en las normas técnicas de calidad ambiental;
- d) Garantizar que todos los vertidos de sustancias contaminantes, sean tratados previamente por parte de quien los ocasionare; y
- e) Vigilar que en toda actividad de reutilización de aguas residuales, se cuente con el Permiso Ambiental correspondiente, de acuerdo a lo establecido en esta Ley.

- *Ley de urbanismo y construcción en lo referente a parcelaciones y urbanizaciones.*

Art. 45: Toda parcelación Habitacional contará con el tratamiento adecuado de vías, abastecimiento de agua potable, sistemas de electricidad, aguas negras, aguas lluvias.

Art. 94: Parcelación de las instalaciones para el abastecimiento de agua potable y drenaje de aguas negras que la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) determinará de acuerdo a las características propias de cada proyecto.

Los sistemas de agua potable y aguas negras en toda parcelación deberán proyectarse y construirse atendiendo las Normas Técnicas para el diseño y construcción de acueductos y alcantarillados sanitarios emitidas por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

- *Normas técnicas de anda.*

Se tomara en consideración los criterios y lineamientos que la presente norma establece, en todo lo relacionado al diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable; desde los parámetros del periodo de diseño de la estructura hasta la ubicación de tuberías en calles y avenidas.

➤ *Norma salvadoreña obligatoria de la calidad del agua.*

Se tomara en consideración los criterios y lineamientos que la presente norma establece, en lo referente a parámetros de calidad y límites máximos permisibles de organismos y sustancias no deseables en el agua que alimentara al Sistema de Agua Potable.

## ***Capítulo III. Diagnóstico***

### **3.1 Definición del sector de estudio.**

El presente capítulo contiene la ubicación de la ciudad de Chapeltique, el aspecto físico y socioeconómico en la zona urbana, además incluye datos característicos del municipio de Chapeltique que abarca el aspecto ambiental de la zona, la hidrología, la temperatura, la vegetación y la topografía en el cual se reflejarán los niveles de altura desde el tanque de almacenamiento hasta la ciudad.

#### **3.1.1 Marco socio-económico**

##### **3.1.1.1 Desarrollo Urbano**

El desarrollo urbano en la ciudad de Chapeltique aumentó bruscamente en el periodo comprendido de 1981 -1992 debido al conflicto armado ocasionando la inmigración de los poblados más cercanos hacia el municipio entre ellas: San Gerardo, Nuevo Edén de San Juan, Ciudad Barrios, Sesorí, Lolotique, Guatajiagua lo que generó el crecimiento del casco urbano, de manera que la ciudad se dividió en: cuatro barrios los cuales son Santa Ana, San Pedro, El Calvario, Santa Lucía y tres colonias las cuales son: La Paz, Guadalupe, La Presita.

El primer tipo de vivienda desde los primeros años de fundación y siguiendo el estilo colonial fue: de adobe y bahareque, hasta la fecha se conservan algunas de esas casas. A partir de 1,960 se introdujo el sistema mixto de ladrillo de barro sostenido por columnas de hierro en las paredes, techos de madera y algunas puertas de hierro. En 1995, Chapeltique evolucionó con estilos modernos por ejemplo las casas tipo



americanas; en cuanto a infraestructura vial cuenta con un 85.00 % de sus calles pavimentadas.



Vivienda de adobe y bahareque



Vivienda de ladrillo



Viviendas tipo americanas

**Figura 3.1.** Evolución de vivienda en el municipio

### 3.1.1.2 Servicios municipales y privados.

El municipio cuenta con los servicios públicos básicos entre ellos: policía nacional civil, alcaldía municipal, juzgado de paz, correo, mercado, unidad de salud, casa comunal, servicios de aguas, el instituto nacional de Chapeltique este centro de escolar cuenta con los niveles desde parvularia hasta bachillerato, lugares de recreación como: parque municipal, canchas de fútbol, básquetbol, casas de la cultura, etc. en cuanto a servicios privados se cuenta con restaurantes como el pollo campestre, don pollo, banco promerica, farmacia san rey, ferretería Caballero, comercial José, comercial

Flores, ACACCIBA DE RL, caja de crédito, Sherwin Williams Paint, CLARO, entre otras.

### 3.1.1.3 Aspectos Económicos

Actividad económica	Cantidad
Ferretería	2
Farmacias	2
Agro servicios	3
Bazar y Zapatería	1
Expendio de Agua Ardiente	9
Foto estudio	2
Librería	1
Nevería	1
Comedor	3
Panadería	5
Pupusería	2
Centro Naturista	2
Taller de Bicicleta	1
Sala de Belleza	2
Molinos	5
Clínica dental	1
Total de negocios	75

En el municipio existe la elaboración de tejidos de algodón, dulces de panela y productos lácteos. Su comercialización la realiza con las cabeceras municipales de: Guatajiagua (depto. de Morazán), Sessori, Lolotique y Moncagua. Las actividades socioeconómicas principales del municipio son la Agricultura y ganadería y en menor escala negocios diversos que se mencionan en el cuadro 3.1.

**Tabla 3.1.** Negocios en el municipio

### Indicadores económicos desagregados por sexo y grupo etario.

La tabla siguiente presenta los indicadores del Producto Interno Bruto (PIB), remesas y Población Económicamente Activa (PEA) del municipio.

**Tabla 3.2.** Indicadores económicos del municipio de Chapeltique

Indicador	Valor	Comentario
PIB per cápita:	\$5,231.70	Equivale aproximadamente a \$436 mensuales
Porcentaje de mujeres receptoras de remesa:	11.8%	El total de migrantes del municipio de Chapeltique representó un 14.8%.
Porcentaje de hombres receptores de remesas:	9.3%	
Porcentaje de personas receptoras de remesas área urbana:	18.3%	La cantidad de personas receptoras de remesa del área urbana casi duplica a las que reciben remesas en el área rural, a pesar que la población rural es mayor que la urbana.
Porcentaje de personas receptoras de remesas área rural:	10.0%	
Porcentaje de personas receptoras de remesas:	11.9%	Equivale alrededor de 1277 personas (tomando los datos del censo 2007)
Población económicamente activa (Hombres)	2,389	La población económicamente inactiva (PEI) del municipio corresponde a 1,328 hombres y 3,450 mujeres. El 68 % de la PEA son hombres, mientras que el 72% de la PEI son mujeres.
Población económicamente activa –PEA- (Mujeres)	1,132	
Población económicamente activa (Urbano)	767	La PEA en el área urbana es de 1,087 personas, mientras que en el área rural es de 3,691. El 78% de la PEA está en el área rural, mientras que solamente el 23% de la PEI se encuentra en el área urbana.
Población económicamente activa (Rural)	2,754	

**Fuente:** Almanaque 262 de PNUD/FUNDAUNGO y VI Censo de población 2007.

Los habitantes del municipio de Chapeltique presentan un nivel de calidad de vida aceptable ya que cada una de las personas le correspondería aproximadamente \$436 dólares mensuales según PIB per cápita. Un porcentaje de los ingresos son provenientes de remesas teniendo un 18.3% en la zona urbana y un 10% en el área rural, es decir unas 1277 personas, por lo tanto el 71.7% de la población obtienen sus ingresos por su actividad económica local.

### **Producción local.**

La economía del municipio depende en gran parte de la agricultura, ganadería y el comercio. Según el IV Censo Agropecuario 2007-2008, se identificaron 1,198 productores agropecuarios, de los cuales 1,065 (89%) son catalogados como pequeños productores. Estos productores siembran más de 1,300 manzanas de maíz, 59 de frijol y 342 de sorgo.

En cuanto a la producción pecuaria, el mismo censo refleja una población de 5,438 cabezas de ganado bovino y 306 de ganado porcino. En Chapeltique se identifican iniciativas o mecanismos de organización entre actores y sectores económicos siguientes: Asociación Cooperativa de la Reforma Agraria Singaltique y la Asociación de Agricultores Amigos de Chapeltique de R.L.

### **Ventajas Comparativas de Chapeltique.**

- Recursos naturales abundantes: el municipio posee agua abundante.
- Recursos agropecuarios: los productores agrícolas, ganaderos y empresarios de Chapeltique cuentan con una alta experiencia productiva en su sistema de cultivo y de comercialización de sus productos. El municipio cuenta con tierras planas y fértiles, que permite la diversidad productiva, entre ellas el cultivo de kenaf.
- Institucionalidad local: se cuenta con un buen nivel eficiencia y transparencia en la gestión pública, así como normativas de salvaguardas ambientales y sociales.
- Recursos humanos: existe capital humano formado, con un buen nivel de profesionalidad en el municipio de Chapeltique.
- Recursos infraestructurales: se cuenta infraestructura para la prestación de servicios, centros turísticos, el tiangué, mercado municipal, buena conectividad vial con los municipios vecinos, así como una ubicación estratégica.

### **Ventajas competitivas de Chapeltique:**

La formación académica brindada por las instituciones educativas del municipio (especialmente el Instituto Nacional de Chapeltique) supera a la mayoría de instituciones educativas del resto de municipios del departamento de San Miguel.

### 3.1.2. Marco físico-funcional

#### 3.1.2.1. Ubicación geográfica.

Municipio del distrito y departamento de San Miguel. Está limitado por los siguientes municipios: al norte, por Guatajiagua (departamento de Morazán), ciudad Barrios y Sesorí; al este, por Guatajiagua (departamento de Morazán) y San Miguel; al sur, por Moncagua y al oeste, por Sesorí y Lolotique. Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: latitud  $13^{\circ}37'59.88''$ , longitud  $88^{\circ}16'0.12''$ .<sup>10</sup>

Tiene una altitud de 190.00 mts sobre el nivel del mar, está ubicado a una distancia de 138.00 Km de San Salvador y 24.00 km de la cabecera departamental de San Miguel.

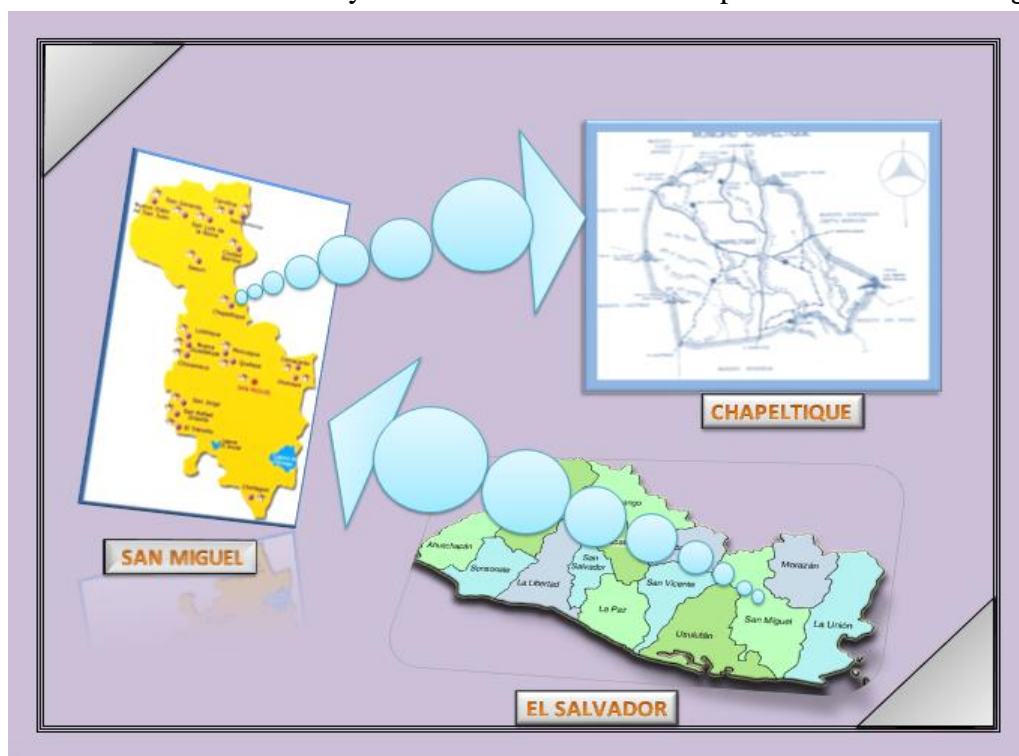


Figura 3.2. Ubicación geográfica.

<sup>10</sup> Fuente: [http://www.mapaselsalvador.net/chapeltique\\_san-miguel.html](http://www.mapaselsalvador.net/chapeltique_san-miguel.html)

### 3.1.2.2. Extensión territorial

El municipio de Chapeltique posee una extensión territorial de 103.55 Km<sup>2</sup> y una densidad poblacional de 97 habitantes por kilómetro cuadrado y está compuesta por 6 cantones y 26 caseríos.

### 3.1.2.3. Esquema de Ubicación Geográfica.

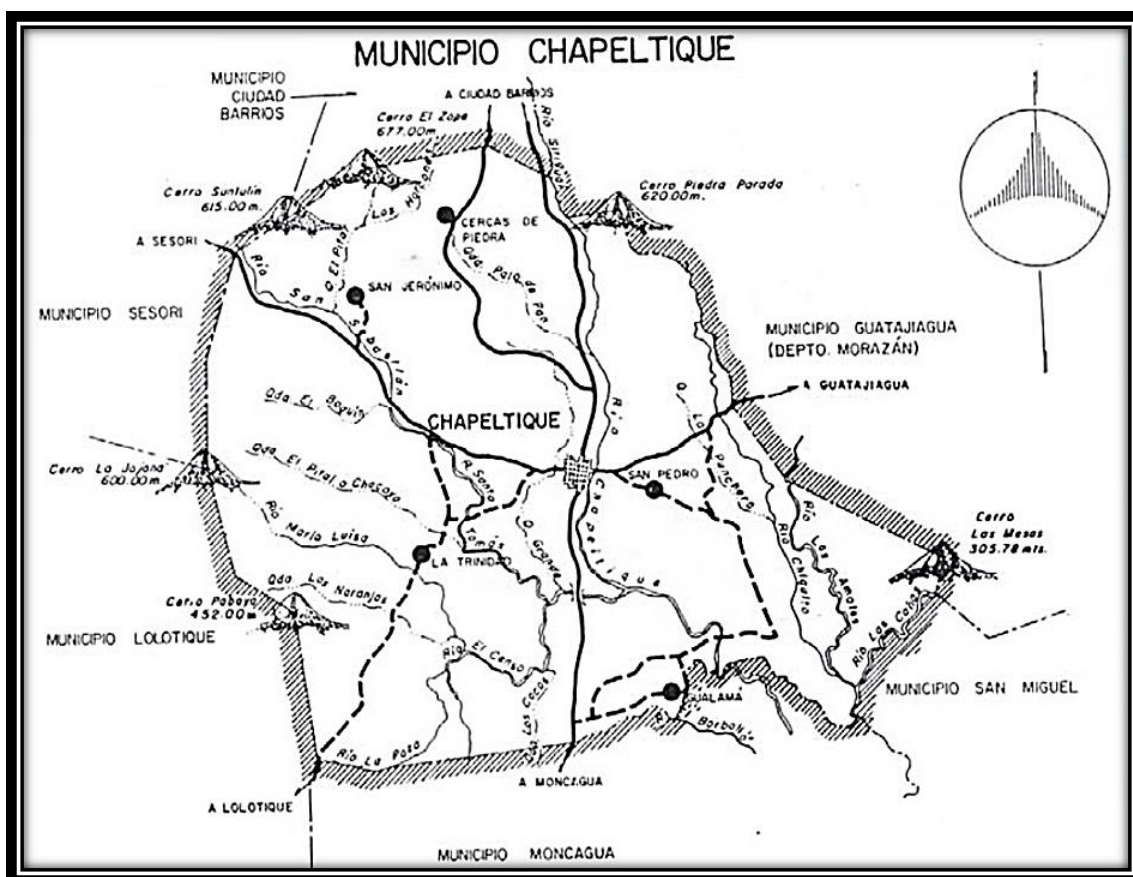


Figura 3.3. Esquema de ubicación geográfica.

Fuente: Monografías del departamento de San Miguel

### **3.2. Datos característicos del municipio de Chapeltique.**

Chapeltique fue fundado por los españoles el 15 de enero de 1543 como villa, luego en diciembre de 1972 teniendo, más de 10,000 habitantes que era el requisito para ser una ciudad obtuvo el título ese mismo año, el parque municipal fue construido en el año de 1972, la iglesia la empezaron a construir en el año de 1800, y fue finalizada en marzo de 1878 se tardaron 78 años para finalizarla.

A través de su fundación Chapeltique ha venido creciendo enormemente con el correr del tiempo comenzó a tener los servicios básicos públicos, como: telecomunicaciones, agua potable, alumbrado público, mercado, iglesia, unidad de salud, correos, rastro, juzgado de paz, oficinas de CEL, escuela urbana mixta, servicio de transporte colectivo, instituto nacional, PNC, casa de la cultura y kindergarten; hasta la fecha sus calles las mantienen en buen estado, la calle principal está pavimentada con asfalto, las calles secundarias son adoquinadas y las calles terciarias adoquinadas combinadas con piedras.

El lugar de estudio es la zona urbana del municipio de Chapeltique que pertenece al departamento de San Miguel, el área determinada para la red de distribución de agua potable es de 0.97 km<sup>2</sup> aproximadamente y está ubicado a 24.00 Km de la cabecera departamental de San Miguel. El tanque de almacenamiento está ubicado a 3 km aproximadamente de la ciudad.



## **Ámbito Político-Institucional.**

### **Administración municipal.**

Estructura administrativa: la actual estructura organizativa de la municipalidad de Chapeltique se encuentra descrita en el manual de organización y funciones y descriptor de puestos aprobado por el concejo municipal en el año 2009, con la asesoría técnica del ISDEM; no se encuentran registros de acuerdos municipales para su aprobación.

- **Composición del concejo municipal:** el gobierno local lo ejerce un concejo que está compuesto por 12 personas: el alcalde, el síndico, seis regidores o concejales propietarios y cuatro suplentes. Según la ley cada gestión municipal tiene una duración de tres años. Para realizar su trabajo, el concejo municipal se constituye por comisiones de trabajo, para atender temas de interés en la gestión pública, sus funciones son deliberativas y como tomadores de decisión les compete la toma de acuerdos en bien del municipio. Las comisiones de trabajo son de carácter temporal.
- **Recurso Humano:** el recurso humano de la municipalidad lo constituyen 50 personas. La mayoría de empleados tiene un nivel académico de educación media, pero esta se ve fortalecida con los años de experiencia en sus labores, demostrando capacidad y eficiencia en las labores encomendadas por el concejo municipal.

### Estructura financiera.

**Tabla 3.3.** Ingresos y egresos totales de los últimos 5 años.

INGRESOS					
AÑO	2009	2010	2011	2012	2013
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ 975,338.60	\$1,084,657.43	\$ 2,218,345.92	\$ 1,339,167.21	\$ 3,551,127.22
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 1,026,789.49	\$ 1,068,231.43	\$ 1,569,694.56	\$ 1,577,532.88	\$ 2,278,165.35

**Fuente:** Contabilidad de la municipalidad de Chapeltique.

Los ingresos de la municipalidad de Chapeltique, están determinados por los ingresos FODES, los préstamos adquiridos y en un menor porcentaje por ingresos propios, esto hace que la entidad no sea autosostenible, porque depende en un 90% de las fuentes externas de ingresos. Los ingresos arriba detallados corresponden a los presupuestos ejecutados en cada ejercicio fiscal.

En promedio la institución funciona con el 44% del presupuesto, para la deuda sumada capital e intereses es el 33.5% del presupuesto y una inversión en proyectos del 22.5%, ello hace que la disponibilidad para inversión en los próximos años se vea limitada para atender las demandas de la ciudadanía.

### Indicadores financieros.

Los indicadores abajo mostrados son en relación al ejercicio fiscal 2013, proporcionados por el área de contabilidad de la municipalidad de Chapeltique.

**Variable:** Capacidad de optimizar y potenciar la recaudación municipal.

Autonomía financiera: % de ingresos propios relacionados con los ingresos totales:  
9.73%

Capacidad de recuperación: % de la mora tributaria que ha sido recuperada con respecto a la mora total: 53.70%

**Variable:** Capacidad de manejo de presupuesto.

Liquidación efectiva del presupuesto total proyectado: 33.36%

Eficiencia en la ejecución de la Inversión 18.86%

**Variable:** capacidad de manejo responsable de la deuda.

Capacidad de amortización: relación de la deuda bancaria amortizada con respecto al ingreso total de la municipalidad: 26.14%

Límite de endeudamiento público municipal o índice de solvencia: 1.7 – (deuda municipal total / ingresos operacionales)

**Variable:** capacidad administrativa financiera.

Ahorro operacional: ingresos corrientes ejecutados – Gastos corrientes ejecutados = -  
\$104,879.10

**Instrumentos jurídicos, políticos y programáticos:** Ordenanza de tasas por servicios municipales, ordenanza reguladora del uso de las calles, aceras, parques y otros sitios

públicos, ley de impuestos de la actividad económica, plan de gestión del riesgo, programación anual de adquisiciones y contrataciones de bienes y servicios, manual de organización y funciones, reglamento interno de trabajo y normas técnicas de control interno específicas:

**Mecanismos de participación ciudadana y transparencia:** Unidad de Acceso a la Información (UAIP), consulta ciudadana y sectorial y comités de contraloría ciudadana.

### **3.2.1. Calles y avenidas**

En 1,939, fue empedrada la avenida Gerardo Barrios desde la entrada sur hasta la salida al norte (6 cuadras), en 1,950 se empedró la calle principal desde la avenida Gerardo Barrios hacia la salida para Sesori pero solamente 2 cuadras al poniente otras dos cuadras al oriente a la salida a Guatajiagua el resto de calles y avenidas seguían siendo de tierra.

En 1,951 fue empedrada la calle que conduce al cementerio desde la iglesia, toda la segunda avenida norte y dos cuadras de la quinta avenida sur.

En 1,952 se dividió el pueblo en cuatro barrios dejando como líneas divisorias la avenida Gerardo Barrios y la calle principal luego asignaron nombres a cada cuadrante, los nombres de los barrios fueron sugeridos por el Pbro. y Dr. Ruperto Ruiz Orellana y aceptados por los que se encontraban reunidos los nombres fueron:

- Barrio el Calvario, al sur poniente
- Barrio Santa Lucia, al sur oriente
- Barrio San Pedro, al nor-oriente
- Barrio Santa Ana, nor-poniente

A partir de 1,980 la ciudad creció debido a las migraciones generales por la guerra civil de El Salvador, dando lugar al surgimiento de tres colonias:

- Al sur, colonia Guadalupe
- Al norte colonia la Paz
- Al poniente colonia la Presita

### **3.2.2. División política-administrativa del municipio de Chapeltique**

Municipio de Chapeltique.

Población: 10728

Hombres: 4972

Mujeres: 5756

Ciudad: 2372

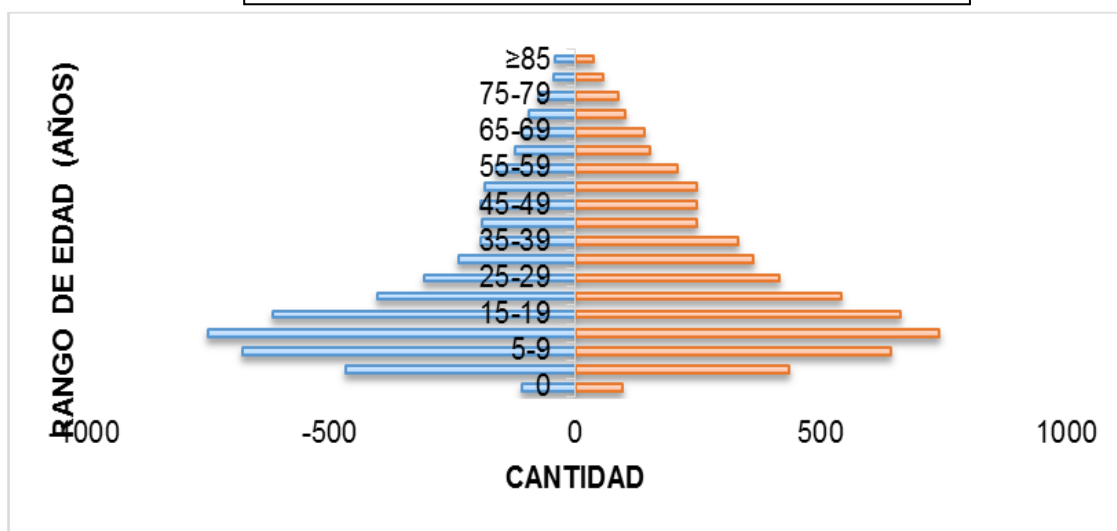
Campo: 8356

**Población:** Según el VI censo de población y V de vivienda de 2007, el municipio de Chapeltique cuenta con un total de 10,728 habitantes, de los cuales el 46% son hombres y el 54% mujeres, el 22.1% de sus pobladores viven en el área urbana y el 9.9% de su

población es mayor de 60 años. Chapeltique tiene actualmente una densidad poblacional de 104 Hab./Km<sup>2</sup>., menor que el promedio departamental de 209 Hab./Km<sup>2</sup>.

**Pirámide poblacional desagregada por sexo y edad:** el siguiente gráfico muestra la pirámide poblacional de Chapeltique, separada por edad y sexo, en diversos rangos de edades. La población del municipio es en su mayoría joven, siendo el rango de 10 a 15 años el segmento más numeroso de la población.

**Figura 3.4.** Pirámide poblacional de Chapeltique



**Fuente:** VI censo de población y V de vivienda 2007. Ministerio de economía. 2010.

**Tendencias migratorias:** cerca del 90% de la población reportada en el censo de población del 2007 nacieron en el municipio, mientras que el 10% restante lo constituyen personas que han llegado provenientes de otros municipios y de otros países. También se observa que el saldo de migración del municipio de Chapeltique es

negativo, existiendo una mayor emigración desde el municipio respecto a la inmigración hacia él.

Área	Barrios/Colonias/ Caseríos	No. Habitantes
Zona urbana	Chapeltique Barrios: El calvario, Santa Ana, San Pedro y Santa Lucía	5346
	Colonia La Paz	
	Colonia La Presita	
	Colonia La Pista	
Cantón San Pedro	Singaltique	1415
	Cacahuera	
	La Culebra	
	Santa Rita	
	El Jiote	
	Pie de la Cuesta	
	Los Carballos	
Cantón Cercas de Piedra	El Obraje	720
	El Picacho	
	Las Guarumas	
	La Cruz	
Cantón Hualama	Hualama	1400
	La Isla	
	Tamera	
	La Fuerteza	
	El Puente	
	Villeras	
Cantón La Trinidad	La Trinidad	1220
	Alto El Llano	
	Papalones	
	Los Amates	
	Los Zelayas	
	Corral Falso	
	Talpetates	
	La Joya	
	La Pavaya	
Cantón San Jerónimo	San Jerónimo	1124
	Potosí	
	El Crucero	
	Santo Tomas	
	El Rodeo	
	Suntulin	
<b>Total</b>		<b>11,225</b>

**Tabla 3.4.** Cantones y caseríos del municipio de Chapeltique.

### **Principales actores del municipio.**

- **Gobierno Local:** Es la organización político-institucional que se encarga de la administración local del municipio de Chapeltique. A la municipalidad le corresponde la elaboración y ejecución de planes y programas de desarrollo económico y social a nivel local, así como la prestación de servicios públicos.
- **Organizaciones Locales:** Los actores locales organizados en el municipio, los constituyen 8 asociaciones de desarrollo comunal – ADESCO, iglesias de diversa denominación y asociaciones cooperativas. Las asociaciones, cooperativas y fundaciones con presencia en el municipio son: asociación de agropecuaria amigos de Chapeltique de R.L. "ASACHA DE R.L.", asociación cooperativa de la reforma agraria Singaltique, y fundación campo, asociación de regantes de Chapeltique.

**Instituciones públicas presentes en el municipio:** Como parte de la estructura del Estado hay presencia de instituciones públicas mencionadas a continuación: juzgado de paz, policía nacional civil, unidad de salud, protección civil, centros escolares e instituto nacional de Chapeltique y casa de la cultura, correos de El Salvador, escuela municipal de música y escuela municipal de fútbol.



**Instituciones públicas de desarrollo:** Entre las instituciones públicas que no poseen oficinas en el municipio, pero tienen presencia e incidencia local están: Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal (ISDEM), Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), Sub Secretaría de Desarrollo Territorial (SSDT), Dirección General de Prevención Social de la Violencia y Cultura de Paz del Ministerio de Justicia PRE-PAZ y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Protección Civil, Instituto Salvadoreño de desarrollo de la mujer (ISDEMU), Manantiales del Norte de San Miguel (MANORSAM).

#### **Contexto regional, nacional y transnacional.**

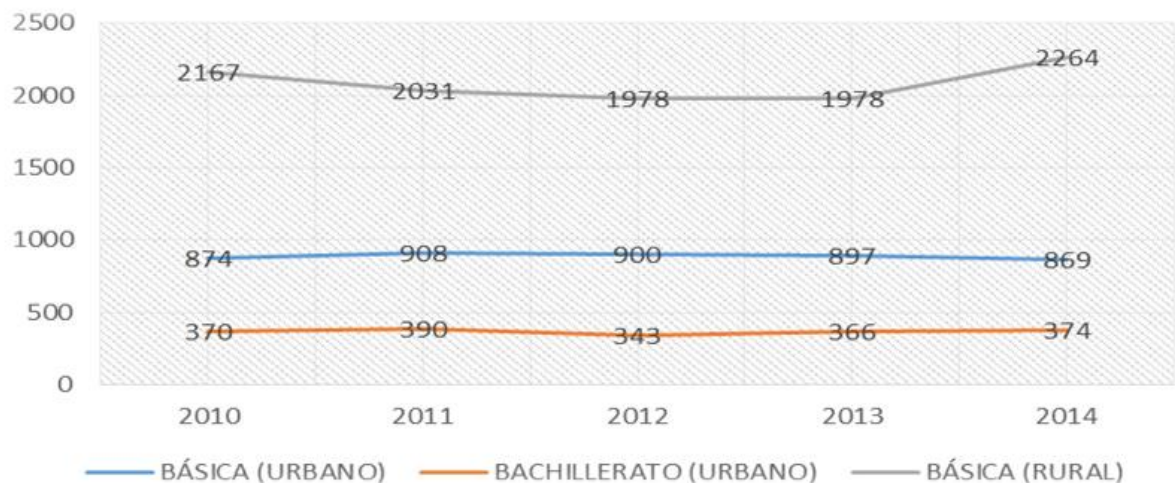
Chapeltique se relaciona con las siguientes iniciativas a nivel nacional: territorios de progreso, programa de agricultura familiar, programa de fortalecimiento de gobiernos locales y el plan social educativo del ministerio de educación. A nivel regional y micro regional, Chapeltique participa de las siguientes iniciativas: programa proyecto de modernización y desarrollo rural de la región oriental, microrregión manantiales del norte del departamento de San Miguel (MANORSAM) y ruta turística monseñor Romero.

#### **Educación: urbana y rural.**

La oferta educativa en el municipio la constituyen 21 instituciones de educación básica en el área rural, 2 en el área urbana y una de nivel medio en la ciudad de Chapeltique, todos del sector público. Estos centros educativos son atendidos por 144 docentes, de los

cuales 95 son mujeres (66%) y 49 hombres (34%); 93 trabajan en el área rural y 51 en la urbana. La población estudiantil matriculada al inicio del año escolar de 2014 ascendía a 3,507 estudiantes, 1,243 estudian en la ciudad y 2,264 en el área rural. De acuerdo al almanaque 272, el nivel de escolaridad promedio (en años) en el municipio es de 4, siendo mayor en la ciudad (5.3) que en el campo (3.7). Este indicador es menor para los hombres (3.9) que para las mujeres (4.1). El nivel de alfabetismo adulto es del 67%, siendo mayor en el área urbana (74.2%) que en el área rural (64.9%). Este indicador es mayor para los hombres (68.3%) que para las mujeres (66%).

**Figura 3.5.** Matrícula total del municipio de Chapeltique 2010-2014



**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por directores y directoras de los Centros Escolares.

### **Salud: urbano y rural.**

Los servicios públicos de salud lo brinda el Ministerio de Salud (MINSAL) mediante dos establecimientos: la unidad comunitaria de salud familiar básica (UCSFB) de la trinidad, en el área rural denominada UCSF básico y uno en el área urbana clasificado como UCSF intermedio (UCSFI). Estas entidades de salud son atendidas por 24 personas, 18 en la UCSFI y 6 en la UCSFB. Los principales problemas y limitaciones identificadas en la UCSFI: falta de equipo médico, equipo de laboratorio, infraestructura y equipamiento.

Algunos indicadores de salud para el municipio de Chapeltique son los siguientes:

- Cobertura de inscripción infantil en menores de un año: 62.7% (UNICEF).
- Proporción de inscripción en control prenatal en mujeres de 10 a 19 años: 45.9%.
- Esperanza de vida: 69.3 (Almanaque 262, PNUD-FUNDAUNGO)
- Porcentaje de escolares de primer grado con retardo en talla: 18.5 (almanaque 262).
- Tasa de mortalidad infantil: 31 defunciones de menores de un año, por mil nacidos
- Proporción de población de 60 años y más, con respecto a la población total: 9.9%.
- Tasa global de fecundidad: promedio de hijos por mujer: 2.9

### **Seguridad ciudadana.**

En el municipio existe un puesto de la policía nacional civil (PNC), el cual cuenta una jefatura de puesto y 11 agentes. Dispone con una unidad de transporte y línea telefónica fija. Según el personal de la PNC entrevistado, los índices delincuenciales se han incrementado en los últimos años, y se deben en gran parte a la existencia de estructuras pandilleriles delincuenciales radicados en el municipio.

Por el problema anterior, la PNC implementa los siguientes programas, mecanismos y acciones de contingencia de grupos vulnerables: charlas en centros escolares con temas sobre la prevención de la violencia, patrullajes en zona rural (preventivos), además de brindar seguridad en los encuentros deportivos.

### **3.2.3. Agua potable**

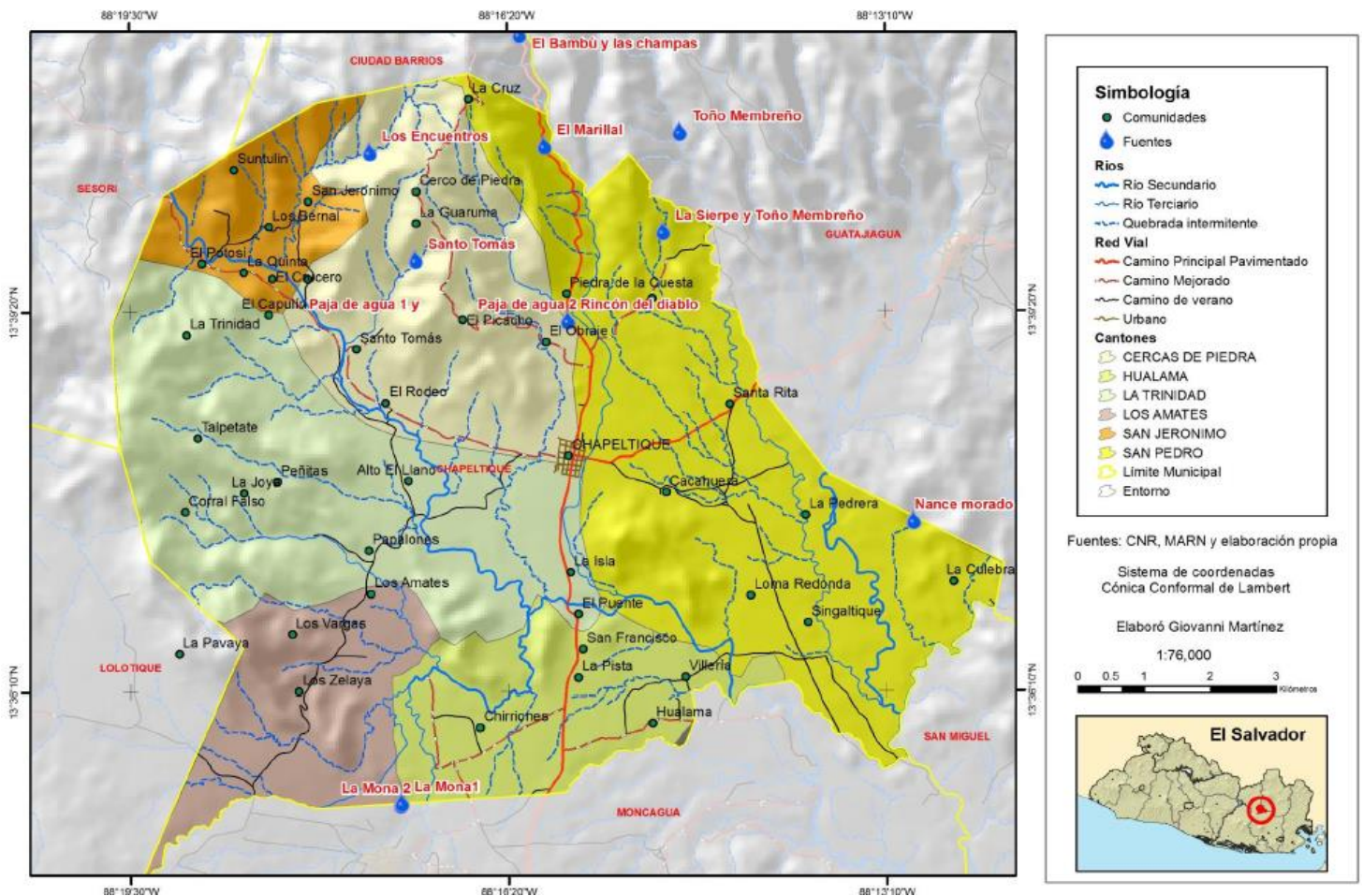
El servicio de agua potable (por tubería), se introdujo a Chapeltique en el año de 1951, el agua llegó por gravedad desde una distancia de 3 km de la ciudad del lugar conocido como pie de cuesta, donde están los nacimientos y ahí mismo se construyeron los tanques de captación; el servicio inicial fue público, los chorros privados fueron muy pocos. Actualmente se tiene una red de distribución desordenada ya que a medida la ciudad fue creciendo se fue adaptando tuberías que no fueron previstas en el diseño original de la red, esto dio lugar a la instalación de otras tuberías colocadas desde el tanque de almacenamiento, en total son 5 tuberías principales las que se tienen en el área urbana de Chapeltique, con este sistema el agua llega cada 24 o 48 horas a cada vivienda

con duración de unas 4 o 6 horas. La profundidad a la que está enterada la tubería de distribución es variable desde 0.60 cm hasta 1.20 cm.

### 3.2.4. Caracterización ambiental.

**Recursos Hídricos:** Los ríos más importantes son San Sebastián o Santo Tomás, Chapeltique y Las Cañas. Otras fuentes de agua dentro del municipio son las quebradas, ya que algunas de ellas tienen caudales grandes que sirven para diversas actividades.

Figura 3.6. Hidrología de Chapeltique



Fuentes: CNR, MARN y elaboración propia.

**Tabla 3.5.** Inventario de las Juntas Administradoras y fuentes de agua de Chapeltique

No	Organización que administra el Sistema de Agua	Sistema de agua/ Comunidad	Cantón	Nombre de las fuentes	Georreferenciación		Altitud
					N	W	
1	Alcaldía Municipal de Chapeltique	Zona urbana Chapeltique	--	Rincón del diablo	13° 39' 15.8"	88° 15' 49.4"	265
2		Pie de la cuesta	San Pedro	El Marillal	13° 40' 43.3"	88° 16' 01.1"	372
3		Santo Tomás	San Jerónimo	Santo Tomás	13° 39' 46.3"	88° 17' 06.0"	394
4		Villeras	Hualamá	La Mona 2	13° 35' 14.4"	88° 17' 14.0"	219
5	Asociación de Desarrollo Comunal Unidos para el Progreso ADESCOUP	La Cruz	Cercas de Piedra	El Bambú y Las Champas	13° 41' 11.3"	88° 15' 16.3"	523
6	Asociación de Desarrollo Comunal Unidos para Progresar ADESCOUPRO	El Jote	San Pedro	La Sierpe y Toño Membreño	13° 40' 5.93" 13° 41' 21.2"	88° 15' 17.0" 88° 15' 00.2"	344 390
7	Asociación de Desarrollo Comunal Unión y Progreso ADESCOUP	San Jerónimo	San Jerónimo	Los Encuentros	13° 40' 40.3"	88° 17' 28.9"	386
8	Asociación de Desarrollo Comunal Fe y Esperanza	Tamera	Hualama	La Mona: 1	13° 35' 15.2"	88° 17' 13.7"	219
9	Asociación de Desarrollo Comunal El Potosí ADESCMEP	Potosí	San Jerónimo	Paja de agua: 1 y Paja de agua: 2	13° 39' 15.8"	88° 15' 49.4"	333
10	Asociación cooperativa de producción agropecuaria Singaltique	Singaltique	San Pedro	Nance morado	13° 37' 35.3"	88° 12' 55.9"	174

**Fuente:** Alcaldía municipal de Chapeltique y elaboración propia.

**Tabla 3.6.** Relación de la oferta y demanda de las fuentes de agua de Chapeltique

No	Organización que administra el Sistema de Agua	Sistema de agua/ Comunidad	Cantón	Población / habitantes	Nombre de las fuentes	Aforo L/seg		Oferta L/día	Demanda L/día	Relación Oferta y Demanda L/día	Comentario	
							Abr-2014					
1		Zona urbana Chapeltique			Rincón del diablo	Sin lectura		Sin analizar	Sin analizar	Sin analizar	Captación sellada	
2	Alcaldía Municipal de Chapeltique	Pie de la cuesta	San Pedro	3597	El Maritall	Sin lectura		Sin analizar	Sin analizar	Sin analizar	Captación sellada	
3		Santo Tomás Villéras	San Jerónimo		Santo Tomás	Sin lectura		Sin analizar	Sin analizar	Sin analizar	Sin analizar	Captación sellada
4		La Cruz	Hualama		La Mona 2	Sin lectura		Sin analizar	Sin analizar	Sin analizar	Sin analizar	Captación sellada
5	Asociación de Desarrollo Comunal Unidos para el Progreso ADESCOUP	La Cruz	Cercas de Piedra	280	El Bambú y Las Champas	1.24		106,272	22,400	83,872 de remanente; cubre demanda actual y tiene capacidad de abastecer a 1,048 personas más	Directivos reportan demanda insatisfecha, pero en realidad hay uso excesivo por usuarios	
6	Asociación de Desarrollo Comunal Unidos para Progresar ADESCOUPRO	El Jrote	San Pedro	645	La Sierpe y Toño Membreño	1.45		125,280	51,600	73,680 de remanente; cubre demanda actual y tiene capacidad de abastecer a 921 personas más	Directivos reportan demanda insatisfecha, por error en diseño de sistema; se necesita supervisión técnica	
7	Asociación de Desarrollo Comunal Unión y Progreso ADESCOUP	San Jerónimo	San Jerónimo	376	Los Encuentros	3.48		300,672	30,080	270,592 de remanente; cubre demanda actual y tiene capacidad de abastecer a 3,382 personas más	Directivos reportan demanda insatisfecha, por error en diseño de sistema; se necesita supervisión técnica	
8	Asociación de Desarrollo Comunal Fe y Esperanza	Tamera	Hualama	539	La Mona: 1	2.15		185,760	43,120	142,640 de remanente; cubre demanda actual y tiene capacidad de abastecer a 1,783 personas más	Directivos reportan demanda insatisfecha, por error en diseño de sistema; se necesita supervisión técnica	
9	Asociación de Desarrollo Comunal El Potosí ADESCMEP	Potosí	San Jerónimo	504	Paja de agua: 1 y Paja de agua: 2	Sin lectura		Sin analizar	Sin analizar	Sin analizar	Captación sellada	
10	Asociación cooperativa de producción agropecuaria Singaltique	Singaltique	San Pedro	537	Nance morado	Sin lectura		Sin analizar	Sin analizar	Sin analizar	Captación sellada	

**Fuente:** Alcaldía municipal de Chapeltique y elaboración propia

**Suelos del municipio:** Los tipos de suelo que se encuentran en el municipio son arcillosos y franco arcillosos, según estudios tienen algunas de las características de los grumosoles, el suelo de este grupo es la arcilla la cual se encuentra en Chapeltique, los suelos franco arcillosos son sueltos, hondos, pesados y plásticos, son arcillas que permanecen húmedas durante toda la estación lluviosa. El suelo urbano del municipio está compuesto de varios sectores diferenciados morfológicamente, una parte central compacta de trama reticulada y varias zonas de crecimiento dispersas, solo articuladas con el casco central a través de los ejes de carreteras de acceso al mismo. Dentro de esta estructura urbana el suelo consolidado ocupa casi la totalidad de la trama reticulada.

**Orografía del municipio:** Chapeltique es el municipio con mayor extensión de planicies de toda la región, 4,948 ha, equivalentes a la mitad del territorio municipal (49.9%), pudiéndoselo caracterizar como “municipio medio llano”, lo que es excepcional en una región tan montañosa. Se trata más bien de una única planicie continua que ocupa el centro, oriente y sur del municipio y se prolonga al oriente en Guatajiagua y Yamabal y al sur en Moncagua: realmente forma parte de la gran planicie central de la cuenca del río Grande de San Miguel. El paisaje del municipio se compone de los cerros suntulín, el picacho, el marial, piedra parada, el jote, el chaparral, el cristo, el chiquirín, pan de azúcar, la humazón, capulín, el picachito, nana pancha y cerro bonito. Las lomas: el caracol, la ceiba, el jote, el zacate, el carpintero, la flor y el brincadero.



**Ecosistemas principales:** Chapeltique se caracteriza por tener dos zonas agroecológicas bien marcadas: Una zona alta con elevaciones que van desde los 280 hasta los 710 metros sobre el nivel del mar que comprende el cantón Cercas de Piedra y San Jerónimo, así como una parte de los cantones San Pedro y La Trinidad. En esta parte del territorio predomina una topografía quebrada, suelos erosionados con baja fertilidad, a excepción de aquellos suelos de fincas de café que tienen mayor contenido de materia orgánica. Además es parte de lo que se denomina complejo Cacahuatique que constituye una importante área de recarga hídrica, donde nacen los ríos que surcan este municipio y el departamento.

La vegetación consiste en pequeñas áreas de bosque de coníferas y otras especies arbóreas como: caoba (*swietenia macrophylla*), cedro (*cedrela salvadorensis*), ceiba (*ceiba pentandra*), bálsamo (*myroxylon balsamun*) y copinol (*hymenaea courbaril*), almendro de río (*andira inermis*), amate (*ficus trigonata* L.), aceituno (*simarouba galuca*), quebracho (*schinopsis balansae*), carao (*cassia grandis* L.), entre otros. Según los pobladores aún existen especies animales como: guatusas, garrobos, mapaches, cusuco o armadillo, coyotes y venados, además de una diversidad de especies de aves y reptiles.

Los cultivos que se identifican son maíz, frijol, sorgo, pequeñas áreas de hortalizas y café. También de forma dispersa se encuentran frutales como mango, aguacate, anona, limón, zapote, entre otros.

La parte baja que comprende elevaciones de 180 hasta 280 metros sobre el nivel del mar y se localiza en los cantones Hualamá y La Trinidad, así como una parte de San Pedro. Se caracteriza por suelos planos y semiplanos, profundos, francos arcillosos y franco arenosos. Una parte es dedicada a la ganadería bovina y el cultivo de kenaf, con importantes áreas de riego por gravedad. Y otra parte que se encuentra entre las ciudades de Chapeltique y Moncagua está bastante urbanizada con pequeñas áreas agrícolas. En toda la zona también se encuentran áreas de cultivo de maíz.

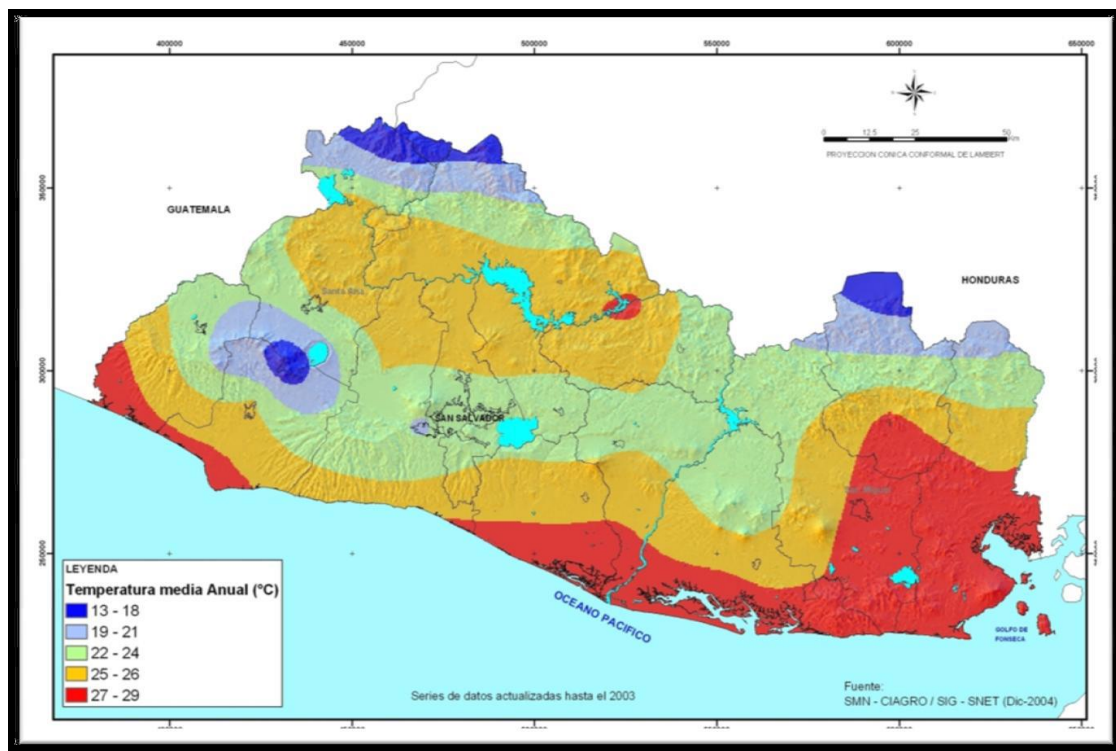
La vegetación predominante son sabanas de morro o jícara (*Crescentia alata*) y carbón (una especie de *Calliandra*), además almendro de río, aceituno, quebracho, carao, entre otros. Además especies introducidas como acacia (flor amarilla), teca (*Tectona grandis*) y eucalipto (*Eucalypto camaldulensis*). Frutales: mango, nance y jocote.

Por ser un área bastante urbanizada no hay presencia de especies animales silvestres, a excepción de una diversidad de aves y reptiles.

## Temperatura

La temperatura media anual es de unos 25°C. Los meses más frío son diciembre y enero (24°C), mientras que el mes más cálido es abril (38 °C). Con 7 °C de oscilación térmica.<sup>11</sup>

**Figura 3.7.** Temperatura en El Salvador



**Fuente:** Ministerio de medio ambiente y recursos naturales (MARN)

<sup>11</sup> Monografías Departamentales CNR-SNET

El clima de Chapeltique es cálido y pertenece al tipo de clima de sabanas tropicales o tierra caliente. La temperatura en la ciudad de Chapeltique oscila entre los 30°C a 35°C, fluctuando en promedios anuales, así como también las temperaturas máximas que pueden llegar hasta los 40° C., los meses más calurosos son de marzo a junio, y los más fríos de noviembre a enero, sin embargo las temperaturas andan en un promedio de calor soportable en la mayoría del año.<sup>12</sup> La pluviosidad media anual oscila entre los 1.800 y 2.200 mm.

---

<sup>12</sup> Condiciones climáticas de El Salvador  
<http://www.zonaclima.com/climate/el-salvador/fahrenheit/san-miguel.htm>

## ***Capítulo IV. Estructuración y análisis.***

En este capítulo, se plantea una descripción más amplia del proyecto, incluyendo un levantamiento de la red de abastecimiento de agua potable existente, además se presentaran las pruebas que se realizan a la fuente que abastece la red de tuberías y en las acometidas de los hogares. También se obtiene el número de habitantes que serán beneficiados con el nuevo sistema de abastecimiento de agua potable y por último se realiza el aforo de las distintas fuentes de abastecimiento.

### **4.1. Descripción del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.**

Comienza con la toma del agua cruda (agua sin tratar) de nacimientos por medio de pequeñas cajas de captación, ubicadas en el cerro “Plan de las anonas”, calle al valle “Rincón del diablo”, luego el agua es transportada por tuberías de los distintas fuentes de agua hasta una caja receptora la cual se almacena y es transportada por 3 tuberías de 4 pulgadas y 1 tubería de 3 pulgadas hacia el tanque de almacenamiento que se encuentra a unos 800 metros de la caja de captación, ubicado en el caserío “Pie de la cuesta”. En éste se realiza el proceso de cloración del agua y luego es transportada a los distintos barrios y colonias de la zona urbana de Chapeltique, todo el sistema de abastecimiento funciona por gravedad.

#### **4.2. Levantamiento del sistema de abastecimiento de agua existente.**

El sistema comienza con el tanque de almacenamiento con medidas de 10.75 metros de diámetro externo y 10.30 metros en la parte interna del tanque una altura total de 7 metros y una altura de agua de 29 cm, tiene 3 tuberías de salida de agua que alimentan la red de distribución en la ciudad de Chapeltique. Consta de 14 válvulas de paso en ciertos puntos en la red de distribución, con el propósito de desviar el paso del agua a determinadas horas del día para cada colonia y barrio de esta manera están distribuyendo el agua a toda la ciudad.

En el plano se muestra el detalle del tanque de almacenamiento y las acometidas con sus respectivas dimensiones. (Ver planos de taller, anexo 13).

#### **4.3. Estudios realizados a las fuentes de abastecimiento y en acometidas domiciliarias.**

Se le realizan cuatro estudios al agua abastecida por el sistema en la zona urbana del municipio de Chapeltique, las cuales son:

1. Análisis bacteriológico realizado semanalmente.
2. Análisis físico-químico programado cada cuatro meses.
3. Traza de metales elaborado una vez al año.
4. Plaguicidas, se hace una vez cada 3 años en los lugares de más auge agrícola.

La persona encargada de la toma de muestras de agua es el inspector Juan Ramírez que labora en la unidad de salud del municipio de Chapeltique, luego las muestras son enviadas al laboratorio especializado en control de calidad “ESEBESA S.A. DE C.V.”

para su debido análisis y posteriormente los resultados son enviados al inspector para la elaboración de los reportes con los resultados de las pruebas para presentarlos al jefe encargado del mantenimiento del sistema de abastecimiento designado por la alcaldía municipal de Chapeltique. A continuación se describirán los distintos tipos de pruebas realizadas; así como también el proceso de la toma de muestras de cada una, ya que este varía según el tipo de prueba. Estos son aplicados según el manual de procedimientos técnicos para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y consideraciones de la norma salvadoreña obligatoria de agua potable.

#### **4.3.1 Análisis bacteriológico.**

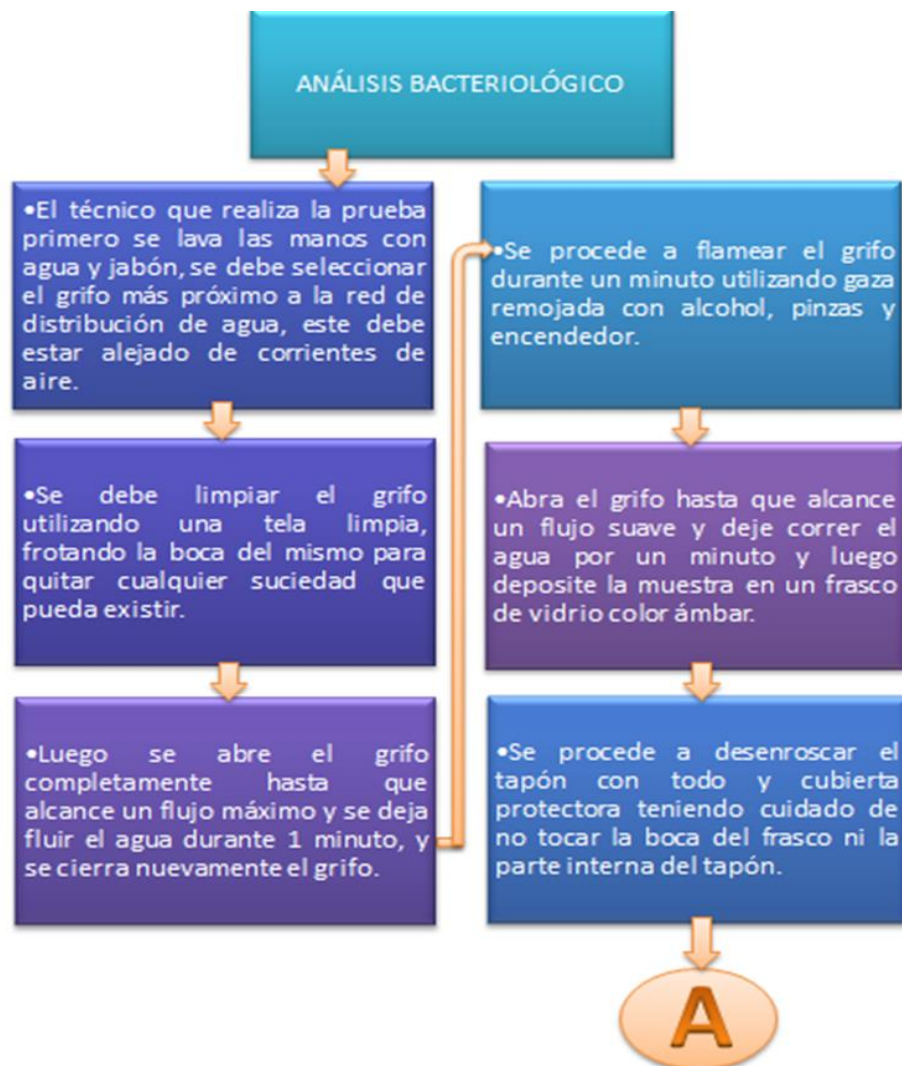
El muestreo para análisis bacteriológico debe realizarse considerando la técnica descrita en el manual de procedimientos técnicos para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. La toma de muestra no solo involucra el proceso de obtener físicamente la muestra representativa de agua para el análisis, sino también como se maneja y transporta para cumplir con los objetivos propuestos. La toma de muestras es realizada por el técnico encargado en la unidad de salud del municipio de Chapeltique.

Una vez obtenida la muestra, se debe rotular el envase que contiene la muestra que incluye lugar, fecha, número de muestra, tipo de análisis, concentración de cloro, nombre del responsable de la muestra, e igualmente registrarse las mediciones de campo, como lectura de cloro, toda esta información es anotada en una hoja de muestreo antes de abandonar el lugar de toma de muestra, (ver anexo 1).

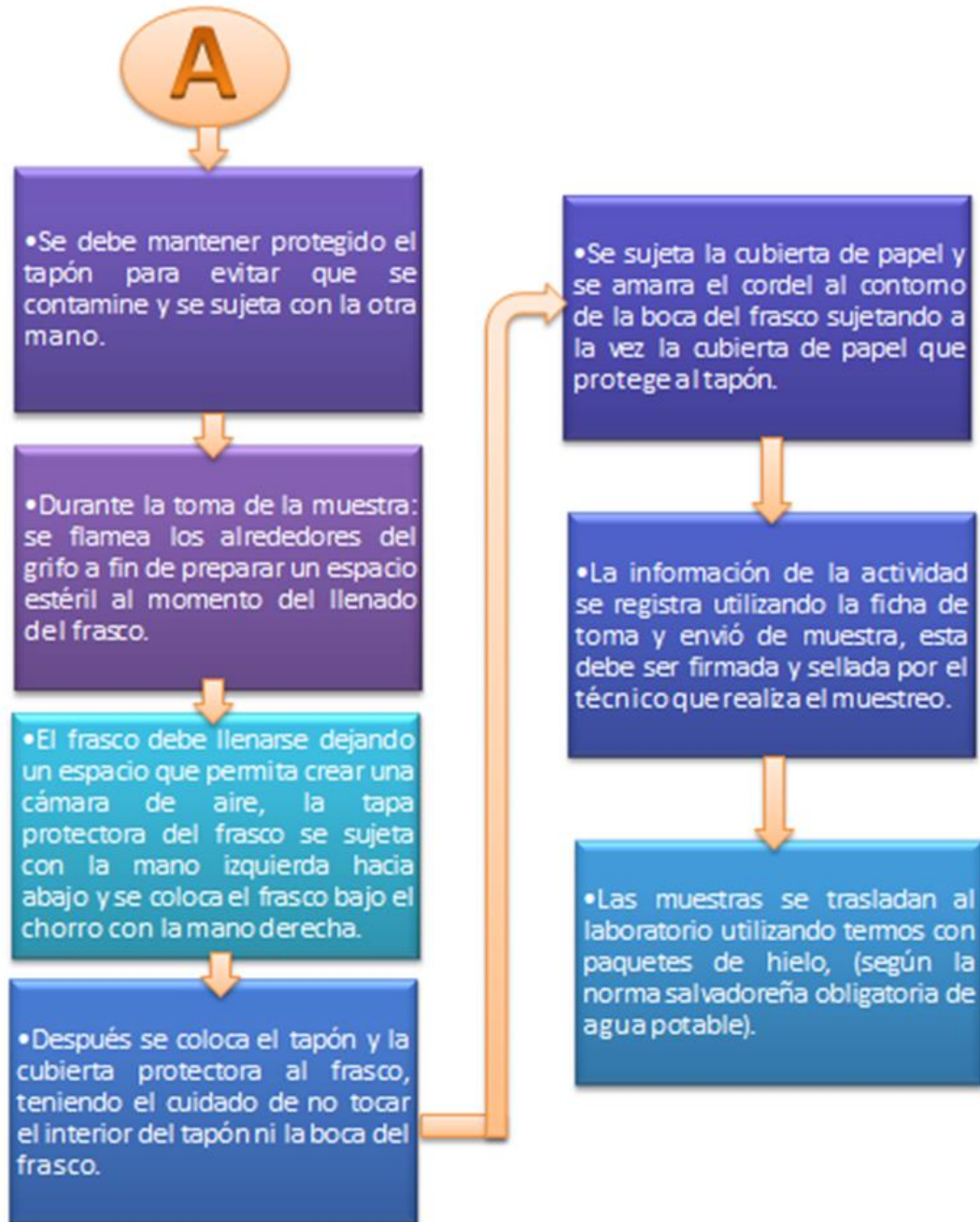
Obtenida la muestra se preserva con hielo antes y durante su envío para prevenir o minimizar cambios físicos, químicos, bioquímicos y biológicos dentro del envase que podrían producir un cambio en la calidad intrínseca de la muestra. Debe mantenerse a una temperatura de 4°C, durante el tiempo que dure el traslado hasta el laboratorio.

El tiempo de entrega de las muestras al laboratorio para el análisis de plaguicidas, físico-químico y traza de metales no debe exceder de 24 horas y en el caso de las muestras bacteriológicas no debe exceder de las 6 horas según lo especifica la norma salvadoreña obligatoria de agua potable.

Las consideraciones generales que se deben tener en cuenta durante el muestreo, se resumen de la siguiente manera:



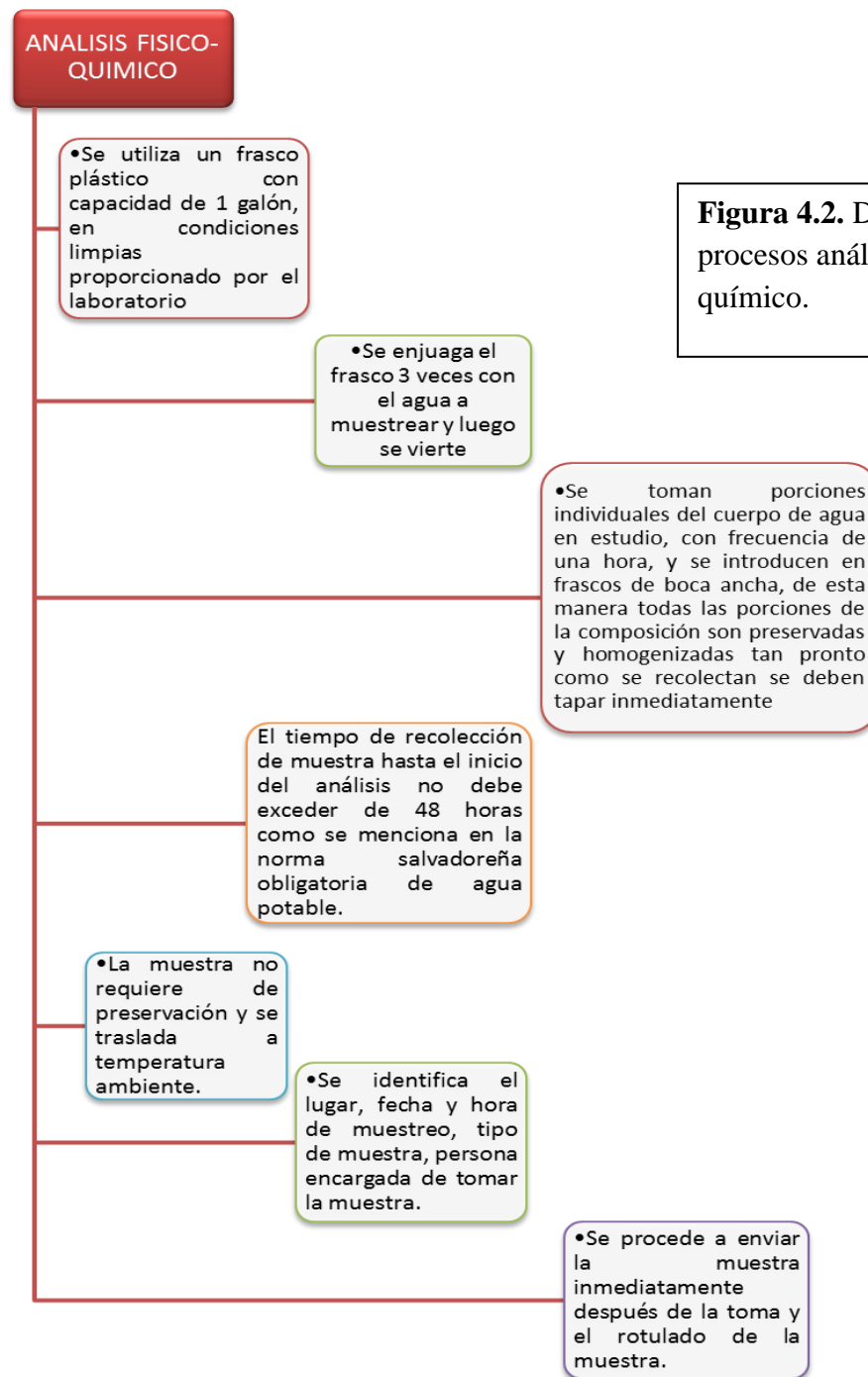




**Figura 4.1.** Diagrama de procesos análisis bacteriológico.

#### 4.3.2. Análisis físico-químico.

Para la realización de este proceso el técnico de la unidad de salud se basa en la norma salvadoreña obligatoria de agua potable y el manual de toma y envío de muestras del ministerio. Para la toma de muestras se procede a lo descrito a continuación:



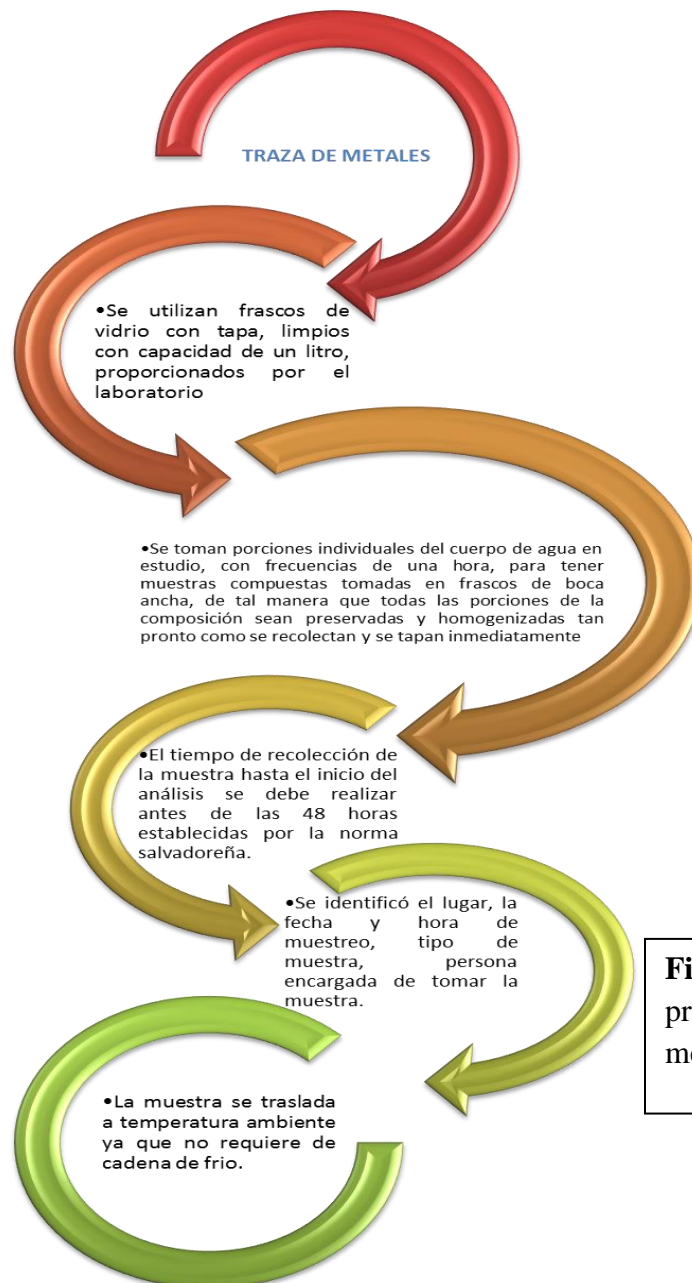
**Figura 4.2.** Diagrama de procesos análisis físico-químico.

### 4.3.3. Traza de metales.

Las determinaciones de metales que actualmente realiza el laboratorio central del ministerio son: Hierro, Manganeso, sulfatos, nitratos y fluoruros.

Los valores de hierro y manganeso no deben superar el límite máximo permisible establecido en la norma salvadoreña obligatoria de agua potable.

#### Actividades a realizar para la toma de muestra para análisis de metales.



**Figura 4.3.** Diagrama de procesos de traza de metales.

#### **4.3.4. Plaguicidas.**

Antes del muestreo es recomendable conocer el historial de uso de plaguicidas en la zona para identificar los sitios con mayor probabilidad de presencia de plaguicidas. Este debe considerar la cantidad del plaguicida aplicado y su distribución, propiedades químicas, factores relacionados con la aplicación (épocas, tasas y métodos de aplicación), movilidad y toxicidad.

#### **Materiales y equipos**

Los materiales para el muestreo son proporcionados por el laboratorio, con el objeto de asegurar que el procedimiento de lavado sea el adecuado.

Para limpiar la botella de muestreo se recomienda usar agua destilada seguida de un proceso de secado en estufa a temperatura entre 70 y 105° C. Luego que el envase se ha enfriado, es enjuagado con acetona. Finalmente el envase debe ser sellado con papel aluminio para evitar contaminación.

Los materiales utilizados en el muestreo de aguas para la detección de plaguicidas son los siguientes:

- Botella de 1L de capacidad (vidrio color ámbar) con tapa de teflón.
- Agua destilada
- Ácido clorhídrico 1M (HCl)
- Solvente (acetona)
- Etiquetas adhesivas a prueba de agua
- Marcador indeleble
- Hielera con hielo picado o en cubos

Actividades a realizar para la toma de muestra para análisis de plaguicidas.

En lo posible, es aconsejable coleccionar la muestra directamente en el envase que se traslada al laboratorio. Antes del muestreo debe adherirse una etiqueta en el tercio superior de la botella usando un lápiz marcador permanente. Incluye el nombre del colector, fecha, hora y sitio de colección. Se recomienda hacer este procedimiento antes del viaje al sitio del muestreo, ya que en la mayoría de las veces las muestras deben ser coleccionadas rápidamente y trasladadas al laboratorio en forma inmediata.



**Figura 4.4.** Diagrama de procesos análisis de plaguicidas.

#### 4.4. Número de habitantes que requiere el servicio de abastecimiento de agua potable.

A continuación se presenta un cuadro con la población actual en la zona urbana del municipio de Chapeltique, también se muestra los centros escolares que son incluidos en el sistema de abastecimiento de agua potable, estos datos son de importancia para el cálculo del caudal requerido desarrollado en el tema 4.5 de este capítulo.

Población total en la zona urbana	Población de escuelas en la ciudad de Chapeltique			
	Escuela de educación parvularia de Chapeltique	Centro Escolar Eliseo Henríquez	Centro escolar colonia La Paz	Instituto Nacional de Chapeltique
3680	68	762	217	341

**Tabla 4.1.** Población actual de la zona urbana de Chapeltique.

#### 4.5. Cálculo del caudal requerido

El cálculo del caudal de agua producido por los nacimientos se realizó mediante aforo, a continuación se describe el proceso utilizado para el cálculo.

##### ❖ Procedimiento de la Prueba de Aforo Volumétrico.

1. Inicialmente, se realiza una inspección al sitio a investigar; días antes de la prueba se revisa el recipiente a utilizar (cubo o tanque de 5 galones).

2. En campo o área del proyecto, se ubica el canal o tubería a aforar; en caso de ser una tubería, que esté conectada a una serie de ellas, se procede a aislar; este fue el caso en la medición del caudal de los nacimientos del municipio de Chapeltique.
3. El funcionario, debe mantener el cronometro en cero, luego en la salida del flujo constante de la tubería o canal, se coloca el recipiente, simultáneamente se activa el cronometro; este proceso finaliza en el momento en que el flujo llegue a la marca del recipiente y se desactiva el cronometro inmediatamente.
4. El resultado de este procedimiento es volumen llenado entre el tiempo de llenado ( $Q = v/t$ ); el mismo, debe ser repetido de 3 a 5 veces, de esta manera se verifica si el flujo es constante o variable.
5. Con los datos tomados de tiempo y el delta de volumen de agua escogido se obtiene el caudal que está recorriendo la tubería.
6. Finalmente con los datos obtenidos de cada tubería y sacando el promedio para cada uno se obtuvo los siguientes resultados.

**Caudal producido por los nacimientos.**

**Tabla 4.2.** Caudal producido por la fuente de agua superficial

Tubería	Caudal
1	18.9lt/ 7sg
2	18.9lt/ 3.3sg
3	18.9lt/ 7sg
4	18.9lt/ 8sg
5	18.9lt/13sg
6	18.9lt/39.8sg
7	18.9lt/18sg
8	18.9lt/19.8sg
<b>Total</b>	<b>17.42 lt/ sg</b>

**Caudal entrante al tanque de almacenamiento.**

**Tabla 4.3.** Caudal entrante al tanque de almacenamiento

Tubería	Caudal
1	18.9lt/ 6.5sg
2	18.9lt/ 7.5sg
3	18.9lt/ 7.5sg
4	18.9lt/ 2.05sg
<b>Total</b>	<b>17.16 lt/ sg</b>

Finalmente se realizará el cálculo numérico del caudal requerido según el número de habitantes actuales en la zona urbana del municipio de Chapeltique, esto se hará según lo establecido en la norma de ANDA.

❖ **Dotación.**

De acuerdo a las normas técnicas de ANDA, se determina la dotación media para una vivienda.

Dotación: 125 l/p/d (Normas técnicas de ANDA #5). Para la dotación total además de la dotación doméstica se incluirán las siguientes dotaciones, un 20% para fugas y desperdicios (Norma Anda #5)



Dotaciones							
Doméstica	Escuela	Clínicas		Mercados	locales comerciales	Restaurantes	oficinas
		Médicas	Dentales				
125 l/p/d	40 l/alumno/d	500 l/consultorio/d	1000 l/consultorio/d	15 l/m <sup>2</sup> /d	20 l/m <sup>2</sup> /d	50 l/m <sup>2</sup> /d	6 l/m <sup>2</sup> /d

**Tabla 4.4.** Dotaciones según la norma de ANDA.

#### 4.5.1 Demanda domestica

$$Q_{md} = ((Do * N_{ha}) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

$Do$  = dotación

$N_{ha}$  = número de habitantes

$Do$ = dotación	125	l/p/d
$0.2Do$ = fugas y desperdicio	25	l/p/d
Dotación total	150	l/p/d
$N_{ha}$ = número de habitantes	3680	Habitantes
86400 = constante	86400	Constante

#### Cálculo del Caudal Medio Diario ( $Q_{md}$ ).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{MD} = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{3680 \times 150}{86,400} = 6.3889 \frac{lt}{s} = 0.0064 m^3/s$$

#### 4.5.2 Demanda escolar

$$Q_{md} = ((Do * N_{alumnos}) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

Do = dotación

N<sub>alumnos</sub> = número de alumnos

Do = dotación	40	l/alumno/d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/alumno/d
Dotación total	40	l/alumno/d
N <sub>alumnos</sub> = número de alumnos	1388	Alumnos
86400 = constante	86400	Constante

#### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{1388 \times 40}{86,400} = 0.6426 \frac{lt}{s} = 0.00064m^3/s$$

#### 4.5.3 Demanda clinicas medicas

$$Q_{md} = ((Do * N_{consultorios}) / 86400)$$

Dónde: Q<sub>md</sub>= caudal medio diario

Do = dotación

$N_{\text{consultorios}}$  = número de consultorios

Do = dotación	500	l/consultorio/d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/consultorio/d
Dotación total	500	l/consultorio/d
$N_{\text{consultorios}}$ = número de consultorios	5	Consultorios
86400 = constante	86400	Constante

#### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dotacion}}{86,400} = \frac{5 \times 500}{86,400} = 0.0289 \frac{\text{lt}}{\text{s}} = 0.0000289 \text{m}^3/\text{s}$$

#### 4.5.4 Demanda clínicas dentales

$$Q_{\text{md}} = ((D_o * N_{\text{consultorios}}) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{\text{md}}$  = caudal medio diario

Do = dotación

$N_{\text{consultorios}}$  = número de consultorios

Do = dotación	1000	l/consultorio/d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/consultorio/d
Dotación total	1000	l/consultorio/d
N <sub>consultorios</sub> = número de consultorios	2	Consultorios
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{2 \times 1000}{86,400} = 0.0231 \frac{lt}{s} = 0.0000231 m^3/s$$

### 4.5.5 Demanda mercados

$$Q_{md} = ((Do * M2) / 86400)$$

Dónde: Q<sub>md</sub> = caudal medio diario

Do = dotación

M2 = cuadrados de superficie metros

Do = dotación	15	l/m <sup>2</sup> /d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/m <sup>2</sup> /d
Dotación total	15	l/m <sup>2</sup> /d
M2 = cuadrados de superficie metros	1941.64	m <sup>2</sup>
86400 = constante	86400	Constante

#### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{1941.64 \times 15}{86,400} = 0.3371 \frac{lt}{s}$$
$$= 0.0003371 m^3/s$$

#### 4.5.6 Demanda de locales comerciales

$$Q_{md} = ((Do * M2) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

Do = dotación

M2 = cuadrados de superficie metros

Do = dotación	20	l/m <sup>2</sup> /d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/m <sup>2</sup> /d
Dotación total	20	l/m <sup>2</sup> /d
M2 = metros cuadrados de superficie	4269.86	m <sup>2</sup>
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{4269.86 \times 20}{86,400} = 0.9884 \frac{lt}{s} = 0.0009884 m^3/s$$

#### 4.5.7 Demanda restaurantes

$$Q_{md} = ((Do * M2) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

Do = dotación

M2 = cuadrados de superficie metros

Do = dotación	50	l/m <sup>2</sup> /d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/m <sup>2</sup> /d
Dotación total	50	l/m <sup>2</sup> /d
M2 = metros cuadrados de superficie	762.96	m <sup>2</sup>
86400 = constante	86400	Constante

#### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{762.96 \times 50}{86,400} = 0.4415 \frac{lt}{s} = 0.0004415 m^3/s$$

#### 4.5.8 Demanda de oficinas

$$Q_{md} = ((Do * M2) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

Do = dotación

M2 = cuadrados de superficie metros

Do = dotación	6	l/m <sup>2</sup> /d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/m <sup>2</sup> /d
Dotación total	6	l/m <sup>2</sup> /d
M2 = metros cuadrados de superficie	1534.27	m <sup>2</sup>
86400 = constante	86400	Constante

#### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{1534.27 \times 6}{86,400} = 0.1065 \frac{lt}{s} = 0.0001065 m^3/s$$

#### 4.5.9 Cálculo de caudal medio diario total.

$$Q_{MDT} = 6.3889 + 0.6426 + 0.0289 + 0.0231 + 0.3371 + 0.9884 + 0.4415 + 0.1065$$

$$Q_{MDT} = 8.9571 \frac{lt}{s}$$

#### 4.5.10 Cálculo de Caudal Máximo Diario (QmaxD)

Con el Q<sub>md</sub> calculado se procede a calcular el caudal máximo diario mediante la fórmula:



$$Q_{maxdiario} = K_1 Q_{md}$$

De #6 Norma de Anda  $K_1=1.2$  a  $1.5$  (coeficiente de variación diaria). Se toma el mayor  $K_1=1.5$ .

$$Q_{maxdiario} = (1.5) \left( 8.9571 \frac{lt}{s} \right) = 13.4357 \frac{lt}{s}$$

#### 4.5.11 Cálculo del Caudal Máximo Horario ( $Q_{max}$ horario)

Con el  $Q_{md}$  calculado se procede a calcular el caudal máximo diario mediante la fórmula:

$$Q_{maxhorario} = K_2 Q_{md}$$

De #6 Norma de Anda  $K_2=1.8$  a  $2.4$  (coeficiente de variación diaria). Se toma el mayor  $K_2=2.4$

$$Q_{maxhorario} = (2.4) \left( 8.9571 \frac{lt}{s} \right) = 21.4971 \frac{lt}{s}$$

#### 4.5.12 Cálculo del Caudal Mínimo Horario ( $Q_{min}$ horario)

Con el  $Q_{md}$  calculado se procede a calcular el caudal máximo diario mediante la fórmula:

$$Q_{minhorario} = K_3 Q_{md}$$

De #6 Norma de Anda  $K_3=0.1$  a  $0.3$  (coeficiente de variación diaria). Se toma el mayor  $K_3=0.3$ .

$$Q_{\text{minhorario}} = (0.3)(8.9571) \frac{\text{lt}}{\text{s}} = 2.6871 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

#### 4.5.13 Cálculo del Caudal de Bombeo (QB)

De acuerdo a las normas técnicas de ANDA, para un sistema con tanque de almacenamiento antes de la red de distribución, el caudal de bombeo será igual caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente  $24/n$  siendo  $n$  el número de horas de funcionamiento de la aductora en los sistemas abastecidos por bombeo de pozo,  $n$  como máximo de 20 horas.

En nuestro diseño hemos señalado que la bomba utilizada en el proyecto trabajara un tiempo de 20 horas al día, así que nuestro caudal de bombeo será el siguiente:

$$Q_B = \frac{24 Q_{\text{maxD}}}{n} = \frac{24 (13.4357 \frac{\text{lt}}{\text{s}})}{20} = 16.1228 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

CUADRO RESUMEN DE CAUDALES DE DISEÑO

Demanda	Doméstica	Escuela	Clínica médica	Clínicas dentales	Mercados	Locales comerciales	Restaurantes	oficinas	TOTAL
Do Según norma ANDA	125	40	500	1000	15	20	50	6	
Población	3680	1388	5	2	1941.64	4269.86	762.96	1534.27	
Constante	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	
20% de Do para fugas y desperdicio	25	0	0	0	0	0	0	0	
$Q_{md}$	6.3889	0.6426	0.0289	0.0231	0.3371	0.9884	0.4415	0.1065	8.9571
$Q_{maxd}$	9.5833	0.9639	0.0434	0.0347	0.5056	1.4826	0.6623	0.1598	13.4357
$Q_{maxhorario}$	15.3333	1.5422	0.0694	0.0556	0.8090	2.3721	1.0597	0.2557	21.4971
$Q_{minhorario}$	1.9167	0.1928	0.0087	0.0069	0.1011	0.2965	0.1325	0.0320	2.6871
$Q_B$	11.5000	1.1567	0.0521	0.0417	0.6068	1.7791	0.7948	0.1918	16.1228

Tabla 4.5. Cuadro resumen de caudales de diseño

#### 4.6 Análisis nota idea del proyecto (PIN).

El análisis del sistema de agua potable de la zona urbana del municipio de Chapeltique, en base a la capacidad y a las condiciones de funcionamiento, sufre de información actualizada al respecto, no existe un registro de operaciones de mantenimiento y ni planos de la red de distribución de agua. Por lo tanto el análisis es en base a los datos disponibles y de investigaciones directas.

Sobre la base del análisis de los datos disponibles y las diferentes visitas de campo realizadas, se destaca lo siguiente:

**Tabla 4.6.** Cuadro comparativo de aspectos positivos y negativos del sistema de abastecimiento actual de la ciudad de Chapeltique.

Generalidades	Aspectos positivos	Aspectos negativos	Recomendaciones
Captaciones	-El sistema se abastece con varias fuentes de agua superficiales.	-No existe una protección adecuada. -Las cajas recolectoras no tienen un diseño adecuado. -No existe una ordenanza municipal para el resguardo de éstas.	- Brindar protección adecuada. -Creación de ordenanza municipal.
Cajas de captación	No se encontraron aspectos positivos	-No cuenta con un diseño, ni planos de taller. -No existe un área de protección, ni un mantenimiento adecuado para un óptimo funcionamiento. -No cuentan con filtros.	- Diseñar en base a criterios y normas. -Brindar protección adecuada.
Tuberías de aducción	- Buen estado general de las tuberías. - Tuberías de hierro galvanizado.	-No cuenta con un diseño, ni planos de taller. - Se encuentran limitaciones de personal y equipo necesario para realizar una adecuada operación y mantenimiento.	- Diseñar en base a criterios y normas. - Asignar personal y recursos para su adecuado mantenimiento.
Tanque	-El tanque de almacenamiento está ubicado en una zona accesible, para su	-El tanque de almacenamiento no cumple con los parámetros de diseño establecidos por la norma de ANDA. -El tanque se encuentra en mal estado,	- Diseñar en base a criterios y normas. - Asignar personal y recursos para su

	<p>inspección. -El agua del tanque es inspeccionado por la unidad de Salud del municipio.</p>	<p>con presencia de algas en algunas partes y fisuras. -Presenta fugas de agua. -No cuenta con una protección adecuada. -Presencia de vegetación en las zonas aledañas al tanque.</p>	<p>adecuado mantenimiento. - Programación de revisión cada 3 meses.</p>
Red de distribución	<p>-Las tuberías se encuentran enterradas a un metro de profundidad según la norma de ANDA. -Consta de algunas válvulas de paso que ayudan a controlar el flujo del agua cuando requiere reparaciones.</p>	<p>-No existen planos de la red de distribución de agua potable, por consiguiente no existe un diseño elaborado según las normas de ANDA. -Las tuberías ya cumplieron con su vida útil, ya que existen fugas en algunos barrios y colonias de la ciudad. -Existe una mala distribución de la red esto hace que el agua no llegue a los diferentes lugares de la ciudad. -Se encuentran limitaciones de personal y equipo necesario para realizar una adecuada operación y mantenimiento del sistema, debido a que el personal asignado para tales trabajos es solamente una persona, lo cual impide una programación adecuada para conseguir el objetivo deseado</p>	<p>- Diseñar en base a criterios y normas. - Asignar personal y recursos para su adecuado mantenimiento. - Revisiones constantes en todos sus tramos.</p>

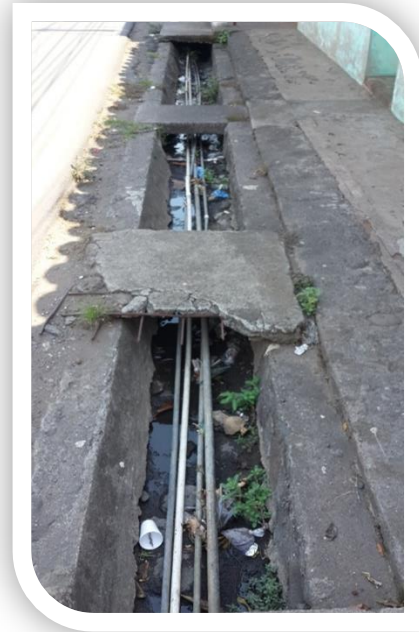
**Figura 4.5.** Tanque de almacenamiento ubicado en el caserío “Pie de la Cuesta”





**Figura 4.6.** El tanque presenta crecimiento bacteriano

**Figura 4.7.** Tuberías de la red de distribución se encuentran a la intemperie.



#### 4.6.1 Funcionamiento y mantenimiento.

En cuanto a mantenimiento cabe destacar que no se le proporciona el adecuado a ninguna de las partes que componen la red de abastecimiento de agua potable. Desde los nacimientos hasta la red en sí. En cuanto al funcionamiento casi siempre es constante, las colonias de la parte superior del casco urbano no presentan mayores problemas; mientras que en la parte baja siempre tienen problemas con el vital líquido que llega

suficiente o nada. Algunas veces ha presentado fugas en distintas secciones de las tuberías, cuando esto sucede excavan en los puntos en los cuales consideran que podría estar la fuga ya que actualmente no se cuenta con un plano de la red. Esto no sucede con gran frecuencia.

#### **4.6.2 Presión en los distintos sectores del casco urbano.**

Como se planteó anteriormente la zona superior del casco urbano, específicamente colonia “La Paz”, y la parte del centro de la ciudad no presenta mayores problemas con el vital líquido. Mientras que la zona baja como en el barrio “San Pedro”, barrio “Santa Ana”, barrio “Calvario”, barrio “Santa Lucía” presentan problemas de escasez de agua frecuentemente y el peor problema se presenta en colonia “La Presita” en la cual la distribución del vital líquido es poca o nula.

## Capítulo V. Propuesta.

### 5.1 Cálculo de caudal de diseño

#### 5.1.1. Cálculo de población futura.

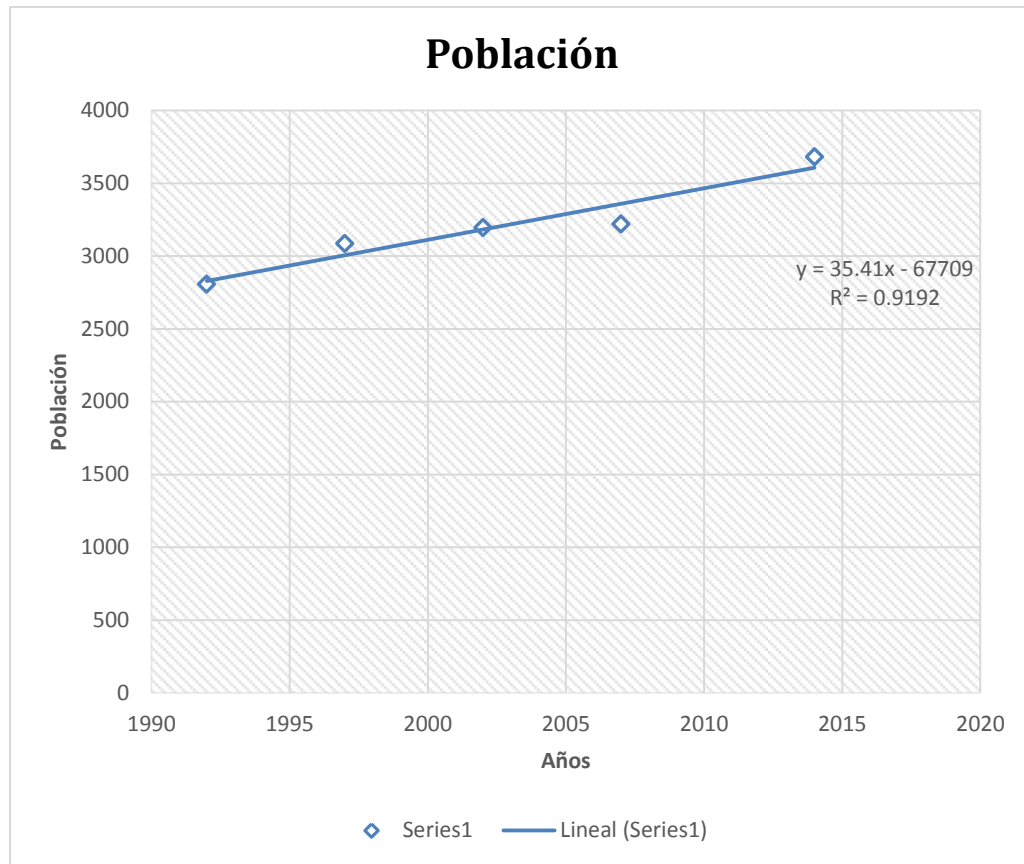
Años	Población total en la zona urbana
1992	2805
1997	3085
2002	3194
2007	3218
2014	3680

**Tabla 5.1.** Total de la población del municipio de Chapeltique para diferentes años

Con los datos de la tabla 5.1, <sup>13</sup> se traza la siguiente gráfica para determinar la tendencia que se comporta el crecimiento poblacional de la ciudad de Chapeltique.

<sup>13</sup> Fuente: De 1992-2007 DYGESTIC, 2014 proporcionado por la unidad de salud de Chapeltique





**Figura 5.1.** Proyección de la población

Debido a la tendencia lineal de las poblaciones hasta el año 2014 se proyectara la población futura siguiendo el modelo lineal mediante la siguiente formula:

$$P_{t+n} = P_t + b(n)$$

$$b = \frac{(P_{2014} - P_{2007}) + (P_{2007} - P_{2002}) + (P_{2002} - P_{1997}) + (P_{1997} - P_{1992})}{4}$$

$$b = \frac{(3680 - 3218) + (3218 - 3194) + (3194 - 3085) + (3085 - 2805)}{4}$$

$$b = 218.75$$

El dato obtenido anteriormente se proyectó a 5 años debido a que ese es el periodo de tiempo en los cuales se obtuvo los censos poblacionales y el modelo de fórmula es utilizado para periodos iguales de tiempo.

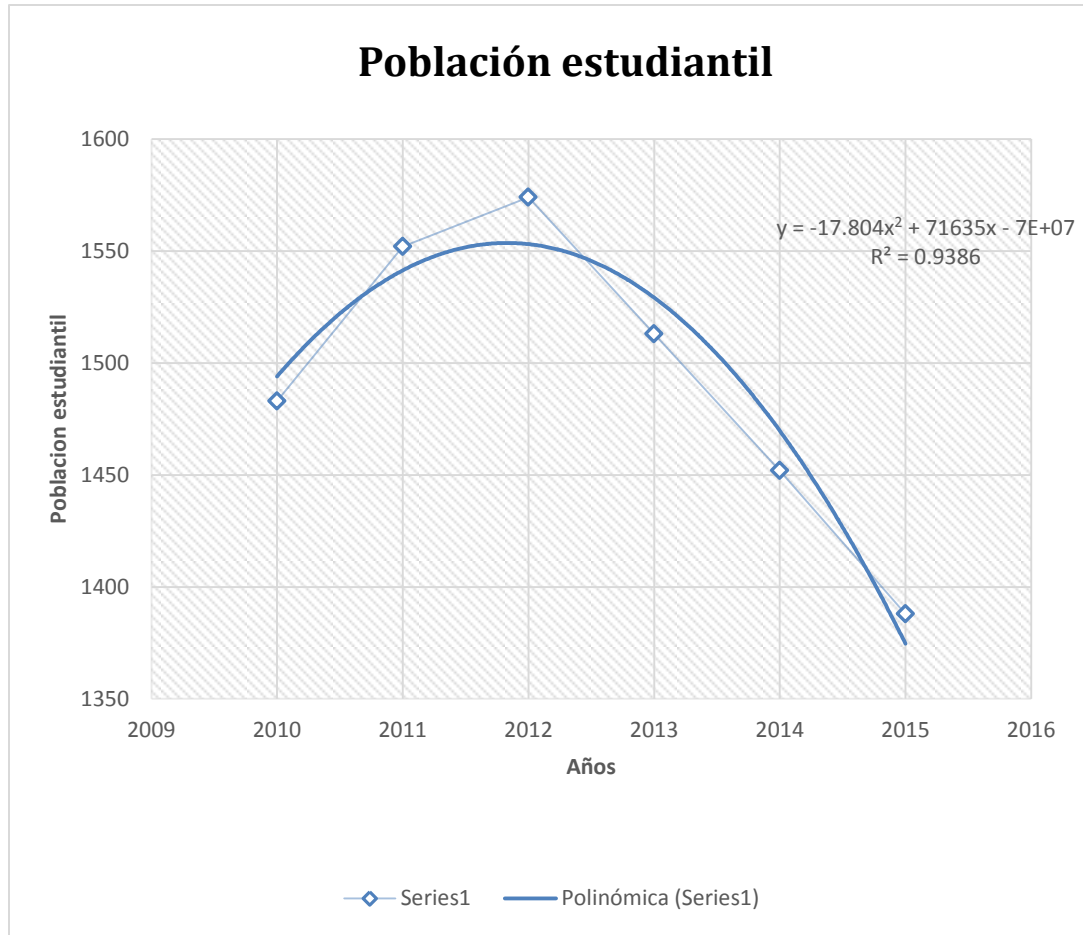
Para el tiempo de diseño el cual es de 20 años, se multiplicara esta cantidad por el número de periodos de que serían 4 ya que cada periodo es de 5 años. Esto se realizara debido a que el crecimiento de la población es lineal. De manera que la población futura quedara expresada de la siguiente manera.

$$P_{t+n} = P_t + b(n) = 3680 + 218.75(4) = 4555$$

### Cálculo de población estudiantil futura

Años	Población de escuelas en la ciudad de Chapeltique				Total
	Escuela de educación parvularia de Chapeltique	Centro Escolar Eliseo Henríquez	Centro escolar colonia La Paz	Instituto Nacional de Chapeltique	
2010	78	810	225	370	1483
2011	74	888	224	366	1552
2012	82	884	211	397	1574
2013	54	861	222	376	1513
2014	79	769	230	374	1452
2015	68	762	217	341	1388

**Tabla 5.2.** Total de la población de escuelas del municipio de Chapeltique para diferentes años



**Figura 5.2.** Proyección de la población estudiantil

Debido a la tendencia polinómica de las poblaciones hasta el año 2014 se proyectaran las poblaciones futura siguiendo el modelo geométrico mediante la siguiente formula:

$$i = \sqrt[t]{\frac{P}{P_0}} - 1$$

$$i_{2013-2015} = \sqrt[2]{\frac{1388}{1513}} - 1 = -0.042199 = -4.22\%$$

$$i_{2035} = 1388 (1 + (-0.042199))^{2035-2015} = 586$$

### 5.1.2 Calculo de demandas

Dotaciones							
Doméstica	Escuela	Clínicas		Mercados	locales comerciales	Restaurantes	oficinas
		Médicas	Dentales				
125 l/p/d	40 l/alumno/d	500 l/consultorio/d	1000 l/consultorio/d	15 l/m <sup>2</sup> /d	20 l/m <sup>2</sup> /d	50 l/m <sup>2</sup> /d	6 l/m <sup>2</sup> /d

**Tabla 5.3.** Dotaciones ocupadas para el diseño de la red de distribución según la norma técnica de ANDA.

De acuerdo a las normas técnicas de ANDA, se determina la dotación media para una vivienda:

Dotación: 125 l/p/d (Normas técnicas de ANDA #5). Para la dotación total además de la dotación doméstica se incluirán las siguientes dotaciones, un 20% para fugas y desperdicios (Norma Anda #5)

#### 5.1.2.1 Demanda domestica

$$Q_{md} = ((D_o * N_{ha}) / 86400)$$

Dónde:

$Q_{md}$  = caudal medio diario

$D_o$  = dotación

$N_{ha}$  = número de habitantes

$D_o$ = dotación	125	l/p/d
$0.2D_o$ = fugas y desperdicio	25	l/p/d
Dotación total	150	l/p/d
$N_{ha}$ = número de habitantes	4555	Habitantes
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{4555 \times 150}{86,400} = 7.91 \frac{lt}{s} = 0.0079m^3/s$$

#### 5.1.2.2 Demanda escolar

$$Q_{md} = ((Do * N_{alumnos}) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

$Do$  = dotación

$N_{alumnos}$  = número de alumnos

$Do$ = dotación	40	l/alumno/d
$0.2Do$ = fugas y desperdicio	0	l/alumno/d
Dotación total	40	l/alumno/d
$N_{alumnos}$ = número de alumnos	586	Alumnos
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{586 \times 40}{86,400} = 0.2704 \frac{lt}{s} = 0.00027m^3/s$$

### 5.1.2.3 Demanda clínicas médicas

$$Q_{md} = ((Do * N_{consultorios}) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

$Do$  = dotación

$N_{consultorios}$  = número de consultorios

$Do$ = dotación	500	l/consultorio/d
$0.2Do$ = fugas y desperdicio	0	l/consultorio/d
Dotación total	500	l/consultorio/d
$N_{consultorios}$ = número de consultorios	5	Consultorios
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario ( $Q_{md}$ ).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{MD} = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{5 \times 500}{86,400} = 0.0289 \frac{lt}{s} = 0.0000289 m^3/s$$

### 5.1.2.4 Demanda clínicas dentales

$$Q_{md} = ((Do * N_{consultorios}) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

$Do$  = dotación

$N_{consultorios}$  = número de consultorios

Do = dotación	1000	l/consultorio/d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/consultorio/d
Dotación total	1000	l/consultorio/d
N <sub>consultorios</sub> = número de consultorios	2	Consultorios
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{2 \times 1000}{86,400} = 0.0231 \frac{lt}{s} = 0.0000231 m^3/s$$

### 5.1.2.5 Demanda mercados

$$Q_{md} = ((Do * M2) / 86400)$$

Dónde: Q<sub>md</sub> = caudal medio diario

Do = dotación

M2 = cuadrados de superficie metros

Do = dotación	15	l/m <sup>2</sup> /d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/m <sup>2</sup> /d
Dotación total	15	l/m <sup>2</sup> /d
M2 = cuadrados de superficie metros	1941.64	m <sup>2</sup>
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{1941.64 \times 15}{86,400} = 0.3371 \frac{lt}{s}$$

$$= 0.0003371 m^3/s$$

#### 5.1.2.6 Demanda de locales comerciales

$$Q_{md} = (Do * M2) / 86400$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

Do = dotación

M2 = cuadrados de superficie metros

Do = dotación	20	l/m <sup>2</sup> /d
0.2Do = fugas y desperdicio	0	l/m <sup>2</sup> /d
Dotación total	20	l/m <sup>2</sup> /d
M2 = metros cuadrados de superficie	4269.86	m <sup>2</sup>
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario (Qmd).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:



$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{4269.86 \times 20}{86,400} = 0.9884 \frac{lt}{s} = 0.0009884 m^3/s$$

### 5.1.2.7 Demanda de restaurantes

$$Q_{md} = ((Do * M2) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

$Do$  = dotación

$M2$  = cuadrados de superficie metros

$Do$ = dotación	50	$l/m^2/d$
$0.2Do$ = fugas y desperdicio	0	$l/m^2/d$
Dotación total	50	$l/m^2/d$
$M2$ = metros cuadrados de superficie	762.96	$m^2$
86400 = constante	86400	Constante

### Cálculo del Caudal Medio Diario ( $Q_{md}$ ).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{762.96 \times 50}{86,400} = 0.4415 \frac{lt}{s} = 0.0004415 m^3/s$$

### 5.1.2.8 Demanda de oficinas

$$Q_{md} = ((Do * M2) / 86400)$$

Dónde:  $Q_{md}$  = caudal medio diario

$Do$  = dotación

$M2$  = cuadrados de superficie metros

$Do$ = dotación	6	$l/m^2/d$
$0.2Do$ = fugas y desperdicio	0	$l/m^2/d$
Dotación total	6	$l/m^2/d$
$M2$ = metros cuadrados de superficie	1534.27	$m^2$
86400 = constante	86400	Constante

#### Cálculo del Caudal Medio Diario ( $Q_{md}$ ).

Luego del cálculo de la dotación total se procede a calcular el caudal medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{MD} = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} = \frac{1534.27 \times 6}{86,400} = 0.1065 \frac{lt}{s} = 0.0001065 m^3/s$$

### 5.1.3 Caudal medio diario total

$$Q_{MDT} = 7.91 + 0.2704 + 0.0289 + 0.0231 + 0.3371 + 0.9884 + 0.4415 + 0.1065$$

$$Q_{MDT} = 10.11 \frac{lt}{s}$$

#### 5.1.4 Cálculo de Caudal Máximo Diario ( $Q_{maxD}$ )

Con el  $Q_{md}$  calculado se procede a calcular el caudal máximo diario mediante la fórmula:  $Q_{maxdiario} = K_1 Q_{md}$

De #6 Norma de Anda  $K_1=1.2$  a  $1.5$  (coeficiente de variación diaria). Se toma el mayor  $K_1=1.5$ .

$$Q_{maxdiario} = (1.5) \left( 10.11 \frac{lt}{s} \right) = \mathbf{15.16 \frac{lt}{s}}$$

#### 5.1.5 Cálculo del Caudal Máximo Horario ( $Q_{max\ horario}$ )

Con el  $Q_{md}$  calculado se procede a calcular el caudal máximo diario mediante la fórmula:  $Q_{maxhorario} = K_2 Q_{md}$

De #6 Norma de Anda  $K_2=1.8$  a  $2.4$  (coeficiente de variación diaria). Se toma el mayor  $K_2=2.4$

$$Q_{maxhorario} = (2.4) \left( 10.15 \frac{lt}{s} \right) = \mathbf{24.36 \frac{lt}{s}}$$

#### 5.1.6 Cálculo del Caudal Mínimo Horario ( $Q_{min\ horario}$ )

Con el  $Q_{md}$  calculado se procede a calcular el caudal máximo diario mediante la fórmula:  $Q_{minhorario} = K_3 Q_{md}$

De #6 Norma de Anda  $K_3=0.1$  a  $0.3$  (coeficiente de variación diaria). Se toma el mayor  $K_3=0.3$ .

$$Q_{minhorario} = (0.3)(10.15) \frac{lt}{s} = 3.045 \frac{lt}{s}$$

### 5.1.7 Cálculo del Caudal de Bombeo (QB)

De acuerdo a las normas técnicas de ANDA, para un sistema con tanque de almacenamiento antes de la red de distribución, el caudal de bombeo será igual caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente  $24/n$  siendo  $n$  el número de horas de funcionamiento de la aductora en los sistemas abastecidos por bombeo de pozo,  $n$  como máximo de 20 horas.

En nuestro diseño hemos señalado que la bomba utilizada en el proyecto trabajara un tiempo de 20 horas al día, así que nuestro caudal de bombeo será el siguiente:

$$Q_B = \frac{24 Q_{maxD}}{n} = \frac{24 (15.16 \frac{lt}{s})}{20} = 18.192 \frac{lt}{s}$$

## 5.2. Propuestas de solución para el problema planteado

### 5.2.1. Propuesta de solución N° 1

Dividir la red de distribución en 2 partes y abastecerlos de dos fuentes de agua distintos con sus respectivos tanques, extrayendo el agua del tanque “La Pista” para

bompear el agua hasta un depósito cerca de la gasolinera para luego abastecer a la segunda parte de la red. (Ver planos constructivos anexo 14)

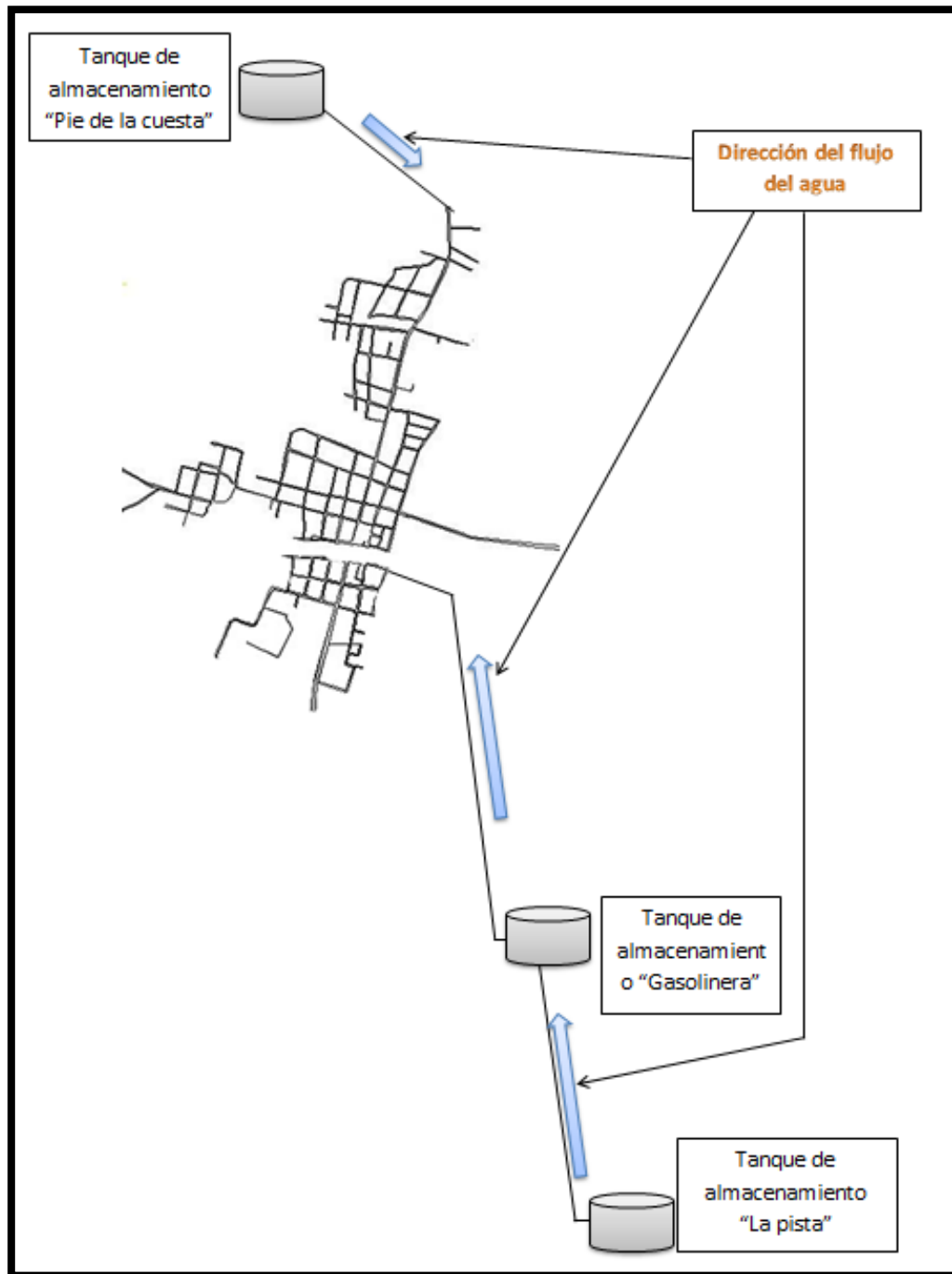


Figura 5.3. Esquema de solución para la propuesta 1

### 5.2.1.1. Diseño de la línea de impelencia tramo tanque Pista-tanque Gasolinera

El diámetro de la línea de impelencia se determinara a través del punto de inflexión mínimo de la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro. (Ver anexo 12)

#### ❖ Para Hierro galvanizado

Caudal de bombeo = 7.2lt/seg

Longitud de línea de impelencia = 2720m

Material de tubería hierro galvanizado C = 125

Horas de bombeo = 20 horas

#### ❖ Fórmula de Bresse

$$Q^{1/2} = \frac{D}{\left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right)^{1/2} \times 1.3}$$

$$D = \sqrt{Q \left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right) (1.69)} = \sqrt{0.0072 M^3/S \left(\frac{20}{24}\right) (1.69)} = 0.1006m = \mathbf{100.7mm}$$

#### ➤ Datos Hidráulicos

D=100.7mm = 4in

C=125

Para la carga estática h total= 188m – 193m = **5m**

**Tabla 5.4.** Datos hidráulicos

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm)	Carga estática (m)	Carga de fricción (m)	Carga dinámica total (m)
3	76.2	5	114.87	119.87
4	101.6	5	28.29	33.29

Carga por fricción se utiliza la formula  $H_f = \frac{1747.632 \times Q^{1.85} \times L}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$

Dónde: L =2720m D =4 en pulgadas  $Q_B = 7.2L/s$

Para 3plg.  $H_f = 114.87$  m

Para 4plg.  $H_f = 28.29$  m

Calculo para determinar la carga dinámica total =Carga estática + carga de fricción.

#### ❖ Potencia efectiva requerida

Potencia efectiva requerida se calcula con la formula  $H_p = \frac{Q \times H}{76 \times C}$ , donde

Q en L/s ( $Q_b$ )

H= en m (carga dinámica)

C =70% (eficiencia de equipo): Dato obtenido del manual de hidráulica de J.M de Azevedo, Guillermo Acosta A.

$$H_p(3in) = \frac{7.2/s \times 119.87m}{76 \times 0.7} = 16.22H_p$$

$$Hp(4in) = \frac{7.2l/s \times 33.29m}{76 \times 0.7} = 4.51Hp$$

**Tabla 5.5:** Potencias efectivas requeridas.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Equipo y potencia requerida (Hp)
3	76.2	1 Unidad de 16.22 + 1 unidad de emergencia
4	101.6	1 Unidad de 4.51 + 1 unidad de emergencia

**Tabla 5.6:** Potencia instalada.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Potencias instaladas
3	76.2	1 Unidad 20Hp + 1 unidad de emergencia.
4	101.6	1 unidad 5Hp + 1 unidad de emergencia.

**Tabla 5.7:** Costo de la tubería (Hierro galvanizado, Portillo SA de CV)

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Precio por tubo de 6m	Precio por ml
3	76.2	\$ 64.57	\$ 10.76
4	101.6	\$ 90.40	\$ 15.06

❖ *Costo de la estación de bombeo*

Incluye:

- ✓ Bomba de motor
- ✓ Controles



- ✓ Subestación eléctrica
- ✓ Instalación

**Tabla 5.8:** Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Válvula Check	118.4	1	118.4
Válvula aliviadora de aire	33.15	2	66.3
Medidor de presión	45.84	1	45.84
Medidor de Caudal	36.34	1	36.34
Caja de control 20HP	942.02	1	942.02
Bomba Berkeley K4L 20HP 3450 RPM	2564.61	1	2564.61
Motor trifásico 20 HP nema premium	1017.57	1	1017.57
Cable de motor 10/3	3.09	1	3.09
Cable de electrodo 16/3	0.98	1	0.98
Caño galvanizado 1 ¼	29.93	1	29.93
Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens	8.91	3	26.73
Arrancador magnético Schneider eléctrica 20HP/40A	285.78	1	285.78
Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m	4.66	1	4.66
YDA cinta Scotch 23 3m	1.8	10	18
Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>5,263.71</b>

**Tabla 5.9:** Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Válvula Check	118.4	1	118.4
Válvula aliviadora de aire	33.15	2	66.3
Medidor de presión	45.84	1	45.84
Medidor de Caudal	36.34	1	36.34

Caja de control 5HP	587.26	1	587.26
Bomba Berkeley K2L 5HP 3450 RPM	1042.41	1	1042.41
Motor trifásico 5 HP nema premium	1017.57	1	1017.57
Cable de motor 10/3	3.09	1	3.09
Cable de electrodo 16/3	0.98	1	0.98
Caño galvanizado 1 ¼	29.93	1	29.93
Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens	8.91	3	26.73
Arrancador magnético Schneider eléctrica 5HP/16A	229.05	1	229.05
Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m	4.66	1	4.66
YDA cinta Scotch 23 3m	1.8	10	18
Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>3,330.02</b>

**Tabla 5.10:** Costo de la instalación del bombeo.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de la estación
3	50.8	5,263.71
4	76.2	3,330.02

❖ *Costo unitario de los materiales*

El costo unitario de los accesorios, se tomara un valor aproximado al 5% del costo la cañería de impelencia.

**Tabla 5.11:** costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de la cañería (\$/6m)	Costo de la cañería (\$/m)	Costo de accesorio (\$/m)	Costo total (\$/m)
3	76.2	64.57	10.76	0.538	11.29
4	101.6	15.07	15.07	0.7535	15.82

➤ **Costo de mano de obra utilizada**

Como la tubería superficial de la red de distribución es de 2720m se decide poner a cada 30m un anclaje, quiere decir que se necesitaran 90 Anclajes

❖ **Calculo de materiales para anclajes**

$$\text{Volumen de excavación} = (0.20) (0.15) (0.2) = 0.0060\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de concreto} = (0.2) (0.15) (0.3) = 0.009\text{m}^3$$

✓ **Materiales**

$$\text{Cemento} = 9.8 \text{ bolsas } (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.09702 \text{ Bolsas}}$$

$$\text{Arena} = (0.55\text{m}^3) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.005445\text{m}^3}$$

$$\text{Grava} = (0.55\text{m}^3) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.005445\text{m}^3}$$

$$\text{Agua} = (227\text{lbs}) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{2.25\text{lbs}}$$

❖ **Valores totales por los 90 Anclajes**

✓ **Materiales totales**

$$\text{Cemento} = (0.09702) (90 \text{ anclajes}) = 8.73 \text{ Bolsas} = \mathbf{9 \text{ Bolsas}}$$

$$\text{Arena} = (0.005445) (90 \text{ anclajes}) = 0.49 = \mathbf{0.5\text{m}^3}$$

$$\text{Grava} = (0.005445) (90 \text{ anclajes}) = 0.49 = \mathbf{0.5\text{m}^3}$$

$$\text{Agua} = 2.25\text{lbs} (90 \text{ anclajes}) = \mathbf{202.5\text{lbs}}$$

✓ **Calculo de acero  $\Phi=3/8$  factor de abundamiento 1.10**

$$\text{Acero} = (0.6\text{m}) (2 \text{ varillas}) (90\text{anclajes}) = 108$$

$$\text{Acero} = 108\text{m} (1.10) (1\text{varilla}/6\text{metro}) (1\text{quintal}/14\text{varillas}) = 1.41\text{quintales} = \mathbf{1.5 \text{ Quintales}}$$

✓ Encofrado de madera para anclaje

Madera =  $0.20 + 0.15 + 0.2 = (0.55\text{m}) (90\text{anclajes}) = 49.5\text{m} = \mathbf{59.21 \text{ Varas}}$ ; La madera se podrá reutilizar se asume un **50% de gastos**

$$\text{Clavos} = 8 \text{ clavos} (90\text{anclajes}) = \mathbf{720 \text{ clavos}}$$

245 clavos → 1 libra

$$720 \text{ clavos} \rightarrow X \quad X = \frac{720\text{clavos} (1\text{libra})}{245\text{Clavos}} \rightarrow X = 2.94\text{libras} = \mathbf{3 \text{ libras}}$$

**Tabla 5.12:** Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.

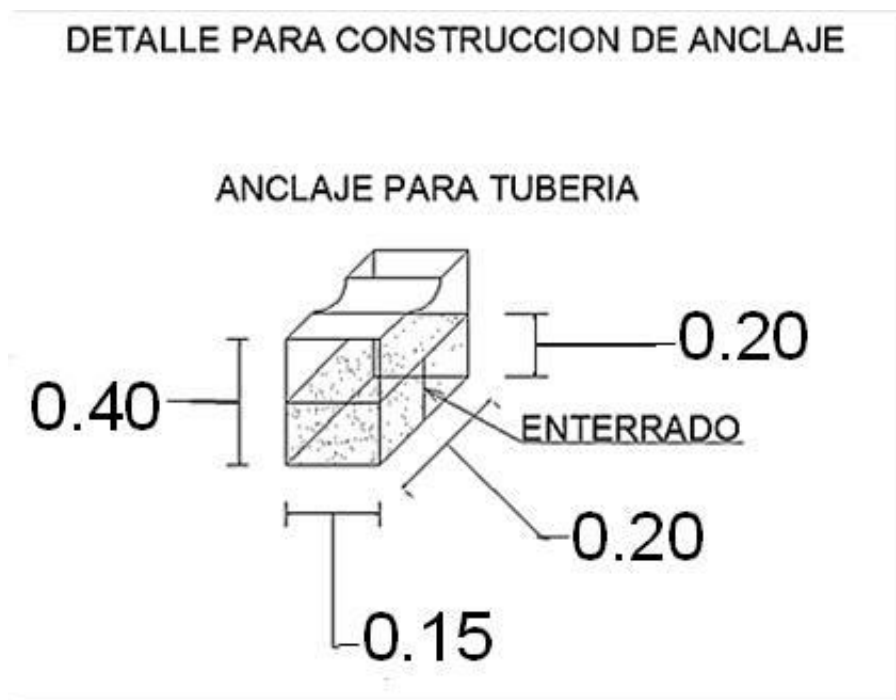
Materiales	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Cemento	9.28	9	83.52
Arena	12	0.5	6
Grava	25	0.5	12.5
Agua	0.01	202.5	2.025
Acero de Anclaje	49	1.5	73.5
Abrazadera metálica	0.71	90	63.9
Madera	1.4	30	42
Clavos	0.66	3	1.98
<b>Total</b>			<b>285.425</b>

Costo de mano de obra para anclajes Suponiendo que un auxiliar hace 10 Anclajes por día pagándole \$12 diarios. Esto hace un costo de \$108 (Datos obtenidos de **Costos y presupuesto de la construcción salvadoreña- Federcio Lowy.**)

**Costo Total** = Esto se divide entre el total de la tubería de impelencia en la parte superior del suelo que es de L=2720metros

**Tabla 5.13:** Costo de mano de obra utilizada

Díámetro en (plg.)	Díámetro en (mm.)	Costo de anclaje (\$/ml)	Colocación de tubería (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)
3	76.2	0.11	4.23	4.34
4	101.6	0.15	4.62	4.77



➤ **Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra**

**Tabla 5.14:** Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo unitario de material (\$/ml)	Costo unitario de mano de obra (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)	Costo Total (\$)
3	76.2	11.29	4.34	15.63	41,810.25
4	101.6	15.82	4.77	20.59	55,078.25

➤ *Costos de operación anual*

1kwh = 0.7457hp

Costo de KwH= 0.184737

**Costo de operación anual**= hp x 365días x 20hrs x 0.7457 hp x 0.84737 kw/hr x 1.1

**Tabla 5.15:** Costo de operación anual

Diámetro		Costo de operación anual
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 76,110.40
4	101.6	\$ 38,055.20

✓ Calcular el valor presente de la anualidad

Tasa de interés (i)=15% anual durante 20 años

$$P = \frac{A \times ((1 + i)^n - 1)}{i (1 + i)^n}$$

**Tabla 5.16:** Valor actual o presente de la anualidad.

Diámetro		Valor de la anualidad
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 476,400.22
4	101.6	\$ 238,200.11

✓ Inversión inicial de capital

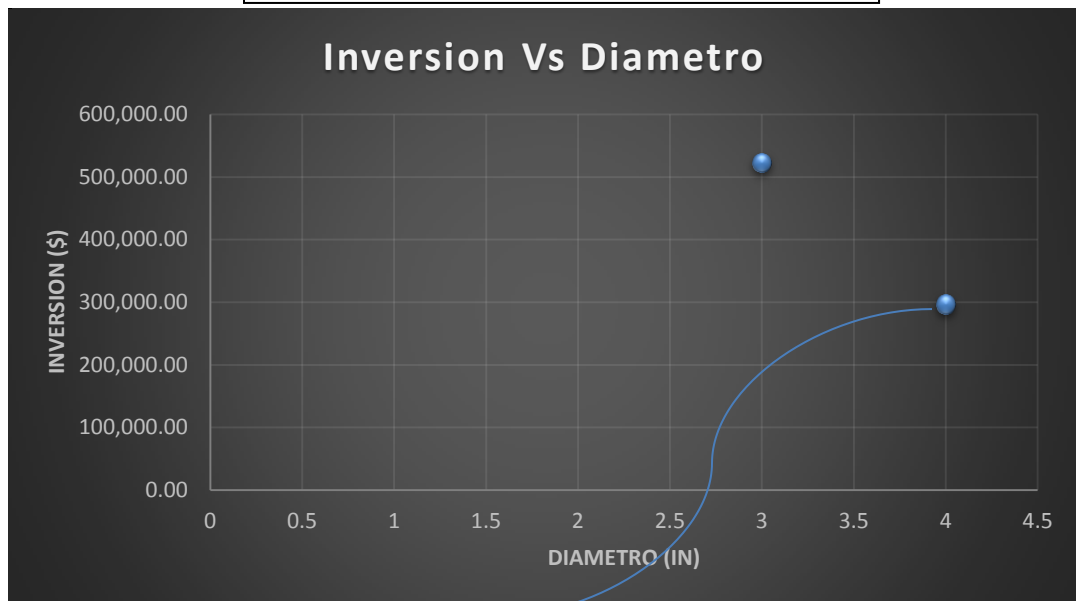
Se suma el monto de estación de bombeo, materiales, mano de obra y operación anual.

**Tabla 5.17:** Inversión inicial de capital

Diámetro		Costo de estación de bombeo (\$)	Costo de materiales y mano de obra (\$)	Costo de Anualidad (\$)	Monto Total (\$)
in	Mm				
3	76.2	5,263.71	41,810.25	476,400.22	<b>523,474.18</b>
4	101.6	3,330.02	55,078.25	238,200.11	<b>296,608.38</b>

Después de realizar el análisis anterior, a partir de la última tabla, se grafica la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro para escoger el diámetro óptimo.

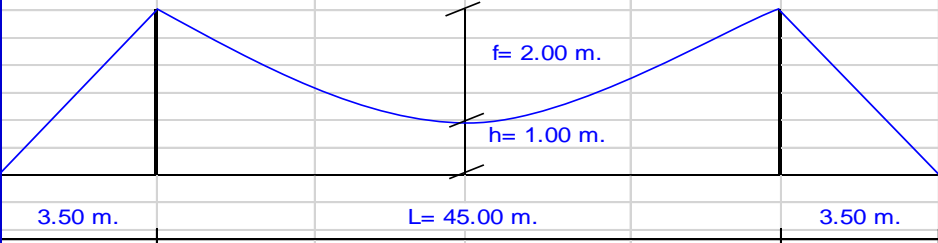
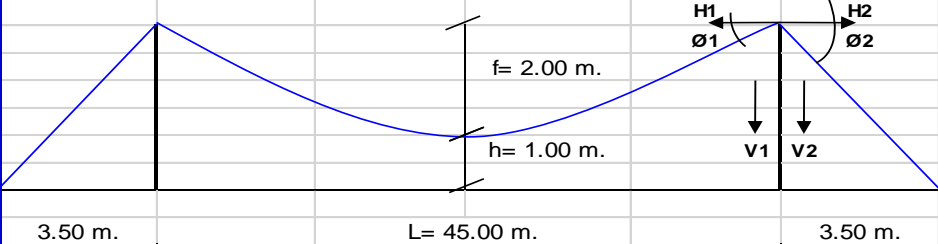
**Figura 5.4:** Gráfica de inversión vs diámetro



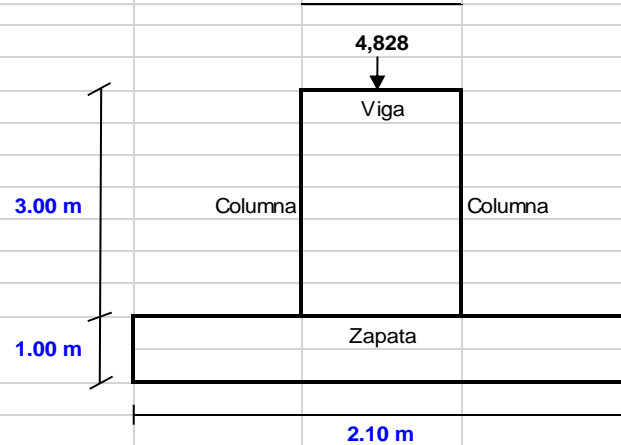
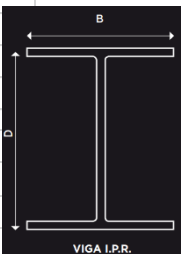
✓ Se elige el diámetro de 4 pulgadas de tubería galvanizada porque resulta más económico para un periodo de diseño de 20 años.

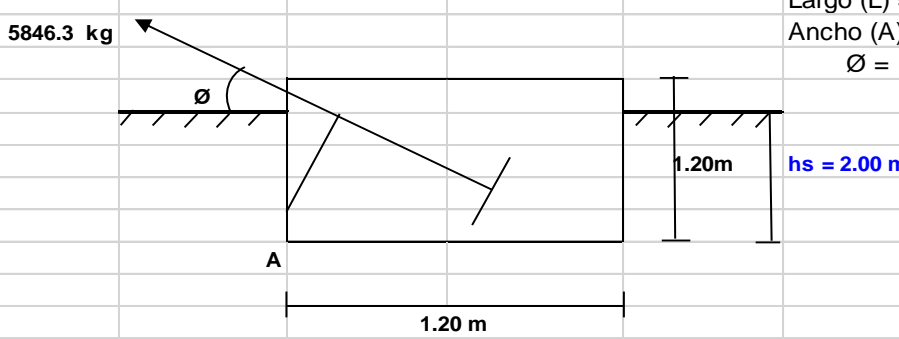
5.2.1.2. Diseño de pasos aéreos para línea de impelencia

**DISEÑO CRUCE AEREO LINEA DE CONDUCCION -CHAPELTIQUE**

CRUCE AEREO TANQUE-ESTACION DE BOMBEO PROG. 0+589	
	
<p><b>Tubería de Acero Galvanizado 4"</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Peso de la tubería = 10.78 Kg/m</li> <li>* Peso del Fluido = 8.00 Kg/m</li> <li>* Peso del Cable de Tensión Ø 1/2" = 1.50 Kg/m (inc. parábola)</li> <li>* Peso de Accesorios de Instalación = 4.00 Kg/m</li> <li>* Sobrecarga = 10.00 Kg/m</li> <li>* Viento: 75Km/h=28Kg/m<sup>2</sup>x0.20x1.00mx2 = 11.20 Kg/m</li> </ul> <p style="text-align: right;">W = 45.48 Kg/m</p>	
<p>Tensión = <math>T = W \cdot L^2(1+16 \cdot n^2)^{1/2} / 8 \cdot f</math>      <math>n = f/L = 0.044</math></p> <p style="text-align: center;">T = 5,846.31 Kg</p>	
<p>Carga Ultima de cable de Ø1/2" 6x19 con alma de acero = 12,100 kg</p> <p>Factor de Seguridad = 3</p> <p>12,100 kg / 3.0 = 4,033 kg ; mayor a la Tensión = 5,846 kg</p>	
<p><b>PENDOLAS</b></p> <p>Distribución de las Péndolas:      Cantidad = 20</p> <p style="text-align: right;">S = 2.250 m</p> <p>Carga que resiste cada péndola = W*S = 102.33 kg</p>	
<p>Se utilizará un cable Ø3/8" 6x19 con alma de acero, con resistencia efectiva a la ruptura de: 6,080 kg</p> <p>T de diseño = 6,080 kg / 3.0 = 2,026.7 kg &gt; 102.3 kg <b>cumple</b></p>	
<p><b>SOPORTE DE APOYO</b></p> 	



$\text{tag } \varnothing 1 = 4 \cdot f / L =$	0.18	$\varnothing 1 = 10.08^\circ$		
$H1 = T \cdot \text{Cos} \varnothing 1 =$	5,756 kg			
$V1 = T \cdot \text{Sen} \varnothing 1 =$	1,023 kg			
$\text{tag } \varnothing 2 = (h+f) / La =$	0.86	$\varnothing 2 = 40.60^\circ$	$La = 3.50 \text{ m.}$	
$H2 = T \cdot \text{Cos} \varnothing 2 =$	4,439 kg			
$V2 = T \cdot \text{Sen} \varnothing 2 =$	3,805 kg			
$M = \text{abs}(H1-H2) \cdot (f+h) =$	3,952	kg-m		
				
				
<b>Viga tipo IPR:</b>				
D =	0.30 m			
B =	0.10 m			
<b>Columna :</b>				
Largo (Lc) =	0.30 m			
Ancho (Ac) =	0.30 m			
Peso C° =	2400 kg/m3			
$P = (V1+V2)/2 + \text{Peso Columna} + \text{Peso Viga}$ ; Carga en una Columna				
P =	3.068 tn			
$I = Ac \cdot Lc^3 / 12 =$	0.0007 m4		$C = Lc/2 =$	0.15
$\sigma = P / Ac \cdot Lc \pm M \cdot C / I$				
$\sigma 1 =$	91.22	Kg/cm2	Compresión	
$\sigma 2 =$	- 84.40	Kg/cm2	Tracción	
Fuerza de Tracción = C * Ac * Esfuerzo en Tracción = 37.98 tn				
Tu = 1.4 * Fuerza de Tracción = 53.18 tn				
$As = Tu / 0.9 \cdot f_y =$	14.07 cm2		$f_y =$	4200 kg/cm2
Aceros Provisto :	12	$\varnothing 1/2 "$		
<b>ZAPATA DE SOPORTE VERTICAL</b>				
Dimensiones de la Zapata:				
Largo (Lz) =	2.10 m			
Ancho (Az) =	2.10 m			
Altura (Hz) =	1.00 m			

Peso de Suelo (Gs) =	1.80	Tn/m <sup>3</sup>			
Capacidad Admisible =	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>			
Peso de Zapata		10.584	tn		
Peso Superestructura		6.137	tn		
	$\Sigma P$	16.721	Tn		
Diagrama de Presiones Totales que transmite la zapata al terreno					
$Mv = \text{abs}(H1-H2) \cdot (f+h+Hz)$	=	5.269	tn-m		
$I = Lz \cdot Az^3 / 12$	=	1.621	m <sup>4</sup>		
$\sigma = P/Az \cdot Lz \pm Mv \cdot C/I$				$C = Az/2 =$	1.05
$\sigma_1 =$	0.721	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0	kg/cm <sup>2</sup> cumple
$\sigma_2 =$	0.038	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0	kg/cm <sup>2</sup> cumple
<b>CAMARA DE ANCLAJE:</b>					
				Altura (H) =	0.80 m
				Largo (L) =	1.20 m
				Ancho (A) =	1.20 m
				$\emptyset =$	45.00 °
					
Distancia del Punto A, al alineamiento del cable = $A \cdot \text{Cos}\emptyset = D =$					
				0.85	m
Peso del Bloque = $L \cdot A \cdot H \cdot \text{Peso } C^o =$					
				2.7648	tn
Empuje Pasivo = $3/2 \cdot (L \cdot Gs \cdot hs^2) =$					
				12.96	tn
Empuje Activo =					
				1.44	tn
$Me = \text{Peso Bloque} \cdot A/2 + \text{Empuje Pasivo} \cdot hs / 3$					
				10.30	tn-m
$Mv = T \cdot D + \text{Empuje Activo} \cdot hs / 3$					
				5.92	tn-m
Coeficiente de Volteo = $Cv = Me / Mv =$					
				1.74	> 1.50 cumple
Fuerza de Fricción resistente = $0.4 \cdot \text{Peso del Bloque} =$					
				1.11	tn
Fuerza de Fricción resistente + Empuje Pasivo =					
				14.07	tn
Fuerza Actuante = $H2 + \text{Empuje Pasivo} =$					
				5.88	tn < 14.07 tn cumple

## Puente longitud= 45m

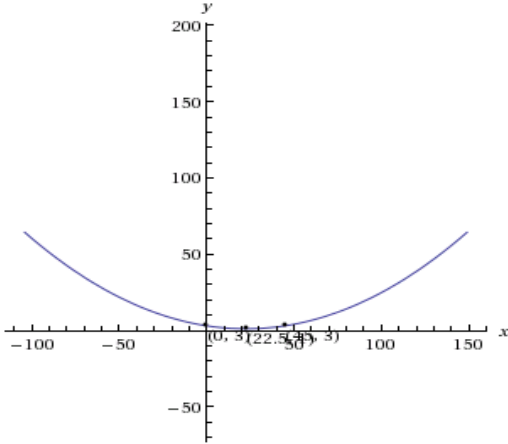
parabola through the points (0, 3), (22.5, 1), (45, 3)
☆ ☰

🗻 📷 📄 🔄
☰ Examples ↻ Random

**Input interpretation:**

	through (0, 3)
parabola	through (22.5, 1)
	through (45, 3)

**Visual representation:**



(drawn with rotation angle 0°)

**Equation forms:**

$y = 0.00395062 x^2 - 0.177778 x + 3.$

---

$-0.00395062 x^2 + 0.177778 x + y - 3. = 0$

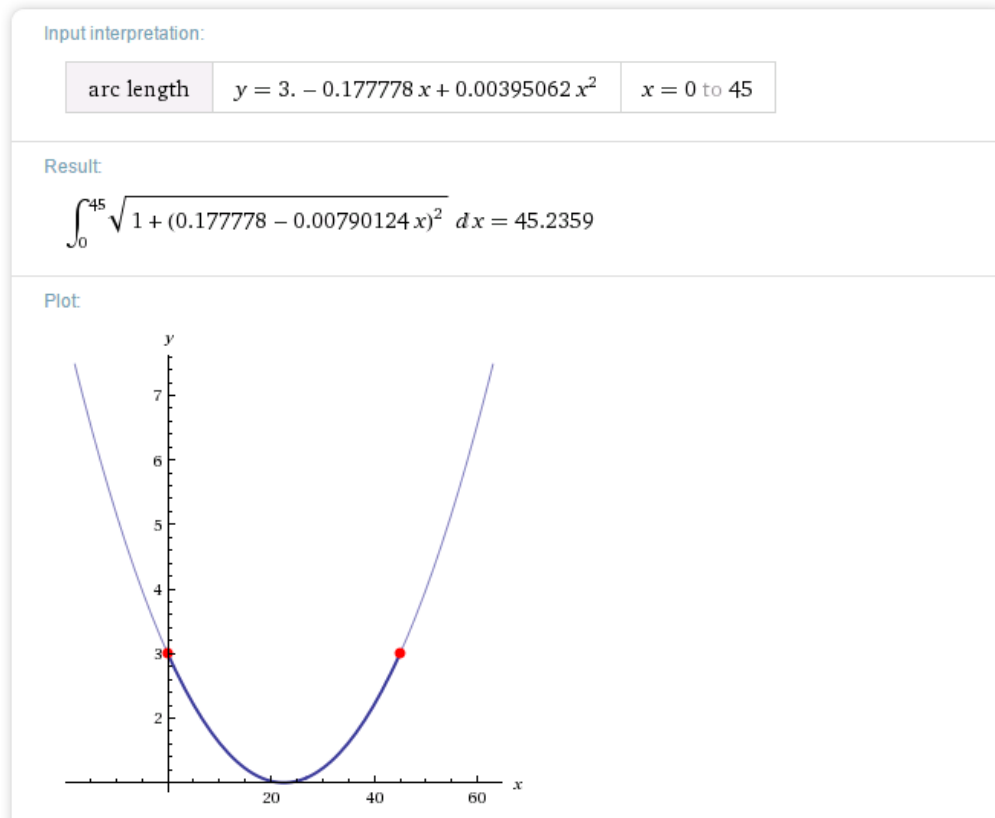
(assuming rotation angle 0°)

**Properties:**

focus	(22.5, 64.2813)
vertex	(22.5, 1.)
semi-axis length	63.2813
focal parameter	126.563
eccentricity	1
directrix	$y = -62.2813$

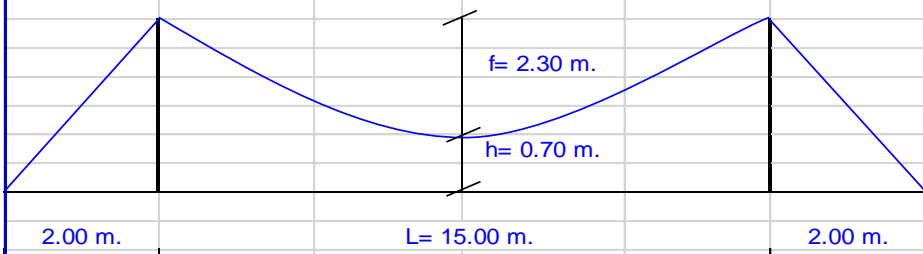
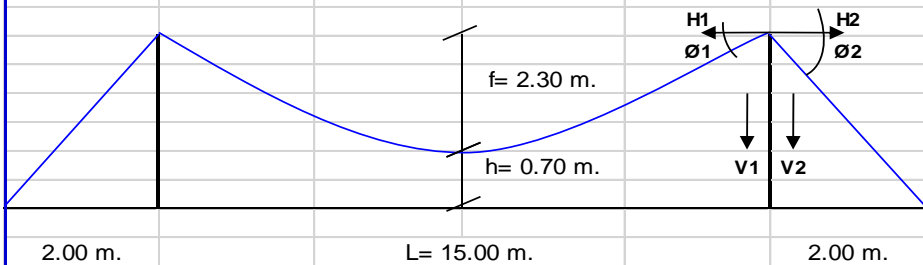
(assuming rotation angle 0°)

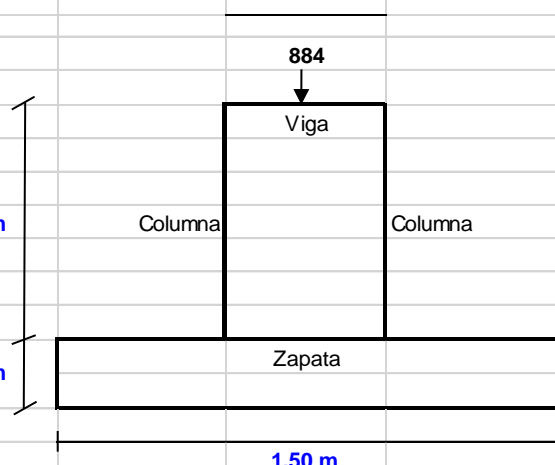
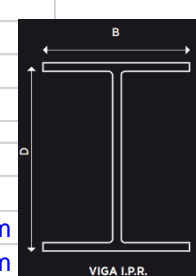
📄 Download page
POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE



El diseño del cruce aéreo se realizó mediante una hoja de cálculo de Excel denominada “calculo estructural de cruce aéreo”, introduciéndole todas las cargas que soportara el cruce; la hoja hace todos los respectivos cálculos, seguidamente el programa “Wolfram” proporciona la función de la longitud de los cables principales por medio de esta se puede determinar las alturas de todas las péndolas a lo largo del tramo del puente, estas se representan en su respectivo plano (Ver anexo 14.e). La longitud total de cable que se ocupara para péndolas es de 54 metros. Mientras que la longitud total de ambos cables principales será de 91 metros, 45.50 metros para cada cable principal.

Finalmente la longitud de los cables de soporte que van hacia la cámara de anclaje es de 52 metros, 6.5 metros para cada cable soporte.

DISEÑO CRUCE AEREO LINEA DE CONDUCCION - CHAPELTIQUE			
<b>CRUCE AEREO TANQUE---RED DE DISTRIBUCION TRAMO II</b>			
PROG. 1+130.00			
			
<b>Tubería de Acero galvanizada de 4"</b>			
* Peso de la tubería	=	10.78 Kg/m	
* Peso del Fluido	=	8.00 Kg/m	
* Peso del Cable de Tensión Ø 1/2"	=	1.50 Kg/m	(inc. parábola)
* Peso de Accesorios de Instalación	=	4.00 Kg/m	
* Sobrecarga	=	10.00 Kg/m	
* Viento: 75Km/h=28Kg/m2x0.20x1.00mx2	=	11.20 Kg/m	
	W =	45.48 Kg/m	
Tensión = $T = W \cdot L^2(1+16 \cdot n^2)^{1/2} / 8 \cdot f$		$n = f/L = 0.153$	
T =	652.41	Kg	
Carga Ultima de cable de Ø1/2" 6x19 con alma de acero	=	12,100 kg	
Factor de Seguridad =	3		
12,100 kg / 3.0	=	4,033 kg	; mayor a la Tensión = 652 kg
<b>PENDOLAS</b>			
Distribución de las Péndolas:	Cantidad =	10	
	S =	1.500	m
Carga que resiste cada péndola = W*S =	68.22	kg	
Se utilizará un cable Ø3/8" 6x19 con alma de acero, con resistencia efectiva a la ruptura de: 6,080 kg			
T de diseño =	6,080 kg / 3.0	=	2,026.7 kg > 68.2 kg <b>cumple</b>
<b>SOPORTE DE APOYO</b>			
			
2.00 m.	L= 15.00 m.	2.00 m.	

$\tan \theta_1 = 4 \cdot f/L =$	0.61	$\theta_1 = 31.52^\circ$		
$H_1 = T \cdot \cos \theta_1 =$	556 kg			
$V_1 = T \cdot \sin \theta_1 =$	341 kg			
$\tan \theta_2 = (h+f)/L_a =$	1.50	$\theta_2 = 56.31^\circ$	$L_a = 2.00 \text{ m.}$	
$H_2 = T \cdot \cos \theta_2 =$	362 kg			
$V_2 = T \cdot \sin \theta_2 =$	543 kg			
$M = \text{abs}(H_1 - H_2) \cdot (f+h) =$	583	kg-m		
				
<b>Viga tipo IPR:</b> $D = 0.30 \text{ m}$ $B = 0.10 \text{ m}$				
<b>Columna :</b> $\text{Largo } (L_c) = 0.20 \text{ m}$ $\text{Ancho } (A_c) = 0.20 \text{ m}$ $\text{Peso } C^\circ = 2400 \text{ kg/m}^3$				
				
$P = (V_1 + V_2)/2 + \text{Peso Columna} + \text{Peso Viga}$ ; Carga en una Columna				
$P = 0.736 \text{ tn}$				
$I = A_c \cdot L_c^3 / 12 = 0.0001 \text{ m}^4$				
$C = L_c/2 = 0.10$				
$\sigma = P/A_c \cdot L_c \pm M \cdot C/I$				
$\sigma_1 = 45.55 \text{ Kg/cm}^2$ Compresión				
$\sigma_2 = -41.87 \text{ Kg/cm}^2$ Tracción				
Fuerza de Tracción = $C \cdot A_c \cdot \text{Esfuerzo en Tracción} = 8.37 \text{ tn}$				
$T_u = 1.4 \cdot \text{Fuerza de Tracción} = 11.72 \text{ tn}$				
$A_s = T_u / 0.9 \cdot f_y = 3.10 \text{ cm}^2$				
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				
Acero Provisto : 3 Ø 1/2 "				
<b>ZAPATA DE SOPORTE VERTICAL</b>				
Dimensiones de la Zapata:				
$\text{Largo } (L_z) = 1.50 \text{ m}$				
$\text{Ancho } (A_z) = 1.50 \text{ m}$				
$\text{Altura } (H_z) = 0.50 \text{ m}$				

Peso de Suelo (Gs) =	1.80	Tn/m <sup>3</sup>			
Capacidad Admisible =	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>			
Peso de Zapata		2.700	tn		
Peso Superestructura		1.472	tn		
	$\Sigma P$	4.172	Tn		
Diagrama de Presiones Totales que transmite la zapata al terreno					
$M_v = \text{abs}(H_1 - H_2) * (f + h + H_z)$	=	0.680	tn-m		
$I = L_z * A_z^3 / 12$	=	0.422	m <sup>4</sup>		
$\sigma = P / A_z * L_z \pm M_v * C / I$				$C = A_z / 2 =$	0.75
$\sigma_1 =$	0.306	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0	kg/cm <sup>2</sup> cumple
$\sigma_2 =$	0.065	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0	kg/cm <sup>2</sup> cumple
<b>CAMARA DE ANCLAJE:</b>					
				Altura (H) =	0.50 m
				Largo (L) =	0.50 m
				Ancho (A) =	0.50 m
				$\emptyset =$	45.00 °
652.4 kg					
				0.50m	hs = 1.00 m
	A				
		0.50 m			
Distancia del Punto A, al alineamiento del cable = $A * \text{Cos}\emptyset = D =$					
					0.35 m
Peso del Bloque = $L * A * H * \text{Peso } C^0 =$		0.3	tn		
Empuje Pasivo = $3/2 * (L * G_s * h_s^2) =$		1.35	tn		
Empuje Activo =		0.15	tn		
$M_e = \text{Peso Bloque} * A/2 + \text{Empuje Pasivo} * h_s / 3$					
$M_e =$	0.53	tn-m			
$M_v = T * D + \text{Empuje Activo} * h_s / 3$					
$M_v =$	0.28	tn-m			
Coefficiente de Volteo = $C_v = M_e / M_v =$		1.87	>	1.50	cumple
Fuerza de Fricción resistente = $0.4 * \text{Peso del Bloque} =$		0.12	tn		
Fuerza de Fricción resistente + Empuje Pasivo =		1.47	tn		
Fuerza Actuante = $H_2 + \text{Empuje Pasivo} =$	0.51	tn	<	1.47	tn cumple

## Puente longitud= 15m

parabola through the points (0, 3), (7.5, 0.7), (15, 3)

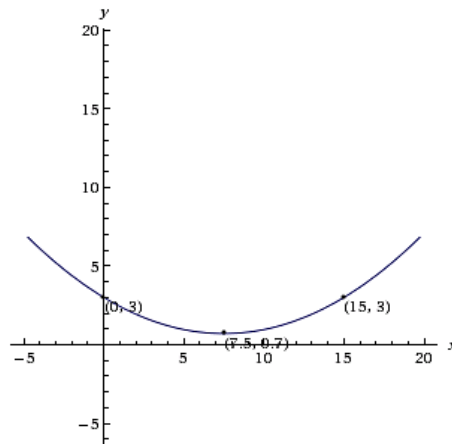


Examples Random

Input interpretation:

	through (0, 3)
parabola	through (7.5, 0.7)
	through (15, 3)

Visual representation:



(drawn with rotation angle 0°)

Equation forms:

$$y = 0.0408889 x^2 - 0.613333 x + 3.$$

$$-0.0408889 x^2 + 0.613333 x + y - 3. = 0$$

(assuming rotation angle 0°)

Properties:

focus	(7.5, 6.81413)
vertex	(7.5, 0.7)
semi-axis length	6.11413
focal parameter	12.2283
eccentricity	1
directrix	$y = -5.41413$

(assuming rotation angle 0°)

Download page

POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE



tell me the arc length of  $y = 3. - 0.613333 x + 0.0408889 x^2$  from  $x = 0$  to  $15$  ☆ ☰

☰ Examples ☞ Random

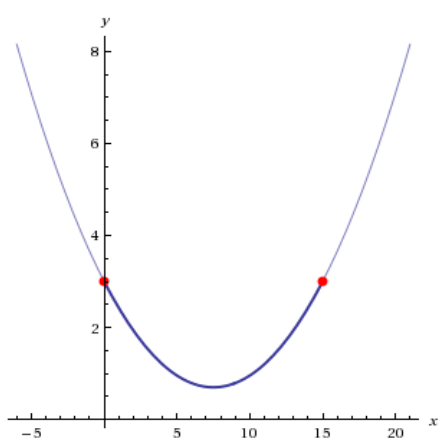
Input interpretation:

arc length  $y = 3. - 0.613333 x + 0.0408889 x^2$   $x = 0$  to  $15$

Result

$$\int_0^{15} \sqrt{1 + (0.613333 - 0.0817778 x)^2} dx = 15.8934$$

Plot



El diseño del cruce aéreo se realizó mediante una hoja de cálculo de excel denominada “calculo estructural de cruce aéreo”, introduciéndole todas las cargas que soportara el cruce; la hoja hace todos los respectivos cálculos, seguidamente el programa “Wolfram” proporciona la función de la longitud de los cables principales por medio de esta se puede determinar las alturas de todas las péndolas a lo largo del tramo del puente, estas se representan en su respectivo plano (Ver anexo 14.f). La longitud total de cable que se ocupara para péndolas es de 26 metros. Mientras que la longitud total de ambos cables principales será de 32 metros, 16 metros para cada cable principal.

Finalmente la longitud de los cables de soporte que van hacia la cámara de anclaje es de 20 metros, 5 metros para cada cable soporte.

### 5.2.1.3. Diseño de tanque de almacenamiento "Pie de la cuesta"

El tanque de almacenamiento se ubicará en la posición más elevada sobre la localidad (Ver anexo14.h).

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendio y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendios se considera un volumen de  $90m^3$  por sistema, para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas (Norma técnica de ANDA #15).

#### ❖ Cálculo de Volumen de Variación Horaria ( $V_1$ )

Según norma técnica de ANDA para un tiempo de bombeo de 20h/día se tomara el 30% del consumo medio diario.

$$Q_{MDT} = 4.78 + 0.0289 + 0.0231 + 0.3371 + 0.9884 + 0.4415 + 0.106 = 6.705 \frac{lt}{s}$$

$$V_1 = 30\%Q_{MD} = (0.3)(0.0067)(86,400) = 173.79m^3$$

#### ❖ Cálculo de Volumen por Incendio ( $V_2$ )

Según normas de ANDA se usara un volumen por incendio de  $90m^3$ .

$$V_2 = 90m^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Reparación o Corte de Energía Eléctrica ( $V_3$ )**

$$V_3 = Q_B 2h = 2(0.0121)(3600) = \mathbf{87.12 m^3}$$

❖ **Comparando Volúmenes.**

$$V_2 + V_3 <> V_1$$

$$90m^3 + 87.12 m^3 <> 173.79m^3$$

$$177.12m^3 > 173.79m^3$$

Se tomara el volumen mayor.  $V_t = \mathbf{177m^3}$

❖ **Dimensionamiento del Tanque.**

Se diseñara un tanque cilíndrico debido a la fácil construcción y diseño.

Relación de Esbeltez  $H=0.5D$

$$V_{tanque} = A \times H_{tanque}$$

$$V_{tanque} = \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.5D$$

$$V_{tanque} = 0.393D^3$$

$$177m^3 = 0.393D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{177}{0.393}}$$

$$D = 7.67m$$

#### Cálculo de altura H.

$$H = 0.5D = 0.5(7.67m) = 3.83m$$

Tomando en cuenta la sedimentación y el rebose, a la altura se le sumara 0.10m en el fondo y 0.4m en la parte superior.

$$H = 3.83 + 0.1 + 0.4 = 4.33m$$

#### ❖ Respiraderos.

Como el volumen del tanque de almacenamiento es de  $177m^3$  en base a la siguiente tabla se seleccionaran los rangos respectivos:

Volumen del tanque (M <sup>3</sup> )	Numero de respiraderos	Diámetro de los respiraderos (in)	Diámetro de tubería de limpieza (in)	Tipo de accesorios
Hasta 100	1	3	6	Tipo A
100-500	2	3	8	
500-1000	2	4	10	Tipo B
1000-2000	3	4	12	
2000-6000	3	6	14	

#### ❖ Escaleras.

El depósito debe ser dotado de escaleras internas extremos metálicos con pintura anti-corrosiva.

❖ **Rebose.**

Para tanques mayores de  $100\text{m}^3$  el rebose se le coloca a 25 cm como mínimo bajo la cubierta y se protege con un sifón para evitar que insectos entren al interior.

Sabemos que:

$$Q_{\text{bombeo}} = Q_{\text{rebose}}$$
$$Q_{\text{rebose}} = 12.1 \text{ l/s} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0.0121 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabemos que  $Q = VA$

Dónde:

Q= caudal de rebose

A= área de sección transversal de tubería de rebose

V= velocidad de aproximación del agua a la tubería de rebose, y tiene un valor de  $V = 0.5 \text{ m/s}$ .

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0121 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.5 \text{ m/s}}$$
$$A = 0.0242\text{m}^2 \left( \frac{(100\text{cm})^2}{1\text{m}^2} \right) \left( \frac{1 \text{ pulgada}^2}{(2.54\text{cm})^2} \right) = 37.51\text{pul}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = 6.91 \text{ pul} \cong 7 \text{ in}$$

Se tomara un diámetro de 8 pulgadas porque en el mercado no hay existencias de 7 pulgadas.

#### ❖ **Tuberías de entrada y de salida**

La cañería de entrada y de salida es la misma en los tanques de equilibrio, en estos últimos es necesario para evitar interrupciones durante la limpieza o reparaciones del tanque, comunicar por medio de una derivación (By-Pass).

También se debe colocar una granada (colador) para evitar que basuras y sedimentos se transporten a la tubería de salida, esta se coloca como mínimo a 10 cm sobre el fondo.

#### ❖ **Tubería de limpieza**

Se recomienda diferentes diámetros para la cañería de limpieza según el volumen del tanque:

De 100 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>: Diámetro de tubería de limpieza debe de ser de ocho pulgadas.

En el fondo del tanque se deja una pendiente del 5% para que los sedimentos se depositen en los costados y facilite la limpieza del tanque.

#### **5.2.1.4. Diseño de tanque de almacenamiento “La Pista”**

El tanque de almacenamiento se ubicara en la posición más elevada sobre la localidad (Ver anexo 14.i).

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendio y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendios se considera un volumen de  $90\text{m}^3$  por sistema, para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas (Norma técnica de ANDA #15).

#### ❖ Cálculo de Volumen de Variación Horaria ( $V_1$ )

Según norma técnica de ANDA para un tiempo de bombeo de 20h/día se tomara el 30% del consumo medio diario.

$$Q_{MDT} = 3.12 + 0.2704 + 4.04 = 7.43 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

$$V_1 = 30\%Q_{MD} = (0.3)(0.0074)(86,400) = 192.6\text{m}^3$$

#### ❖ Cálculo de Volumen por Incendio ( $V_2$ )

Según normas de ANDA se usara un volumen por incendio de  $90\text{m}^3$ .

$$V_2 = 90\text{m}^3$$

#### ❖ Cálculo de Volumen por Reparación o Corte de Energía Eléctrica ( $V_3$ )

$$V_3 = Q_B 2h = 2(0.0088)(3600) = 63.36 \text{ m}^3$$

❖ **Comparando Volúmenes.**

$$V_2 + V_3 <> V_1$$

$$90m^3 + 63.36m^3 <> 192.6 m^3$$

$$153.36 < 192.6m^3$$

Se tomara el volumen mayor.  $V_t = 193m^3$

❖ **Dimensionamiento del Tanque.**

Se diseñara un tanque cilíndrico debido a la fácil construcción y diseño.

Relación de Esbeltez  $H=0.5D$

$$V_{tanque} = A \times H_{tanque}$$

$$V_{tanque} = \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.5D$$

$$V_{tanque} = 0.393D^3$$

$$193m^3 = 0.393D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{193}{0.393}}$$

$$D = 7.89m$$



### Cálculo de altura H.

$$H = 0.5D = 0.5(7.89m) = 3.94m$$

Tomando en cuenta la sedimentación y el rebose, a la altura se le sumara 0.10m en el fondo y 0.4m en la parte superior.

$$H = 3.94 + 0.1 + 0.4 = \mathbf{4.44m}$$

### ❖ Respiraderos.

Como el volumen del tanque de almacenamiento es de  $193m^3$  en base a la siguiente tabla se seleccionaran los rangos respectivos:

Volumen del tanque ( $M^3$ )	Numero de respiraderos	Diámetro de los respiraderos (in)	Diámetro de tubería de limpieza (in)	Tipo de accesorios
Hasta 100	1	3	6	Tipo A
100-500	2	3	8	
500-1000	2	4	10	Tipo B
1000-2000	3	4	12	
2000-6000	3	6	14	

### ❖ Escaleras.

El depósito debe ser dotado de escaleras internas extremos metálicos con pintura anti-corrosiva.

### ❖ Rebose.

Para tanques mayores de  $100m^3$  el rebose se le coloca a 25 cm como mínimo bajo la cubierta y se protege con un sifón para evitar que insectos entren al interior.

$$Q_{bombeo} = Q_{rebose}$$

$$Q_{rebose} = 8.88 \text{ l/s} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 0.0088 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabemos que  $Q = VA$

Dónde:

Q= caudal de rebose

A= área de sección transversal de tubería de rebose

V= velocidad de aproximación del agua a la tubería de rebose, y tiene un valor de  $V = 0.5 \text{ m/s}$ .

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0088 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.5 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.0176 \text{ m}^2 \left( \frac{(100 \text{ cm})^2}{1 \text{ m}^2} \right) \left( \frac{(1 \text{ pulgada}^2)}{(2.54 \text{ cm})^2} \right) = 27.28 \text{ pul}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 5.89 \text{ pul} \cong 6 \text{ in}$$

Se tomara un diámetro de 6 pulgadas

#### ❖ Tuberías de entrada y de salida

La cañería de entrada y de salida es la misma en los tanques de equilibrio, en estos últimos es necesario para evitar interrupciones durante la limpieza o reparaciones del tanque, comunicar por medio de una derivación (By-Pass).

También se debe colocar una granada (colador) para evitar que basuras y sedimentos se transporten a la tubería de salida, esta se coloca como mínimo a 10 cm sobre el fondo.

### ❖ **Tubería de limpieza**

Se recomienda diferentes diámetros para la cañería de limpieza según el volumen del tanque:

De 100 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>: diámetro de tubería de limpieza debe de ser de ocho pulgadas.

En el fondo del tanque se deja una pendiente del 5% para que los sedimentos se depositen en los costados y facilite la limpieza del tanque.

#### ***5.2.1.5. Diseño de tanque “Gasolinera”***

El tanque de almacenamiento se ubicara en la posición más elevada sobre la localidad (Ver anexo 14.g).

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendio y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendios se considera un volumen de 90m<sup>3</sup> por sistema, para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas (Norma técnica de ANDA #15).

❖ **Cálculo de Volumen de Variación Horaria ( $V_1$ )**

Según norma técnica de ANDA para un tiempo de bombeo de 20h/día se tomara el 30% del consumo medio diario.

$$Q_{MDT} = 3.3904 \frac{lt}{s} \approx 4 \frac{lt}{s}$$

$$V_1 = 30\%Q_{MD} = (0.3)(0.004)(86,400) = 103.68m^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Incendio ( $V_2$ )**

Según normas de ANDA se usara un volumen por incendio de  $90m^3$ .

$$V_2 = 90m^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Reparación o Corte de Energía Eléctrica ( $V_3$ )**

$$V_3 = Q_B 2h = 2(0.0072)(3600) = 51.84 m^3$$

❖ **Comparando Volúmenes.**

$$V_2 + V_3 <> V_1$$

$$90m^3 + 51.84 m^3 <> 103.68m^3$$

$$141.84 > 103.68m^3$$

Se tomara el volumen mayor.  $V_t = 142m^3$

### ❖ Dimensionamiento del Tanque.

Se diseñara un tanque cilíndrico debido a la fácil construcción y diseño.

Relación de Esbeltez  $H=0.5D$

$$V_{tanque} = A \times H_{tanque}$$

$$V_{tanque} = \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.5D$$

$$V_{tanque} = 0.393D^3$$

$$142m^3 = 0.393D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{142}{0.393}}$$

$$D = 7.12m$$

### Cálculo de altura H.

$$H = 0.5D = 0.5(7.12m) = 3.56m$$

Tomando en cuenta la sedimentación y el rebose, a la altura se le sumara 0.10m en el fondo y 0.4m en la parte superior.

$$H = 3.56 + 0.1 + 0.4 = 4.06m$$

❖ **Respiraderos.**

Como el volumen del tanque de almacenamiento es de  $142\text{m}^3$  en base a la siguiente tabla se seleccionaran los rangos respectivos:

Volumen del tanque ( $\text{M}^3$ )	Numero de respiraderos	Diámetro de los respiraderos (in)	Diámetro de tubería de limpieza (in)	Tipo de accesorios
Hasta 100	1	3	6	Tipo A
100-500	2	3	8	
500-1000	2	4	10	Tipo B
1000-2000	3	4	12	
2000-6000	3	6	14	

❖ **Escaleras.**

El depósito debe ser dotado de escaleras internas extremos metálicos con pintura anti-corrosiva.

❖ **Rebose.**

Para tanques mayores de  $100\text{m}^3$  el rebose se le coloca a 25 cm como mínimo bajo la cubierta y se protege con un sifón para evitar que insectos entren al interior.

$$Q_{\text{bombeo}} = Q_{\text{rebose}}$$

$$Q_{\text{rebose}} = 7.2 \text{ l/s} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0.0072 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabemos que  $Q = VA$

Dónde:

Q= caudal de rebose

A= área de sección transversal de tubería de rebose

V= velocidad de aproximación del agua a la tubería de rebose, y tiene un valor de  $V = 0.5 \text{ m/s}$ .

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0072 \frac{m^3}{s}}{0.5 \frac{m}{s}}$$

$$A = 0.0144m^2 \left( \frac{(100cm)^2}{1m^2} \right) \left( \frac{(1 \text{ pulgada}^2)}{(2.54cm)^2} \right) = 22.32pul^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 5.33 \text{ pul} \cong 6 \text{ in}$$

Se tomara un diámetro de 6 pulgadas

#### ❖ Tuberías de entrada y de salida

La cañería de entrada y de salida es la misma en los tanques de equilibrio, en estos últimos es necesario para evitar interrupciones durante la limpieza o reparaciones del tanque, comunicar por medio de una derivación (By-Pass).

También se debe colocar una granada (colador) para evitar que basuras y sedimentos se transporten a la tubería de salida, esta se coloca como mínimo a 10 cm sobre el fondo.

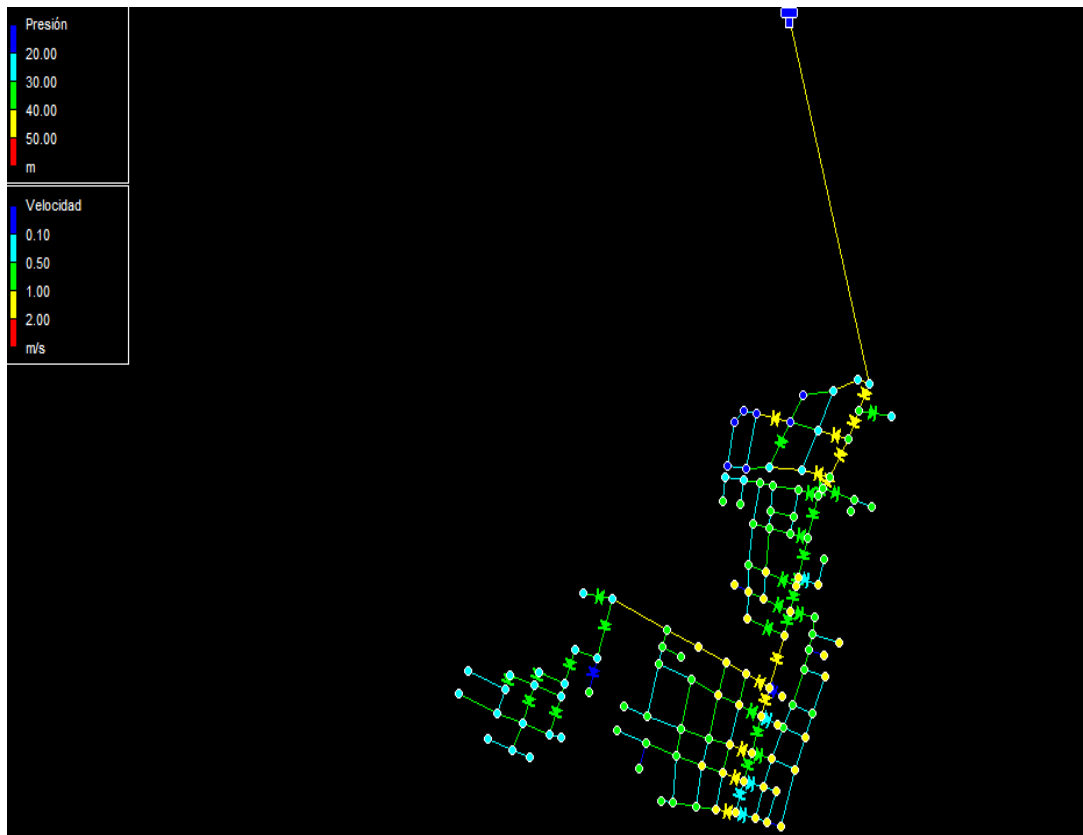
#### ❖ Tubería de limpieza

Se recomienda diferentes diámetros para la cañería de limpieza según el volumen del tanque:

De 100 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>: diámetro de tubería de limpieza debe de ser de ocho pulgadas.

En el fondo del tanque se deja una pendiente del 5% para que los sedimentos se depositen en los costados y facilite la limpieza del tanque.

### 5.2.1.6. Cálculo de presiones de la red de distribución de agua potable utilizando software especializado (parte 1 de la red).

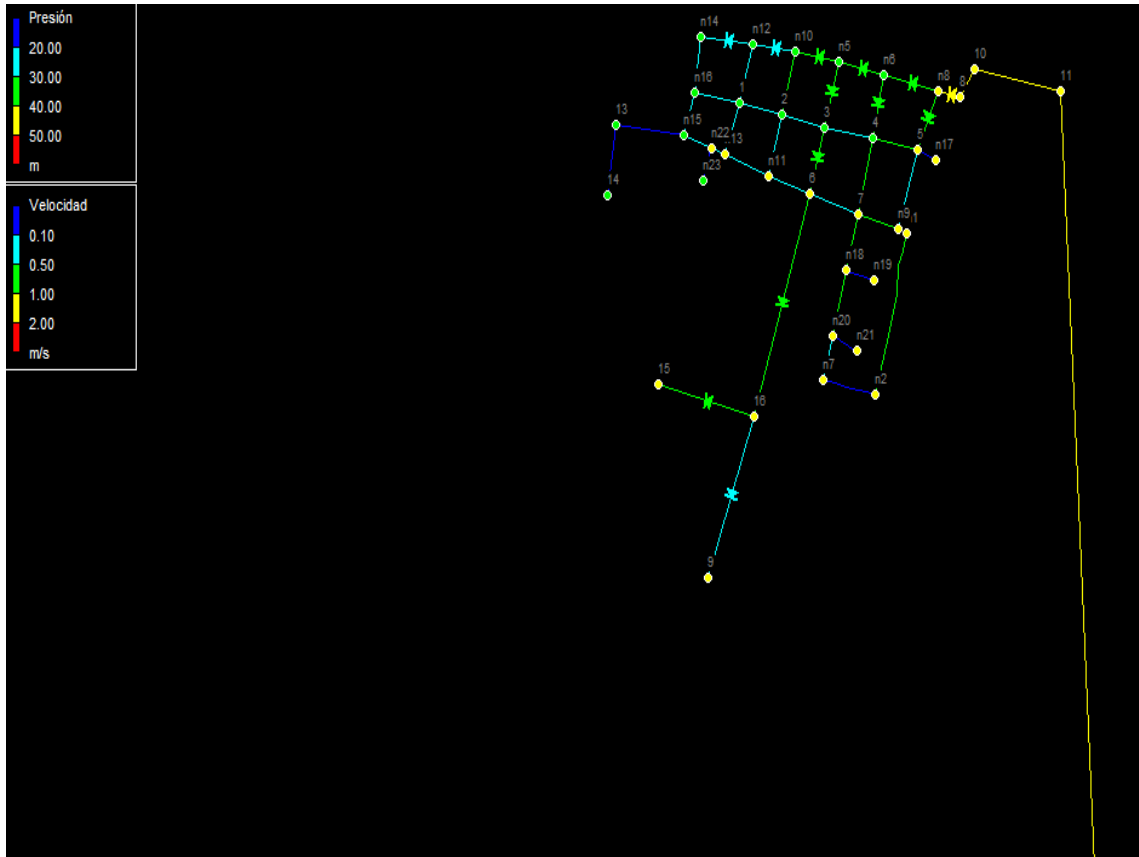


**Figura 5.5.** Parte 1 de la red de distribución.

Observación: Algunas velocidades en la red son bajas y se ha colocado el diámetro mínimo de tubería permitido por la norma de ANDA, pero las presiones permitidas en cada nodo se encuentran en el rango establecido (Ver anexo 2).



5.2.1.7. Cálculo de presiones de la red de distribución de agua potable utilizando software especializado (parte 2 de la red).



**Figura 5.6.** Parte 2 de la red de distribución.

Observación: Algunas velocidades en la red son bajas y se ha colocado el diámetro mínimo de tubería permitido por la norma de ANDA, pero las presiones permitidas en cada nodo se encuentran en el rango establecido (Ver anexo 3).

**5.2.1.8. Presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona urbana de Chapeltique (propuesta 1).**

Costo de materiales	
Detalles	Costos
Costo de tanque “Pie de la cuesta”	\$ 16,544.86
Costo de tanque “Gasolinera”	\$ 15,682.42
Costo de tanque “La pista”	\$ 16,825.87
Costo de la red de distribución parte 1	\$ 74,637.82
Costo de la red de distribución parte 2	\$ 26,689.57
<b>Total</b>	<b>\$ 150,380.54</b>

**Tabla 5.18.** Costo de materiales para la propuesta 1

Costo de mano de obra	
Detalles	Costos
Costo de tanque “Pie de la cuesta”	\$ 19,122.38
Costo de tanque “Gasolinera”	\$ 21,154.70
Costo de tanque “La pista”	\$ 24,542.64
Costo de la red de distribución parte 1	\$ 86,971.44
Costo de la red de distribución parte 2	\$ 23,562.13
<b>Total</b>	<b>\$ 175,353.28</b>

**Tabla 5.19.** Costo de mano de obra para la propuesta 1

Costo total de línea de impelencia	
Detalle	Costo
tramo Tanque Pista-E.B	55,078.25
Pasos aéreos	
Tramo tanque “Pista” a tanque gasolinera	\$ 11,039.16
Tramo tanque gasolinera a red de distribución parte 2	\$ 3,324.64
<b>Total</b>	<b>\$ 69,442.05</b>

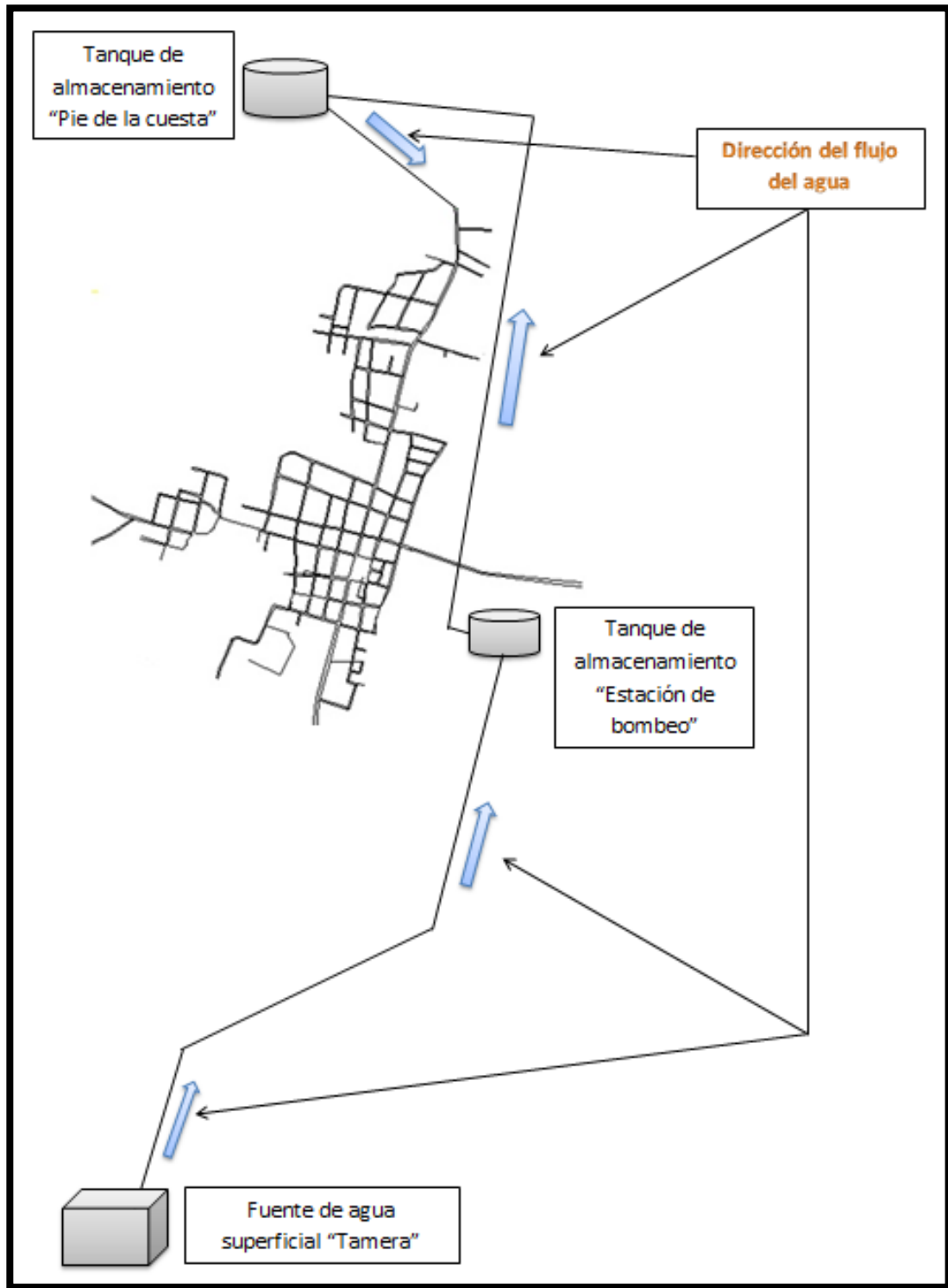
**Tabla 5.20.** Costo total de la línea de impelencia para la propuesta 1

Costo total	Totales
Costo de materiales	\$ 150,380.54
Costo de mano de obra	\$ 175,353.28
Costo de línea de impelencia	\$ 69,442.05
<b>Total</b>	<b>\$ 395,175.87</b>

**Tabla 5.21.** Costo total para la propuesta 1

### 5.2.2. Propuesta de solución N° 2.

Extraer el agua desde la fuente de agua de caserío “Tamera” hasta una estación de bombeo por la carretera que conduce de Chapeltique hacia Guatajiagua y luego será bombeada al tanque “Pie de la Cuesta” y abastecerá a la red de distribución de agua completa (Ver planos constructivos anexo 15).



**Figura 5.7.** Esquema de solución para la propuesta 2

### 5.2.2.1. Diseño de la línea de impelencia tramo nacimiento-estación de bombeo

El diámetro de la línea de impelencia se determinara a través del punto de inflexión mínimo de la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro (Ver anexo 12).

#### ❖ Para Hierro galvanizado

Caudal de bombeo = 7.2lt/seg

Longitud de línea de impelencia = 6440m

Material de tubería hierro galvanizado C = 125

Horas de bombeo = 20 horas

#### ❖ Formula de Bresse

$$Q^{1/2} = \frac{D}{\left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right)^{1/2} \times 1.3}$$

$$D = \sqrt{Q \left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right) (1.69)} = \sqrt{0.0072 M^3/S \left(\frac{20}{24}\right) (1.69)} = 0.1006m = \mathbf{100.7mm}$$

#### ➤ Datos Hidráulicos

D=100.7mm = 4in

C=125

Para la carga estática h total= 214m – 193m = **21m**

**Tabla 5.22:** Datos hidráulicos

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm)	Carga estática (m)	Carga de fricción (m)	Carga dinámica total (m)
3	76.2	21	271	292
4	101.6	21	67	88

Carga por fricción se utiliza la formula  $H_f = \frac{1747.632 \times Q^{1.85} \times L}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$

Dónde: L =6440m D =4 en pulgadas  $Q_B = 7.2L/s$

Para 3plg.  $H_f = 271m$

Para 4plg.  $H_f = 67m$

Calculo para determinar la carga dinámica total =Carga estática + carga de fricción.

❖ Potencia efectiva requerida

Potencia efectiva requerida se calcula con la formula  $H_p = \frac{Q \times H}{76 \times C}$ , donde

Q en L/s ( $Q_b$ )

H= en m (carga dinámica)

C =70% (eficiencia de equipo): Dato obtenido del manual de hidráulica de J.M de Azevedo, Guillermo Acosta A.

$$H_p(3in) = \frac{7.2/s \times 292m}{76 \times 0.7} = 39.52H_p$$

$$H_p(4in) = \frac{7.2l/s \times 88m}{76 \times 0.7} = 11.91H_p$$

**Tabla 5.23:** Potencias efectivas requeridas

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Equipo y potencia requerida (Hp)
3	76.2	1 Unidad de 40+ 1 unidad de emergencia
4	101.6	1 Unidad de 11.91+ 1 unidad de emergencia

**Tabla 5.24:** Potencia instalada.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Potencias instaladas
3	76.2	1 unidad de 40Hp + 1 unidad de emergencia.
4	101.6	1 unidad de 15Hp + 1 unidad de emergencia.

**Tabla 5.25:** Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV)

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Precio por tubo de 6m	Precio por ml
3	76.2	\$ 64.57	\$ 10.76
4	101.6	\$ 90.40	\$ 15.06

❖ *Costo de la estación de bombeo*

Incluye:

- ✓ Bomba de motor
- ✓ Controles
- ✓ Subestación eléctrica
- ✓ Instalación

**Tabla 5.26:** Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Válvula Check	118.4	1	118.4
Válvula aliviadora de aire	33.15	2	66.3
Medidor de presión	45.84	1	45.84
Medidor de Caudal	36.34	1	36.34
Caja de control 40HP	1490.79	1	1490.79
Bomba Berkeley K4L 40HP 3450 RPM	4535.8	1	4535.8
Motor trifásico 40 HP nema premium	1903.58	1	1903.58
Cable de motor 10/3	3.09	1	3.09
Cable de electrodo 16/3	0.98	1	0.98
Caño galvanizado 1 ¼	29.93	1	29.93
Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens	8.91	3	26.73
Arrancador magnético Schneider eléctrica 40HP/100A	470.79	1	470.79
Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m	4.66	1	4.66
YDA cinta Scotch 23 3m	1.8	10	18
Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>8,854.69</b>

**Tabla 5.27:** Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Válvula Check	136.65	1	136.65
Válvula aliviadora de aire	38.25	2	76.5
Medidor de presión	52.89	1	52.89
Medidor de Caudal	41.93	1	41.93
Caja de control 15HP	1330	1	1330
Bomba 15 HP	1990.04	1	1990.04
Motor 15 HP	823.86	1	823.86
Cable de motor 10/3	3.09	1	3.09



<b>Cable de electrodo 16/3</b>	0.98	1	0.98
<b>Caño galvanizado 1 ¼</b>	29.93	1	29.93
<b>Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens</b>	8.91	3	26.73
<b>Arrancador magnético Schneider eléctrica 15HP/80A</b>	311.09	1	311.09
<b>Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m</b>	4.66	1	4.66
<b>YDA cinta Scotch 23 3m</b>	1.8	10	18
<b>Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens</b>	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			4,949.81

**Tabla 5.28: Costo de la instalación del bombeo.**

<b>Diámetro en (plg.)</b>	<b>Diámetro en (mm.)</b>	<b>Costo de la estación</b>
<b>3</b>	50.8	8,854.69
<b>4</b>	76.2	4,949.81

❖ *Costo unitario de los materiales*

El costo unitario de los accesorios, se tomara un valor aproximado al 5% del costo la cañería de impelencia.

**Tabla 5.29: Costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.**

<b>Diámetro en (plg.)</b>	<b>Diámetro en (mm.)</b>	<b>Costo de la cañería (\$/6m)</b>	<b>Costo de la cañería (\$/m)</b>	<b>Costo de accesorio (\$/m)</b>	<b>Costo total (\$/m)</b>
<b>3</b>	76.2	64.57	10.76	0.538	11.29
<b>4</b>	101.6	90.42	15.07	0.7535	15.82

➤ **Costo de mano de obra utilizada**

Como la tubería superficial de la red de distribución es de 6440m se decide poner a cada 30m un anclaje, quiere decir que se necesitaran 215 Anclajes

❖ **Calculo de materiales para anclajes**

Volumen de excavación= (0.20) (0.15) (0.20)=0.0060m<sup>3</sup>

Volumen de concreto= (0.20) (0.15) (0.3)=0.009m<sup>3</sup>

✓ **Materiales**

Cemento=9.8 bolsas (0.009m<sup>3</sup>) (1.10)=**0.09702 Bolsas**

Arena= (0.55m<sup>3</sup>) (0.009m<sup>3</sup>) (1.10)=**0.005445m<sup>3</sup>**

Grava= (0.55m<sup>3</sup>) (0.009m<sup>3</sup>) (1.10)=**0.005445m<sup>3</sup>**

Agua= (227lts) (0.009m<sup>3</sup>) (1.10)=**2.25lts**

❖ **Valores totales por los 215 Anclajes**

✓ **Materiales totales**

Cemento= (0.09702) (215anclajes) =20.86 Bolsas = **21 Bolsas**

Arena= (0.005445) (215anclajes) = 1.17= **1.5m<sup>3</sup>**

Grava= (0.005445) (215anclajes) = 1.17= **1.5m<sup>3</sup>**

Agua=2.25lts (215anclajes) = **484lts**

- ✓ Calculo de acero  $\Phi=3/8$  factor de abundamiento 1.10

$$\text{Acero} = (0.6\text{m}) (2 \text{ varillas}) (215\text{anclajes})=258$$

$$\text{Acero}=258\text{m}(1.10)(1\text{varilla}/6\text{metro})(1\text{quintal}/14\text{varillas})=3.38\text{quintales} = \mathbf{3.5 \text{ Quintales}}$$

- ✓ Encofrado de madera para anclaje

$$\text{Madera}=0.20+0.15+0.2 = (0.55\text{m}) (215\text{anclajes}) = 118.25\text{m} = \mathbf{141.46 \text{ Varas; La}}$$

**madera se podrá reutilizar se asume un 50% de gastos**

$$\text{Clavos}= 8 \text{ clavos} (215\text{anclajes})= \mathbf{1720 \text{ clavos}}$$

$$245 \text{ clavos} \rightarrow 1 \text{ libra}$$

$$1720 \text{ clavos} \rightarrow X \quad X = \frac{1720\text{clavos} (1\text{libra})}{245\text{Clavos}} \rightarrow X = 7.02\text{libras} = \mathbf{7 \text{ libras}}$$

**Tabla 5.30:** Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.

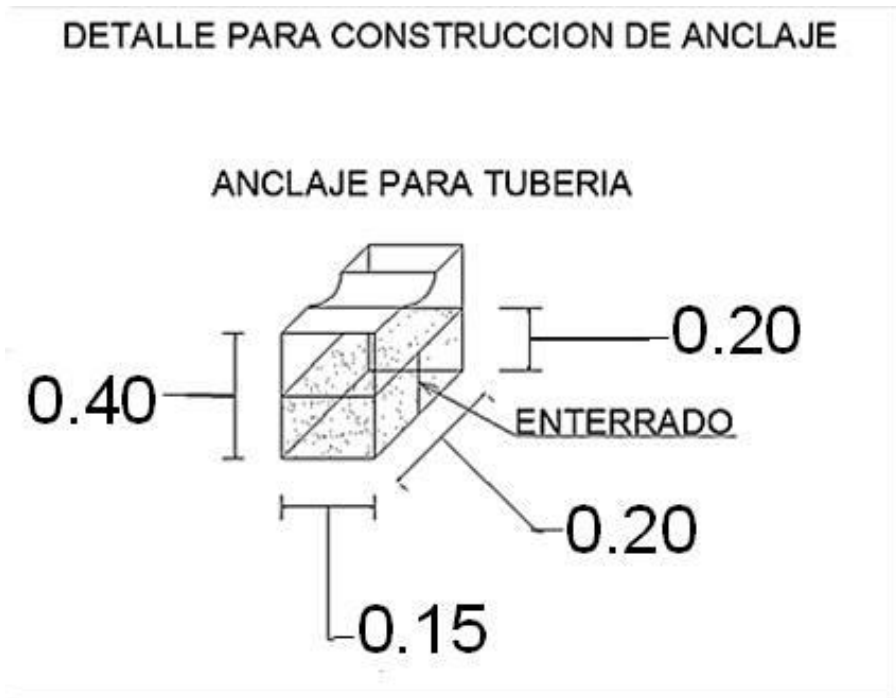
Materiales	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
<b>Cemento</b>	9.28	21	194.88
<b>Arena</b>	12	1.5	18
<b>Grava</b>	25	1.5	37.5
<b>Agua</b>	0.01	484	4.84
<b>Acero de Anclaje</b>	49	3.5	171.5
<b>Abrazadera metálica</b>	0.71	215	152.65
<b>Madera</b>	1.4	70.8	99.12
<b>Clavos</b>	0.66	7	4.62
<b>Total</b>			683.11

Costo de mano de obra para anclajes Suponiendo que un auxiliar hace 10 Anclajes por día pagándole \$12 diarios. Esto hace un costo de \$258 (Datos obtenidos de **Costos y presupuesto de la construcción salvadoreña- Federico Lowy.**)

**Costo Total** = Esto se divide entre el total de la tubería de impelencia en la parte superior del suelo que es de L=6440metros

**Tabla 5.31:** Costo de mano de obra utilizada

Díámetro en (plg.)	Díámetro en (mm.)	Costo de anclaje (\$/ml)	Colocación de tubería (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)
3	76.2	0.10	4.23	4.33
4	101.6	0.15	4.62	4.77



➤ **Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra**

**Tabla 5.32:** Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo unitario de material (\$/ml)	Costo unitario de mano de obra (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)	Costo Total (\$)
3	76.2	11.29	4.33	15.62	99,874.28
4	101.6	15.82	4.77	20.59	131,652.46

➤ **Costos de operación anual**

1kwh = 0.7457hp

Costo de KwH= 0.184737

**Costo de operación anual=** hp x 365días x 20hrs x 0.7457 hp x 0.84737 kw/hr x 1.1

**Tabla 5.33:** Costo de operación anual

Diámetro		Costo de operación anual
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 202,961.08
4	101.6	\$ 76,110.40

✓ Calcular el valor presente de la anualidad

Tasa de interés (i)=15% anual durante 20 años

$$P = \frac{A \times ((1 + i)^n - 1)}{i (1 + i)^n}$$

**Tabla 5.34:** Valor actual o presente de la anualidad.

Diámetro		Valor de la anualidad
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 1,270,400.68
4	101.6	\$ 476,400.22

✓ Inversión inicial de capital

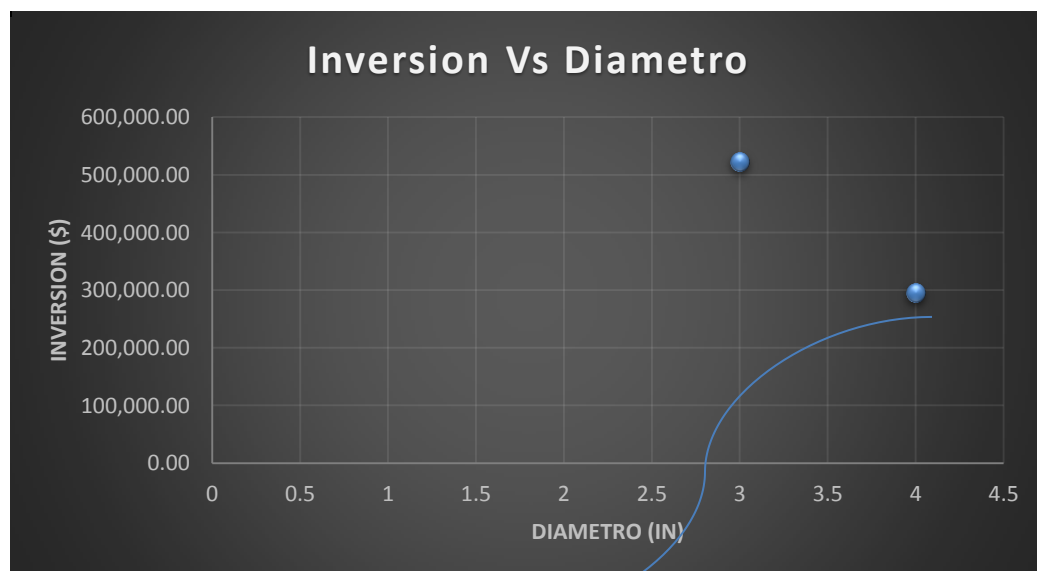
Se suma el monto de estación de bombeo, materiales, mano de obra y operación anual.

**Tabla 5.35:** Inversión inicial de capital

Diámetro		Costo de estación de bombeo (\$)	Costo de materiales y mano de obra (\$)	Costo de Anualidad (\$)	Monto Total (\$)
in	Mm				
3	76.2	8,854.69	99,874.28	\$ 1,270,400.68	<b>1,379,129.65</b>
4	101.6	4,949.81	131,652.46	\$ 476,400.22	<b>613,002.49</b>

Después de realizar el análisis anterior, a partir de la última tabla, se grafica la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro para escoger el diámetro óptimo.

**Figura 5.8:** Gráfica de inversión vs diámetro



- ✓ Se elige el diámetro de 4 pulgadas de tubería galvanizada porque resulta más económico para un periodo de diseño de 20 años.

### 5.2.2.2. Diseño de la línea de impelencia tramo EB-Tanque Pie de la cuesta

El diámetro de la línea de impelencia se determinara a través del punto de inflexión mínimo de la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro (Ver anexo 12).

#### ❖ Para Hierro galvanizado

Caudal de bombeo = 7.2lt/seg

Longitud de línea de impelencia = 2600m

Material de tubería hierro galvanizado C = 125

Horas de bombeo = 20 horas

#### ❖ Formula de Bresse

$$Q^{1/2} = \frac{D}{\left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right)^{1/2} \times 1.3}$$

$$D = \sqrt{Q \left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right) (1.69)} = \sqrt{0.0072 M^3/S \left(\frac{20}{24}\right) (1.69)} = 0.1006m = \mathbf{100.7mm}$$

#### ➤ Datos Hidráulicos

D=100.7mm = 4in

C=125

Para la carga estática h total= 266m – 193m = **73m**

**Tabla 5.36:** Datos hidráulicos

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm)	Carga estática (m)	Carga de fricción (m)	Carga dinámica total (m)
3	76.2	73	109.8	182.8
4	101.6	73	27	100

Carga por fricción se utiliza la formula  $H_f = \frac{1747.632 \times Q^{1.85} \times L}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$

Dónde: L =2600m D =4 en pulgadas  $Q_B = 7.2L/s$

Para 3plg.  $H_f = 109.8m$

Para 4plg.  $H_f = 27m$

Calculo para determinar la carga dinámica total =Carga estática + carga de fricción.

❖ **Potencia efectiva requerida**

Potencia efectiva requerida se calcula con la formula  $H_p = \frac{Q \times H}{76 \times C}$ , donde

Q en L/s ( $Q_b$ )

H= en m (carga dinámica)

C =70% (eficiencia de equipo): Dato obtenido del manual de hidráulica de J.M de Azevedo, Guillermo Acosta A.

$$H_p(3in) = \frac{7.2/s \times 182.8m}{76 \times 0.7} = 24.73H_p$$

$$H_p(4in) = \frac{7.2l/s \times 100m}{76 \times 0.7} = 13.53H_p$$



**Tabla 5.37:** Potencias efectivas requeridas

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Equipo y potencia requerida (Hp)
3	76.2	1 Unidad de 24.73+ 1 unidad de emergencia
4	101.6	1 Unidad de 13.53+ 1 unidad de emergencia

**Tabla 5.38:** Potencia instalada.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Potencias instaladas
3	76.2	1 Unidad 25 Hp + 1 unidad de emergencia.
4	101.6	1 Unidad 15Hp + 1 unidad de emergencia.

**Tabla 5.39:** Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV)

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Precio por tubo de 6m	Precio por ml
3	76.2	\$ 64.57	\$ 10.76
4	101.6	\$ 90.40	\$ 15.06

❖ *Costo de la estación de bombeo*

Incluye:

- ✓ Bomba de motor
- ✓ Controles
- ✓ Subestación eléctrica
- ✓ Instalación

**Tabla 5.40:** Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Válvula Check	118.4	1	118.4
Válvula aliviadora de aire	33.15	2	66.3
Medidor de presión	45.84	1	45.84
Medidor de Caudal	36.34	1	36.34
Caja de control 25HP	991.29	1	991.29
Bomba Berkeley K4L 25HP 3450 RPM	3033.62	1	3033.62
Motor trifásico 25 HP nema premium	1143.58	1	1143.58
Cable de motor 10/3	3.09	1	3.09
Cable de electrodo 16/3	0.98	1	0.98
Caño galvanizado 1 ¼	29.93	1	29.93
Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens	8.91	3	26.73
Arrancador magnético Schneider eléctrica 25HP/50A	322.73	1	322.73
Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m	4.66	1	4.66
YDA cinta Scotch 23 3m	1.8	10	18
Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>5,944.95</b>

**Tabla 5.41:** Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
<b>Válvula Check</b>	136.65	1	136.65
<b>Válvula aliviadora de aire</b>	38.25	2	76.5
<b>Medidor de presión</b>	52.89	1	52.89
<b>Medidor de Caudal</b>	41.93	1	41.93
<b>Caja de control 15HP</b>	1330	1	1330
<b>Bomba 15 HP</b>	1990.04	1	1990.04
<b>Motor 15 HP</b>	823.86	1	823.86
<b>Cable de motor 10/3</b>	3.09	1	3.09

Cable de electrodo 16/3	0.98	1	0.98
Caño galvanizado 1 ¼	29.93	1	29.93
Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens	8.91	3	26.73
Arrancador magnético Schneider eléctrica 15HP/80A	311.09	1	311.09
Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m	4.66	1	4.66
YDA cinta Scotch 23 3m	1.8	10	18
Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>4,949.81</b>

**Tabla 5.42:** Costo de la instalación del bombeo.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de la estación
3	50.8	5,944.95
4	76.2	4,949.81

❖ *Costo unitario de los materiales*

El costo unitario de los accesorios, se tomara un valor aproximado al 5% del costo la cañería de impelencia.

**Tabla 5.43:** Costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de la cañería (\$/6m)	Costo de la cañería (\$/m)	Costo de accesorio (\$/m)	Costo total (\$/m)
3	76.2	64.57	10.76	0.538	11.29
4	101.6	15.07	15.07	0.7535	15.82

➤ *Costo de mano de obra utilizada*

Como la tubería superficial de la red de distribución es de 2600m se decide poner a cada 30m un anclaje, quiere decir que se necesitaran 87 Anclajes

❖ **Cálculo de materiales para anclajes**

$$\text{Volumen de excavación} = (0.10) (0.15) (0.3) = 0.0045\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de concreto} = (0.2) (0.15) (0.3) = 0.009\text{m}^3$$

✓ Materiales

$$\text{Cemento} = 9.8 \text{ bolsas } (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.09702 \text{ Bolsas}}$$

$$\text{Arena} = (0.55\text{m}^3) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.005445\text{m}^3}$$

$$\text{Grava} = (0.55\text{m}^3) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.005445\text{m}^3}$$

$$\text{Agua} = (227\text{lbs}) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{2.25\text{lbs}}$$

❖ **Valores totales por los 87 Anclajes**

✓ Materiales totales

$$\text{Cemento} = (0.09702) (87\text{anclajes}) = 8.44 \text{ Bolsas} = \mathbf{9 \text{ Bolsas}}$$

$$\text{Arena} = (0.005445) (87\text{anclajes}) = 0.4737 = \mathbf{0.5\text{m}^3}$$

$$\text{Grava} = (0.005445) (87\text{anclajes}) = 0.4737 = \mathbf{0.5\text{m}^3}$$

$$\text{Agua} = 2.25\text{lbs} (87\text{anclajes}) = \mathbf{196\text{lbs}}$$

✓ Cálculo de acero  $\Phi=3/8$  factor de abundamiento 1.10

$$\text{Acero} = (0.6\text{m}) (2 \text{ varillas}) (87\text{anclajes}) = 104.4$$

$$\text{Acero} = 104.4\text{m} (1.10) (1 \text{ varilla} / 6\text{metro}) (1 \text{ quintal} / 14 \text{ varillas}) = 1.37 \text{ quintales} = \mathbf{1.5 \text{ Quintales}}$$

✓ Encofrado de madera para anclaje

Madera=0.20+0.15+0.2 = (0.55m) (87anclajes) = 47.85m = **57.24 Varas; La madera se podrá reutilizar se asume un 50% de gastos**

Clavos= 8 clavos (87anclajes)= **696 clavos**

245 clavos → 1 libra

696 clavos → X 
$$X = \frac{696 \text{ clavos (1libra)}}{245 \text{ Clavos}} \rightarrow X = 2.84 \text{ libras} = \mathbf{3 \text{ libras}}$$

**Tabla 5.44:** Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.

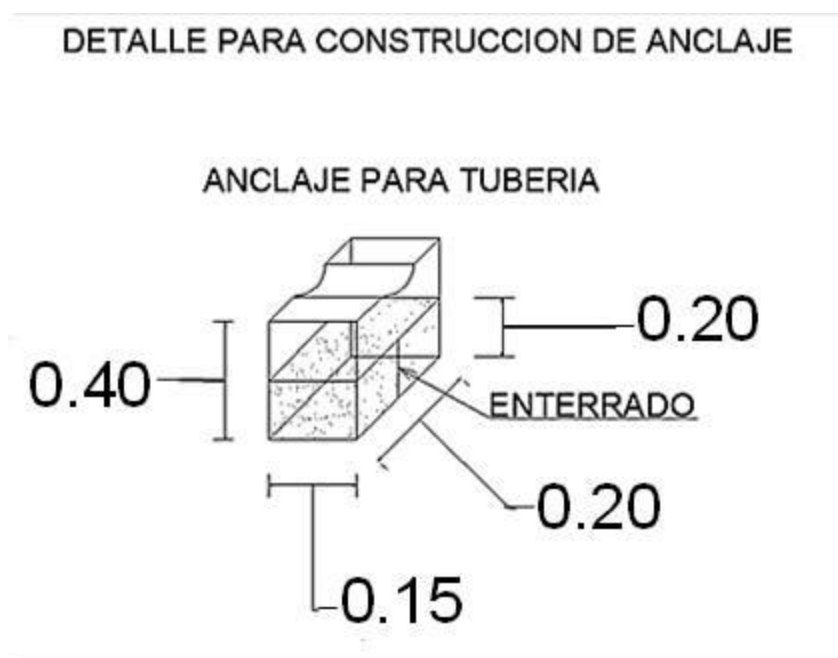
Materiales	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
<b>Cemento</b>	9.28	9	83.52
<b>Arena</b>	12	0.5	6
<b>Grava</b>	25	0.5	12.5
<b>Agua</b>	0.01	196	1.96
<b>Acero de Anclaje</b>	49	1.5	73.5
<b>Abrazadera metálica</b>	0.71	87	61.77
<b>Madera</b>	1.4	29	40.6
<b>Clavos</b>	0.66	3	1.98
<b>Total</b>			281.83

Costo de mano de obra para anclajes Suponiendo que un auxiliar hace 10 Anclajes por día pagándole \$12 diarios. Esto hace un costo de \$104.4 (Datos obtenidos de **Costos y presupuesto de la construcción salvadoreña- Federcio Lowy.**)

**Costo Total** = Esto se divide entre el total de la tubería de impelencia en la parte superior del suelo que es de L=2600metros

**Tabla 5.45:** Costo de mano de obra utilizada

Díámetro en (plg.)	Díámetro en (mm.)	Costo de anclaje (\$/ml)	Colocación de tubería (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)
3	76.2	0.11	4.23	4.34
4	101.6	0.15	4.62	4.77



➤ *Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra*

**Tabla 5.46:** Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra

Díámetro en (plg.)	Díámetro en (mm.)	Costo unitario de material (\$/ml)	Costo unitario de mano de obra (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)	Costo Total (\$)
3	76.2	11.29	4.34	15.63	40,278.51
4	101.6	15.82	4.77	20.59	53,060.43

➤ **Costos de operación anual**

$$1\text{kwh} = 0.7457\text{hp}$$

$$\text{Costo de KwH} = 0.184737$$

$$\text{Costo de operación anual} = \text{hp} \times 365\text{días} \times 20\text{hrs} \times 0.7457 \text{ hp} \times 0.184737 \text{ kw/hr} \times 1.1$$

**Tabla 5.47:** Costo de operación anual

Diámetro		Costo de operación anual
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 126,850.67
4	101.6	\$ 76,110.40

- ✓ Calcular el valor presente de la anualidad

Tasa de interés (i)=15% anual durante 20 años

$$P = \frac{A \times ((1 + i)^n - 1)}{i (1 + i)^n}$$

**Tabla 5.48:** Valor actual o presente de la anualidad.

Diámetro		Valor de la anualidad
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 794,000.39
4	101.6	\$ 476,400.22

- ✓ Inversión inicial de capital

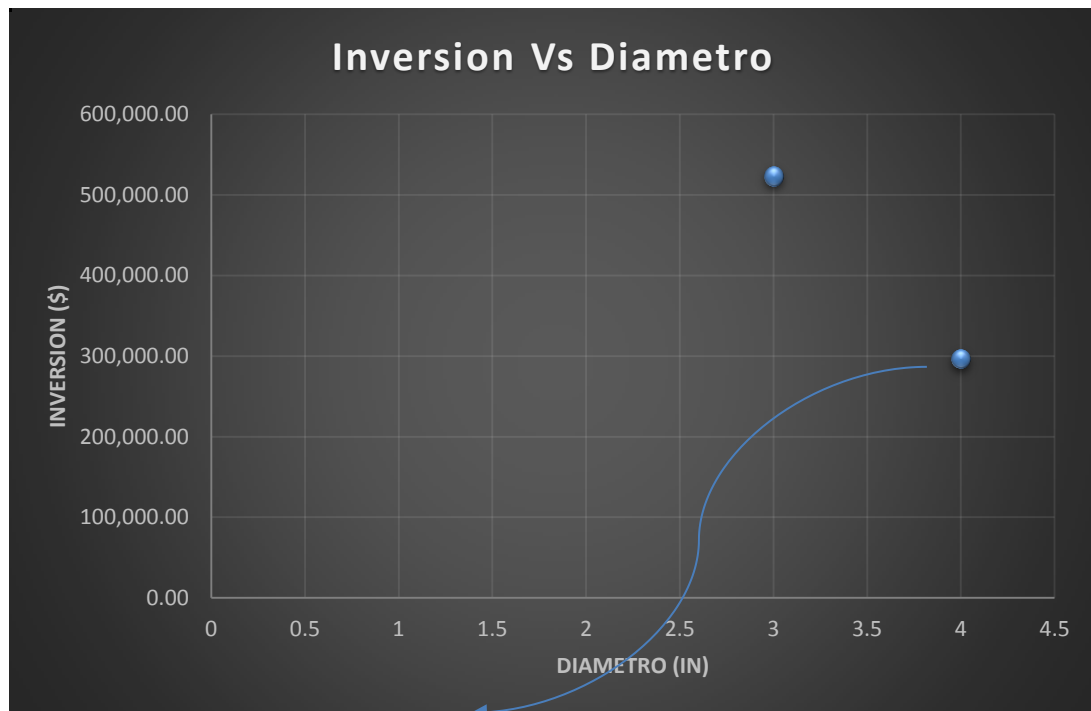
Se suma el monto de estación de bombeo, materiales, mano de obra y operación anual.

**Tabla 5.49:** Inversión inicial de capital

Diámetro		Costo de estación de bombeo (\$)	Costo de materiales y mano de obra (\$)	Costo de Anualidad (\$)	Monto Total (\$)
in	Mm				
3	76.2	5,944.95	40,278.51	794,000.39	<b>840,223.85</b>
4	101.6	4,949.81	53,060.43	476,400.22	<b>534,410.46</b>

Después de realizar el análisis anterior, a partir de la última tabla, se grafica la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro para escoger el diámetro óptimo.

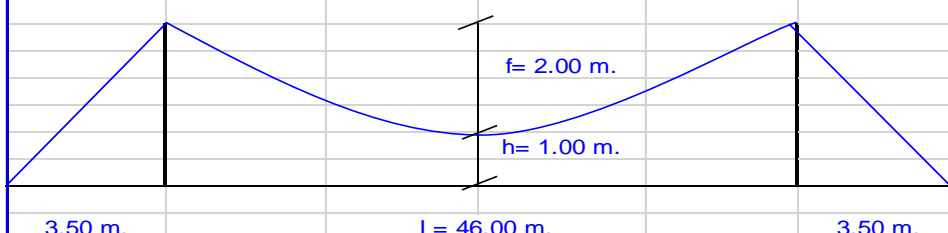
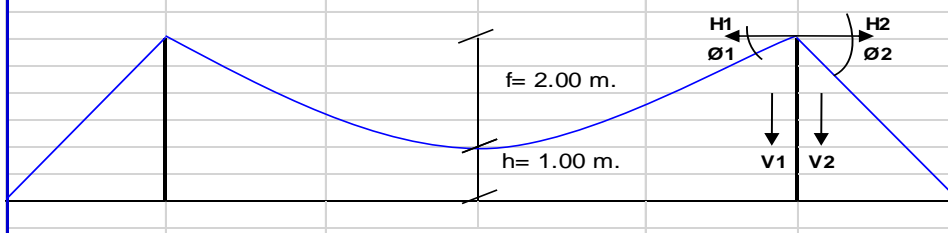
**Figura 5.9:** Gráfica de inversión vs diámetro

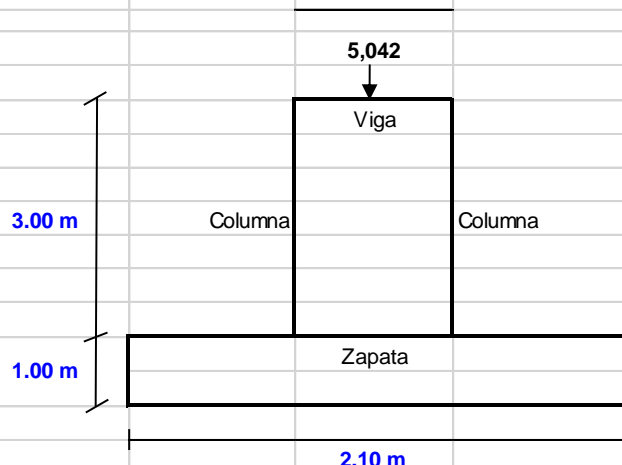
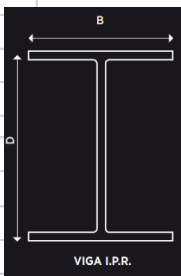


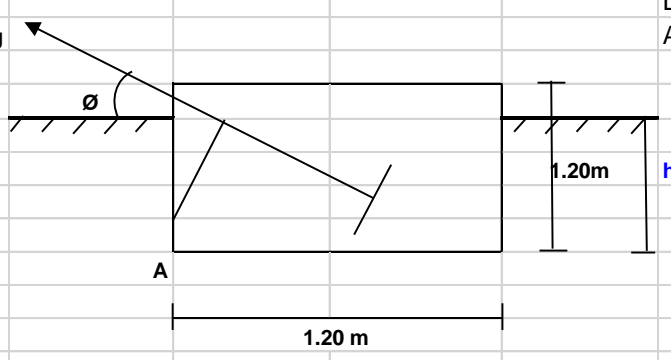
- ✓ Se elige el diámetro de 4 pulgadas de tubería galvanizada porque resulta más económico para un periodo de diseño de 20 años.



5.2.2.3. Diseño de pasos aéreos para línea de impelencia.

DISEÑO CRUCE AEREO LINEA DE CONDUCCION -CHAPELTIQUE			
<b>CRUCE AEREO TAMERA-ESTACION DE BOMBEO</b>			
PROG. 4+070			
			
3.50 m.	L= 46.00 m.	3.50 m.	
<b>Tubería de Acero Galvanizado 4"</b>			
* Peso de la tubería	=	10.78 Kg/m	
* Peso del Fluido	=	8.00 Kg/m	
* Peso del Cable de Tensión Ø 1/2"	=	1.50 Kg/m	(inc. parábola)
* Peso de Accesorios de Instalación	=	4.00 Kg/m	
* Sobrecarga	=	10.00 Kg/m	
* Viento: 75Km/h=28Kg/m <sup>2</sup> x0.20x1.00mx2	=	11.20 Kg/m	
	W =	45.48 Kg/m	
Tensión = $T = W \cdot L^2(1+16 \cdot n^2)^{1/2} / 8 \cdot f$		n = f/L = 0.043	
T =	6,105.01	Kg	
Carga Ultima de cable de Ø1/2" 6x19 con alma de acero	=	12,100 kg	
Factor de Seguridad =	3		
12,100 kg / 3.0	=	4,033 kg	; mayor a la Tensión = 6,105 kg
<b>PENDOLAS</b>			
Distribución de las Péndolas:		Cantidad =	20
		S =	2.300 m
Carga que resiste cada péndola = W*S =		104.60	kg
Se utilizará un cable Ø3/8" 6x19 con alma de acero, con resistencia efectiva a la ruptura de:			
6,080 kg			
T de diseño =	6,080 kg / 3.0	=	2,026.7 kg > 104.6 kg <b>cumple</b>
<b>SOPORTE DE APOYO</b>			
			
3.50 m.	L= 45.00 m.	3.50 m.	

$\tan \theta_1 = 4 \cdot f / L =$	0.18	$\theta_1 = 10.08^\circ$		
$H_1 = T \cdot \cos \theta_1 =$	6,011 kg			
$V_1 = T \cdot \sin \theta_1 =$	1,069 kg			
$\tan \theta_2 = (h+f) / La =$	0.86	$\theta_2 = 40.60^\circ$	$La = 3.50 \text{ m.}$	
$H_2 = T \cdot \cos \theta_2 =$	4,635 kg			
$V_2 = T \cdot \sin \theta_2 =$	3,973 kg			
$M = \text{abs}(H_1 - H_2) \cdot (f+h) =$	4,126	kg-m		
				
<b>Viga tipo IPR:</b> $D = 0.30 \text{ m}$ $B = 0.10 \text{ m}$ <b>Columna :</b> Largo ( $L_c$ ) = $0.30 \text{ m}$ Ancho ( $A_c$ ) = $0.30 \text{ m}$ <b>Peso <math>C^0 = 2400 \text{ kg/m}^3</math></b>				
				
$P = (V_1 + V_2) / 2 + \text{Peso Columna} + \text{Peso Viga}$ ; Carga en una Columna				
$P = 3.175 \text{ tn}$				
$I = A_c \cdot L_c^3 / 12 = 0.0007 \text{ m}^4$ $C = L_c / 2 = 0.15$				
$\sigma = P / A_c \cdot L_c \pm M \cdot C / I$				
$\sigma_1 = 95.23 \text{ Kg/cm}^2$ Compresión				
$\sigma_2 = -88.17 \text{ Kg/cm}^2$ Tracción				
Fuerza de Tracción = $C \cdot A_c \cdot \text{Esfuerzo en Tracción} = 39.68 \text{ tn}$				
$T_u = 1.4 \cdot \text{Fuerza de Tracción} = 55.55 \text{ tn}$				
$A_s = T_u / 0.9 \cdot f_y = 14.70 \text{ cm}^2$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				
Acero Provisto : 12 $\varnothing 1/2''$				
<b>ZAPATA DE SOPORTE VERTICAL</b>				
Dimensiones de la Zapata:				
Largo ( $L_z$ ) = 2.10 m				
Ancho ( $A_z$ ) = 2.10 m				
Altura ( $H_z$ ) = 1.00 m				

Peso de Suelo (Gs) =	1.80	Tn/m <sup>3</sup>			
Capacidad Admisible =	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>			
Peso de Zapata		10.584	tn		
Peso Superestructura		6.350	tn		
	$\Sigma P$	16.934	Tn		
Diagrama de Presiones Totales que transmite la zapata al terreno					
$M_v = \text{abs}(H_1 - H_2) * (f + h + H_z)$	=	5.502	tn-m		
$I = L_z * A_z^3 / 12$	=	1.621	m <sup>4</sup>		
$\sigma = P / A_z * L_z \pm M_v * C / I$				$C = A_z / 2 =$	1.05
$\sigma_1 =$	0.740	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0	kg/cm <sup>2</sup> cumple
$\sigma_2 =$	0.028	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0	kg/cm <sup>2</sup> cumple
<b>CAMARA DE ANCLAJE:</b>					
				Altura (H) =	0.80 m
				Largo (L) =	1.20 m
				Ancho (A) =	1.20 m
				$\varnothing =$	45.00 °
6105.0 kg					
Distancia del Punto A, al alineamiento del cable = $A * \text{Cos}\varnothing = D =$					
0.85 m					
Peso del Bloque = $L * A * H * \text{Peso } C^0$	=	2.7648	tn		
Empuje Pasivo = $3/2 * (L * G_s * h_s^2)$	=	12.96	tn		
Empuje Activo =		1.44	tn		
$M_e = \text{Peso Bloque} * A/2 + \text{Empuje Pasivo} * h_s / 3$					
$M_e =$	10.30	tn-m			
$M_v = T * D + \text{Empuje Activo} * h_s / 3$					
$M_v =$	6.14	tn-m			
Coefficiente de Volteo = $C_v = M_e / M_v =$	1.68		>	1.50	cumple
Fuerza de Fricción resistente = $0.4 * \text{Peso del Bloque} =$		1.11	tn		
Fuerza de Fricción resistente + Empuje Pasivo =		14.07	tn		
Fuerza Actuante = $H_2 + \text{Empuje Pasivo} =$	6.08	tn	<	14.07	tn cumple

## Puente longitud= 46m

parabola through the points (0, 3), (23, 1), (46, 3)



Examples Random

Input interpretation:

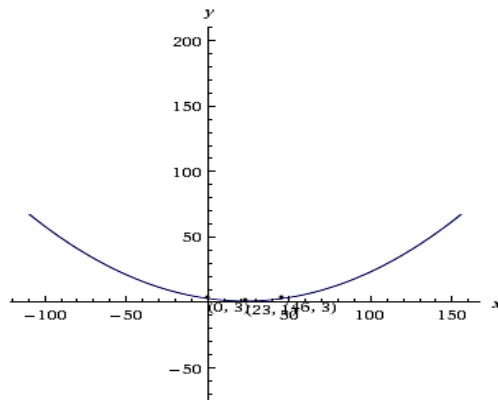
parabola

through (0, 3)

through (23, 1)

through (46, 3)

Visual representation:



(drawn with rotation angle 0°)

Equation forms:

$$y = \frac{2x^2}{529} - \frac{4x}{23} + 3$$

$$-2x^2 + 92x + 529y - 1587 = 0$$

(assuming rotation angle 0°)


Properties:






focus	$\left(23, \frac{537}{8}\right) \approx (23, 67.125)$
vertex	(23, 1)
semi-axis length	$\frac{529}{8} = 66.125$
focal parameter	$\frac{529}{4} = 132.25$
eccentricity	1
directrix	$y = -\frac{521}{8}$

(assuming rotation angle 0°)

Download page

POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE

tell me the arc length of  $y = 3 - (4x)/23 + (2x^2)/529$  from  $x = 0$  to  $46$  ☆ 

    Examples  Random

Input interpretation:

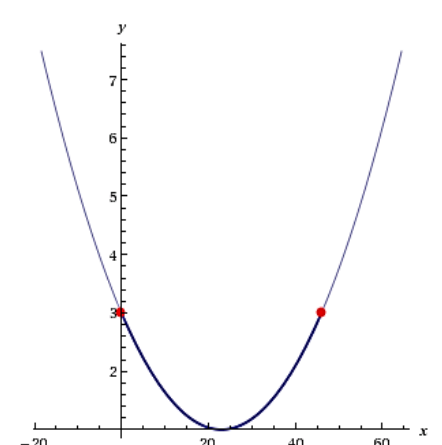
arc length	$y = 3 - \frac{4x}{23} + \frac{2x^2}{529}$	$x = 0$ to $46$
------------	--	-----------------

Result More digits

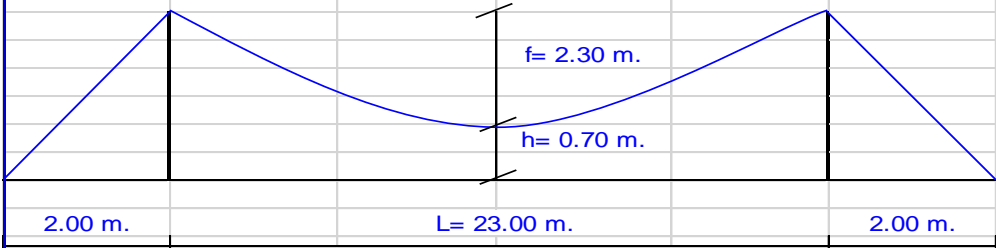
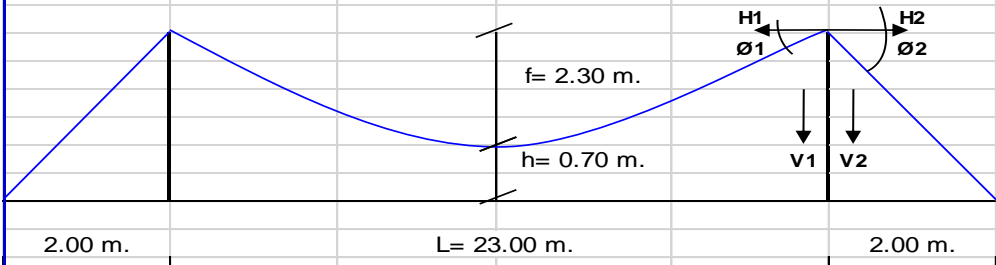
$$\int_0^{46} \sqrt{1 + \left(\frac{4}{23} - \frac{4x}{529}\right)^2} dx = \sqrt{545} + \frac{529}{4} \sinh^{-1}\left(\frac{4}{23}\right) \approx 46.2308$$

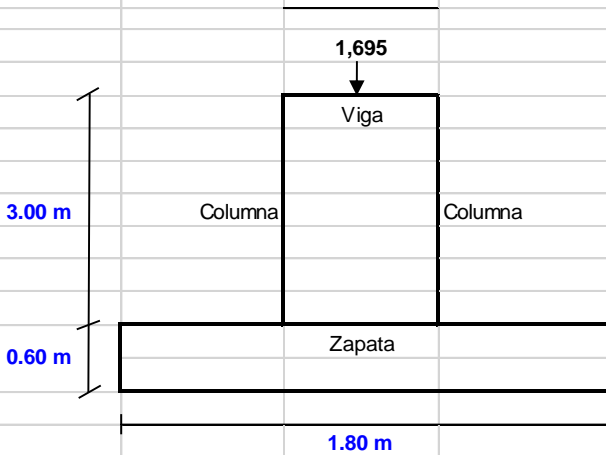
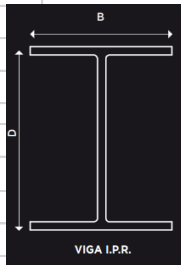
$\sinh^{-1}(x)$  is the inverse hyperbolic sine function

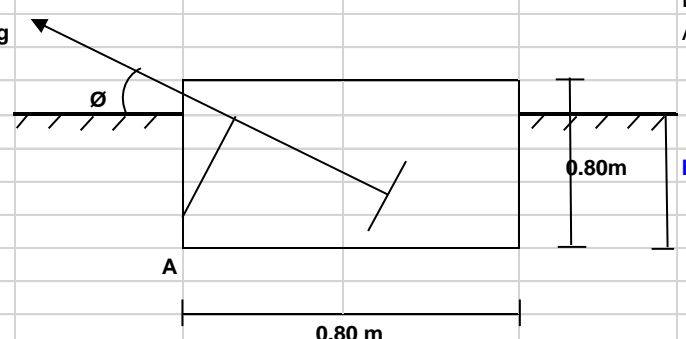
Plot



El diseño del cruce aéreo se realizó mediante una hoja de cálculo de excel denominada “calculo estructural de cruce aéreo”, introduciéndole todas las cargas que soportara el cruce; la hoja hace todos los respectivos cálculos, seguidamente el programa “Wolfram” proporciona la función de la longitud de los cables principales por medio de esta se puede determinar las alturas de todas las péndolas a lo largo del tramo del puente, estas se representan en su respectivo plano (Ver anexo 15.e). La longitud total de cable que se ocupara para péndolas es de 54 metros. Mientras que la longitud total de ambos cables principales será de 93 metros, 46.5 metros para cada cable principal. Finalmente la longitud de los cables de soporte que van hacia la cámara de anclaje es de 26 metros, 6.5 metros para cada cable soporte.

DISEÑO CRUCE AEREO LINEA DE CONDUCCION - CHAPELTIQUE			
<b>CRUCE AEREO ESTACION DE BOMBEO---TANQUE PIE DE LA CUESTA</b>			
PROG. 1+130.00			
			
<b>Tubería de Acero galvanizada de 4"</b>			
* Peso de la tubería	=	10.78 Kg/m	
* Peso del Fluido	=	8.00 Kg/m	
* Peso del Cable de Tensión Ø 1/2"	=	1.50 Kg/m	(inc. parábola)
* Peso de Accesorios de Instalación	=	4.00 Kg/m	
* Sobrecarga	=	10.00 Kg/m	
* Viento: 75Km/h=28Kg/m2x0.20x1.00mx2	=	11.20 Kg/m	
	W =	45.48 Kg/m	
Tensión = $T = W \cdot L^2(1+16 \cdot n^2)^{1/2} / 8 \cdot f$		$n = f/L = 0.100$	
T =	1,408.27 Kg		
Carga Ultima de cable de Ø1/2" 6x19 con alma de acero	=	12,100 kg	
Factor de Seguridad =	3		
12,100 kg / 3.0	=	4,033 kg	; mayor a la Tensión = 1,408 kg
<b>PENDOLAS</b>			
Distribución de las Péndolas:	Cantidad =	10	
	S =	2.300 m	
Carga que resiste cada péndola = W*S =	104.60 kg		
Se utilizará un cable Ø3/8" 6x19 con alma de acero, con resistencia efectiva a la ruptura de: 6,080 kg			
T de diseño =	6,080 kg / 3.0	= 2,026.7 kg	> 104.6 kg <b>cumple</b>
<b>SOPORTE DE APOYO</b>			
			

$\text{tag } \varnothing 1 = 4 \cdot f / L =$	0.40	$\varnothing 1 = 21.80^\circ$		
$H1 = T \cdot \text{Cos} \varnothing 1 =$	1,308 kg			
$V1 = T \cdot \text{Sen} \varnothing 1 =$	523 kg			
$\text{tag } \varnothing 2 = (h+f) / La =$	1.50	$\varnothing 2 = 56.31^\circ$	$La = 2.00 \text{ m.}$	
$H2 = T \cdot \text{Cos} \varnothing 2 =$	781 kg			
$V2 = T \cdot \text{Sen} \varnothing 2 =$	1,172 kg			
$M = \text{abs}(H1-H2) \cdot (f+h) =$	1,579	kg-m		
				
<b>Viga tipo IPR:</b> $D = 0.30 \text{ m}$ $B = 0.10 \text{ m}$ <b>Columna :</b> $\text{Largo } (Lc) = 0.20 \text{ m}$ $\text{Ancho } (Ac) = 0.20 \text{ m}$ $\text{Peso } C^0 = 2400 \text{ kg/m}^3$				
				
$P = (V1+V2)/2 + \text{Peso Columna} + \text{Peso Viga}$			; Carga en una Columna	
$P =$	1.142 tn			
$I = Ac \cdot Lc^3 / 12 =$	0.0001 m <sup>4</sup>	$C = Lc/2 =$	0.10	
$\sigma = P/Ac \cdot Lc \pm M \cdot C/I$				
$\sigma 1 =$	121.29	Kg/cm <sup>2</sup>	Compresión	
$\sigma 2 =$	- 115.58	Kg/cm <sup>2</sup>	Tracción	
$\text{Fuerza de Tracción} = C \cdot Ac \cdot \text{Esfuerzo en Tracción} =$	23.12	tn		
$Tu = 1.4 \cdot \text{Fuerza de Tracción} =$	32.36	tn		
$As = Tu / 0.9 \cdot f_y =$	8.56	cm <sup>2</sup>	$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Acero Provisto :	7	$\varnothing 1/2 \text{ ''}$		
<b>ZAPATA DE SOPORTE VERTICAL</b>				
Dimensiones de la Zapata:				
Largo (Lz) =	1.80	m		
Ancho (Az) =	1.80	m		
Altura (Hz) =	0.60	m		

Peso de Suelo (Gs) =	1.80	Tn/m <sup>3</sup>			
Capacidad Admisible =	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>			
Peso de Zapata		4.666 tn			
Peso Superestructura		2.283 tn			
	$\Sigma P$	6.949 Tn			
Diagrama de Presiones Totales que transmite la zapata al terreno					
$M_v = \text{abs}(H_1 - H_2) * (f + h + H_z)$	=	1.895 tn-m			
$I = L_z * A_z^3 / 12 =$		0.875 m <sup>4</sup>			
$\sigma = P / A_z * L_z \pm M_v * C / I$			$C = A_z / 2 =$	0.90	
$\sigma_1 =$	0.409	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	cumple
$\sigma_2 =$	0.020	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	cumple
<b>CAMARA DE ANCLAJE:</b>					
				Altura (H) =	0.50 m
				Largo (L) =	0.80 m
				Ancho (A) =	0.80 m
				$\emptyset =$	45.00 °
1408.3 kg					
		0.80 m			
				hs = 1.30 m	
Distancia del Punto A, al alineamiento del cable = $A * \text{Cos}\emptyset = D =$ 0.57 m					
Peso del Bloque = $L * A * H * \text{Peso } C^0 =$		0.768 tn			
Empuje Pasivo = $3/2 * (L * G_s * h_s^2) =$		3.65 tn			
Empuje Activo =		0.41 tn			
$M_e = \text{Peso Bloque} * A/2 + \text{Empuje Pasivo} * h_s / 3$					
$M_e =$		1.89 tn-m			
$M_v = T * D + \text{Empuje Activo} * h_s / 3$					
$M_v =$		0.97 tn-m			
Coeficiente de Volteo = $C_v = M_e / M_v =$		1.94	>	1.50	cumple
Fuerza de Fricción resistente = $0.4 * \text{Peso del Bloque} =$		0.31 tn			
Fuerza de Fricción resistente + Empuje Pasivo =		3.96 tn			
Fuerza Actuante = $H_2 + \text{Empuje Pasivo} =$	1.19 tn		<	3.96 tn	cumple



## Puente longitud= 23m

parabola through the points (0, 3), (11.5, 0.7), (23, 3)

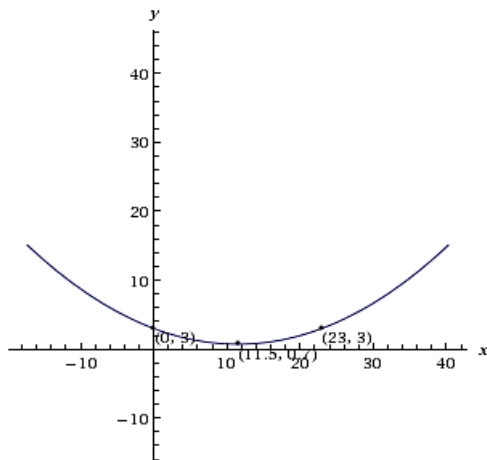


Examples Random

Input interpretation:

	through (0, 3)
parabola	through (11.5, 0.7)
	through (23, 3)

Visual representation:



(drawn with rotation angle 0°)

Equation forms:

$$y = 0.0173913 x^2 - 0.4 x + 3.$$

$$-0.0173913 x^2 + 0.4 x + y - 3. = 0$$


Properties:






focus	(11.5, 15.075)
vertex	(11.5, 0.7)
semi-axis length	14.375
focal parameter	28.75
eccentricity	1
directrix	$y = -13.675$

(assuming rotation angle 0°)

Download page

POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE

tell me the arc length of  $y = 3. - 0.4 x + 0.0173913 x^2$  from  $x = 0$  to 23 ☆ 

    Examples  Random

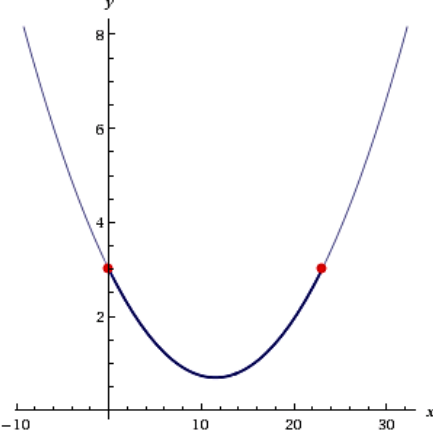
Input interpretation:

arc length	$y = 3. - 0.4 x + 0.0173913 x^2$	$x = 0$ to 23
------------	----------------------------------	---------------

Result

$$\int_0^{23} \sqrt{1 + (0.4 - 0.0347826 x)^2} dx = 23.5994$$

Plot



El diseño del cruce aéreo se realizó mediante una hoja de cálculo de excel denominada “calculo estructural de cruce aéreo”, introduciéndole todas las cargas que soportara el cruce; la hoja hace todos los respectivos cálculos, seguidamente el programa “Wolfram” proporciona la función de la longitud de los cables principales por medio de esta se puede determinar las alturas de todas las péndolas a lo largo del tramo del puente, estas se representan en su respectivo plano (Ver anexo 15.d). La longitud total de cable que se ocupara para péndolas es de 24 metros. Mientras que la longitud total de ambos cables principales será de 47.5 metros, 23.75 metros para cada cable principal. Finalmente la longitud de los cables de soporte que van hacia la cámara de anclaje es de 19 metros, 4.75 metros para cada cable soporte.

#### 5.2.2.4. Diseño de tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta completo”

El tanque de almacenamiento se ubicara en la posición más elevada sobre la localidad (Ver anexo 15.h).

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendio y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendios se considera un volumen de  $90\text{m}^3$  por sistema, para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas (Norma técnica de ANDA #15).

##### ❖ Cálculo de Volumen de Variación Horaria ( $V_1$ )

Según norma técnica de ANDA para un tiempo de bombeo de 20h/día se tomara el 30% del consumo medio diario.

$$Q_{MDT} = 10.11 \frac{lt}{s}$$

$$V_1 = 30\%Q_{MD} = (0.3)(0.0101)(86,400) = 261.79 \text{ m}^3$$

##### ❖ Cálculo de Volumen por Incendio ( $V_2$ )

Según normas de ANDA se usara un volumen por incendio de  $90\text{m}^3$ .

$$V_2 = 90\text{m}^3$$

❖ **Calculo de Volumen por Reparación o Corte de Energía Eléctrica ( $V_3$ )**

$$V_3 = Q_B 2h = 2(0.0182)(3600) = 131.03 \text{ m}^3$$

❖ **Comparando Volúmenes.**

$$V_2 + V_3 <> V_1$$

$$90\text{m}^3 + 131.03 \text{ m}^3 <> 261.79\text{m}^3$$

$$221.03\text{m}^3 < 261.79\text{m}^3$$

Se tomara el volumen mayor.  $V_t = 262 \text{ m}^3$

❖ **Dimensionamiento del Tanque.**

Se diseñara un tanque cilíndrico debido a la fácil construcción y diseño.

Relación de Esbeltez  $H=0.5D$

$$V_{tanque} = A \times H_{tanque}$$

$$V_{tanque} = \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.5D$$

$$V_{tanque} = 0.393D^3$$

$$262\text{m}^3 = 0.393D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{262}{0.393}}$$

$$D = 8.74m$$

#### Calculo de altura H.

$$H = 0.5D = 0.5(874m) = 4.37m$$

Tomando en cuenta la sedimentación y el rebose, a la altura se le sumara 0.10m en el fondo y 0.4m en la parte superior.

$$H = 4.37 + 0.1 + 0.4 = 4.87m$$

#### ❖ Respiraderos.

Como el volumen del tanque de almacenamiento es de  $262m^3$  en base a la siguiente tabla se seleccionaran los rangos respectivos:

Volumen del tanque (M <sup>3</sup> )	Numero de respiraderos	Diámetro de los respiraderos (in)	Diámetro de tubería de limpieza (in)	Tipo de accesorios
Hasta 100	1	3	6	Tipo A
100-500	2	3	8	
500-1000	2	4	10	Tipo B
1000-2000	3	4	12	
2000-6000	3	6	14	

#### ❖ Escaleras.

El depósito debe ser dotado de escaleras internas extremos metálicos con pintura anti-corrosiva.

### ❖ Rebose.

Para tanques mayores de  $100\text{m}^3$  el rebose se le coloca a 25 cm como mínimo bajo la cubierta y se protege con un sifón para evitar que insectos entren al interior.

Sabemos que:

$$Q_{\text{bombeo}} = Q_{\text{rebose}}$$
$$Q_{\text{rebose}} = 18.192 \text{ l/s} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0.0182 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabemos que  $Q = VA$

Dónde:

Q= caudal de rebose

A= área de sección transversal de tubería de rebose

V= velocidad de aproximación del agua a la tubería de rebose, y tiene un valor de  $V = 0.5 \text{ m/s}$ .

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0182 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.5 \text{ m/s}}$$
$$A = 0.0364\text{m}^2 \left( \frac{(100\text{cm})^2}{1\text{m}^2} \right) \left( \frac{(1 \text{ pulgada}^2)}{(2.54\text{cm})^2} \right) = 56.42\text{pul}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = 8.48 \text{ pul} \cong 8\text{in}$$

Se tomara un diámetro de 8 pulgadas.

### ❖ Tuberías de entrada y de salida

La cañería de entrada y de salida es la misma en los tanques de equilibrio, en estos últimos es necesario para evitar interrupciones durante la limpieza o reparaciones del tanque, comunicar por medio de una derivación (By-Pass).

También se debe colocar una granada (colador) para evitar que basuras y sedimentos se transporten a la tubería de salida, esta se coloca como mínimo a 10 cm sobre el fondo.

#### ❖ **Tubería de limpieza**

Se recomienda diferentes diámetros para la cañería de limpieza según el volumen del tanque:

De 100 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>: diámetro de tubería de limpieza debe de ser de ocho pulgadas.

En el fondo del tanque se deja una pendiente del 5% para que los sedimentos se depositen en los costados y facilite la limpieza del tanque.

#### **5.2.2.5. Diseño de tanque “Estación de bombeo”**

El tanque de almacenamiento se ubicara en la posición más elevada sobre la localidad (Ver anexo 15.g).

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendio y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendios se considera un volumen de  $90m^3$  por sistema, para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas (Norma técnica de ANDA #15).

❖ **Cálculo de Volumen de Variación Horaria ( $V_1$ )**

Según norma técnica de ANDA para un tiempo de bombeo de 20h/día se tomara el 30% del consumo medio diario.

$$Q_{MDT} = 3.3904 \frac{lt}{s} \approx 4 \frac{lt}{s}$$

$$V_1 = 30\%Q_{MD} = (0.3)(0.004)(86,400) = 103.68m^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Incendio ( $V_2$ )**

Según normas de ANDA se usara un volumen por incendio de  $90m^3$ .

$$V_2 = 90m^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Reparación o Corte de Energía Eléctrica ( $V_3$ )**

$$V_3 = Q_B 2h = 2(0.0072)(3600) = 51.84 m^3$$

❖ **Comparando Volúmenes.**

$$V_2 + V_3 <> V_1$$

$$90m^3 + 51.84 m^3 <> 103.68m^3$$

$$141.84 > 103.68m^3$$

Se tomara el volumen mayor.  $V_t = 142m^3$



### ❖ Dimensionamiento del Tanque.

Se diseñara un tanque cilíndrico debido a la fácil construcción y diseño.

Relación de Esbeltez  $H=0.5D$

$$V_{tanque} = A \times H_{tanque}$$

$$V_{tanque} = \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.5D$$

$$V_{tanque} = 0.393D^3$$

$$142m^3 = 0.393D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{142}{0.393}}$$

$$D = 7.12m$$

### Cálculo de altura H.

$$H = 0.5D = 0.5(7.12m) = 3.56m$$

Tomando en cuenta la sedimentación y el rebose, a la altura se le sumara 0.10m en el fondo y 0.4m en la parte superior.

$$H = 3.56 + 0.1 + 0.4 = 4.06m$$

### ❖ Respiraderos.

Como el volumen del tanque de almacenamiento es de  $142\text{m}^3$  en base a la siguiente tabla se seleccionaran los rangos respectivos:

Volumen del tanque ( $\text{M}^3$ )	Numero de respiraderos	Diámetro de los respiraderos (in)	Diámetro de tubería de limpieza (in)	Tipo de accesorios
Hasta 100	1	3	6	Tipo A
100-500	2	3	8	
500-1000	2	4	10	Tipo B
1000-2000	3	4	12	
2000-6000	3	6	14	

❖ **Escaleras.**

El depósito debe ser dotado de escaleras internas extremos metálicos con pintura anti-corrosiva.

❖ **Rebose.**

Para tanques mayores de  $100\text{m}^3$  el rebose se le coloca a 25 cm como mínimo bajo la cubierta y se protege con un sifón para evitar que insectos entren al interior.

$$Q_{\text{bombeo}} = Q_{\text{rebose}}$$

$$Q_{\text{rebose}} = 7.2 \text{ l/s} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0.0072 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabemos que  $Q = VA$

Dónde:

Q= caudal de rebose

A= área de sección transversal de tubería de rebose

V= velocidad de aproximación del agua a la tubería de rebose, y tiene un valor de  $V = 0.5 \text{ m/s}$ .

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0072 \frac{m^3}{s}}{0.5 m/s}$$

$$A = 0.0144m^2 \left( \frac{(100cm)^2}{1m^2} \right) \left( \frac{(1 pulgada^2)}{(2.54cm)^2} \right) = 22.32pul^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 5.33 pul \cong 6 in$$

Se tomara un diámetro de 6 pulgadas

#### ❖ Tuberías de entrada y de salida

La cañería de entrada y de salida es la misma en los tanques de equilibrio, en estos últimos es necesario para evitar interrupciones durante la limpieza o reparaciones del tanque, comunicar por medio de una derivación (By-Pass).

También se debe colocar una granada (colador) para evitar que basuras y sedimentos se transporten a la tubería de salida, esta se coloca como mínimo a 10 cm sobre el fondo.

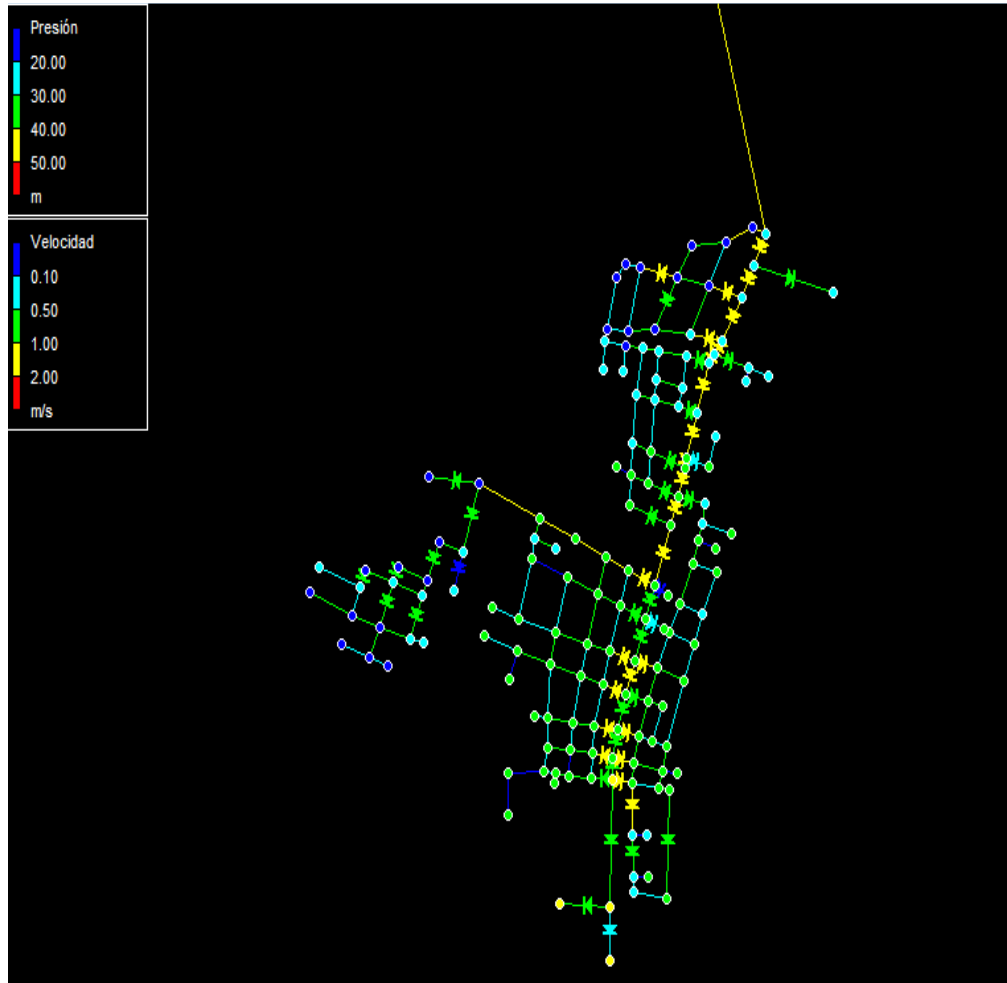
#### ❖ Tubería de limpieza

Se recomienda diferentes diámetros para la cañería de limpieza según el volumen del tanque:

De 100 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>: diámetro de tubería de limpieza debe de ser de ocho pulgadas.

En el fondo del tanque se deja una pendiente del 5% para que los sedimentos se depositen en los costados y facilite la limpieza del tanque.

5.2.2.6. Cálculo de presiones de la red de distribución de agua potable utilizando software especializado.



**Figura 5.10.** Red de distribución de agua potable de la zona urbana de Chapeltique.

Observación: Algunas velocidades en la red son bajas y se ha colocado el diámetro mínimo de tubería permitido por la norma de ANDA, pero las presiones permitidas en cada nodo se encuentran en el rango establecido (Ver anexo 4).

**5.2.2.7. Presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona urbana de Chapeltique (propuesta 2).**

Costo de materiales	
Detalles	Costos
Costo de tanque “Pie de la cuesta” completo	\$ 17,938.49
Costo de tanque estación de bombeo	\$ 6,582.06
Costo de estación de bombeo	\$ 11,538.87
Costo de la red de distribución completa	\$ 92,207.23
Caja colectora	\$ 13,761.91
<b>Total</b>	<b>\$ 142,028.56</b>

**Tabla 5.50.** Costo de materiales para la propuesta 2

Costo de mano de obra	
Detalles	Costos
Costo de tanque “Pie de la cuesta” completo	\$ 24,036.18
Costo de tanque estación de bombeo	\$ 14,904.70
Costo de estación de bombeo	\$ 6,212.70
Costo de la red de distribución completa	\$ 107,701.72
Caja colectora	\$ 2,470.10
<b>Total</b>	<b>\$ 155,325.40</b>

**Tabla 5.51.** Costo de mano de obra para la propuesta 2

Costo total de línea de impelencia	
Detalle	Costo
Tramo nacimiento-estación de bombeo	\$ 131,652.46
Tramo EB-Tanque "Pie de la cuesta"	\$ 53,060.43
<b>Pasos aéreos</b>	
Tramo "Tamera" a estación de bombeo	\$ 11,195.12
Tramo estación de bombeo a tanque "Pie de la cuesta"	\$ 4,267.33
<b>Total</b>	<b>\$ 200,175.34</b>

**Tabla 5.52.** Costo total de la línea de impelencia para la propuesta 2

Costo total	Totales
Costo de materiales	\$ 142,028.56
Costo de mano de obra	\$ 155,325.40
Costo de línea de impelencia	\$ 200,175.34
<b>Total</b>	<b>\$ 497,529.30</b>

**Tabla 5.53.** Costo total para la propuesta 2

### 5.2.3. Propuesta de solución N° 3

Extraer el agua desde el tanque ubicado en el caserío "La Pista" hasta una estación de bombeo por la carretera que conduce de Chapeltique hacia Guatajiagua y luego será bombeada al tanque "Pie de la Cuesta" y abastecerá a la red de distribución de agua completa (Ver planos constructivos anexo 16).

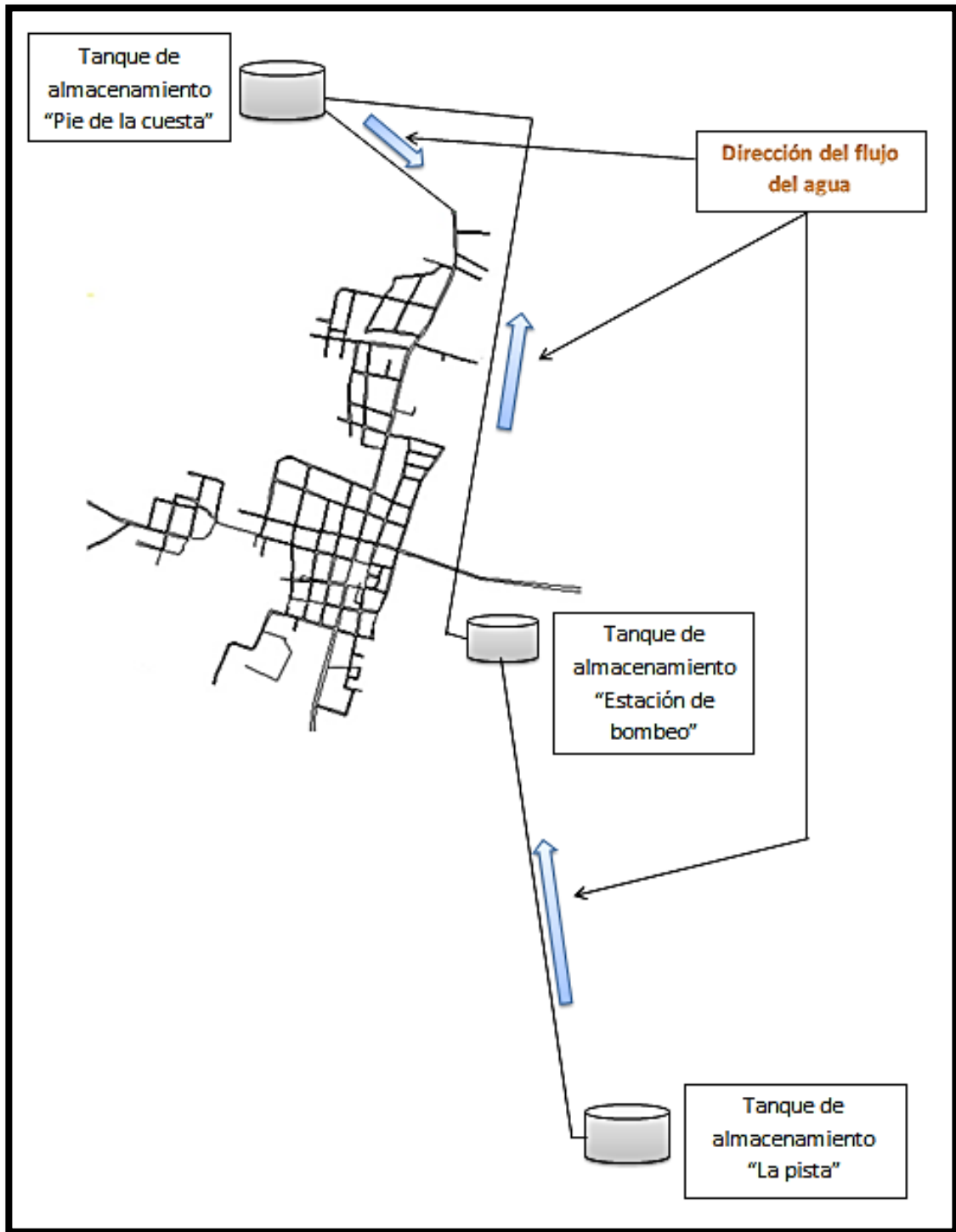


Figura 5.11. Esquema de solución para la propuesta 3

### 5.2.3.1. Diseño de la línea de impelencia tramo tanque Pista-E.B

El diámetro de la línea de impelencia se determinara a través del punto de inflexión mínimo de la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro (Ver anexo 12).

#### ❖ Para Hierro galvanizado

Caudal de bombeo = 7.2lt/seg

Longitud de línea de impelencia = 2720m

Material de tubería hierro galvanizado C = 125

Horas de bombeo = 20 horas

#### ❖ Formula de Bresse

$$Q^{1/2} = \frac{D}{\left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right)^{1/2} \times 1.3}$$

$$D = \sqrt{Q \left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right) (1.69)} = \sqrt{0.0072 M^3/S \left(\frac{20}{24}\right) (1.69)} = 0.1006m = \mathbf{100.7mm}$$

#### ➤ Datos Hidráulicos

D=100.7mm = 4in

C=125

Para la carga estática h total= 188m – 193m =**5m**



**Tabla 5.54:** Datos hidráulicos

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm)	Carga estática (m)	Carga de fricción (m)	Carga dinámica total (m)
3	76.2	5	114.87	119.87
4	101.6	5	28.29	33.29

Carga por fricción se utiliza la formula  $H_f = \frac{1747.632 \times Q^{1.85} \times L}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$

Dónde: L =2720m D =4 en pulgadas  $Q_B = 7.2L/s$

Para 3plg.  $H_f = 114.87$  m

Para 4plg.  $H_f = 28.29$  m

Calculo para determinar la carga dinámica total =Carga estática + carga de fricción.

❖ **Potencia efectiva requerida**

Potencia efectiva requerida se calcula con la formula  $H_p = \frac{Q \times H}{76 \times C}$ , donde

Q en L/s ( $Q_b$ )

H= en m (carga dinámica)

C =70% (eficiencia de equipo): Dato obtenido del manual de hidráulica de J.M de Azevedo, Guillermo Acosta A.

$$H_p(3in) = \frac{7.2/s \times 119.87m}{76 \times 0.7} = 16.22 H_p$$

$$Hp(4in) = \frac{7.2l/sx33.29m}{76x0.7} = 4.51Hp$$

**Tabla 5.55:** Potencias efectivas requeridas

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Equipo y potencia requerida (Hp)
3	76.2	1 Unidad de 16.22Hp + 1 unidad de emergencia
4	101.6	1 Unidad de 4.51 + 1 unidad de emergencia

**Tabla 5.56:** Potencia instalada.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Potencias instaladas
3	76.2	1 Unidad 20Hp + 1 unidad de emergencia.
4	101.6	1 unidad 5Hp + 1 unidad de emergencia.

**Tabla 5.57:** Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV)

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Precio por tubo de 6m	Precio por ml
3	76.2	\$ 64.57	\$ 10.76
4	101.6	\$ 90.40	\$ 15.06

❖ *Costo de la estación de bombeo*

Incluye:

- ✓ Bomba de motor
- ✓ Controles
- ✓ Subestación eléctrica
- ✓ Instalación

**Tabla 5.58:** Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Válvula Check	118.4	1	118.4
Válvula aliviadora de aire	33.15	2	66.3
Medidor de presión	45.84	1	45.84
Medidor de Caudal	36.34	1	36.34
Caja de control 20HP	942.02	1	942.02
Bomba Berkeley K4L 20HP 3450 RPM	2564.61	1	2564.61
Motor trifásico 20 HP nema premium	1017.57	1	1017.57
Cable de motor 10/3	3.09	1	3.09
Cable de electrodo 16/3	0.98	1	0.98
Caño galvanizado 1 ¼	29.93	1	29.93
Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens	8.91	3	26.73
Arrancador magnético Schneider eléctrica 20HP/40A	285.78	1	285.78
Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m	4.66	1	4.66
YDA cinta Scotch 23 3m	1.8	10	18
Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>5,263.71</b>

**Tabla 5.59:** Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Válvula Check	118.4	1	118.4
Válvula aliviadora de aire	33.15	2	66.3
Medidor de presión	45.84	1	45.84
Medidor de Caudal	36.34	1	36.34
Caja de control 5HP	587.26	1	587.26
Bomba Berkeley K2L 5HP 3450 RPM	1042.41	1	1042.41
Motor trifásico 5 HP nema premium	1017.57	1	1017.57
Cable de motor 10/3	3.09	1	3.09

Cable de electrodo 16/3	0.98	1	0.98
Caño galvanizado 1 ¼	29.93	1	29.93
Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens	8.91	3	26.73
Arrancador magnético Schneider eléctrica 5HP/16A	229.05	1	229.05
Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m	4.66	1	4.66
YDA cinta Scotch 23 3m	1.8	10	18
Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>3,330.02</b>

**Tabla 5.60:** Costo de la instalación del bombeo.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de la estación
3	50.8	5,263.71
4	76.2	3,330.02

❖ *Costo unitario de los materiales*

El costo unitario de los accesorios, se tomara un valor aproximado al 5% del costo la cañería de impelencia.

**Tabla 5.61:** Costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de la cañería (\$/6m)	Costo de la cañería (\$/m)	Costo de accesorio (\$/m)	Costo total (\$/m)
3	76.2	64.57	10.76	0.538	11.29
4	101.6	15.07	15.07	0.7535	15.82

➤ *Costo de mano de obra utilizada*

Como la tubería superficial de la red de distribución es de 2720m se decide poner a cada 30m un anclaje, quiere decir que se necesitaran 90 Anclajes

❖ **Cálculo de materiales para anclajes**

$$\text{Volumen de excavación} = (0.20) (0.15) (0.20) = 0.0060\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de concreto} = (0.2) (0.15) (0.3) = 0.009\text{m}^3$$

✓ Materiales

$$\text{Cemento} = 9.8 \text{ bolsas } (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.09702 \text{ Bolsas}}$$

$$\text{Arena} = (0.55\text{m}^3) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.005445\text{m}^3}$$

$$\text{Grava} = (0.55\text{m}^3) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.005445\text{m}^3}$$

$$\text{Agua} = (227\text{lbs}) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{2.25\text{lbs}}$$

❖ **Valores totales por los 90 Anclajes**

✓ Materiales totales

$$\text{Cemento} = (0.09702) (90 \text{ anclajes}) = 8.73 \text{ Bolsas} = \mathbf{9 \text{ Bolsas}}$$

$$\text{Arena} = (0.005445) (90 \text{ anclajes}) = 0.49 = \mathbf{0.5\text{m}^3}$$

$$\text{Grava} = (0.005445) (90 \text{ anclajes}) = 0.49 = \mathbf{0.5\text{m}^3}$$

$$\text{Agua} = 2.25\text{lbs} (90 \text{ anclajes}) = \mathbf{202.5\text{lbs}}$$

✓ Cálculo de acero  $\Phi=3/8$  factor de abastecimiento 1.10

$$\text{Acero} = (0.6\text{m}) (2 \text{ varillas}) (90 \text{ anclajes}) = 108$$

$$\text{Acero} = 108\text{m} (1.10) (1 \text{ varilla} / 6 \text{ metro}) (1 \text{ quintal} / 14 \text{ varillas}) = 1.41 \text{ quintales} = \mathbf{1.5 \text{ Quintales}}$$

✓ Encofrado de madera para anclaje

Madera=0.20+0.15+0.2 = (0.55m) (90anclajes) = 49.5m = **59.21 Varas; La madera se podrá reutilizar se asume un 50% de gastos**

Clavos= 8 clavos (90anclajes)= **720 clavos**

245 clavos → 1 libra

720 clavos → X 
$$X = \frac{720 \text{clavos (1libra)}}{245 \text{Clavos}} \rightarrow X = 2.94 \text{libras} = \mathbf{3 \text{ libras}}$$

**Tabla 5.62:** Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.

Materiales	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
<b>Cemento</b>	9.28	9	83.52
<b>Arena</b>	12	0.5	6
<b>Grava</b>	25	0.5	12.5
<b>Agua</b>	0.01	202.5	2.025
<b>Acero de Anclaje</b>	49	1.5	73.5
<b>Abrazadera metálica</b>	0.71	90	63.9
<b>Madera</b>	1.4	30	42
<b>Clavos</b>	0.66	3	1.98
<b>Total</b>			285.425

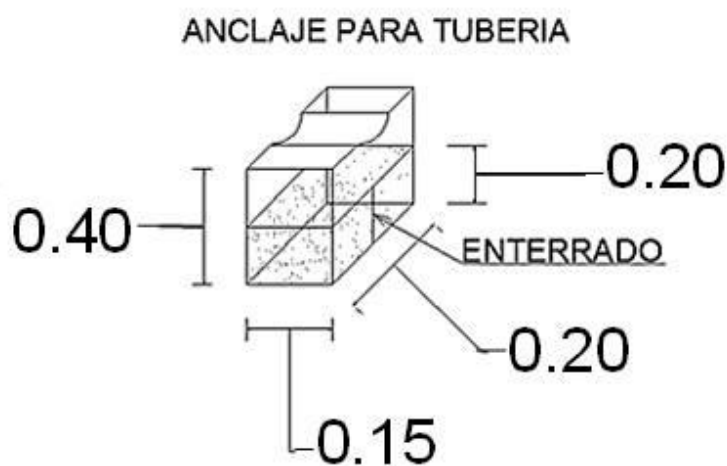
Costo de mano de obra para anclajes Suponiendo que un auxiliar hace 10 Anclajes por día pagándole \$12 diarios. Esto hace un costo de \$108 (Datos obtenidos de **Costos y presupuesto de la construcción salvadoreña- Federcio Lowy.**)

**Costo Total** = Esto se divide entre el total de la tubería de impelencia en la parte superior del suelo que es de L=2720metros

**Tabla 5.63:** Costo de mano de obra utilizada

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de anclaje (\$/ml)	Colocación de tubería (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)
3	76.2	0.11	4.23	4.34
4	101.6	0.15	4.62	4.77

DETALLE PARA CONSTRUCCION DE ANCLAJE



➤ **Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra**

**Tabla 5.64:** Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo unitario de material (\$/ml)	Costo unitario de mano de obra (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)	Costo Total (\$)
3	76.2	11.29	4.34	15.63	41,810.25
4	101.6	15.82	4.77	20.59	55,078.25

➤ **Costos de operación anual**

1kwh = 0.7457hp

Costo de KwH= 0.184737

**Costo de operación anual=** hp x 365días x 20hrs x 0.7457 hp x 0.84737 kw/hr x 1.1

**Tabla 5.65:** Costo de operación anual

Diámetro		Costo de operación anual
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 76,110.40
4	101.6	\$ 38,055.20

- ✓ Calcular el valor presente de la anualidad

Tasa de interés (i)=15% anual durante 20 años

$$P = \frac{A \times ((1 + i)^n - 1)}{i (1 + i)^n}$$

**Tabla 5.66:** Valor actual o presente de la anualidad.

Diámetro		Valor de la anualidad
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 476,400.22
4	101.6	\$ 238,200.11

- ✓ Inversión inicial de capital

Se suma el monto de estación de bombeo, materiales, mano de obra y operación anual.

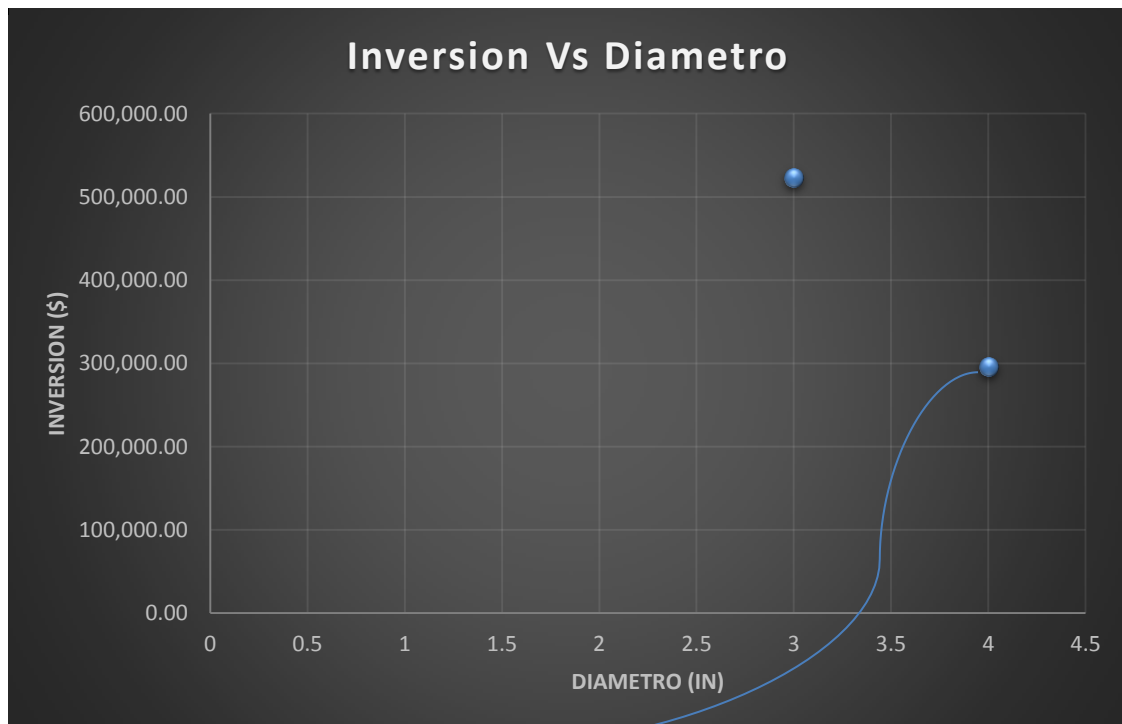
**Tabla 5.67:** Inversión inicial de capital

Diámetro		Costo de estación de bombeo (\$)	Costo de materiales y mano de obra (\$)	Costo de Anualidad (\$)	Monto Total (\$)
in	Mm				
3	76.2	5,263.71	41,810.25	476,400.22	<b>523,474.18</b>
4	101.6	3,330.02	55,078.25	238,200.11	<b>296,608.38</b>



Después de realizar el análisis anterior, a partir de la última tabla, se grafica la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro para escoger el diámetro óptimo

**Figura 5.12:** Gráfica de inversión vs diámetro



- ✓ Se elige el diámetro de 4 pulgadas de tubería galvanizada porque resulta más económico para un periodo de diseño de 20 años. .

### 5.2.3.2. Diseño de la línea de impelencia tramo EB-Tanque Pie de la cuesta

El diámetro de la línea de impelencia se determinara a través del punto de inflexión mínimo de la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro (Ver anexo 12).

#### ❖ Para Hierro galvanizado

Caudal de bombeo = 7.2lt/seg

Longitud de línea de impelencia = 2600m

Material de tubería hierro galvanizado C = 125

Horas de bombeo = 20 horas

❖ Formula de Bresse

$$Q^{1/2} = \frac{D}{\left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right)^{1/2} \times 1.3}$$

$$D = \sqrt{Q \left(\frac{\# \text{ de horas de bombeo}}{24}\right)} (1.69) = \sqrt{0.0072 M^3/S \left(\frac{20}{24}\right)} (1.69) = 0.1006m = \mathbf{100.7mm}$$

➤ Datos Hidráulicos

D=100.7mm = 4in

C=125

Para la carga estática h total= 266m – 193m = **73m**

**Tabla 5.68:** Datos hidráulicos

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm)	Carga estática (m)	Carga de fricción (m)	Carga dinámica total (m)
3	76.2	73	109.8	182.8
4	101.6	73	27	100

Carga por fricción se utiliza la formula  $H_f = \frac{1747.632 \times Q^{1.85} \times L}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$

Dónde: L =2600m D =4 en pulgadas  $Q_B = 7.2L/s$

Para 3plg.  $H_f = 109.8m$

Para 4plg.  $H_f = 27m$

Calculo para determinar la carga dinámica total = Carga estática + carga de fricción.

❖ Potencia efectiva requerida

Potencia efectiva requerida se calcula con la formula  $H_p = \frac{Q \times H}{76 \times C}$ , donde

Q en L/s (Qb)

H= en m (carga dinámica)

C =70% (eficiencia de equipo): Dato obtenido del manual de hidráulica de J.M de Azevedo, Guillermo Acosta A.

$$H_p(3in) = \frac{7.2/s \times 182.8m}{76 \times 0.7} = 24.73Hp$$

$$H_p(4in) = \frac{7.2l/s \times 100m}{76 \times 0.7} = 13.53Hp$$

**Tabla 5.69:** Potencias efectivas requeridas

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Equipo y potencia requerida (Hp)
3	76.2	1 Unidad de 24.73+ 1 unidad de emergencia
4	101.6	1 Unidad de 13.53+ 1 unidad de emergencia

**Tabla 5.70:** Potencia instalada.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Potencias instaladas
3	76.2	1 Unidad 25 Hp + 1 unidad de emergencia.
4	101.6	1 Unidad 15Hp + 1 unidad de emergencia.

**Tabla 5.71:** Costo de la tubería (Hierro galvanizado Portillo SA de CV)

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Precio por tubo de 6m	Precio por ml
3	76.2	\$ 64.57	\$ 10.76
4	101.6	\$ 90.40	\$ 15.06

❖ *Costo de la estación de bombeo*

Incluye:

- ✓ Bomba de motor
- ✓ Controles
- ✓ Subestación eléctrica
- ✓ Instalación

**Tabla 5.72:** Costos de estación bombeo totales para (3 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
Válvula Check	118.4	1	118.4
Válvula aliviadora de aire	33.15	2	66.3
Medidor de presión	45.84	1	45.84
Medidor de Caudal	36.34	1	36.34
Caja de control 25HP	991.29	1	991.29
Bomba Berkeley K4L 25HP 3450 RPM	3033.62	1	3033.62
Motor trifásico 25 HP nema premium	1143.58	1	1143.58
Cable de motor 10/3	3.09	1	3.09
Cable de electrodo 16/3	0.98	1	0.98
Caño galvanizado 1 ¼	29.93	1	29.93
Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens	8.91	3	26.73
Arrancador magnético Schneider eléctrica 25HP/50A	322.73	1	322.73

Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m	4.66	1	4.66
YDA cinta Scotch 23 3m	1.8	10	18
Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>5,944.95</b>

**Tabla 5.73:** Costos de estación bombeo totales para (4 pulgadas).

Accesorios	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
<b>Válvula Check</b>	136.65	1	136.65
<b>Válvula aliviadora de aire</b>	38.25	2	76.5
<b>Medidor de presión</b>	52.89	1	52.89
<b>Medidor de Caudal</b>	41.93	1	41.93
<b>Caja de control 15HP</b>	1330	1	1330
<b>Bomba 15 HP</b>	1990.04	1	1990.04
<b>Motor 15 HP</b>	823.86	1	823.86
<b>Cable de motor 10/3</b>	3.09	1	3.09
<b>Cable de electrodo 16/3</b>	0.98	1	0.98
<b>Caño galvanizado 1 ¼</b>	29.93	1	29.93
<b>Electrodo para nivel 3ux0002-0aa02 siemens</b>	8.91	3	26.73
<b>Arrancador magnético Schneider eléctrica 15HP/80A</b>	311.09	1	311.09
<b>Cinta súper 33+3/4"x66FT 3m</b>	4.66	1	4.66
<b>YDA cinta Scotch 23 3m</b>	1.8	10	18
<b>Rele control nivel 3UG4501-1AW30 siemens</b>	103.46	1	103.46
<b>Total</b>			<b>4,949.81</b>

**Tabla 5.74:** Costo de la instalación del bombeo.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de la estación
<b>3</b>	50.8	5,944.95
<b>4</b>	76.2	4,949.81

❖ *Costo unitario de los materiales*

El costo unitario de los accesorios, se tomara un valor aproximado al 5% del costo la cañería de impelencia.

**Tabla 5.75:** Costo de la cañería y de los accesorios por metro lineal.

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de la cañería (\$/6m)	Costo de la cañería (\$/m)	Costo de accesorio (\$/m)	Costo total (\$/m)
3	76.2	64.57	10.76	0.538	11.29
4	101.6	15.07	15.07	0.7535	15.82

➤ *Costo de mano de obra utilizada*

Como la tubería superficial de la red de distribución es de 2600m se decide poner a cada 30m un anclaje, quiere decir que se necesitaran 87 Anclajes.

❖ **Calculo de materiales para anclajes**

$$\text{Volumen de excavación} = (0.20) (0.15) (0.20) = 0.0060\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de concreto} = (0.2) (0.15) (0.3) = 0.009\text{m}^3$$

✓ **Materiales**

$$\text{Cemento} = 9.8 \text{ bolsas } (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.09702 \text{ Bolsas}}$$

$$\text{Arena} = (0.55\text{m}^3) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.005445\text{m}^3}$$

$$\text{Grava} = (0.55\text{m}^3) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{0.005445\text{m}^3}$$

$$\text{Agua} = (227\text{lbs}) (0.009\text{m}^3) (1.10) = \mathbf{2.25\text{lbs}}$$

❖ **Valores totales por los 87 Anclajes**

✓ Materiales totales

Cemento= (0.09702) (87anclajes) =8.44 Bolsas = **9 Bolsas**

Arena= (0.005445) (87anclajes) = 0.4737= **0.5m<sup>3</sup>**

Grava= (0.005445) (87anclajes) = 0.4737= **0.5m<sup>3</sup>**

Agua=2.25lts (87anclajes) = **196lts**

✓ Calculo de acero  $\Phi=3/8$  factor de abundamiento 1.10

Acero = (0.6m) (2 varillas) (87anclajes) = 104.4

Acero=104.4m(1.10)(1varilla/6metro)(1quintal/14varillas)=1.37quintales=**1.5 Quintales**

✓ Encofrado de madera para anclaje

Madera=0.20+0.15+0.2 = (0.55m) (87anclajes) = 47.85m = **57.24 Varas; La madera se podrá reutilizar se asume un 50% de gastos**

Clavos= 8 clavos (87anclajes)= **696 clavos**

245 clavos → 1 libra

696 clavos → X 
$$X = \frac{696 \text{ clavos (1libra)}}{245 \text{ clavos}} \rightarrow X = 2.84 \text{ libras} = \mathbf{3 \text{ libras}}$$

**Tabla 5.76:** Costos de los materiales para Anclajes de tubería galvanizada de red de Impelencia.

Materiales	Precio unitario (\$)	Unidad	Total (\$)
<b>Cemento</b>	9.28	9	83.52
<b>Arena</b>	12	0.5	6
<b>Grava</b>	25	0.5	12.5
<b>Agua</b>	0.01	196	1.96
<b>Acero de Anclaje</b>	49	1.5	73.5
<b>Abrazadera metálica</b>	0.71	87	61.77
<b>Madera</b>	1.4	29	40.6
<b>Clavos</b>	0.66	3	1.98
<b>Total</b>			281.83

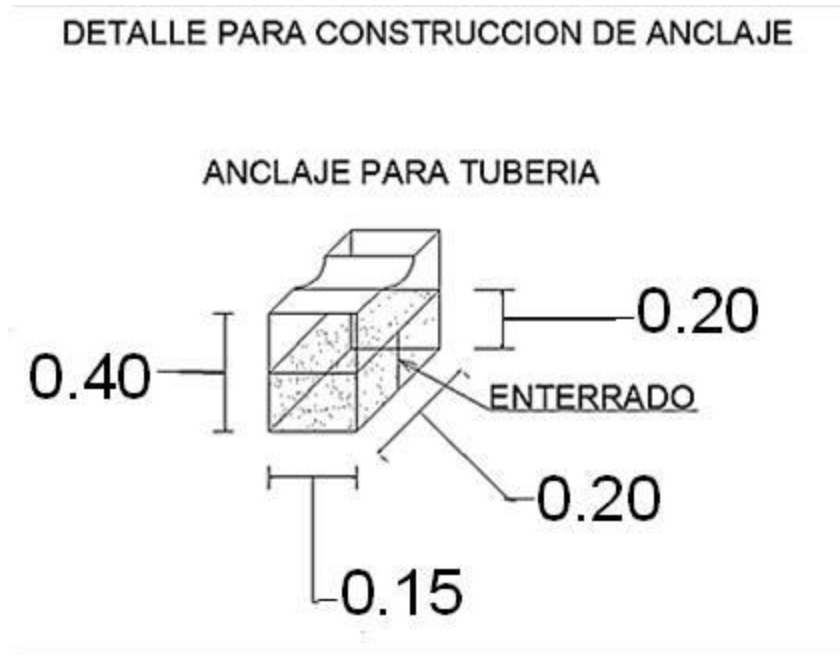
Costo de mano de obra para anclajes Suponiendo que un auxiliar hace 10 Anclajes por día pagándole \$12 diarios. Esto hace un costo de \$104.4 (Datos obtenidos de **Costos y presupuesto de la construcción salvadoreña- Federcio Lowy.**)

**Costo Total** = Esto se divide entre el total de la tubería de impelencia en la parte superior del suelo que es de L=2600metros

**Tabla 5.77:** Costo de mano de obra utilizada

Diámetro en (plg.)	Diámetro en (mm.)	Costo de anclaje (\$/ml)	Colocación de tubería (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)
<b>3</b>	76.2	0.11	4.23	4.34
<b>4</b>	101.6	0.15	4.62	4.77





➤ **Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra**

**Tabla 5.78:** Monto de inversión inicial de capital en materiales y mano de obra

Díámetro en (plg.)	Díámetro en (mm.)	Costo unitario de material (\$/ml)	Costo unitario de mano de obra (\$/ml)	Costo unitario total (\$/ml)	Costo Total (\$)
3	76.2	11.29	4.34	15.63	40,278.51
4	101.6	15.82	4.77	20.59	53,060.43

➤ **Costos de operación anual**

$$1\text{kwh} = 0.7457\text{hp}$$

$$\text{Costo de KwH} = 0.184737$$

$$\text{Costo de operación anual} = \text{hp} \times 365\text{días} \times 20\text{hrs} \times 0.7457 \text{ hp} \times 0.84737 \text{ kw/hr} \times 1.1$$

**Tabla 5.79:** Costo de operación anual

Diámetro		Costo de operación anual
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 126,850.67
4	101.6	\$ 76,110.40

- ✓ Calcular el valor presente de la anualidad

Tasa de interés (i)=15% anual durante 20 años

$$P = \frac{A \times ((1 + i)^n - 1)}{i (1 + i)^n}$$

**Tabla 5.80:** Valor actual o presente de la anualidad.

Diámetro		Valor de la anualidad
Pulgadas	Milímetros	
3	76.2	\$ 794,000.39
4	101.6	\$ 476,400.22

- ✓ Inversión inicial de capital

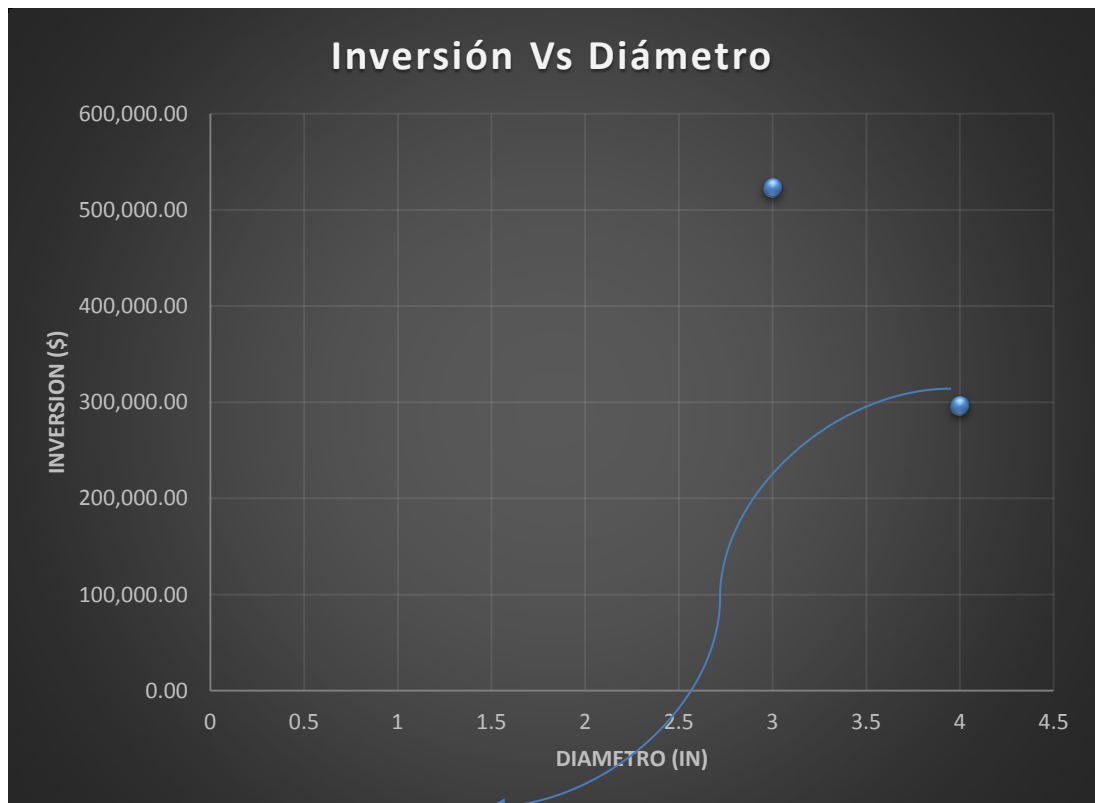
Se suma el monto de estación de bombeo, materiales, mano de obra y operación anual.

**Tabla 5.81:** Inversión inicial de capital

Diámetro		Costo de estación de bombeo (\$)	Costo de materiales y mano de obra (\$)	Costo de Anualidad (\$)	Monto Total (\$)
in	Mm				
3	76.2	5,944.95	40,278.51	794,000.39	<b>840,223.85</b>
4	101.6	4,949.81	53,060.43	476,400.22	<b>534,410.46</b>

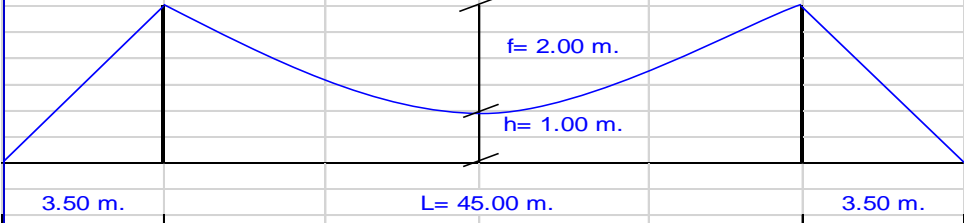
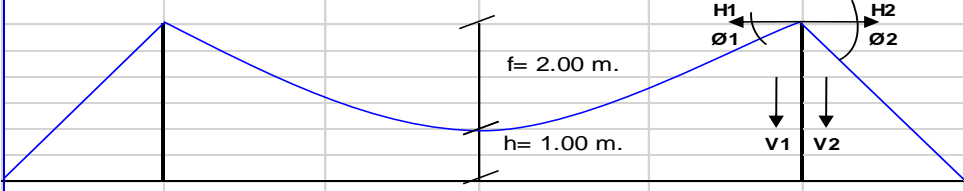
Después de realizar el análisis anterior, a partir de la última tabla, se grafica la curva de costo anual de inversión + operación vs diámetro para escoger el diámetro óptimo.

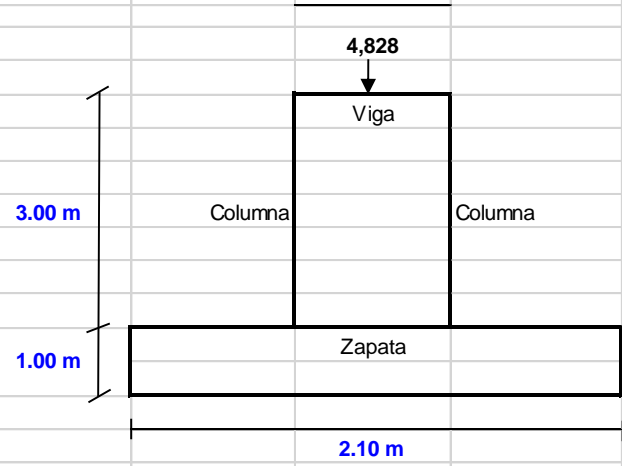
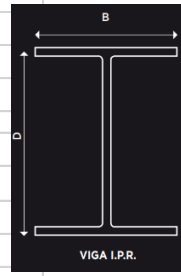
**Figura 5.13:** Gráfica de inversión vs diámetro

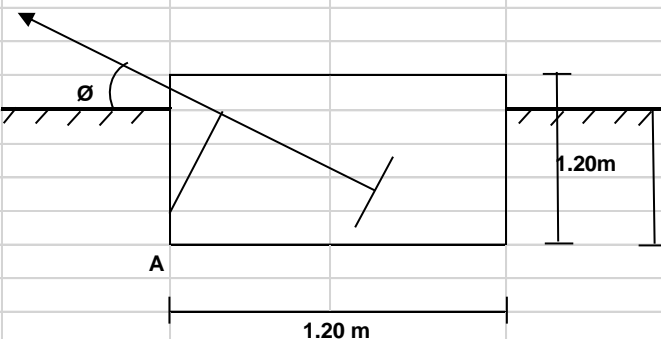


- ✓ Se elige el diámetro de 4 pulgadas de tubería galvanizada porque resulta más económico para un periodo de diseño de 20 años.

5.2.3.3. Diseño de pasos aéreos para línea de impelencia.

DISEÑO CRUCE AEREO LINEA DE CONDUCCION -CHAPELTIQUE			
<b>CRUCE AEREO TANQUE-ESTACION DE BOMBEO</b>			
PROG. 0+589			
			
3.50 m.	L= 45.00 m.	3.50 m.	
<b>Tubería de Acero Galvanizado 4"</b>			
* Peso de la tubería	=	10.78 Kg/m	
* Peso del Fluido	=	8.00 Kg/m	
* Peso del Cable de Tensión Ø 1/2"	=	1.50 Kg/m	(inc. parábola)
* Peso de Accesorios de Instalación	=	4.00 Kg/m	
* Sobrecarga	=	10.00 Kg/m	
* Viento: 75Km/h=28Kg/m2x0.20x1.00mx2	=	11.20 Kg/m	
	W =	45.48 Kg/m	
Tensión = $T = W \cdot L^2(1+16 \cdot n^2)^{1/2} / 8 \cdot f$		$n = f/L = 0.044$	
T =	5,846.31 Kg		
Carga Ultima de cable de Ø1/2" 6x19 con alma de acero	=	12,100 kg	
Factor de Seguridad =	3		
12,100 kg / 3.0	=	4,033 kg	; mayor a la Tensión = 5,846 kg
<b>PENDOLAS</b>			
Distribución de las Péndolas:	Cantidad =	20	
	S =	2.250 m	
Carga que resiste cada péndola = W*S =	102.33 kg		
Se utilizará un cable Ø3/8" 6x19 con alma de acero, con resistencia efectiva a la ruptura de: 6,080 kg			
T de diseño =	6,080 kg / 3.0	=	2,026.7 kg > 102.3 kg <b>cumple</b>
<b>SOPORTE DE APOYO</b>			
			
3.50 m.	L= 45.00 m.	3.50 m.	

$\text{tag } \varnothing 1 = 4*f/L =$	0.18	$\varnothing 1 = 10.08^\circ$	
$H1 = T*\text{Cos}\varnothing 1 =$	5,756 kg		
$V1 = T*\text{Sen}\varnothing 1 =$	1,023 kg		
$\text{tag } \varnothing 2 = (h+f)/La =$	0.86	$\varnothing 2 = 40.60^\circ$	$La = 3.50 \text{ m.}$
$H2 = T*\text{Cos}\varnothing 2 =$	4,439 kg		
$V2 = T*\text{Sen}\varnothing 2 =$	3,805 kg		
$M = \text{abs}(H1-H2)*(f+h) =$	3,952	kg-m	
			
		<b>Viga tipo IPR:</b>	
		D =	0.30 m
		B =	0.10 m
		<b>Columna :</b>	
		Largo (Lc) =	0.30 m
		Ancho (Ac) =	0.30 m
		<b>Peso C<sup>o</sup> =</b>	2400 kg/m <sup>3</sup>
			
$P = (V1+V2)/2 + \text{Peso Columna} + \text{Peso Viga}$		; Carga en una Columna	
P =		3.068 tn	
$I = Ac * Lc^3 / 12 =$		0.0007 m <sup>4</sup>	$C = Lc/2 = 0.15$
$\sigma = P/Ac*Lc \pm M*C/I$			
$\sigma 1 =$		91.22 Kg/cm <sup>2</sup>	Compresión
$\sigma 2 =$		- 84.40 Kg/cm <sup>2</sup>	Tracción
Fuerza de Tracción = C * Ac * Esfuerzo en Tracción =		37.98	tn
Tu = 1.4 * Fuerza de Tracción =		53.18 tn	
$As = Tu / 0.9 * f_y =$		14.07 cm <sup>2</sup>	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Acero Provisto :		12 $\varnothing 1/2 "$	
<b>ZAPATA DE SOPORTE VERTICAL</b>			
Dimensiones de la Zapata:			
Largo (Lz) =		2.10 m	
Ancho (Az) =		2.10 m	
Altura (Hz) =		1.00 m	

Peso de Suelo (Gs) =	1.80	Tn/m <sup>3</sup>			
Capacidad Admisible =	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>			
Peso de Zapata		10.584 tn			
Peso Superestructura		6.137 tn			
	Σ P	16.721 Tn			
Diagrama de Presiones Totales que transmite la zapata al terreno					
Mv = abs(H1-H2)*(f+h+Hz)	=	5.269 tn-m			
I = Lz * Az <sup>3</sup> / 12 =		1.621 m <sup>4</sup>			
σ = P/Az*Lz ± Mv*C/I				C = Az/2 =	1.05
σ <sub>1</sub> =	0.721	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	cumple
σ <sub>2</sub> =	0.038	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	cumple
<b>CAMARA DE ANCLAJE:</b>					
				Altura (H) =	0.80 m
				Largo (L) =	1.20 m
				Ancho (A) =	1.20 m
				∅ =	45.00 °
5846.3 kg					
Distancia del Punto A, al alineamiento del cable = A * Cos∅ = D = 0.85 m					
Peso del Bloque = L * A * H * Peso C <sup>o</sup> =		2.7648 tn			
Empuje Pasivo = 3/2*(L*Gs*hs <sup>2</sup> ) =		12.96 tn			
Empuje Activo =		1.44 tn			
Me =	Peso Bloque * A/2 + Empuje Pasivo * hs / 3				
Me =	10.30 tn-m				
Mv =	T * D + Empuje Activo * hs / 3				
Mv =	5.92 tn-m				
Coeficiente de Volteo = Cv = Me / Mv =		1.74	>	1.50	cumple
Fuerza de Fricción resistente = 0.4 * Peso del Bloque =		1.11 tn			
Fuerza de Fricción resistente + Empuje Pasivo =		14.07 tn			
Fuerza Actuante = H2 + Empuje Pasivo =		5.88 tn	<	14.07 tn	cumple

## Puente longitud= 45m

parabola through the points (0, 3), (22.5, 1), (45, 3)

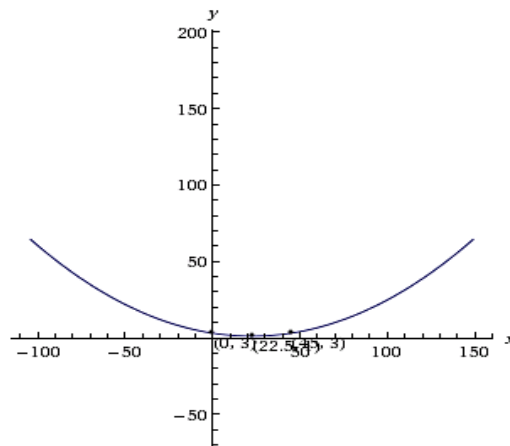


Examples Random

Input interpretation:

parabola	through (0, 3)
	through (22.5, 1)
	through (45, 3)

Visual representation:



(drawn with rotation angle 0°)

Equation forms:

$$y = 0.00395062 x^2 - 0.177778 x + 3.$$

$$-0.00395062 x^2 + 0.177778 x + y - 3. = 0$$

(assuming rotation angle 0°)

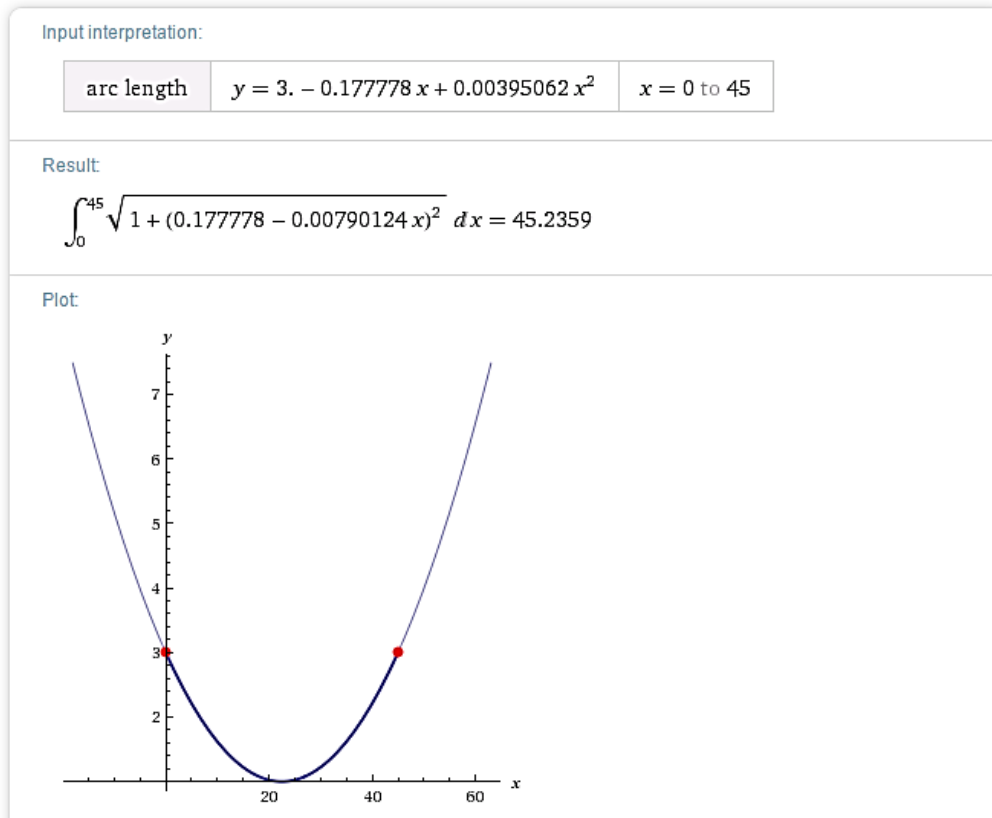
Properties:

focus	(22.5, 64.2813)
vertex	(22.5, 1.)
semi-axis length	63.2813
focal parameter	126.563
eccentricity	1
directrix	$y = -62.2813$

(assuming rotation angle 0°)

Download page

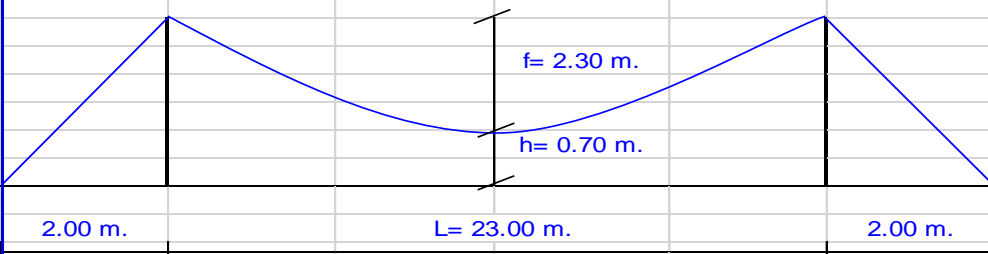
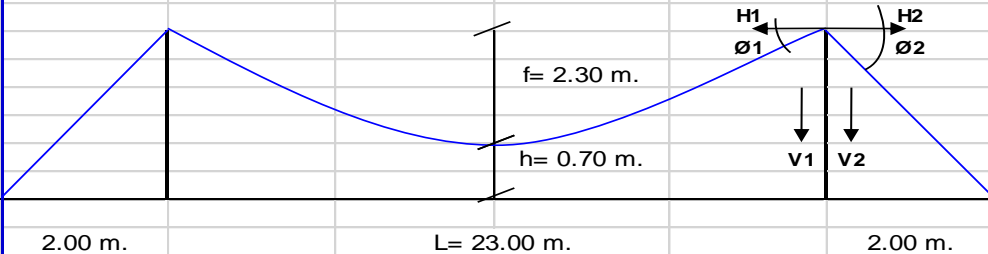
POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE

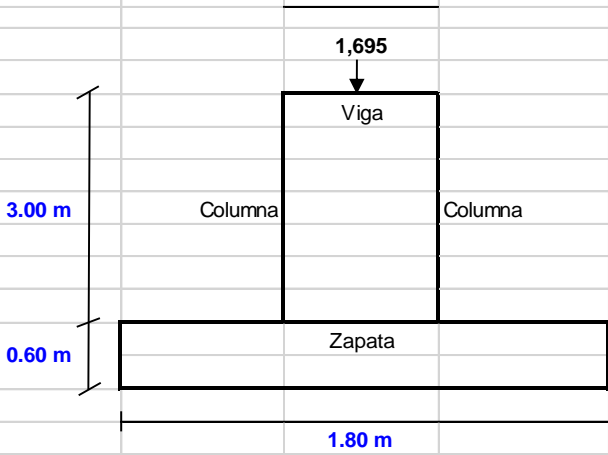
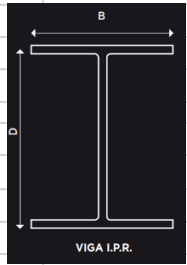


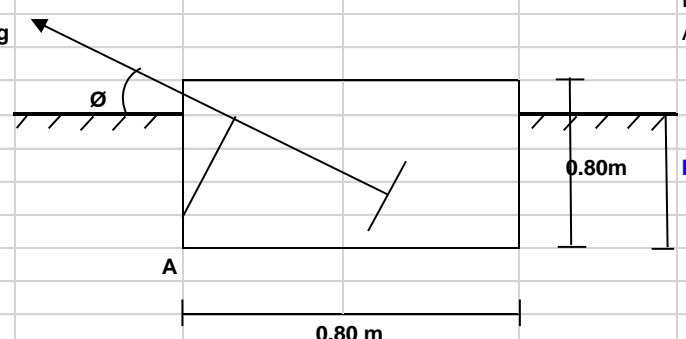
El diseño del cruce aéreo se realizó mediante una hoja de cálculo de excel denominada “calculo estructural de cruce aéreo”, introduciéndole todas las cargas que soportara el cruce; la hoja hace todos los respectivos cálculos, seguidamente el programa “Wolfram” proporciona la función de la longitud de los cables principales por medio de esta se puede determinar las alturas de todas las péndolas a lo largo del tramo del puente, estas se representan en su respectivo plano (Ver anexo 16.e). La longitud total de cable que se ocupara para péndolas es de 54 metros. Mientras que la longitud total de ambos cables principales será de 91 metros, 45.50 metros para cada cable principal.

Finalmente la longitud de los cables de soporte que van hacia la cámara de anclaje es de 26 metros, 6.5 metros para cada cable soporte.



DISEÑO CRUCE AEREO LINEA DE CONDUCCION - CHAPELTIQUE			
<b>CRUCE AEREO ESTACION DE BOMBEO---TANQUE PIE DE LA CUESTA</b>			
PROG. 1+130.00			
			
<b>Tubería de Acero galvanizada de 4"</b>			
* Peso de la tubería	=	10.78 Kg/m	
* Peso del Fluido	=	8.00 Kg/m	
* Peso del Cable de Tensión Ø 1/2"	=	1.50 Kg/m	(inc. parábola)
* Peso de Accesorios de Instalación	=	4.00 Kg/m	
* Sobrecarga	=	10.00 Kg/m	
* Viento: 75Km/h=28Kg/m2x0.20x1.00mx2	=	11.20 Kg/m	
	W =	45.48 Kg/m	
Tensión = $T = W \cdot L^2(1+16 \cdot n^2)^{1/2} / 8 \cdot f$		$n = f/L = 0.100$	
T =	1,408.27	Kg	
Carga Ultima de cable de Ø1/2" 6x19 con alma de acero	=	12,100 kg	
Factor de Seguridad =	3		
12,100 kg / 3.0	=	4,033 kg	; mayor a la Tensión = 1,408 kg
<b>PENDOLAS</b>			
Distribución de las Péndolas:	Cantidad =	10	
	S =	2.300	m
Carga que resiste cada péndola = W*S =	104.60	kg	
Se utilizará un cable Ø3/8" 6x19 con alma de acero, con resistencia efectiva a la ruptura de: 6,080 kg			
T de diseño =	6,080 kg / 3.0	= 2,026.7 kg	> 104.6 kg <b>cumple</b>
<b>SOPORTE DE APOYO</b>			
			

$\tan \theta_1 = 4 \cdot f/L =$	0.40	$\theta_1 = 21.80^\circ$	
$H1 = T \cdot \cos \theta_1 =$	1,308 kg		
$V1 = T \cdot \sin \theta_1 =$	523 kg		
$\tan \theta_2 = (h+f)/La =$	1.50	$\theta_2 = 56.31^\circ$	$La = 2.00 \text{ m.}$
$H2 = T \cdot \cos \theta_2 =$	781 kg		
$V2 = T \cdot \sin \theta_2 =$	1,172 kg		
$M = \text{abs}(H1-H2) \cdot (f+h) =$	1,579	kg-m	
			
		<b>Viga tipo IPR:</b>	
		D =	0.30 m
		B =	0.10 m
		<b>Columna :</b>	
		Largo (Lc) =	0.20 m
		Ancho (Ac) =	0.20 m
		Peso Cº =	2400 kg/m3
$P = (V1+V2)/2 + \text{Peso Columna} + \text{Peso Viga}$		; Carga en una Columna	
P =		1.142 tn	
$I = Ac \cdot Lc^3 / 12 =$		0.0001 m4	$C = Lc/2 = 0.10$
$\sigma = P/Ac \cdot Lc \pm M \cdot C/I$			
$\sigma_1 =$		121.29 Kg/cm2	Compresión
$\sigma_2 =$		- 115.58 Kg/cm2	Tracción
Fuerza de Tracción = C * Ac * Esfuerzo en Tracción =		23.12	tn
Tu = 1.4 * Fuerza de Tracción =		32.36 tn	
As = Tu / 0.9 * fy =		8.56 cm2	fy = 4200 kg/cm2
Acero Provisto :		7 Ø 1/2 "	
<b>ZAPATA DE SOPORTE VERTICAL</b>			
Dimensiones de la Zapata:			
Largo (Lz) =		1.80 m	
Ancho (Az) =		1.80 m	
Altura (Hz) =		0.60 m	

Peso de Suelo (Gs) =	1.80	Tn/m <sup>3</sup>			
Capacidad Admisible =	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>			
Peso de Zapata		4.666 tn			
Peso Superestructura		2.283 tn			
	Σ P	6.949 Tn			
Diagrama de Presiones Totales que transmite la zapata al terreno					
Mv = abs(H1-H2)*(f+h+Hz)	=	1.895	tn-m		
I = Lz * Az <sup>3</sup> / 12 =		0.875	m <sup>4</sup>		
σ = P/Az*Lz ± Mv*C/I				C = Az/2 =	0.90
σ1 =	0.409	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	cumple
σ2 =	0.020	Kg/cm <sup>2</sup>	<	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	cumple
<b>CAMARA DE ANCLAJE:</b>					
				Altura (H) =	0.50 m
				Largo (L) =	0.80 m
				Ancho (A) =	0.80 m
				∅ =	45.00 °
1408.3 kg					
Distancia del Punto A, al alineamiento del cable = A * Cos∅ = D = 0.57 m					
Peso del Bloque = L * A * H * Peso C <sup>o</sup> =		0.768	tn		
Empuje Pasivo = 3/2*(L*Gs*hs <sup>2</sup> ) =		3.65	tn		
Empuje Activo =		0.41	tn		
Me =	Peso Bloque * A/2 + Empuje Pasivo * hs / 3				
Me =	1.89 tn-m				
Mv =	T * D + Empuje Activo * hs / 3				
Mv =	0.97 tn-m				
Coeficiente de Volteo = Cv = Me / Mv =	1.94	>	1.50		cumple
Fuerza de Fricción resistente = 0.4 * Peso del Bloque =		0.31	tn		
Fuerza de Fricción resistente + Empuje Pasivo =		3.96	tn		
Fuerza Actuante = H2 + Empuje Pasivo =	1.19	tn	<	3.96	tn cumple

### Puente longitud= 23m

parabola through the points (0, 3), (11.5, 0.7), (23, 3) ☆ =

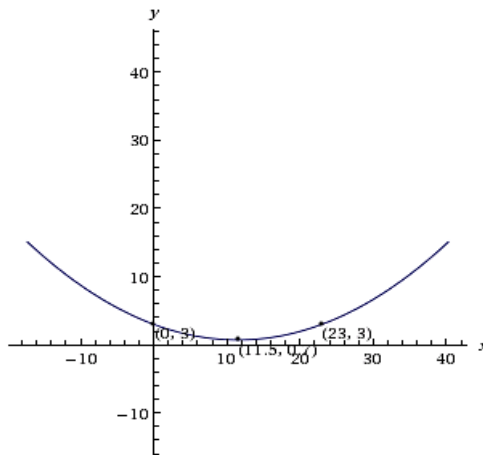


[Examples](#) [Random](#)

Input interpretation:

	through (0, 3)
parabola	through (11.5, 0.7)
	through (23, 3)

Visual representation:



(drawn with rotation angle 0°)

Equation forms:

$$y = 0.0173913x^2 - 0.4x + 3.$$

$$-0.0173913x^2 + 0.4x + y - 3. = 0$$

Properties:

focus	(11.5, 15.075)
vertex	(11.5, 0.7)
semi-axis length	14.375
focal parameter	28.75
eccentricity	1
directrix	$y = -13.675$

(assuming rotation angle 0°)

[Download page](#)

POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE

tell me the arc length of  $y = 3. - 0.4 x + 0.0173913 x^2$  from  $x = 0$  to  $23$ 
☆

[Examples](#) [Random](#)

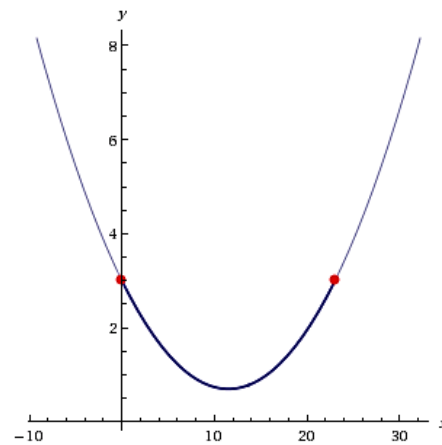
**Input interpretation:**

arc length	$y = 3. - 0.4 x + 0.0173913 x^2$	$x = 0$ to $23$
------------	----------------------------------	-----------------

**Result**

$$\int_0^{23} \sqrt{1 + (0.4 - 0.0347826 x)^2} dx = 23.5994$$

**Plot**



El diseño del cruce aéreo se realizó mediante una hoja de cálculo de excel denominada “calculo estructural de cruce aéreo”, introduciéndole todas las cargas que soportara el cruce; la hoja hace todos los respectivos cálculos, seguidamente el programa “Wolfram” proporciona la función de la longitud de los cables principales por medio de esta se puede determinar las alturas de todas las péndolas a lo largo del tramo del puente, estas se representan en su respectivo plano (Ver anexo 16.d). La longitud total de cable que se ocupara para péndolas es de 24 metros. Mientras que la longitud total de ambos cables principales será de 47.5 metros, 23.75 metros para cada cable principal. Finalmente la longitud de los cables de soporte que van hacia la cámara de anclaje es de 19 metros, 4.75 metros para cada cable soporte.

#### 5.2.3.4. Diseño de tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta completo”

El tanque de almacenamiento se ubicara en la posición más elevada sobre la localidad (Ver anexo 16.h).

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendio y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendios se considera un volumen de  $90\text{m}^3$  por sistema, para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas (Norma técnica de ANDA #15).

##### ❖ Cálculo de Volumen de Variación Horaria ( $V_1$ )

Según norma técnica de ANDA para un tiempo de bombeo de 20h/día se tomara el 30% del consumo medio diario.

$$Q_{MDT} = 10.11 \frac{lt}{s}$$

$$V_1 = 30\%Q_{MD} = (0.3)(0.0101)(86,400) = 261.79 \text{ m}^3$$

##### ❖ Cálculo de Volumen por Incendio ( $V_2$ )

Según normas de ANDA se usara un volumen por incendio de  $90\text{m}^3$ .

$$V_2 = 90\text{m}^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Reparación o Corte de Energía Eléctrica ( $V_3$ )**

$$V_3 = Q_B 2h = 2(0.0182)(3600) = 131.03 \text{ m}^3$$

❖ **Comparando Volúmenes.**

$$V_2 + V_3 <> V_1$$

$$90\text{m}^3 + 131.03 \text{ m}^3 <> 261.79\text{m}^3$$

$$221.03\text{m}^3 < 261.79\text{m}^3$$

Se tomara el volumen mayor.  $V_t = 262 \text{ m}^3$

❖ **Dimensionamiento del Tanque.**

Se diseñara un tanque cilíndrico debido a la fácil construcción y diseño.

Relación de Esbeltez  $H=0.5D$

$$V_{tanque} = A \times H_{tanque}$$

$$V_{tanque} = \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.5D$$

$$V_{tanque} = 0.393D^3$$

$$262\text{m}^3 = 0.393D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{262}{0.393}}$$

$$D = 8.74\text{m}$$

### Cálculo de altura H.

$$H = 0.5D = 0.5(874m) = 4.37m$$

Tomando en cuenta la sedimentación y el rebose, a la altura se le sumara 0.10m en el fondo y 0.4m en la parte superior.

$$H = 4.37 + 0.1 + 0.4 = \mathbf{4.87m}$$

### ❖ Respiraderos.

Como el volumen del tanque de almacenamiento es de 262m<sup>3</sup> en a la siguiente tabla se seleccionaran los rangos respectivos:

Volumen del tanque (M <sup>3</sup> )	Numero de respiraderos	Diámetro de los respiraderos (in)	Diámetro de tubería de limpieza (in)	Tipo de accesorios
Hasta 100	1	3	6	Tipo A
100-500	2	3	8	
500-1000	2	4	10	Tipo B
1000-2000	3	4	12	
2000-6000	3	6	14	

### ❖ Escaleras.

El depósito debe ser dotado de escaleras internas extremos metálicos con pintura anti-corrosiva.

### ❖ Rebose.

Para tanques mayores de 100m<sup>3</sup> el rebose se le coloca a 25 cm como mínimo bajo la cubierta y se protege con un sifón para evitar que insectos entren al interior.

Sabemos que:



$$Q_{bombeo} = Q_{rebose}$$

$$Q_{rebose} = 18.192 \text{ l/s} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 0.0182 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabemos que  $Q = VA$

Dónde:

Q= caudal de rebose

A= área de sección transversal de tubería de rebose

V= velocidad de aproximación del agua a la tubería de rebose, y tiene un valor de  $V = 0.5 \text{ m/s}$ .

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0182 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.5 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.0364 \text{ m}^2 \left( \frac{(100 \text{ cm})^2}{1 \text{ m}^2} \right) \left( \frac{1 \text{ pulgada}^2}{(2.54 \text{ cm})^2} \right) = 56.42 \text{ pul}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = 8.48 \text{ pul} \cong 8 \text{ in}$$

Se tomara un diámetro de 8 pulgadas.

#### ❖ Tuberías de entrada y de salida

La cañería de entrada y de salida es la misma en los tanques de equilibrio, en estos últimos es necesario para evitar interrupciones durante la limpieza o reparaciones del tanque, comunicar por medio de una derivación (By-Pass).

También se debe colocar una granada (colador) para evitar que basuras y sedimentos se transporten a la tubería de salida, esta se coloca como mínimo a 10 cm sobre el fondo.

#### ❖ **Tubería de limpieza**

Se recomienda diferentes diámetros para la cañería de limpieza según el volumen del tanque:

De 100 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>: diámetro de tubería de limpieza debe de ser de ocho pulgadas.

En el fondo del tanque se deja una pendiente del 5% para que los sedimentos se depositen en los costados y facilite la limpieza del tanque.

#### ***5.2.3.5. Diseño de tanque "Estación de bombeo"***

El tanque de almacenamiento se ubicara en la posición más elevada sobre la localidad (Ver anexo 16.g).

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendio y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendios se considera un volumen de 90m<sup>3</sup> por sistema, para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas (Norma técnica de ANDA #15).

❖ **Cálculo de Volumen de Variación Horaria ( $V_1$ )**

Según norma técnica de ANDA para un tiempo de bombeo de 20h/día se tomara el 30% del consumo medio diario.

$$Q_{MDT} = 3.3904 \frac{lt}{s} \approx 4 \frac{lt}{s}$$

$$V_1 = 30\%Q_{MD} = (0.3)(0.004)(86,400) = 103.68m^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Incendio ( $V_2$ )**

Según normas de ANDA se usara un volumen por incendio de  $90m^3$ .

$$V_2 = 90m^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Reparación o Corte de Energía Eléctrica ( $V_3$ )**

$$V_3 = Q_B 2h = 2(0.0072)(3600) = 51.84 m^3$$

❖ **Comparando Volúmenes.**

$$V_2 + V_3 <> V_1$$

$$90m^3 + 51.84 m^3 <> 103.68m^3$$

$$141.84 > 103.68m^3$$

Se tomara el volumen mayor.  $V_t = 142m^3$

### ❖ Dimensionamiento del Tanque.

Se diseñara un tanque cilíndrico debido a la fácil construcción y diseño.

Relación de Esbeltez  $H=0.5D$

$$V_{tanque} = A \times H_{tanque}$$

$$V_{tanque} = \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.5D$$

$$V_{tanque} = 0.393D^3$$

$$142m^3 = 0.393D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{142}{0.393}}$$

$$D = 7.12m$$

### Cálculo de altura H.

$$H = 0.5D = 0.5(7.12m) = 3.56m$$

Tomando en cuenta la sedimentación y el rebose, a la altura se le sumara 0.10m en el fondo y 0.4m en la parte superior.

$$H = 3.56 + 0.1 + 0.4 = 4.06m$$

❖ **Respiraderos.**

Como el volumen del tanque de almacenamiento es de  $142\text{m}^3$  en base a la siguiente tabla se seleccionaran los rangos respectivos:

Volumen del tanque ( $\text{M}^3$ )	Numero de respiraderos	Diámetro de los respiraderos (in)	Diámetro de tubería de limpieza (in)	Tipo de accesorios
Hasta 100	1	3	6	Tipo A
100-500	2	3	8	
500-1000	2	4	10	Tipo B
1000-2000	3	4	12	
2000-6000	3	6	14	

❖ **Escaleras.**

El depósito debe ser dotado de escaleras internas extremos metálicos con pintura anti-corrosiva.

❖ **Rebose.**

Para tanques mayores de  $100\text{m}^3$  el rebose se le coloca a 25 cm como mínimo bajo la cubierta y se protege con un sifón para evitar que insectos entren al interior.

$$Q_{\text{bombeo}} = Q_{\text{rebose}}$$

$$Q_{\text{rebose}} = 7.2 \text{ l/s} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0.0072 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabemos que  $Q = VA$

Dónde:

Q= caudal de rebose

A= área de sección transversal de tubería de rebose

V= velocidad de aproximación del agua a la tubería de rebose, y tiene un valor de  $V = 0.5 \text{ m/s}$ .

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0072 \frac{m^3}{s}}{0.5 m/s}$$

$$A = 0.0144m^2 \left( \frac{(100cm)^2}{1m^2} \right) \left( \frac{(1 pulgada^2)}{(2.54cm)^2} \right) = 22.32pul^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 5.33 pul \cong 6 in$$

Se tomara un diámetro de 6 pulgadas

#### ❖ Tuberías de entrada y de salida

La cañería de entrada y de salida es la misma en los tanques de equilibrio, en estos últimos es necesario para evitar interrupciones durante la limpieza o reparaciones del tanque, comunicar por medio de una derivación (By-Pass).

También se debe colocar una granada (colador) para evitar que basuras y sedimentos se transporten a la tubería de salida, esta se coloca como mínimo a 10 cm sobre el fondo.

#### ❖ Tubería de limpieza

Se recomienda diferentes diámetros para la cañería de limpieza según el volumen del tanque:

De 100 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>: diámetro de tubería de limpieza debe de ser de ocho pulgadas.

En el fondo del tanque se deja una pendiente del 5% para que los sedimentos se depositen en los costados y facilite la limpieza del tanque.

#### 5.2.3.6. Diseño de tanque de almacenamiento "La Pista"

El tanque de almacenamiento se ubicara en la posición más elevada sobre la localidad (Ver anexo 14.i).

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendio y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendios se considera un volumen de  $90\text{m}^3$  por sistema, para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas (Norma técnica de ANDA #15).

#### ❖ Cálculo de Volumen de Variación Horaria ( $V_1$ )

Según norma técnica de ANDA para un tiempo de bombeo de 20h/día se tomara el 30% del consumo medio diario.

$$Q_{MDT} = 3.12 + 0.2704 + 4.04 = 7.43 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

$$V_1 = 30\%Q_{MD} = (0.3)(0.0074)(86,400) = 192.6\text{m}^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Incendio ( $V_2$ )**

Según normas de ANDA se usara un volumen por incendio de  $90m^3$ .

$$V_2 = 90m^3$$

❖ **Cálculo de Volumen por Reparación o Corte de Energía Eléctrica ( $V_3$ )**

$$V_3 = Q_B 2h = 2(0.0088)(3600) = 63.36 m^3$$

❖ **Comparando Volúmenes.**

$$V_2 + V_3 <> V_1$$

$$90m^3 + 63.36m^3 <> 192.6 m^3$$

$$153.36 < 192.6m^3$$

Se tomara el volumen mayor.  $V_t = 193m^3$

❖ **Dimensionamiento del Tanque.**

Se diseñara un tanque cilíndrico debido a la fácil construcción y diseño.

Relación de Esbeltez  $H=0.5D$

$$V_{tanque} = A \times H_{tanque}$$

$$V_{tanque} = \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.5D$$



$$V_{tanque} = 0.393D^3$$

$$193m^3 = 0.393D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{193}{0.393}}$$

$$D = 7.89m$$

### Cálculo de altura H.

$$H = 0.5D = 0.5(7.89m) = 3.94m$$

Tomando en cuenta la sedimentación y el rebose, a la altura se le sumara 0.10m en el fondo y 0.4m en la parte superior.

$$H = 3.94 + 0.1 + 0.4 = 4.44m$$

### ❖ Respiraderos.

Como el volumen del tanque de almacenamiento es de  $193m^3$  en base a la siguiente tabla se seleccionaran los rangos respectivos:

Volumen del tanque (M <sup>3</sup> )	Numero de respiraderos	Diámetro de los respiraderos (in)	Diámetro de tubería de limpieza (in)	Tipo de accesorios
Hasta 100	1	3	6	Tipo A
100-500	2	3	8	
500-1000	2	4	10	
1000-2000	3	4	12	Tipo B
2000-6000	3	6	14	

❖ **Escaleras.**

El depósito debe ser dotado de escaleras internas extremos metálicos con pintura anti-corrosiva.

❖ **Rebose.**

Para tanques mayores de  $100\text{m}^3$  el rebose se le coloca a 25 cm como mínimo bajo la cubierta y se protege con un sifón para evitar que insectos entren al interior.

$$Q_{\text{bombeo}} = Q_{\text{rebose}}$$
$$Q_{\text{rebose}} = 8.88 \text{ l/s} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0.0088 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabemos que  $Q = VA$

Dónde:

Q= caudal de rebose

A= área de sección transversal de tubería de rebose

V= velocidad de aproximación del agua a la tubería de rebose, y tiene un valor de  $V = 0.5 \text{ m/s}$ .

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0088 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.5 \text{ m/s}}$$
$$A = 0.0176\text{m}^2 \left( \frac{(100\text{cm})^2}{1\text{m}^2} \right) \left( \frac{1 \text{ pulgada}^2}{(2.54\text{cm})^2} \right) = 27.28\text{pul}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 5.89 \text{ pul} \cong 6 \text{ in}$$

Se tomara un diámetro de 6 pulgadas

### ❖ **Tuberías de entrada y de salida**

La cañería de entrada y de salida es la misma en los tanques de equilibrio, en estos últimos es necesario para evitar interrupciones durante la limpieza o reparaciones del tanque, comunicar por medio de una derivación (By-Pass).

También se debe colocar una granada (colador) para evitar que basuras y sedimentos se transporten a la tubería de salida, esta se coloca como mínimo a 10 cm sobre el fondo.

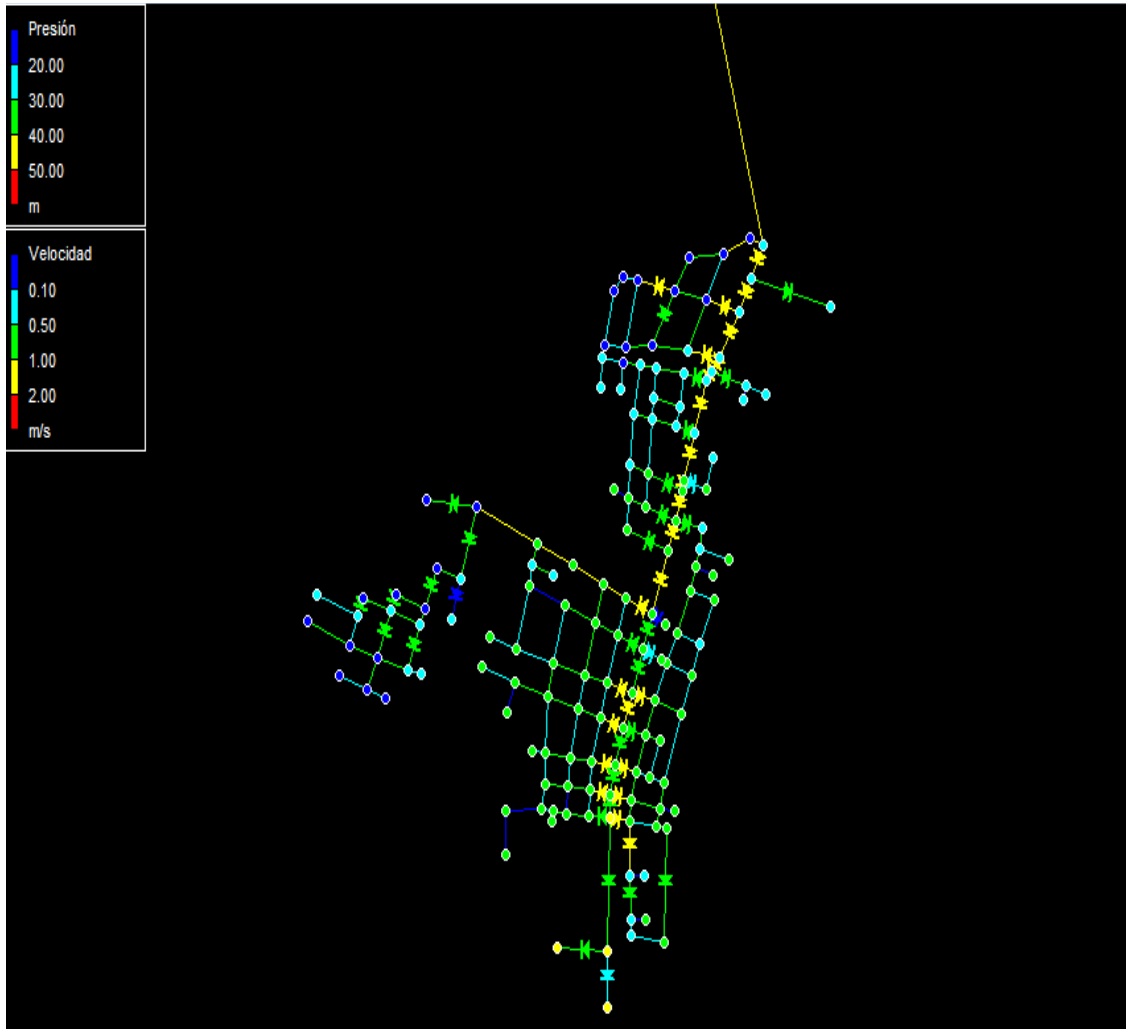
### ❖ **Tubería de limpieza**

Se recomienda diferentes diámetros para la cañería de limpieza según el volumen del tanque:

De 100 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>: diámetro de tubería de limpieza debe de ser de ocho pulgadas.

En el fondo del tanque se deja una pendiente del 5% para que los sedimentos se depositen en los costados y facilite la limpieza del tanque.

5.2.3.6. Cálculo de presiones de la red de distribución de agua potable utilizando software especializado.



**Figura 5.14.** Red de distribución de agua potable de la zona urbana de Chapeltique.

Observación: Algunas velocidades en la red son bajas y se ha colocado el diámetro mínimo de tubería permitido por la norma de ANDA, pero las presiones permitidas en cada nodo se encuentran en el rango establecido (Ver anexo 5).

**5.2.3.7. Presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona urbana de Chapeltique (propuesta 3).**

Costo de materiales	
Detalles	Costos
Costo de tanque "Pie de la cuesta" completo	\$ 17,938.49
Costo de tanque estación de bombeo	\$ 6,582.06
Costo de tanque "La pista"	\$ 16,825.87
Costo de estación de bombeo	\$ 11,538.87
Costo de la red de distribución completa	\$ 92,207.23
Caja colectora	\$ 13,761.91
<b>Total</b>	<b>\$ 158,854.43</b>

**Tabla 5.82.** Costo de materiales para la propuesta 3

Costo de mano de obra	
Detalles	Costos
Costo de tanque "Pie de la cuesta" completo	\$ 24,036.18
Costo de tanque estación de bombeo	\$ 14,904.70
Costo de tanque "La pista"	\$ 24,542.64
Costo de estación de bombeo	\$ 6,212.70
Costo de la red de distribución completa	\$ 107,701.72
Caja colectora	\$ 2,470.10
<b>Total</b>	<b>\$ 179,868.04</b>

**Tabla 5.83.** Costo de mano de obra para la propuesta 3

Costo total de línea de impelencia	
Detalle	Costo
Tramo tanque "La pista"-estación de bombeo	\$ 55,078.25
Tramo EB-Tanque "Pie de la cuesta"	\$ 53,060.43
Pasos aéreos	
Tramo tanque "pista"-estación de bombeo	\$ 11,039.16
Tramo estación de bombeo a tanque "Pie de la cuesta"	\$ 4,267.33
<b>Total</b>	<b>\$ 123,445.17</b>

**Tabla 5.84.** Costo total de la línea de impelencia para la propuesta 3

Costo total	Totales
Costo de materiales	\$ 158,854.43
Costo de mano de obra	\$ 179,868.04
Costo de línea de impelencia	\$ 123,445.17
<b>Total</b>	<b>\$ 462,167.64</b>

**Tabla 5.85.** Costo total para la propuesta 3

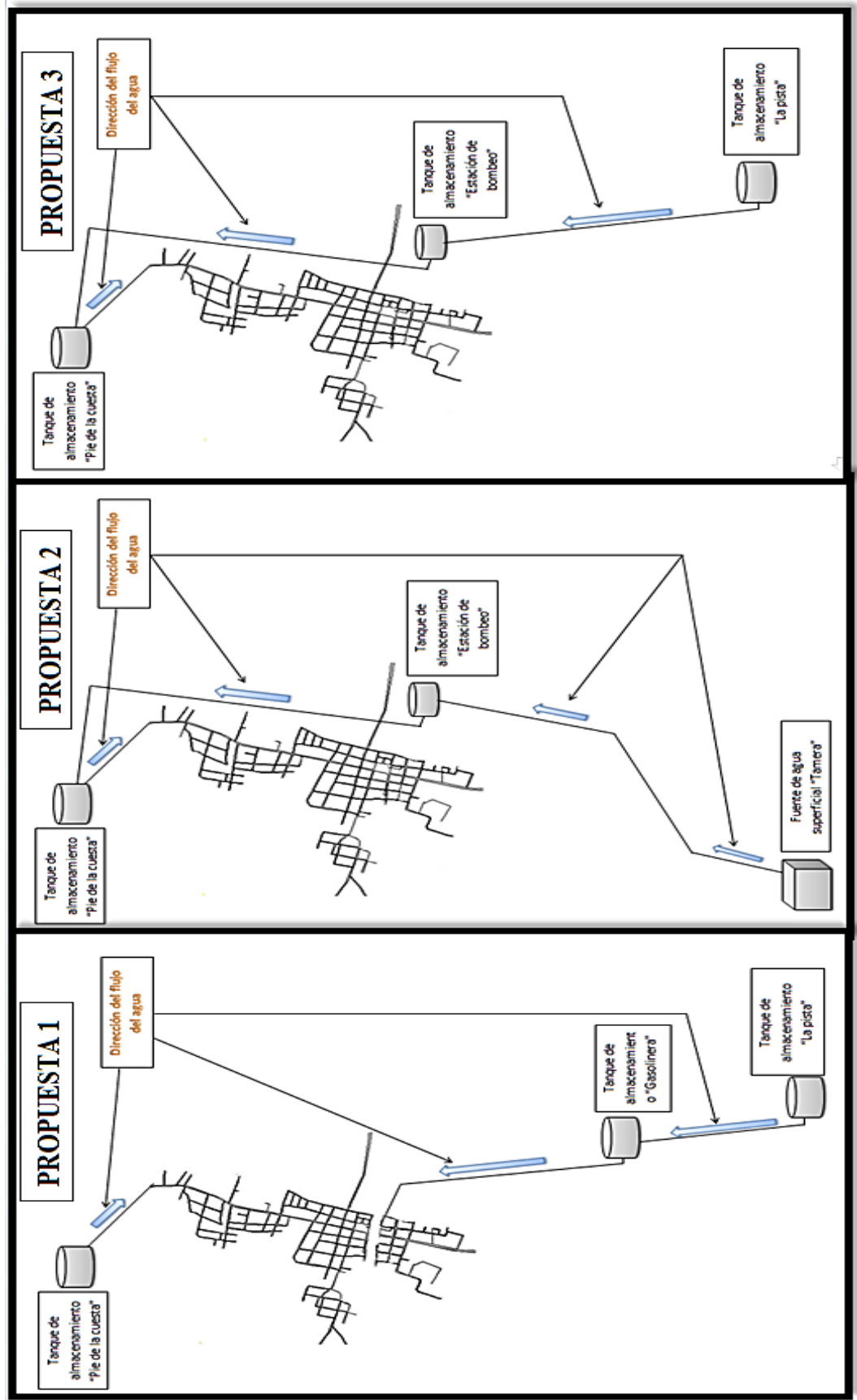
#### 5.2.4. Análisis económico de las propuestas planteadas.

**Tabla 5.86.** Cuadro resumen de costos para las 3 propuestas.

Propuestas	Costo de materiales	Costo de mano de obra	Costo total de línea de impelencia	Costo total de propuesta
1	\$ 150,380.54	\$ 175,353.28	\$ 69,442.05	\$ 395,175.87
2	\$ 142,028.56	\$ 155,325.40	\$ 200,175.34	\$ 497,529.30
3	\$ 158,854.43	\$ 179,868.04	\$ 123,445.17	\$ 462,167.64

**Nota:** La propuesta más económica es la propuesta 1, a la hora de ejecutar el proyecto queda a criterio y responsabilidad de la entidad interesada.

Figura 5.15. Esquemas generales de las propuestas.



### **5.3. Manual de operación y mantenimiento.**

#### **5.3.1. Objetivo**

Establecer procedimientos mínimos para la adecuada operación y mantenimiento de redes de distribución en el sistema de abastecimiento de agua en la ciudad de Chapeltique.

#### **5.3.2. Definiciones**

- Operación: Conjunto de acciones que se efectúan para poner en funcionamiento a todos los componentes o partes de un sistema de agua potable.
- Mantenimiento: Acciones permanentes que se realizan con la finalidad de conservar un adecuado estado de funcionamiento de los componentes o partes del sistema.
- Mantenimiento prevenido: Es aquel que se realiza con una frecuencia determinada con la finalidad de prevenir y evitar daños al sistema
- Mantenimiento correctivo: Consiste en las acciones que se efectúan para reparar daños o reponer piezas deterioradas por el uso.
- Operador: Persona calificada responsable de la operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema de agua potable.



### **5.3.3. Alcance**

La presente guía se aplicará en la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua, administradas por la alcaldía municipal de Chapeltique.

### **5.3.4. Disposiciones generales**

- a) Se debe garantizar una buena operación y mantenimiento del sistema, para lograr que el agua que se consuma sea de buena calidad, que se tenga un servicio continuo y en la cantidad necesaria.
- b) La alcaldía municipal de Chapeltique, es la responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
- c) El operador designado por la alcaldía es la persona calificada y responsable de la adecuada operación y mantenimiento del sistema.
- d) Durante la ejecución de la obra se debe capacitar a los usuarios en el uso y mantenimiento preventivo del servicio y sus partes, con el fin de reducir la posibilidad del mantenimiento correctivo.
- e) Si para efectuar actividades de mantenimiento se requiere interrumpir el servicio, se debe comunicar a los usuarios el período de la interrupción para que puedan tomar las precauciones necesarias en cuanto a provisión de agua.

### **5.3.5. Herramientas y materiales**

Las herramientas y materiales necesarios para la operación y mantenimiento de la red de distribución generalmente son los siguientes:

#### **Herramientas y utensilios**

- Llaves de dado para válvulas de red
- Llaves de boca
- Escofina
- Plano de replanteo
- Guantes

#### **Materiales**

- Tuberías
- Accesorios
- Pegamento
- Hipoclorito (para desinfección)

### **5.3.6. Operación**

Para poner en operación la red de distribución se deberá abrir la válvula de salida del reservorio a la red y las válvulas de purga. Una vez que salga el agua por las válvulas de purga, se deberá cerrarlas.

### **5.3.7. Mantenimiento**

- Es necesario informar a la población que mientras se realicen los procesos de limpieza y desinfección de la red de distribución no se dispondrá del servicio. Para tal fin se procederá a cerrar las válvulas de paso de las conexiones domiciliarias como medida de precaución.
- De preferencia, se deberá realizar las tareas de limpieza en horarios que no causen incomodidad al usuario.
- El chequeo periódico del nivel del rebose y la inspección del estado de conservación de la estructura constituyen las acciones de mantenimiento preventivo y el cambio o reparación de las fallas observadas.
- Si observa fuga por el tubo de desagüe, se deberá revisar la empaquetadura de la válvula flotadora y se deberá cambiar si fuera necesario.

En cada una de estas estructuras realizaremos las siguientes actividades:

- a) Limpieza exterior, retirando las piedras y malezas de la zona aledaña.
- b) Abrir las tapas y verificar el estado de las paredes interiores y los accesorios.

- c) Limpiar con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios.
- d) Enjuagar y dejar que el agua salga eliminando toda la suciedad.
- e) Echar seis cucharadas grandes de hipoclorito de calcio al 30% en un balde con 10 litros de agua y disolver.
- g) Con la solución y un trapo frotar los accesorios y las paredes.
- h) Eliminar los restos de cloro y dejar que el agua salga por la tubería de limpia.

#### **5.3.8. Tuberías**

Para la desinfección de la tubería y de las válvulas de la red de distribución, se recomienda aprovechar el volumen de la solución de hipoclorito que se utiliza cuando se desinfecta el reservorio y luego se continuará con los siguientes pasos:

- a) Cerrar la válvula de paso y abrir la válvula de salida del reservorio.
- b) Abrir las válvulas de purga de la red. En cuanto salga el agua por la válvula de purga se deberá cerrarla, con el objeto de que las tuberías se llenen de agua clorada.
- c) Dejar el agua clorada retenida durante cuatro (4) horas.
- d) Luego de las cuatro (4) horas, vaciar totalmente la red abriendo las válvulas de purga. El agua no debe ser consumida por la población.
- e) Abrir la válvula de ingreso al reservorio y alimentar de agua a la red de distribución.

- f) Poner en servicio la red cuando no se perciba olor a cloro o cuando el cloro residual medido en el comparador de cloro artesanal no sea de 0,8 mg/lit.
- g) Abrir las válvulas de paso de las instalaciones domiciliarias.

### **5.3.9. Frecuencia de mantenimiento**

#### Semanal

- a) Girar las válvulas de aire y purga en la red.
- b) Observar y examinar que no existen fugas en las tuberías de la red. En caso de detectarlas, repararlas inmediatamente.

#### Mensual

Abrir y cerrar las válvulas, verificando el funcionamiento

#### Trimestral

- a) Limpiar la zona aledaña de piedras y malezas de la caja de válvulas de purga.
- b) Limpiar el canal de la tubería de limpieza.

#### Semestral

- a) Limpieza y desinfección.
- b) Lubricar las válvulas de control.
- c) Verificar las cajas de las válvulas de purga, de aire y de control

d) Pintar con anticorrosivo las válvulas de control, de aire y de purga.

#### Anual

a) Pintar los elementos metálicos (tapas, válvulas de control, etc.).

b) Pintar las paredes exteriores y techo de las cajas de válvulas de aire y de purga.

### **5.3.10. Válvulas y purgas**

Como medida preventiva para evitar el atascamiento y para chequear la calibración de las válvulas se debe tener especial cuidado en actualizar los planos de replanteo y ubicación de las válvulas, pues deben establecerse un programa sostenido de manipulación de válvulas, pues de ellos depende la ordenada y eficiente ejecución de los programas de mantenimiento. El mantenimiento correctivo comprende el cambio o reparación de los desperfectos observados en las inspecciones del sistema.

Se deberá tener presente algunas recomendaciones para el mantenimiento de las válvulas:

- Es recomendable que, para cada una de las válvulas existentes en el sistema, tenga una tarjeta u hoja de registro en la que además de indicar su ubicación, se consigne el número de vueltas, sentido de rotación, estado en que se encuentra y fechas de las reparaciones efectuadas.

- Revisar el funcionamiento de las válvulas haciendo girar lentamente; para evitar el golpe de ariete; las válvulas deben abrir o cerrar fácilmente. No olvidar dejar la válvula tal como se encontró abierta o cerrada.
- Abrir y cerrar totalmente cada válvula varias veces, con el fin de eliminar los depósitos acumulados en el asiento de la compuerta.
- En las válvulas que presentan fugas por la contratuerca superior, observar si la fuga de agua se debe a que se ha aflojado la contratuerca, en cuyo caso ajústela o si se debe al desgaste de la estopa, proceder al cambio respectivo.
- Si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminan apretando la prensa-estopa, verifique el estado de la empaquetadura y si fuera necesario se deberá de reemplazarla.
- Verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.
- Poner aceite de baja viscosidad entre el vástago y la contratuerca superior, esto facilitará su manejo.
- Revisar el estado del vástago o eje del tornillo, observando si se encuentra torcido o inmovilizado debido al óxido. Cambiar la pieza si fuese necesario.
- Pinte o retoque con pintura anticorrosiva, las válvulas y accesorios que estén a la vista en la red de distribución.
- Inspeccionar las cajas de las válvulas observando si hay filtraciones, destrucciones externas, empozamiento alrededores de ellas, tierra acumulada sobre las cajas, candados

o elementos de cierre en mal estado, etc. Se deberá informar, si es necesario subirlas o reemplazarlas según sea la posición o estado en que se encuentren.

- Por lo menos una vez al mes limpiar y revisar las cajas de válvulas e inspeccionar las vías en que se encuentra enterrada la red de distribución, con el fin de detectar fugas u otras anomalías.

#### **5.3.11. Disposiciones finales**

- La desinfección se llevará a cabo una vez terminado de construir el sistema de agua potable. Sin embargo, cuando las condiciones lo determinan se hará una nueva desinfección.
- Al ampliar o reparar la red se desinfectará el tramo respectivo.
- Con el uso del comparador de cloro artesanal, verificar que el cloro residual en el agua no sea menor de 0,5 mg/lit.
- Descubrir fugas en las tuberías y repararlas.
- Reemplazar o cambiar válvulas y accesorios en mal estado.



## **5.4. Ordenanza municipal**

### **5.4.1 Las Ordenanzas**

Son normas legales que se aplican en el municipio exclusivamente, deben ser respetadas tanto por los pobladores del lugar como por los visitantes; se elaboran sobre asuntos de interés local (Art. 4 Cód. Municipal).

La finalidad de las leyes y ordenanzas ambientales es prevenir las acciones negativas para evitar el daño al Medio Ambiente y favorecer su sostenibilidad.

### **5.4.2 Importancia de la Ordenanza Municipal**

- ✓ Contribuyen al desarrollo local de las comunidades.
- ✓ Mejoran y preservan la salud de las comunidades.
- ✓ Recuperar, proteger y preservar los recursos naturales locales.
- ✓ Promover el desarrollo de programas de educativos, culturales, deportivos etc.
- ✓ Implementación de servicios públicos, alcantarillado, comedores, mercados, barrido de calles, recolección y disposición final de desechos sólidos.

### **5.4.3 Autoridad responsable de aplicar la Ordenanza**

- ✓ Alcaldía Municipal. Por medio del Consejo Municipal y señor alcalde. Art. 47 numeral 9o.

- ✓ Unidades Ambientales y entidades relacionadas FGR Ambiental, PNC Ambiental, MARN, MINSAL.
- ✓ Organizaciones Comunitarias, ONG's.

#### **5.4.4 Elementos de una Ordenanza Municipal**

- Número de Decreto
- Identificación del Consejo Municipal

Considerandos:

- Por lo tanto (DECRETO)
- Nombre de la Ordenanza.
- Objeto.
- Parte Orgánica.
- Parte Normativa.
- Sanciones.
- Procedimientos.
- Recursos.
- Parte transitoria
- Aplicaciones preferentes.
- Vigencia.

#### **5.4.5 Pasos para la elaboración de ordenanzas municipales**

1. Identificación y Análisis participativo del problema. El cual constituye el punto primordial de inicio al tratar de identificar el o los problemas que se quieren prevenir o remediar con la ordenanza.
2. Diagnóstico jurídico. Para identificar qué leyes existen en relación al problema y como se puede actuar legalmente para resolver el problema o tema determinado.
3. Redacción y validación del primer borrador. En este paso es importante tomar en cuenta opinión de la población, sobre lo que se refiere a los problemas identificados.
4. Aprobación y decreto de la ordenanza. Mediante cesión formal el concejo municipal acepta el texto y lo aprueba
5. Publicación y difusión. Se debe publicar en el Diario Oficial de la nación y entrará en vigencia 8 días después de haberse publicado.
6. Aplicación de la ordenanza. Se trata de poner en práctica lo normado en la ordenanza para ello se requiere de herramientas y organización necesaria, así como de apoyo y coordinación interinstitucional.

##### **❖ Identificación y Análisis participativo del problema (Paso 1).**

- 1) El Consejo Municipal gira una convocatoria a todos los interesados e involucrados en el quehacer del municipio. Ej.: ADESCOS, Directivas de la Caseríos, ONG's, Instituciones del Estado etc.

2) Por medio de un representante del Concejo Municipal o autoridad competente designada, se les informa el propósito de elaborar la ordenanza municipal. Se aclaran las dudas y preguntas respectivas.

3) En forma participativa se identifican las debilidades u dificultades principales del municipio y se prioriza el tema o temas de interés.

❖ **Diagnóstico Jurídico (Paso 2).**

1) El propósito es identificar qué leyes existen en relación al problema y como se puede actuar legalmente para resolver el problema o tema determinado.

❖ **Redacción y Validación de la Ordenanza Municipal (Paso 3).**

1) El Consejo Municipal gira una convocatoria a todos los que estuvieren involucrados en el proceso. Ej.: ADESCOS, Directivas de la Caseríos, ONG's, Instituciones del Estado etc.

2) Lectura del Borrador de la Ordenanza Municipal por parte del Alcalde, secretario o persona designada. Los presentes escuchan con atención y anotan las dudas par ser consultadas.

3) Si todos los participantes están de acuerdo que la ordenanza recoge e interpreta el sentir de la mayoría y con ello se dará solución al problema el pleno la valida y si hay dudas o desacuerdos estas se resuelven positivamente y se incorporan en el momento a la ordenanza municipal y se da por validada.

❖ **Proceso de aprobación de la Ordenanza Municipal (Paso 4).**

- 1) Secretario elabora el proyecto final de la ordenanza validada en el pleno de actores, es leída antes dicho consejo para ser sometida a su aprobación requiriendo la mayoría simple; es decir la mitad más uno. El secretario da fe y autoriza la valides y legalidad de la misma. Los miembros suplentes del consejo podrán emitir su voto como propietarios.

❖ **Publicación y Difusión (Paso 5)**

- 1) Luego de haber sido aprobada por el consejo municipal y de haber levantado el acta de aprobación se lleva al Diario Oficial para su publicación.
- 2) La ordenanza municipal entrará en vigencia 8 días después de su publicación en dicho diario.
- 3) Al entrar en vigencia se anota en el libro de ordenanzas de la Alcaldía para llevar un control de las decretadas.

❖ **Aplicación (Paso 6)**

Es el paso más importante pues de ello depende su cumplimiento y el logro de los objetivos planteados en ella, es decir; prevenciones, atenuaciones, restauración.

## **5.5 Creación de la ordenanza municipal de Chapeltique.**

Después de conocer los requerimientos y pasos necesarios para la creación de una ordenanza municipal se dará un modelo de lo que esta regulara según la necesidad de proteger el recurso hídrico en el municipio, además de algunas actividades necesarias para el mantenimiento y adecuado funcionamiento de todo el sistema de abastecimiento.

### **¿Qué se permite en el municipio de Chapeltique según la Ordenanza?**

Para el aprovechamiento protección y conservación de los recursos naturales se ordena las siguientes medidas:

- ✓ Todo aprovechamiento de árboles o subproductos de estos deberán ser supervisados por la Unidad Ambiental.
- ✓ Se estimularán actividades educativas y científicas y de divulgación ambiental.
- ✓ Se permitirá el acceso regulado de visitantes a áreas verdes siempre y cuando no dañen el medio ambiente.
- ✓ Se implementará el desarrollo de obras de conservación de suelos en áreas críticas identificadas por la Unidad Ambiental.
- ✓ Se permite el uso de cultivos combinados con árboles y conservación de suelos y otras prácticas amigables al medio ambiente en zonas planas y en laderas

### **¿Qué no se permite según la Ordenanza?**

- ✓ No se permiten quemas indiscriminadas para habilitar zonas de cultivos o pastizales
- ✓ No se permiten construcciones, lotificaciones, parcelaciones ni urbanizaciones en cualquier sitio donde se altere especies de flora y fauna en peligro de extinción o en sitios arqueológicos hayan sido declarados o no patrimonio de la humanidad o sensibles a la contaminación así como toda actividad que ponga en riesgo la población.

### **¿Cuáles son las zonas de uso restringido en el municipio?**

Como zonas restringidas se consideran las siguientes:

- ✓ Los terrenos que bordean los nacimientos de agua o manantiales, 25 metros a partir de la crecida máxima medidos horizontalmente o lo que indique estudio técnico
- ✓ Los terrenos en las riberas de los ríos y quebradas correspondientes al doble de la mayor profundidad del cauce del río, medidos horizontalmente a partir del nivel de la crecida máxima que el río haya alcanzado en cincuenta años.
- ✓ Las partes altas de infiltración de agua que sirven de recarga de los ríos y nacimientos de agua.
- ✓ Las zonas con posibilidades de deslizamientos.
- ✓ Las áreas naturales protegidas y zonas verdes adquiridas por la municipalidad.

- ✓ Los suelos de vocación para bosque natural.
- ✓ Todas las zonas que se establezcan con un plan de manejo ambiental aprobados por la municipalidad

### **Obligaciones los habitantes del municipio**

- ✓ Reforestar las riberas de los ríos, y áreas protegidas cuando éstas se encuentren deforestadas dentro de las franjas de seis a veinte metros.
- ✓ Apoyar los esfuerzos de conservación de bosques o áreas protegidas, que realizan las instituciones gubernamentales y no gubernamentales dentro del municipio.
- ✓ La Unidad Ambiental del municipio promoverá el uso de abonos y plaguicidas orgánicos, conservación del suelo, uso adecuado del riego, no quemar cañales principalmente cerca de áreas protegidas. Al realizar quemas para preparación de suelos se deben controlar y evitar que se pase al terreno del vecino.
- ✓ El uso de químicos en los cultivos será regulado por la Unidad Ambiental para evitar la contaminación del suelo, agua y proteger la salud humana y animales.
- ✓ Se deberá fomentar el desarrollo de cultivos permanentes, como frutales, maderables entre otros.



### De los habitantes del municipio

- ✓ Cuando se produzca un incendio forestal en el municipio, deberán acudir para colaborar con la extinción o proporcionar los medios necesarios para la emergencia.
- ✓ Dar aviso a PNC, Alcaldía o Comisión Municipal de Protección Civil, al tener conocimiento de cualquier incumplimiento de las disposiciones de la presente Ordenanza.
- ✓ Colaborar con las campañas de limpieza, reforestación y concientización promovidas por la municipalidad.
- ✓ Toda vivienda deberá contar con un sanitario o fosa séptica básica.
- ✓ Apoyar las actividades de conservación de las áreas protegidas que las instituciones gubernamentales y no gubernamentales realicen.
- ✓ Los propietarios o poseedores de inmuebles con áreas naturales o zonas verdes, deberán conservarlas y darle mantenimiento para beneficio de la población

### **Prohibiciones**

- ✓ Talar árboles en las riberas de los ríos, en las zonas de infiltración o de interés ambiental.
- ✓ Quemar diferentes materiales sintéticos sin control y sin autorización de la municipalidad en casos especiales.

- ✓ Instalar o construir infraestructuras para producción de animales o industrial que produzcan contaminación a viviendas, ríos, quebradas u otra área del municipio y sin las medidas de mitigación y permisos correspondientes.
- ✓ Construir viviendas en las riberas de los ríos, quebradas y/o en cualquier zona de riesgos.
- ✓ Dañar las obras de mitigación y de protección, principalmente en las áreas protegidas y zonas de amortiguamiento (aledañas).
- ✓ Extraer y transportar material rocoso o derivados sin los permisos correspondientes ante la municipalidad de Chapeltique.
- ✓ Obstaculizar o dañar los desagües que sirven como drenajes a las calles y caminos vecinales o desviar hacia éstos las salidas de agua de los inmuebles.
- ✓ La permanencia de animales domésticos en calles urbanas y lugares públicos.
- ✓ Arrojar desperdicios y desechos a ríos, quebradas, fuentes de agua y en todo lugar público o privado no consentido.
- ✓ La extracción y transporte de productos o subproductos, minerales, plantas o partes de ellas, especies de fauna silvestre o cualquier componente de los bosques, sin la debida autorización.
- ✓ Evacuar excretas al aire libre, en puntos de descanso y zonas de acampar.

Para la imposición de las sanciones establecidas en la presente ordenanza, se tomará en cuenta según el caso, las circunstancias siguientes:

- a) La gravedad del daño causado.

- b) Las acciones que el infractor realizó para reparar el daño causado.
- c) El beneficio obtenido por el infractor.
- d) La capacidad económica del infractor.
- e) La repetición en la violación de la presente ordenanza municipal y otra normativa aplicable por el municipio.

### **Caja de captación**

#### **Inspección y reparación**

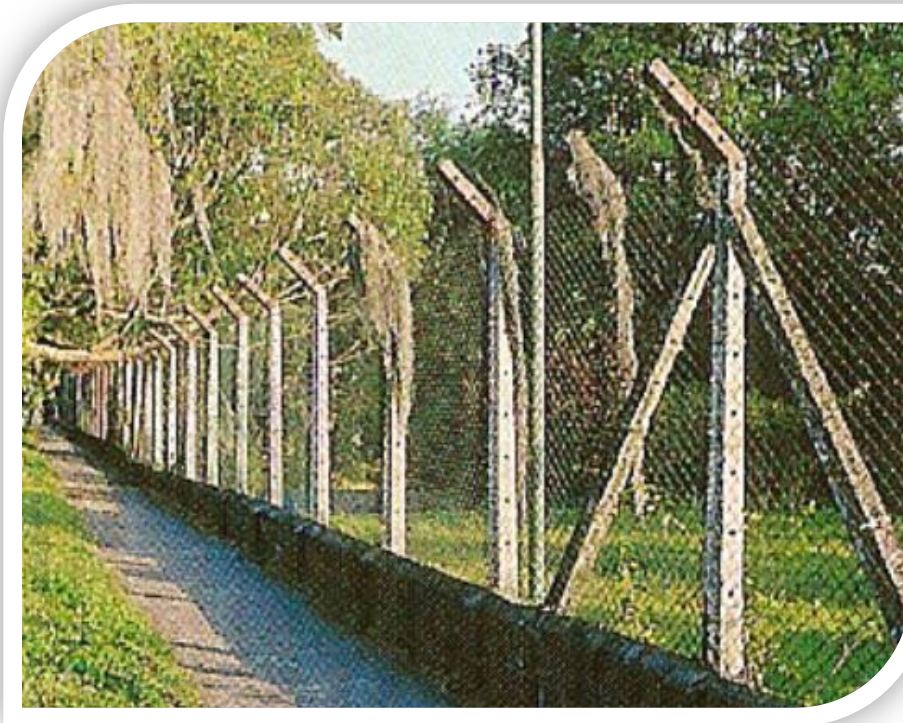
Una vez por mes se debe revisar esta caja para ver si existen grietas, filtraciones, candados puestos, o tapaderas quebradas



**Figura 5.16.** Inspección y reparación



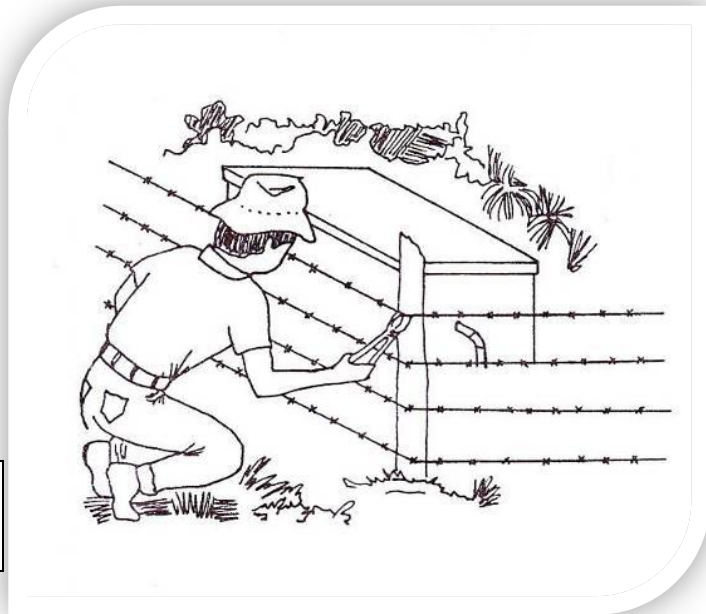
**Figura 5.17.** Sello sanitario abajo la tapadera bien formado



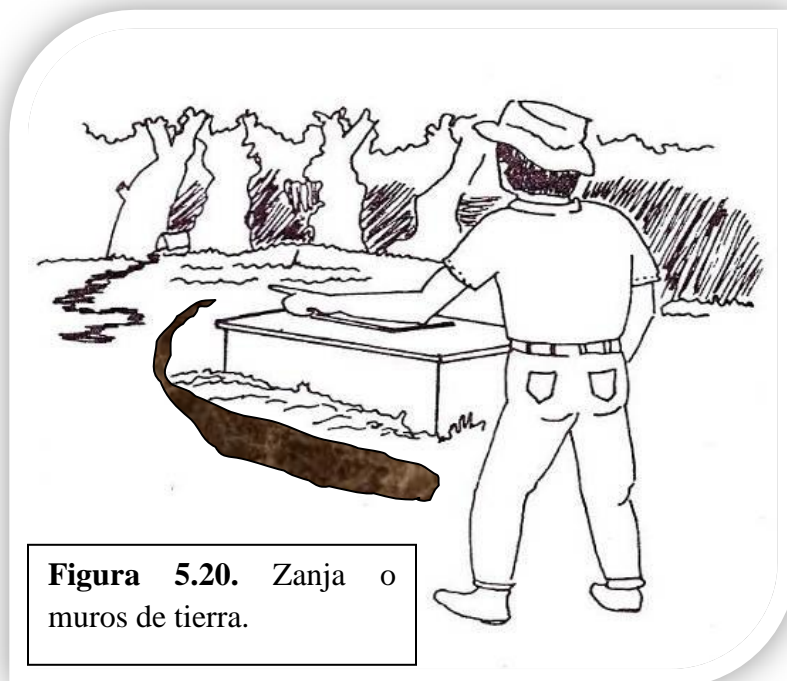
**Figura 5.18.** Protección perimetral para las fuentes de agua y los tanques

Cada mes, si es necesario, debe de repararse la cerca, para impedir el paso de animales y personas.

**Figura 5.19.** Reparación del cerco perimetral



Si hay charcos, o ríos alrededor de la caja que puedan contaminar el tanque, deberán construirse zanjas para sacar toda el agua. Inspeccionar cada mes el área que esta alrededor del nacimiento para detectar posibles fuentes de contaminación, tales como: desagües, letrinas, basuras, desperdicios, deshechos, animales.



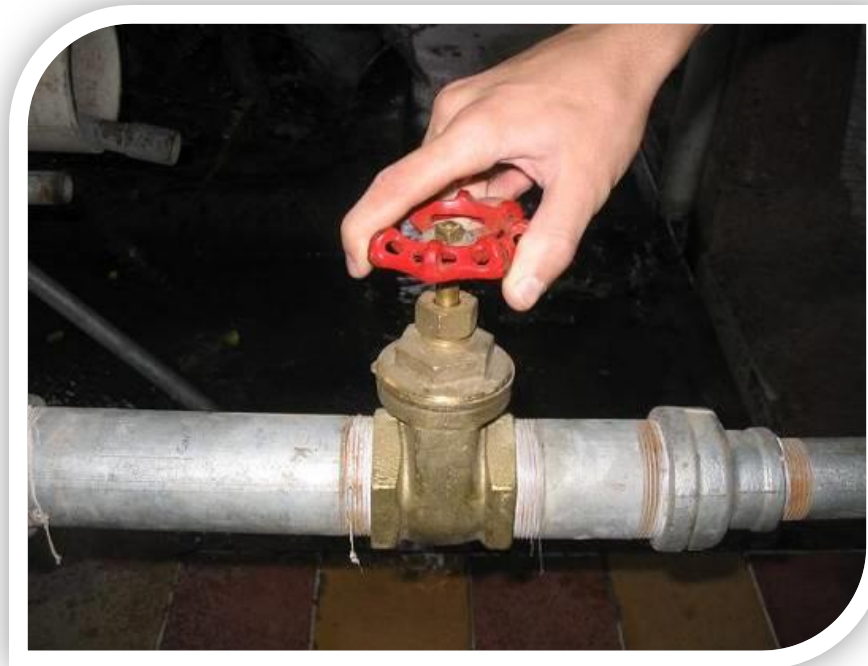
**Figura 5.20.** Zanja o muros de tierra.



Hay que revisar cada válvula por fugas o fallas; además protegerlas con tapas y candados.

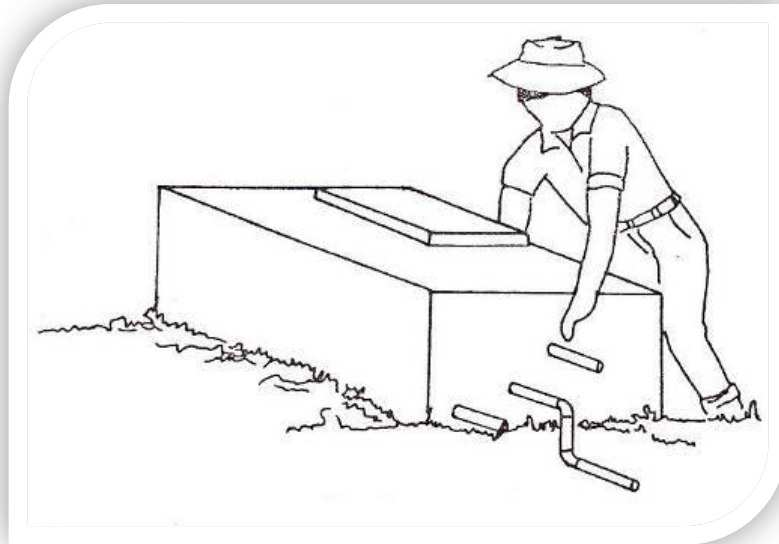
**Figura 5.21.** Protección de válvulas

Revisar si las válvulas giran con facilidad; si tienen fugas o partes quebradas; se deben reparar.



**Figura 5.22.** Revisión de válvulas

Revisar las tuberías. Si existen fugas, se deben evitar de inmediato reparando las mismas. Cada mes, si es necesario, debe de repararse la cerca, para impedir el paso de animales y personas.



**Figura 5.23.** Revisión de tuberías

Medir el caudal de los nacimientos enero, mayo, y agosto para verificar el recurso de agua

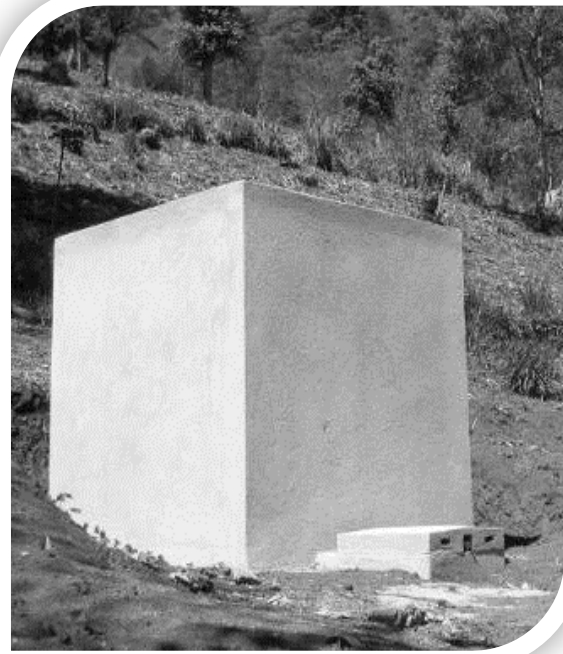


**Figura 5.24.** Medición de caudal en los nacimientos

## Tanque de distribución

Un tanque de distribución se utiliza para darle agua a todas las casas en la comunidad. Es un depósito de agua para guardar el agua en la noche.

**Figura 5.25.** Tanque de distribución.



## **Inspección y funcionamiento de válvulas y tuberías**

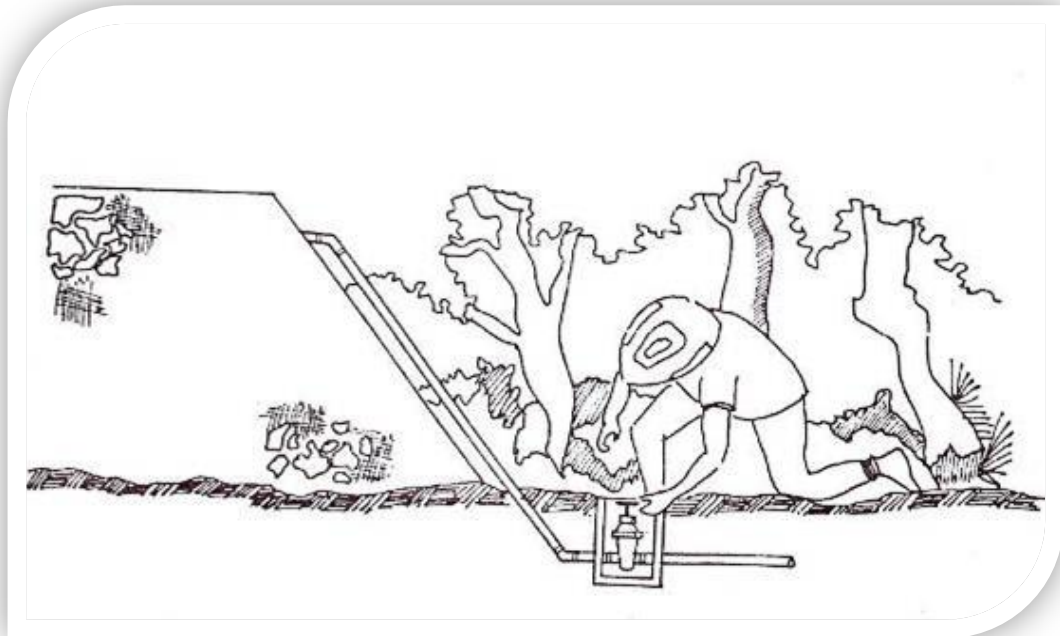
Al revisar el estado de las válvulas hay que asegurarse de que no existan fugas y si hubiese algún daño en las mismas hay que repararlo o cambiarla por una nueva; esta revisión debe hacerse cada mes



**Figura 5.26.** Inspección y funcionamiento de válvulas y tuberías



Revisar el funcionamiento de las válvulas, dándoles vuelta despacio para comprobar que cierren y abran fácilmente, debe comprobarse que no existen fugas al manejarlas. Esto debe realizarse cada mes.

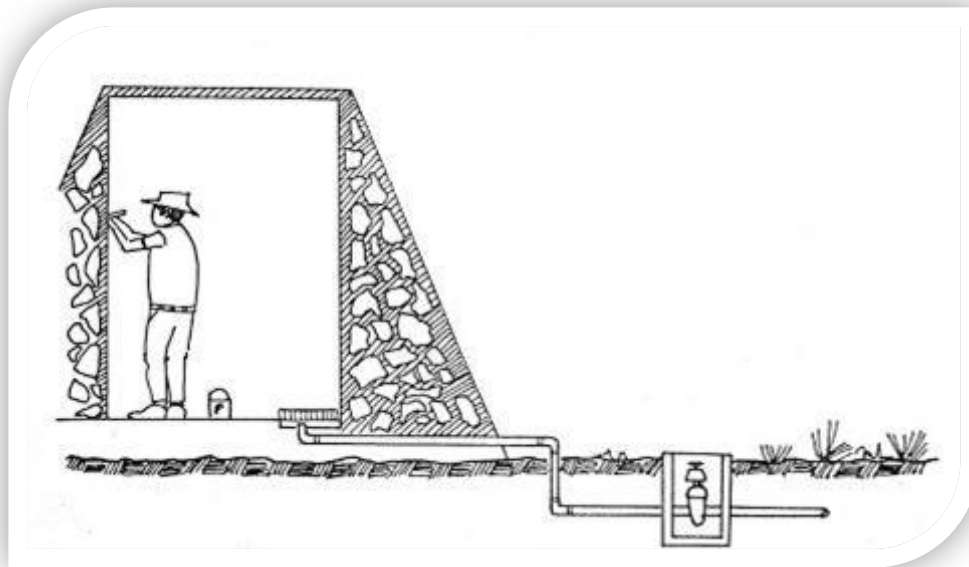


**Figura 5.27.** Comprobación de inexistencia de fugas en válvulas

### **Limpieza**

Si al revisar la parte interna del tanque (puede verse con una linterna), se ve que no hay suciedad en las paredes ni piedras, arena u otras basuras en el fondo, en ese caso no es necesario lavar el tanque. Para la limpieza del tanque, primero hay que cerrar la válvula de la línea de conducción y la válvula de la línea de distribución, después se abre la válvula de drenaje o limpieza para vaciar el tanque. Con botas de hule bien limpias y con cepillo de plástico se lavan las paredes y el fondo del tanque hasta que

quede completamente limpio; no debe usarse ningún tipo de jabón ni detergente. Debe usarse cloro de 5%, con una mezcla de una gota de cloro 5% para cada litro de agua. Esta se debe hacer cada seis meses o en casos necesarios más seguido



**Figura 5.28.** Limpieza del tanque de almacenamiento.



## **Mantenimiento y uso del cloro**

- ❖ Limpieza de sistema: La limpieza del sistema es una parte fundamental en el mantenimiento de las instalaciones. La suciedad acumulada dentro de los tanques, cajas y tuberías puede empeorar la calidad del agua. Si no se limpia adecuadamente, la suciedad puede frenar o impedir el paso del agua
- ❖ Limpieza de cajas de captación y tanques de distribución: Procedimiento
  - Por fuera: Se debe limpiar con un cepillo o escoba debajo de la tapadera de la caja. Ahí se acumula tierra, insectos, humedades, etc. Esto no lleva más que unos pocos minutos.
  - Por dentro: Cloración de cajas de captación y tanques de distribución.

Se debe vaciar casi toda el agua de las cajas si es posible. Cuando quede un poco de agua en el fondo, como unos 20 centímetros de agua, se debe remover en círculos esta agua sobrante con una escoba de tal manera que todos los sedimentos que se encuentren en el suelo de la caja queden en suspensión en el agua y se puedan eliminar por el desagüe o salida del agua.

Después hay que limpiar adentro el tanque en la manera siguiente. Frotar las paredes con un cepillo es una buena opción también en el caso de que se encuentren recubiertas de suciedad. Para limpiar las paredes podría hacer una mezcla de galón del agua limpio de 40 gotas de cloro 5%. Con la mezcla limpiar las paredes y piso con escoba.

Clorar alguna de las cajas o el tanque de distribución es una buena idea para limpiar y desinfectar a fondo. Con este proceso, también se desinfecta el interior de las tuberías que vienen después de las cajas o tanques.

Procedimiento: Cuando el tanque o caja esta vacío que se vaya a clorar. Se mete la cantidad de cloro 5% correspondiente al volumen de la caja o tanque (ver “cantidades de cloro necesarias” a continuación). Se llena de nuevo la caja o tanque con la salida cerrada. Una vez esté lleno, se abre la llave de compuerta para que el agua corra por las tuberías. En cualquier momento que se quiera clorar el tanque se emplea el mismo procedimiento. Cuando el tanque está lleno por la noche, se puede cerrar la válvula y clorar el tanque y abrirlo de nuevo por la mañana.

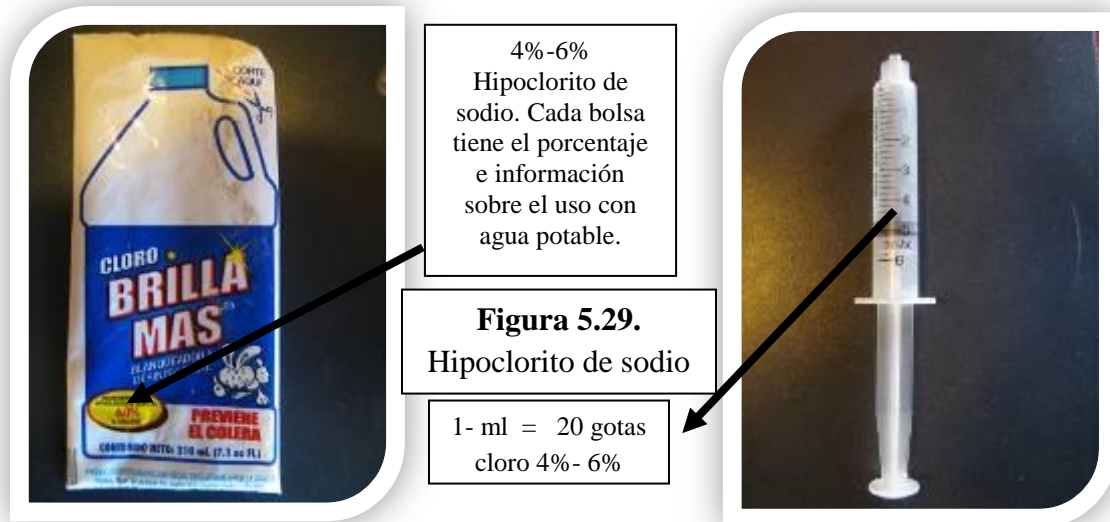
En caso de un brote de enfermedad en su comunidad pueden usar el proceso para clorar su agua cada día durante la enfermedad. Para su seguro de salud vale la pena notificar el centro de salud sobre el brote de enfermedad.

A continuación se explica cuáles son las cantidades correctas de cloro que se deben usar.

➤ **Cantidades necesarias de cloro:**

(Hipoclorito de sodio) del rango 4% - 6%

Leer la bolsa para asegurar el cloro tiene un rango 4%-- 6%, el cual está recomendado para usar en agua potable



1 gota de cloro por cada litro de agua.

En 1 mililitro hay 20 gotas.

1m<sup>3</sup> es igual a 1000 litros

*Para cloro al 10%:*

1 gota de cloro por cada 2 litros de agua.

En 1 mililitro hay 20 gotas.

1m<sup>3</sup> es igual a 1000 litros

### **Frecuencia de limpieza de cajas de captación y tanques de distribución**

- **Recomendable:** De 2 a 3 veces al año.

- **Imprescindible:** 1 vez al año, en noviembre, después de la temporada de lluvias.

**Nota 1:** Se recomienda que por la parte interior de la tapadera del tanque o en la pared externa se escriba con pintura o spray la cantidad de cloro que se necesita para clorar el tanque. De esta manera, siempre se tendrá la información a mano, disponible.

**Nota 2:** En cualquier momento que se quiera clorar el tanque se emplea el mismo procedimiento. Por la noche, se puede cerrar la válvula y clorar el tanque y abrirlo de nuevo por la mañana.

La manera en la que se mide el caudal de un nacimiento para saber si hay agua suficiente para los usuarios se incluye a continuación.

- **Medición del flujo de agua de un nacimiento**

Para medir el flujo del nacimiento se empleará un recipiente de volumen conocido. (Por ejemplo, uno cuyo volumen sea de 10 litros).

A continuación se incluye un ejemplo de cálculo del flujo de agua de un nacimiento.

En primer lugar, se coloca el recipiente bajo el flujo de agua que sale del nacimiento. Se mide el tiempo que tarda ésta en llenarse el recipiente con toda el agua que sale del nacimiento. Si es difícil recogerla toda a la vez, se pueden usar tubos para canalizarla o incluso cavar zanjas para facilitar la tarea.

**Ejemplo:**

**Tiempo 1** que tardo en llenar el recipiente 1 minuto y 39 segundos.

**Tiempo 2** que tardo en llenar el recipiente 1 minuto y 24 segundos.

**Tiempo 3** que tardo en llenar el recipiente 1 minuto y 29 segundos.

Pasamos los tiempos de minutos a segundos y calculamos el promedio de tiempos:

Siendo 1 minuto = 60 segundos.

Tiempo 1 en segundos = 99 segundos

Tiempo 2 en segundos = 84 segundos

Tiempo 3 en segundos = 89 segundos

El promedio será la suma de los tiempos dividido entre el número de mediciones que hemos hecho, en este caso tres.  $(99+84+89) / 3 = 90.66$  segundos

A continuación, se divide el volumen del recipiente (en este ejemplo se empleó un recipiente de 10 litros) por el tiempo promedio que hemos calculado. Así se obtendrá el flujo de agua que hay en un segundo:  $10/90.66 = 0,11$  litros en un segundo

Se debe calcular ahora los litros de agua obtenidos en un día. Para ello, el resultado anterior se multiplica por  $60 \times 60 \times 24$  (hay 60 segundos en un minuto, 60 minutos en una hora y 24 horas en un día):  $0,11 \times 60 \times 60 \times 24 = 9504$  litros en un día

Para saber cuántos litros hay para cada persona se divide esta cantidad por el número de 80 litros. 80 litros son la cantidad del agua recomendada para cada persona por día.  $9504/80 = 118.8$  personas

Si se desea saber a cuantas familias le corresponde este caudal, se divide la cantidad de personas entre el promedio de personas por familia que según los datos del gobierno son 5 personas por familia.  $118.8/5 = 23.76$  familias.

Esto quiere decir, el nacimiento tiene la capacidad de abastecer 23.76 familias. Si la comunidad tiene 50 familias entonces va a sufrir escases de agua.



**Figura 5.30. Aforo**

Reloj  
Recipiente de  
10 litros

### **Línea de aducción**

#### **Inspección**

Se debe recorrer por completo revisando minuciosamente por lo menos una vez al mes toda la línea y recordarles a los vecinos que informen inmediato si hay algún problema en cualquier tramo de tubería.

### **Línea de distribución**

#### **Inspección**

Es la tubería que sale del tanque de distribución hasta las conexiones domiciliarias. Al igual que la tubería de aducción deberá revisarse periódicamente, haciendo las reparaciones de las fugas encontradas.



Se deberá revisar todo el tramo de tubería, para ver si hay daños, hundimientos o que está expuesta al aire libre, si esto ocurre hay que corregirlo y rellenar, porque al estar visible puede sufrir roturas. La tubería PVC se puede rajar fácilmente si pasa expuesta al sol.



**Figura 5.31.** Inspección en la línea de distribución

## **CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

- ❖ Como resultado del diseño final se alcanzó el 100% de los objetivos propuestos esto se refleja en el diagnóstico del sistema actual de abastecimiento del municipio, el diseño de un sistema con todos sus componentes para su correcto funcionamiento, la elaboración de planos y presupuestos para cada propuesta elaborada, y todos los criterios que hay que tener en cuenta apeándose a la normativa de (ANDA) correspondiente para suministrar el vital líquido a toda la comunidad del casco urbano del municipio de Chapeltique.
- ❖ La vegetación en los alrededores de algunas fuentes de agua necesitan ser reforestadas y a la vez proteger aquellas áreas verdes aledañas al lugar para evitar la disminución de caudales en un futuro.
- ❖ Uno de los detalles más determinantes para el diseño de la red fue mantener la presión en todos los puntos, entonces se consultó la normativa de ANDA y se obtuvieron los parámetros admisibles y las alternativas específicas para solventar el problema.
- ❖ El caudal de los nacimientos (17.42 l/s) no es suficiente para satisfacer y asegurar el abastecimiento de agua a las comunidades durante todo el año, por esta razón se realizó una evaluación de distintas opciones considerando la mejor

de estas tomar un caudal de 7.2 lt/seg de otro nacimiento ubicado en el caserío “Tamera”. De esta manera se asegura el abastecimiento de todos los habitantes del casco urbano de Chapeltique.

- ❖ La bomba que se seleccionó para cada sistema fue de mayor potencia a la requerida por dicho sistema, ya que los distintos fabricantes tienen una gama de potencias fijas, a las cuales hubo que ajustarse a la hora de la selección.
- ❖ Se seleccionaron las bombas centrífugas ya que este tipo de máquinas es relativamente pequeña, fácil de transportar, fácil de conseguir y su funcionamiento e instalación es simple en comparación con otro tipo de bomba.
- ❖ Con la finalidad de garantizar un óptimo funcionamiento hidráulico, se han diseñado obras especiales como pasos elevados; así también la instalación de obras de arte: válvulas de compuerta, válvulas de aire, tanques, anclajes, cuyos diseños y dimensiones se encuentran especificadas en los planos respectivos.
- ❖ Se presentan 3 alternativas distintas para solucionar el problema, se optó por aquella que presenta el mejor balance entre el aspecto técnico y económico; mas sin embargo quedara a elección de la alcaldía elegir la propuesta más conveniente para ellos; recordando que el costo de cada una de las propuestas puede variar dependiendo el tiempo que pase antes de la ejecución del proyecto.

## **6.2 Recomendaciones**

- ❖ Revisar por lo menos cada 3 meses el estado de las tuberías en la red de distribución y líneas de impelencia para verificar que no existan fugas ni tomas clandestina, también es necesario realizar obras de protección a las fuentes de agua y sistemas de captación, para que estos presente un funcionamiento adecuado por mayor tiempo.
- ❖ Realizar un estudio socio-económico para fijar el pago de la tarifa por usuario beneficiado del sistema de agua potable, para dar el mantenimiento y una operación adecuada que conlleven a la sostenibilidad del mismo.
- ❖ Promover en la comunidad beneficiaria, proyectos de reforestación y preservación del área verde en las zonas cercanas a las fuentes, para favorecer la infiltración de agua, y evitar la erosión y disminución de los caudales de las fuentes en época seca; además brindar apoyo a las comunidades rurales en materia de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico.
- ❖ Se recomienda a la alcaldía de Chapeltique trabajar en campañas de promoción del sistema antes de empezar su construcción, esto con la finalidad de llegar a concientizar a los pobladores de la importancia de tener un sistema nuevo y eficiente de agua potable, responsabilizarlos del cuidado y precaución que deberán tener con estas obras y que sean artífices de su propio desarrollo.

## Referencias bibliográficas

### Tesis:

- Aguilar Pacheco, Martin; Jiménez Mota, Juan Carlos; (2011), “Diseño de la red de agua potable para el mirador Saltillo de Soteapan” (Tesis), Universidad Veracruzana, México.
- Lam Gonzales, Juan Andrés; (2011), “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzin Chiquito, Municipio de San Mateo Ixtapan, Huehuetenango” (Tesis), Universidad de San Carlos Guatemala, Guatemala.
- Batres Mina, José Gerardo; Flores ventura, David Israel; Quintanilla Hernández, Alberto Enrique (2010), “Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de San Luis Del Carmen, departamento de Chalatenango” (Tesis), Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Alvarado Espejo, Paola; (2013), “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanama”. Universidad técnica particular de Loja. Loja, Ecuador.

### Libros:

- Vierendel, (1998), Abastecimiento de agua y alcantarillado.  
México: Editorial Limusa.
- Pedro Rodríguez Ruiz, (2001) Abastecimiento de agua.

México: Editorial AlfaOmega.

**Leyes:**

- Ley de urbanismo y construcción y su reglamento.
- Norma técnica de ANDA
- Norma Salvadoreña obligatoria para agua potable.
- Ley de Medio Ambiente de El Salvador.

## Anexos

### Anexo 1: Formato para toma de muestras del agua.



TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS DE AGUAS  
AL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
DE ALIMENTOS Y AGUAS  
(Bacteriológico)



ESTABLECIMIENTO DE SALUD: \_\_\_\_\_

MUNICIPIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE RECOLECCIÓN: \_\_\_\_\_

FECHA DE RECEPCIÓN: \_\_\_\_\_

MOTIVOS: Vigilancia  Denuncia  Inv. Epidemiológica  Registro

Muestra N°	Hora	Dirección Exacta donde se tomó la Muestra	Administración	Cloro mg/Litro

MUESTRA TOMADA Y ENVIADA POR: \_\_\_\_\_

TELEFONO: \_\_\_\_\_



## Anexo 2. Análisis de presión en los nodos parte 1.

ID de los nodos	Demanda	Altura	Presión	ID de los nodos	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Nudo n1	0.02	231.3	29.9	Nudo n66	0.37	231.43	34.83
Nudo n2	0.05	242.05	39.95	Nudo n67	0.05	231.38	35.48
Nudo n3	0	254.29	29.19	Nudo n68	0.07	233.12	36.12
Nudo n4	0.28	244.68	23.88	Nudo n69	0	230.72	22.82
Nudo n5	0.02	245.72	21.32	Nudo n70	0.28	228.72	28.72
Nudo n6	0.37	243.06	26.16	Nudo n71	0.16	229.97	24.97
Nudo n7	0.32	240.01	19.91	Nudo n73	0.16	225.18	23.68
Nudo n8	0.02	232.8	13.8	Nudo n74	0	226.75	24.95
Nudo n10	0.16	233.61	13.81	Nudo n75	0.07	226.04	25.34
Nudo n12	0.46	236.17	20.17	Nudo n76	0.21	224.68	27.28
Nudo n13	0.49	232.78	17.78	Nudo n77	0.12	225.35	21.85
Nudo n14	0.28	232.6	18.5	Nudo n78	0.14	225.12	21.32
Nudo n16	0.05	251.76	35.66	Nudo n79	0.14	242.77	44.47
Nudo n17	0.09	247.82	33.22	Nudo n82	0.39	252.87	32.47
Nudo n18	0.07	251.6	36.2	Nudo n83	0.28	251.99	34.99
Nudo n20	0.21	250.93	38.83	Nudo n84	0.19	241.89	43.29
Nudo n21	0.32	245.98	35.28	Nudo n85	0.19	250.34	40.74
Nudo n22	0.02	250.06	41.06	Nudo n86	0.07	250.09	39.89
Nudo n23	0.42	246.74	39.14	Nudo n87	0.14	244.65	42.65
Nudo n24	0.05	249.76	42.46	Nudo n88	0.42	237.89	39.89
Nudo n25	0.05	247.47	40.47	Nudo n89	0	236.97	35.27
Nudo n26	0.09	249.53	44.03	Nudo n90	0.14	235.22	36.92
Nudo n27	0.32	247.82	42.92	Nudo n91	0.14	230.94	35.14
Nudo n28	0.05	243.7	29.7	Nudo n92	0.12	228.61	24.51
Nudo n29	0.09	243.55	30.85	Nudo n93	0.02	225.55	21.85
Nudo n30	0.05	244	29.1	Nudo n94	0	231.31	28.51
Nudo n31	0.19	243.48	30.88	Nudo n95	0.05	229.63	26.63
Nudo n32	0.05	245.57	30.77	Nudo n96	0.07	228.65	29.45
Nudo n33	0.26	246.47	32.07	Nudo n97	0.37	221.07	23.67
Nudo n34	0.26	246.93	35.93	Nudo 2	0.02	250.19	40.49
Nudo n35	0.23	248.86	42.76	Nudo 6	0.16	241.15	41.05
Nudo n36	0.12	249.4	34.2	Nudo 11	0.3	233.41	35.81
Nudo n37	0.14	249.14	37.84	Nudo 12	0.37	236.2	39.9



Nudo n38	0.12	248.62	35.72	Nudo 13	0.26	237.16	38.56
Nudo n39	0.26	246.84	34.44	Nudo 18	0.02	241.9	42.7
Nudo n40	0.05	245.8	39.6	Nudo 19	0	228.17	25.37
Nudo n41	0.05	245.77	40.97	Nudo 20	0.46	226.93	22.93
Nudo n42	0.12	244.91	39.81	Nudo 23	0.3	246.35	43.35
Nudo n43	0.12	241.68	44.08	Nudo 24	0.49	239.9	40.4
Nudo n44	0.3	242.93	38.93	Nudo 25	0.14	234.84	36.94
Nudo n45	0.14	242.76	38.26	Nudo 26	0.21	243.82	42.42
Nudo n46	0.16	242.46	39.76	Nudo 27	0.23	242.92	42.32
Nudo n47	0.16	242.24	41.34	Nudo 28	0.28	238.5	40.6
Nudo n48	0.44	242.71	41.61	Nudo 29	0.28	243.16	42.46
Nudo n49	0.23	241.94	43.84	Nudo 30	0.14	244.97	41.77
Nudo n50	0.23	242.04	42.04	Nudo 31	0.02	243.95	41.85
Nudo n51	0.19	241.7	43.2	Nudo 32	0	232.65	23.65
Nudo n52	0.02	246.64	39.44	Nudo 33	0	247.76	39.46
Nudo n53	0.12	246.32	40.82	Nudo 34	0.02	233.17	13.37
Nudo n55	0.02	246.35	42.45	Nudo 35	0	242.62	19.82
Nudo n57	0.14	244.7	42.1	Nudo 36	0	251.45	25.95
Nudo n58	0.28	236.66	35.96	Nudo 3	0.35	248.57	41.57
Nudo n59	0.09	236.95	36.65	Nudo 4	0.21	247.5	41.5
Nudo n60	0.32	233.18	36.98	Nudo 5	0.28	247.94	33.24
Nudo n61	0.09	237.69	35.29	Nudo 7	0.02	247.94	33.29
Nudo n62	0.28	235.79	33.79	Nudo 9	0.23	253.49	30.99
Nudo n63	0.14	234.87	37.47	Nudo 10	1.95	251.14	29.34
Nudo n64	0.09	243.38	41.88	Nudo 14	1.95	228.98	21.48
Nudo n65	0.39	234.84	38.34	Depósito 1	17.16	268.96	1.96

### Anexo 3: Análisis de presión en los nodos parte 2.

ID de nudos	Demanda	Altura	Presión	ID de nudos	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Nudo n1	0	236.61	44.16	Nudo n21	0.05	232.14	41.39
Nudo n2	0.28	232.1	41.4	Nudo n22	0.02	234.67	40.07
Nudo n5	0	237.07	39.12	Nudo n23	0.05	234.64	38.19
Nudo n6	0	237.61	39.21	Nudo 1	0.14	234.88	39.53
Nudo n7	0.12	232.07	40.97	Nudo 2	0.23	235.04	38.39

Nudo n8	0	238.46	40.96	Nudo 3	0.35	235.88	39.83
Nudo n9	0.3	236.92	43.62	Nudo 4	0.28	236.39	39.89
Nudo n10	0	236.39	38.44	Nudo 5	0.16	237.51	40.96
Nudo n11	0.23	234.85	40.1	Nudo 6	0.32	235.08	41.33
Nudo n12	0	235.75	39.25	Nudo 7	0.32	235.42	41.17
Nudo n13	0.02	234.76	40.01	Nudo 9	0.07	233.25	46.25
Nudo n14	0	235.21	39.16	Nudo 8	0	238.57	41.07
Nudo n15	0.09	234.63	39.93	Nudo 10	0	238.73	41.23
Nudo n16	0.19	234.72	39.62	Nudo 11	0	240.32	42.62
Nudo n17	0.05	237.49	41.79	Nudo 13	0	234.58	39.93
Nudo n18	0.23	233.93	40.83	Nudo 14	0.05	234.53	39.93
Nudo n19	0.05	233.9	40.85	Nudo 15	1.94	231.42	40.02
Nudo n20	0.19	232.16	40.11	Nudo 16	0.19	233.42	42.62
				Depósito 12	-5.91	267.96	1.96

#### **Anexo 4: Análisis de presión en los nodos (Propuesta 2)**

ID de nudos	Demanda	Altura	Presión	ID de nudos	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Nudo n1	0.02	226.04	24.64	Nudo n83	0.28	243.26	26.26
Nudo n2	0.05	234.03	31.93	Nudo n84	0.19	232.66	34.06
Nudo n3	0	246.94	21.84	Nudo n85	0.19	240.36	30.76
Nudo n4	0.28	239.66	18.86	Nudo n86	0.07	240.11	29.91
Nudo n5	0.02	240.6	16.2	Nudo n87	0.14	236.6	34.6
Nudo n6	0.37	237.24	20.34	Nudo n88	0.42	232.21	34.21
Nudo n7	0.32	236.85	16.75	Nudo n89	0	231.67	29.97
Nudo n8	0.02	228.98	10.28	Nudo n90	0.14	230.04	31.74
Nudo n10	0.16	229.88	10.08	Nudo n91	0.14	226.37	30.57
Nudo n12	0.46	231.95	15.95	Nudo n92	0.12	223.35	19.25
Nudo n13	0.49	228.9	13.9	Nudo n93	0.02	220.3	16.6
Nudo n14	0.28	228.74	14.64	Nudo n94	0	226.05	23.25
Nudo n16	0.05	242.87	26.77	Nudo n95	0.05	224.37	21.37
Nudo n17	0.09	238.93	24.33	Nudo n96	0.07	223.4	24.2
Nudo n18	0.07	242.6	27.2	Nudo n97	0.37	215.81	18.41
Nudo n20	0.21	241.42	29.32	Nudo 2	0.02	240.21	30.51
Nudo n21	0.32	236.24	25.54	Nudo 6	0.16	234.09	33.99

Nudo n22	0.02	240.15	31.15	Nudo 11	0.3	228.84	31.24
Nudo n23	0.42	236.79	29.19	Nudo 12	0.37	231.1	34.8
Nudo n24	0.05	239.59	32.29	Nudo 13	0.26	231.58	32.98
Nudo n25	0.05	237.37	30.37	Nudo 18	0.02	233.32	34.12
Nudo n26	0.09	239.12	33.62	Nudo 19	0	222.91	20.11
Nudo n27	0.32	237.6	32.7	Nudo 20	0.46	221.67	17.67
Nudo n28	0.05	234.04	20.04	Nudo 23	0.3	238.19	35.19
Nudo n29	0.09	233.89	21.19	Nudo 24	0.49	233.97	34.47
Nudo n30	0.05	234.34	19.44	Nudo 25	0.14	229.81	31.91
Nudo n31	0.19	233.82	21.22	Nudo 26	0.21	237.65	36.25
Nudo n32	0.05	235.91	21.11	Nudo 27	0.23	236.6	36
Nudo n33	0.26	236.89	22.49	Nudo 28	0.28	233.06	35.16
Nudo n34	0.26	237.26	26.26	Nudo 29	0.28	235.95	35.25
Nudo n35	0.23	238.78	32.68	Nudo 30	0.14	237.92	34.72
Nudo n36	0.12	240.12	24.92	Nudo 31	0.02	235.06	32.96
Nudo n37	0.14	239.62	28.32	Nudo 32	0	227.39	18.39
Nudo n38	0.12	239.15	26.25	Nudo 33	0	238	29.7
Nudo n39	0.26	237.21	24.81	Nudo 34	0.02	229.38	10.38
Nudo n40	0.05	236.45	30.25	Nudo 35	0	238.56	15.76
Nudo n41	0.05	236.41	31.61	Nudo 36	0	244.83	19.33
Nudo n42	0.12	235.77	30.67	Nudo 3	0.35	238.63	31.63
Nudo n43	0.12	231.62	34.02	Nudo 4	0.21	237.4	31.4
Nudo n44	0.3	234.37	30.37	Nudo 5	0.28	239.05	24.35
Nudo n45	0.14	234.2	29.7	Nudo 7	0.02	239.05	24.4
Nudo n46	0.16	234.28	31.58	Nudo 9	0.16	229.54	32.99
Nudo n47	0.16	233.85	32.95	Nudo 10	0.28	230.5	34
Nudo n48	0.44	235.53	34.43	Nudo 14	0.35	235.52	39.47
Nudo n49	0.23	233.49	35.39	Nudo 15	0.23	231.97	35.32
Nudo n50	0.23	233.94	33.94	Nudo 16	0.14	230.45	35.1
Nudo n51	0.19	232.25	33.75	Nudo 17	0.19	229.42	34.32
Nudo n52	0.02	237.09	29.89	Nudo 21	0.05	229.52	33.82
Nudo n53	0.12	236.78	31.28	Nudo 22	0.09	229.52	34.82
Nudo n55	0.02	238.18	34.28	Nudo 37	0.02	230.44	35.69
Nudo n57	0.14	237.64	35.04	Nudo 38	0.23	231.88	37.13
Nudo n58	0.28	231.32	30.62	Nudo 39	0.32	234.91	41.16
Nudo n59	0.09	231.38	31.08	Nudo 40	0.32	227.04	32.79
Nudo n60	0.32	229	32.8	Nudo 41	0.3	226.2	32.9
Nudo n61	0.09	232.43	30.03	Nudo 42	0	225.86	33.41
Nudo n62	0.28	230.48	28.48	Nudo 43	0	229.48	34.83

Nudo n63	0.14	229.7	32.3	Nudo 44	0.05	229.43	34.83
Nudo n64	0.09	235.38	33.88	Nudo 45	0.02	230.03	35.43
Nudo n65	0.39	230.59	34.09	Nudo 46	0.05	230.01	33.56
Nudo n66	0.37	226.86	30.26	Nudo 47	0.07	233.07	46.07
Nudo n67	0.05	226.82	30.92	Nudo 48	0.23	222.39	29.29
Nudo n68	0.07	228.95	31.95	Nudo 49	0.12	220.76	29.66
Nudo n69	0	225.47	17.57	Nudo 50	0.19	220.82	28.77
Nudo n70	0.28	223.46	23.46	Nudo 51	0.05	220.79	30.04
Nudo n71	0.16	224.71	19.71	Nudo 52	0.05	222.37	29.32
Nudo n73	0.16	219.92	18.42	Nudo 53	0.28	220.83	30.13
Nudo n74	0	221.49	19.69	Nudo 54	0.19	233.25	42.45
Nudo n75	0.07	220.78	20.08	Nudo 55	1.95	232.68	41.28
Nudo n76	0.21	219.42	22.02	Nudo 56	1.95	243.35	21.55
Nudo n77	0.12	220.09	16.59	Nudo 58	0.23	245.71	23.21
Nudo n78	0.14	219.87	16.07	Nudo 60	1.95	223.73	16.23
Nudo n79	0.14	235.94	37.64	Embalse 8	-46.02	515.36	0
Nudo n82	0.16	244.7	24.3	Depósito 1	17.16	268.96	1.96

### **Anexo 5: Análisis de presiones en los nodos. Propuesta (3)**

ID de nodos	Demanda	Altura	Presión	ID de nodos	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Nudo n1	0.02	226.04	24.64	Nudo n83	0.28	243.26	26.26
Nudo n2	0.05	234.03	31.93	Nudo n84	0.19	232.66	34.06
Nudo n3	0	246.94	21.84	Nudo n85	0.19	240.36	30.76
Nudo n4	0.28	239.66	18.86	Nudo n86	0.07	240.11	29.91
Nudo n5	0.02	240.6	16.2	Nudo n87	0.14	236.6	34.6
Nudo n6	0.37	237.24	20.34	Nudo n88	0.42	232.21	34.21
Nudo n7	0.32	236.85	16.75	Nudo n89	0	231.67	29.97
Nudo n8	0.02	228.98	10.28	Nudo n90	0.14	230.04	31.74
Nudo n10	0.16	229.88	10.08	Nudo n91	0.14	226.37	30.57
Nudo n12	0.46	231.95	15.95	Nudo n92	0.12	223.35	19.25
Nudo n13	0.49	228.9	13.9	Nudo n93	0.02	220.3	16.6
Nudo n14	0.28	228.74	14.64	Nudo n94	0	226.05	23.25
Nudo n16	0.05	242.87	26.77	Nudo n95	0.05	224.37	21.37
Nudo n17	0.09	238.93	24.33	Nudo n96	0.07	223.4	24.2

Nudo n18	0.07	242.6	27.2	Nudo n97	0.37	215.81	18.41
Nudo n20	0.21	241.42	29.32	Nudo 2	0.02	240.21	30.51
Nudo n21	0.32	236.24	25.54	Nudo 6	0.16	234.09	33.99
Nudo n22	0.02	240.15	31.15	Nudo 11	0.3	228.84	31.24
Nudo n23	0.42	236.79	29.19	Nudo 12	0.37	231.1	34.8
Nudo n24	0.05	239.59	32.29	Nudo 13	0.26	231.58	32.98
Nudo n25	0.05	237.37	30.37	Nudo 18	0.02	233.32	34.12
Nudo n26	0.09	239.12	33.62	Nudo 19	0	222.91	20.11
Nudo n27	0.32	237.6	32.7	Nudo 20	0.46	221.67	17.67
Nudo n28	0.05	234.04	20.04	Nudo 23	0.3	238.19	35.19
Nudo n29	0.09	233.89	21.19	Nudo 24	0.49	233.97	34.47
Nudo n30	0.05	234.34	19.44	Nudo 25	0.14	229.81	31.91
Nudo n31	0.19	233.82	21.22	Nudo 26	0.21	237.65	36.25
Nudo n32	0.05	235.91	21.11	Nudo 27	0.23	236.6	36
Nudo n33	0.26	236.89	22.49	Nudo 28	0.28	233.06	35.16
Nudo n34	0.26	237.26	26.26	Nudo 29	0.28	235.95	35.25
Nudo n35	0.23	238.78	32.68	Nudo 30	0.14	237.92	34.72
Nudo n36	0.12	240.12	24.92	Nudo 31	0.02	235.06	32.96
Nudo n37	0.14	239.62	28.32	Nudo 32	0	227.39	18.39
Nudo n38	0.12	239.15	26.25	Nudo 33	0	238	29.7
Nudo n39	0.26	237.21	24.81	Nudo 34	0.02	229.38	10.38
Nudo n40	0.05	236.45	30.25	Nudo 35	0	238.56	15.76
Nudo n41	0.05	236.41	31.61	Nudo 36	0	244.83	19.33
Nudo n42	0.12	235.77	30.67	Nudo 3	0.35	238.63	31.63
Nudo n43	0.12	231.62	34.02	Nudo 4	0.21	237.4	31.4
Nudo n44	0.3	234.37	30.37	Nudo 5	0.28	239.05	24.35
Nudo n45	0.14	234.2	29.7	Nudo 7	0.02	239.05	24.4
Nudo n46	0.16	234.28	31.58	Nudo 9	0.16	229.54	32.99
Nudo n47	0.16	233.85	32.95	Nudo 10	0.28	230.5	34
Nudo n48	0.44	235.53	34.43	Nudo 14	0.35	235.52	39.47
Nudo n49	0.23	233.49	35.39	Nudo 15	0.23	231.97	35.32
Nudo n50	0.23	233.94	33.94	Nudo 16	0.14	230.45	35.1
Nudo n51	0.19	232.25	33.75	Nudo 17	0.19	229.42	34.32
Nudo n52	0.02	237.09	29.89	Nudo 21	0.05	229.52	33.82
Nudo n53	0.12	236.78	31.28	Nudo 22	0.09	229.52	34.82
Nudo n55	0.02	238.18	34.28	Nudo 37	0.02	230.44	35.69
Nudo n57	0.14	237.64	35.04	Nudo 38	0.23	231.88	37.13
Nudo n58	0.28	231.32	30.62	Nudo 39	0.32	234.91	41.16
Nudo n59	0.09	231.38	31.08	Nudo 40	0.32	227.04	32.79

Nudo n60	0.32	229	32.8	Nudo 41	0.3	226.2	32.9
Nudo n61	0.09	232.43	30.03	Nudo 42	0	225.86	33.41
Nudo n62	0.28	230.48	28.48	Nudo 43	0	229.48	34.83
Nudo n63	0.14	229.7	32.3	Nudo 44	0.05	229.43	34.83
Nudo n64	0.09	235.38	33.88	Nudo 45	0.02	230.03	35.43
Nudo n65	0.39	230.59	34.09	Nudo 46	0.05	230.01	33.56
Nudo n66	0.37	226.86	30.26	Nudo 47	0.07	233.07	46.07
Nudo n67	0.05	226.82	30.92	Nudo 48	0.23	222.39	29.29
Nudo n68	0.07	228.95	31.95	Nudo 49	0.12	220.76	29.66
Nudo n69	0	225.47	17.57	Nudo 50	0.19	220.82	28.77
Nudo n70	0.28	223.46	23.46	Nudo 51	0.05	220.79	30.04
Nudo n71	0.16	224.71	19.71	Nudo 52	0.05	222.37	29.32
Nudo n73	0.16	219.92	18.42	Nudo 53	0.28	220.83	30.13
Nudo n74	0	221.49	19.69	Nudo 54	0.19	233.25	42.45
Nudo n75	0.07	220.78	20.08	Nudo 55	1.95	232.68	41.28
Nudo n76	0.21	219.42	22.02	Nudo 56	1.95	243.35	21.55
Nudo n77	0.12	220.09	16.59	Nudo 58	0.23	245.71	23.21
Nudo n78	0.14	219.87	16.07	Nudo 60	1.95	223.73	16.23
Nudo n79	0.14	235.94	37.64	Embalse 8	-46.02	515.36	0
Nudo n82	0.16	244.7	24.3	Depósito 1	17.16	268.96	1.96

### **Anexo 6. Caudal requerido de nacimientos ubicados en caserío “Tamera”**

Debido a que el caudal máximo horario calculado es mayor al caudal proporcionado por los nacimientos de agua ubicados en “Caserío Pie de la Cuesta”, se observó la necesidad de buscar otra alternativa para abastecer por completo a todos los habitantes del casco urbano; es por este motivo que se extraerá agua de otros nacimientos de agua superficial ubicado en “Caserío Tamera”.

La solución propuesta consiste en extraer agua directamente del tanque de almacenamiento ubicado en “Caserío la Pista”, el cual es abastecido por los nacimientos ubicados en “Caserío Tamera”. Esta propuesta se seleccionó debido a que el caudal

proporcionado por los nacimientos de agua ubicados en “Caserío Tamera”, además de abastecer a los habitantes de 3 lugares los cuales son “Caserío La Pista”, “Lotificación Hualamá”, “Caserío El Puente” también dan abasto para extraer el caudal necesario para la segunda parte de la red de agua potable para el casco urbano del municipio de Chapeltique.

El caudal proporcionado por los nacimientos de agua ubicados en el “Caserío Tamera” es de 18.9 lt/seg, de este caudal se extraerá un total de 7.43 lt/seg para la segunda parte de la red de abastecimiento del casco urbano.

Este cálculo se realizó tomando en cuenta el caudal máximo horario de diseño para la red el cual fue de 24.59 lt/seg, mientras que el caudal proporcionado por los nacimientos de agua ubicados en el caserío “Pie de la Cuesta” es de 17.16 lt/seg; al efectuar la diferencia de caudales se obtuvo un faltante de 7.43 lt/seg; es de esta manera que ese caudal faltante se extraerá del tanque ubicado en el “Caserío La Pista”.

La segunda parte de la red de abastecimiento consistirá en 2 tramos, el primero con tubería de hierro galvanizado se extraerá el agua necesaria del tanque de almacenamiento ubicado en el “Caserío la Pista” hasta un terreno ubicado aproximadamente a 100 metros al oeste de la “Gasolinera Uno”; en este terreno se construirá un tanque de almacenamiento y a partir de este lugar se diseñara el segundo tramo de la red de abastecimiento, la cual abastecerá hasta la 2ª calle poniente del casco urbano de Chapeltique.

La segunda parte de la red de agua potable, abastecerá un total de 1800 personas. Para calcular la cantidad de habitantes que abastecerá esta parte se realizó el siguiente proceso.

$$Q_{maxhorario} = K_2 Q_{md} \rightarrow Q_{md} = \frac{Q_{maxhorario}}{K_2} \rightarrow \frac{7.2}{2.4} = 3 \text{ lt/sg}$$

$$QMD = \frac{Poblacion \times Dotacion}{86,400} \rightarrow \frac{QMD \times 86,400}{Dotacion} \rightarrow \frac{3 \times 86,400}{150} = 1728 \text{ hab.}$$

Nótese que el caudal máximo horario se tomó de 7.2 lt/seg, debido a que este es el caudal faltante al realizar la diferencia del caudal máximo horario de diseño y el caudal proporcionado por los nacimientos de agua ubicados en el “Caserío Pie de la Cuesta”.

### **Anexo 7. Memoria de cálculo de materiales, alternativa 1**

Dividir la red de distribución en 2 partes y abastecerlos de dos fuentes de agua distintos con sus respectivos tanques, extrayendo el agua del tanque “la pista” para bombear el agua hasta un depósito cerca de la gasolinera para luego abastecer a la segunda parte de la red.

#### **Tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta”**

$$\text{Volumen} = 177 \text{ m}^3$$

$$\text{Diámetro del tanque} = 7.67 \text{ m}$$

$$\text{Altura del tanque} = 4.33 \text{ m}$$



Perímetro del tanque = 24.096 m

- Calculando cantidad de ladrillos.

$$V_{pared} = 29.21m^3$$

$$V_{ladrillo} = 0.002744m^3$$

$$cantidad\ de\ ladrillos = \frac{29.21m^3}{0.002744m^3} = 10646ladrillos$$

- Volumen de losa inferior.

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(3.835)^2 = 46.20m^2$$

$$A_2 = 0.294m^2$$

$$V_1 = A_1 h = 46.20m^2(0.15m) = 6.93m^3$$

$$V_2 = A_2 p = 0.294m^2(24.096m) = 7.084m^3$$

$$V_{losa\ inferior} = 14.014m^3$$

- Base de mampostería de piedra.

$$A_1 = 0.0299m^2$$

$$A_2 = 36m^2$$

$$V_{total} = A_1 P + A_2 h$$

$$V_{total} = 0.0299m^2(24.096\ m) + 36m^2(0.15m)$$

$$V_{total} = 6.12m^3$$

$$V_{concreto} = 6.12m^3 25\% = 1.53m^3$$

$$V_{piedra} = 6.12m^3 75\% = 4.59m^3$$

- Losa superior.

$$A = 46.20m^2$$

$$V = 46.20m^2(0.125m) = 5.78m^3$$

- Viga de refuerzo para losa superior.

$$V_{concreto} = (0.35m)(0.2m)(24.096m)$$

$$V_{concreto} = 1.687m^3$$

### Acero del tanque.

- Acero longitudinal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{varilla} = 24.096m(4)$$

$$L_{varilla} = 96.38m$$

$$qq_{hierro} = 96.38m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.24qq$$

- Acero transversal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{estribo} = 0.31m(2) + 0.16m(2) + 0.05m$$

$$L_{estribo} = 1.00m$$

$$qq_{hierro} = 1.00m \left[ \frac{24.096m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 2.07 qq$$

- Acero de losa inferior.

$$D = 7.67m$$

$$\frac{7.67m}{0.15m} (2) = 102.27varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 7.87qq$$

- Acero de losa superior.

$$\frac{7.67m}{0.1m}(2) = 153.4varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 11.8qq$$

- Acero para bastones

$$numero\ de\ bastones = \frac{perimetro\ de\ tanque}{0.3} = \frac{24.096\ m}{0.3}$$

$$numero\ de\ bastones = 80.32\ bastones$$

$$qq\ de\ acero = (80.32bastones)(4.60m) \frac{(1varillas)}{6\ m} \frac{(1qq)}{13\ varillas} = 4.74qq$$

- Materiales del desagüe del tanque.

$$A = 0.297m^2$$

$$V_{total} = 0.297m^2(24.096m)$$

$$V_{total} = 7.156\ m^3$$

$$V_{concreto} = 7.156\ m^3 \times 25\%$$

$$V_{concreto} = 1.789\ m^3$$

$$V_{piedra} = 7.156\ m^3 \times 75\%$$

$$V_{piedra} = 5.367\ m^3$$

- Material selecto utilizado en la fundación del tanque.

$$D = 8.83m$$

$$h = 0.7m$$

$$A = \frac{\pi(8.83m)}{4}$$

$$A = 6.93m^2$$

$$V = 6.93m^2(0.7m)$$

$$V = 4.85m^3$$

### Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85m(1.15m)(0.19m)$$

$$V = 0.1857m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.3714m^3$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15m(0.19m)(4.86m)$$

$$V = 0.1385m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.2770m^3$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\emptyset$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.3846qq$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\emptyset$  1/4)

$$estribo = 0.14m(3) + 0.05m$$

$$estribo = 0.47m$$

$$\text{varillas} = 0.47m \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.62\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 6 \text{ varillas} \left( \frac{1qq}{13\text{varillas}} \right) = 0.4615qq$

- Cálculos de ladrillo de barro.

$$\text{ladrillos horizontales} = \frac{4.86m}{0.28m} = 17.36 \text{ ladrillos}$$

Para dos cajas:  $\text{ladrillos totales} = 34.72 \text{ ladrillos} \approx 35 \text{ ladrillos}$

- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0337\text{m}^2(4.86m)$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.1638$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.3276\text{m}^3$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$\text{varillas} = 14.58m \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.43\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.86\text{varillas} \approx 5\text{varillas} \left( \frac{1qq}{13\text{varillas}} \right) = 0.3846qq$

- Acero transversal de solera de coronación ( $\phi$  1/4).

$$\text{estribo} = 0.14m + 0.17m + 0.10m = 0.41m$$

$$\text{varillas} = 0.41 \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.28 \text{ varillas} \approx 3 \text{ varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.56 \text{ varillas} \approx 5 \text{ varillas} \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right) = 0.3846 \text{ qq}$

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.

$$A_t = 1.166 \text{ m}^2$$

$$V_t = 1.34 \text{ m}^3$$

Para 3 cajas:  $4.02 \text{ m}^3$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{\text{concreto}} = (0.25 \text{ m})(0.25 \text{ m})(0.12 \text{ m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0075 \text{ m}^3$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.015 \text{ m}^3$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\varnothing 3/8$ ).

$$\text{varillas} = 1.2 \text{ m}(8) = 9.6 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) = 1.6 \text{ varillas} \approx 2 \text{ varillas}$$

Para tres cajas:  $\text{varillas} = 4.8 \text{ varillas} \approx 5 \text{ varillas} \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right) = 0.3846 \text{ qq}$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\varnothing 1/4$ ).

$$\text{estribo} = 1.17 \text{ m}$$

$$\text{varillas} = 1.17 \text{ m} \left[ \frac{1.2 \text{ m}}{0.15 \text{ m}} + 1 \text{ varilla} \right] \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 1.755\text{varillas} \approx 2\text{varillas}$$

Para tres cajas:  $\text{varillas} = 5.265\text{varillas} \approx 6\text{ varillas} \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right) = 0.4615\text{qq}$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(4.33\text{ m} + 0.60\text{ m} + 0.80)\text{x}2 = 11.46\text{ m}$

Anclajes de escalera:  $0.20\text{m} \times 6 = 1.2\text{ m}$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $11.46\text{ m} + 1.2\text{ m} = 12.66\text{ m}$

$$12.66 \times \left( \frac{1\text{tubo}}{6\text{ m}} \right) = 2.11 \approx 3\text{ tubos de } 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{4.33\text{m}}{0.38\text{m}} = 11.39 \approx 12\text{ peldaños}$$

$$12 \times 0.50\text{ m} = 6\text{ m} \left( \frac{1\text{tubo}}{6\text{ m}} \right) = 1\text{tubo de } 1/2$$

- Placas de metal

6 placas de metal de 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m

12 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58\text{ m} + 0.70\text{ m} = 1.28\text{m} \times 2\text{ respiraderos} = 2.56\text{m}$$

$$2.56\text{ m} \left( \frac{1\text{tubería}}{6\text{ m}} \right) = 0.426 \approx 1\text{ tubo de } 3"$$

Codos a 90° = 4 codos

Tubería de rebose: 1 de 8"

**Costo de materiales del tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta”**

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	318	bolsas	\$9.28	\$2,951.04
Arena	17.81	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$213.73
Grava	17.81	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$445.27
Agua	7351.07	lt	\$0.01	\$73.51
Piedra	9.96	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$248.93
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	10681	ladrillos	\$0.15	\$1,602.15
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	3.38	qq	\$38.00	\$128.35
Varilla #3	26.80	qq	\$38.00	\$1,018.54
Material selecto	5.22	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$130.54
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	3	c/u	\$110.00	\$330.00
Tubo hueco de acero 1/2"	2	c/u	\$89.00	\$178.00
Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	6	c/u	\$4.99	\$29.94
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	12	c/u	\$2.00	\$24.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	4	c/u	\$3.70	\$14.80
<b>Postes de concreto prefabricados</b>				
Esquineros	4	c/u	\$ 26.96	\$107.84
Centrales	52	c/u	\$ 9.26	\$1,001.52
Malla perimetral	100	ml	\$9.91	\$7,991.00
<b>Total</b>				<b>\$16,544.86</b>

**Costo de Mano de obra**

Diámetros	Cantidad	Mano de obra	Unidad	Total
Limpieza del terreno	46.20	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,620.00



Trazo y nivelación	46.20	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,620.00
Excavación	9.24	\$3.00	m <sup>3</sup>	\$27.72
Colocación de losa inferior y superior	19.82	\$300.00	m <sup>3</sup>	\$5,946.00
Pegado de ladrillos	10	\$0.14	c/u	\$1.39
Repello	208.67	\$1.75	m <sup>2</sup>	\$365.17
Afinado	208.67	\$0.84	m <sup>2</sup>	\$175.28
Canaleta	24.096	\$3.01	ml	\$72.53
Cajas de válvulas	2	\$8.85	c/u	\$37.70
Respiradero	2	\$3.29	c/u	\$6.58
Colocación de malla perimetral	130	\$25.00	m <sup>2</sup>	\$3,250.00
<b>Total</b>				<b>\$19,122.38</b>

### Tanque de almacenamiento "Gasolinera"

Volumen = 142 m<sup>3</sup>

Diámetro del tanque = 7.12 m

Altura del tanque = 3.56 m

Perímetro del tanque = 22.37 m

- Calculando cantidad de ladrillos.

$$V_{pared} = 22.30m^3$$

$$V_{ladrillo} = 0.002744m^3$$

$$cantidad\ de\ ladrillos = \frac{22.30m^3}{0.002744m^3} = 8127\ ladrillos$$

- Volumen de losa inferior.

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(3.56)^2 = 39.82m^2$$

$$A_2 = 0.294m^2$$

$$V_1 = A_1 h = 39.82 m^2 (0.15 m) = 5.973 m^3$$

$$V_2 = A_2 p = 0.294 m^2 (22.37 m) = 6.577 m^3$$

$$V_{losa inferior} = 12.55 m^3$$

- Base de mampostería de piedra.

$$A_1 = 0.0299 m^2$$

$$A_2 = 30.38 m^2$$

$$V_{total} = A_1 P + A_2 h$$

$$V_{total} = 0.0299 m^2 (22.37 m) + 30.38 m^2 (0.15 m)$$

$$V_{total} = 5.22 m^3$$

$$V_{concreto} = 5.22 m^3 25\% = 1.30 m^3$$

$$V_{piedra} = 5.22 m^3 75\% = 3.92 m^3$$

- Losa superior.

$$A = 39.81 m^2$$

$$V = 39.81 m^2 (0.125 m) = 4.97 m^3$$

- Viga de refuerzo para losa superior.

$$V_{concreto} = (0.35 m)(0.2 m)(22.37 m)$$

$$V_{concreto} = 1.566 m^3$$

#### Acero del tanque.

- Acero longitudinal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{varilla} = 22.37 m (4)$$

$$L_{varilla} = 89.48 m$$

$$qq_{hierro} = 89.48m \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13\text{varillas}} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.15qq$$

- Acero transversal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{estribo} = 0.31m(2) + 0.16m(2) + 0.05m$$

$$L_{estribo} = 1.00m$$

$$qq_{hierro} = 1.00m \left[ \frac{22.37m}{0.15m} + 1\text{estribo} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13\text{varillas}} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.92 qq$$

- Acero de losa inferior.

$$D = 7.12m$$

$$\frac{7.12m}{0.15m} (2) = 94.93 \text{ varillas}$$

- Acero de losa superior.

$$\frac{7.12m}{0.1m} (2) = 142.4 \text{ varillas}$$

- Acero para bastones

$$\text{número de bastones} = \frac{\text{perimetro de tanque}}{0.3} = \frac{22.37 m}{0.3}$$

$$\text{numero de bastones} = 74.57 \text{ bastones}$$

$$qq \text{ de acero} = (74.57 \text{ bastones})(3.84 m) \frac{(1\text{varillas})}{6 m} \frac{(1qq)}{13 \text{ varillas}} = 3.67qq$$

- Materiales del desagüe del tanque.

$$A = 0.297m^2$$

$$V_{total} = 0.297m^2(22.37m)$$

$$V_{total} = 6.64 m^3$$

$$V_{concreto} = 6.64 m^3 \times 25\%$$

$$V_{concreto} = 1.66 m^3$$

$$V_{piedra} = 6.64 m^3 \times 75\%$$

$$V_{piedra} = 4.98 m^3$$

- Material selecto utilizado en la fundación del tanque.

$$D = 8.28m$$

$$h = 0.7m$$

$$A = \frac{\pi(8.28m)}{4}$$

$$A = 6.50m^2$$

$$V = 6.50m^2(0.7m)$$

$$V = 4.55m^3$$

### **Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)**

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85m(1.15m)(0.19m)$$

$$V = 0.1857m^3$$

$$\text{Para dos cajas: } V = 0.3714m^3$$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15m(0.19m)(4.86m)$$

$$V = 0.1385m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.2770m^3$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\phi$  1/4)

$$estribo = 0.14m(3) + 0.05m$$

$$estribo = 0.47m$$

$$varillas = 0.47m \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.62varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 6 varillas$

- Cálculos de ladrillo de barro.

$$ladrillos horizontales = \frac{4.86m}{0.28m} = 17.36 ladrillos$$

Para dos cajas:  $ladrillos totales = 34.72 ladrillos \approx 35 ladrillos$

- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337 m^2$$

$$V_{concreto} = 0.0337m^2(4.86m)$$

$$V_{concreto} = 0.1638$$

Para dos cajas:  $V_{concreto} = 0.3276m^3$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m\left(\frac{1varilla}{6m}\right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas$

- Acero transversal de solera de coronación ( $\phi$  1/4).

$$estribo = 0.14m + 0.17m + 0.10m = 0.41m$$

$$varillas = 0.41 \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.28 varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.56varillas \approx 5varillas$

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.

$$A_t = 1.166m^2$$

$$V_t = 1.34 m^3$$

Para 3 cajas:  $4.02 m^3$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{concreto} = (0.25m)(0.25m)(0.12m)$$

$$V_{concreto} = 0.0075m^3$$

Para dos cajas:  $V_{concreto} = 0.015m^3$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  3/8).

$$varillas = 1.2m(8) = 9.6m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) = 1.6varillas \approx 2varillas$$

Para tres cajas:  $varillas = 4.8varillas \approx 5varillas$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  1/4).

$$estribo = 1.17m$$

$$varillas = 1.17m \left[ \frac{1.2m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 1.755varillas \approx 2varillas$$

Para tres cajas:  $varillas = 5.265varillas \approx 6 varillas$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(3.56 m + 0.60 m + 0.80)m \times 2 = 9.92 m$

Anclajes de escalera:  $0.20m \times 6 = 1.2 m$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $9.92 m + 1.2 m = 11.12 m$

$$11.12 \times \left( \frac{1tubo}{6 m} \right) = 1.85 \approx 2 tubos de 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{3.56m}{0.38m} = 9.36 \approx 10 \text{ peldaños}$$

$$10 \times 0.50 m = 5 m \left( \frac{1 \text{ tubo}}{6 m} \right) = 1 \text{ tubo de } 1/2$$

- Placas de metal

6 placas de metal de 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m

12 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58 m + 0.70 m = 1.28m \times 2 \text{ respiraderos} = 2.56m$$

$$2.56 m \left( \frac{1 \text{ tubería}}{6 m} \right) = 0.426 \approx 1 \text{ tubo de } 3''$$

Codos a 90° = 4 codos

Tubería de rebose: 1 de 8"

### Costo de materiales del tanque de almacenamiento "Gasolinera"

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	288	bolsas	\$9.28	\$2,672.64
Arena	16.14	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$193.74
Grava	16.14	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$403.62
Agua	6663.39	lt	\$0.01	\$66.63
Piedra	8.90	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$222.50
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	8162.00	ladrillos	\$0.15	\$1,224.30
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	3.23	qq	\$38.00	\$122.65
Varilla #3	24.22	qq	\$38.00	\$920.50
Material selecto	4.92	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$123.04
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	3	c/u	\$110.00	\$330.00
Tubo hueco de acero 1/2"	2	c/u	\$89.00	\$178.00



Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	6	c/u	\$4.99	\$29.94
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	12	c/u	\$2.00	\$24.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	4	c/u	\$3.70	\$14.80
<b>Postes de concreto prefabricados</b>				
Esquineros	4	c/u	\$26.96	\$107.84
Centrales	52	c/u	\$19.26	\$1,001.52
Malla perimetral	100	ml	\$79.91	\$7,991.00
<b>Total</b>				<b>\$15,682.42</b>
<b>Costo de Mano de obra</b>				
<b>Diámetros</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
Limpieza del terreno	39.82	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$ 3,982.00
Trazo y nivelación	39.82	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$ 3,982.00
Excavación	7.964	\$3.00	m <sup>3</sup>	\$ 23.89
Colocación de losa inferior y superior	17.5	\$300.00	m <sup>3</sup>	\$ 5,250.00
Pegado de ladrillos	8162	\$ 0.14	c/u	\$ 1,142.68
Repello	159.27	\$1.75	m <sup>2</sup>	\$ 278.72
Afinado	159.27	\$0.84	m <sup>2</sup>	\$ 133.79
Canaleta	22.37	\$3.01	ml	\$ 67.33
Cajas de válvulas	2	\$18.85	c/u	\$ 37.70
Respiradero	2	\$3.29	c/u	\$ 6.58
Colocación de malla perimetral	250	\$25.00	m <sup>2</sup>	\$ 6,250.00
<b>Total</b>				<b>\$ 21,154.70</b>

### Tanque de almacenamiento "La Pista"

Volumen = 193 m<sup>3</sup>

Diámetro del tanque = 7.89 m

Altura del tanque = 4.44 m

Perímetro del tanque = 24.787 m

- Calculando cantidad de ladrillos.

$$V_{pared} = 30.82m^3$$

$$V_{ladrillo} = 0.002744m^3$$

$$cantidad\ de\ ladrillos = \frac{30.82m^3}{0.002744m^3} = 11232\ ladrillos$$

- Volumen de losa inferior.

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(3.945)^2 = 48.89m^2$$

$$A_2 = 0.294m^2$$

$$V_1 = A_1 h = 48.89m^2(0.15m) = 7.334 m^3$$

$$V_2 = A_2 p = 0.294m^2(24.787 m) = 7.287m^3$$

$$V_{losa\ inferior} = 14.62m^3$$

- Base de mampostería de piedra.

$$A_1 = 0.0299m^2$$

$$A_2 = 43.47m^2$$

$$V_{total} = A_1 P + A_2 h$$

$$V_{total} = 0.0299m^2(24.787 m) + 43.47m^2(0.15m)$$

$$V_{total} = 7.26 m^3$$

$$V_{concreto} = 7.26m^3 25\% = 1.82m^3$$

$$V_{piedra} = 7.26m^3 75\% = 5.44m^3$$

- Losa superior.

$$A = 48.89m^2$$

$$V = 48.89m^2(0.125m) = 6.11m^3$$

- Viga de refuerzo para losa superior.

$$V_{concreto} = (0.35m)(0.2m)(24.787 m)$$

$$V_{concreto} = 1.735m^3$$

#### Acero del tanque.

- Acero longitudinal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{varilla} = 24.787 m(4)$$

$$L_{varilla} = 99.15m$$

$$qq_{hierro} = 99.15m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.27qq$$

- Acero transversal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{estribo} = 0.31m(2) + 0.16m(2) + 0.05m$$

$$L_{estribo} = 1.00m$$

$$qq_{hierro} = 1.00m \left[ \frac{24.787 m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 2.13 qq$$

- Acero de losa inferior.

$$D = 7.89 m$$

$$\frac{7.89 \text{ m}}{0.15 \text{ m}} (2) = 106 \text{ varillas}$$

- Acero de losa superior.

$$\frac{7.89 \text{ m}}{0.1 \text{ m}} (2) = 158 \text{ varillas}$$

- Acero para bastones

$$\text{número de bastones} = \frac{\text{perímetro de tanque}}{0.3} = \frac{24.787 \text{ m}}{0.3}$$

$$\text{numero de bastones} = 82.62 \text{ bastones}$$

$$\text{qq de acero} = (82.62 \text{ bastones})(3.84 \text{ m}) \frac{(1 \text{ varillas})}{6 \text{ m}} \frac{(1 \text{ qq})}{13 \text{ varillas}} = 4.07 \text{ qq}$$

- Materiales del desagüe del tanque.

$$A = 0.297 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{total}} = 0.297 \text{ m}^2 (24.787 \text{ m})$$

$$V_{\text{total}} = 7.36 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{concreto}} = 7.36 \text{ m}^3 \times 25\%$$

$$V_{\text{concreto}} = 1.84 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{piedra}} = 7.36 \text{ m}^3 \times 75\%$$

$$V_{\text{piedra}} = 5.52 \text{ m}^3$$

- Material selecto utilizado en la fundación del tanque.

$$D = 9.05 \text{ m}$$

$$h = 0.7 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi(9.05 \text{ m})}{4}$$

$$A = 7.11m^2$$

$$V = 7.11 m^2(0.7m)$$

$$V = 4.98m^3$$

### Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85m(1.15m)(0.19m)$$

$$V = 0.1857m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.3714m^3$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15m(0.19m)(4.86m)$$

$$V = 0.1385m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.2770m^3$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\phi$  1/4)

$$estribo = 0.14m(3) + 0.05m$$

$$\text{estribo} = 0.47m$$

$$\text{varillas} = 0.47m \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.62\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 6 \text{ varillas}$

- Cálculos de ladrillo de barro.

$$\text{ladrillos horizontales} = \frac{4.86m}{0.28m} = 17.36 \text{ ladrillos}$$

Para dos cajas:  $\text{ladrillos totales} = 34.72 \text{ ladrillos} \approx 35 \text{ ladrillos}$

- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0337\text{m}^2(4.86m)$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.1638$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.3276\text{m}^3$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$\text{varillas} = 14.58m \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.43\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.86\text{varillas} \approx 5\text{varillas}$

- Acero transversal de solera de coronación ( $\phi$  1/4).

$$\text{estribo} = 0.14m + 0.17m + 0.10m = 0.41m$$

$$\text{varillas} = 0.41 \left[ \frac{4.86\text{m}}{0.15\text{m}} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.28 \text{ varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.56\text{varillas} \approx 5\text{varillas}$

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.

$$A_t = 1.166\text{m}^2$$

$$V_t = 1.34 \text{ m}^3$$

Para 3 cajas:  $4.02 \text{ m}^3$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{\text{concreto}} = (0.25\text{m})(0.25\text{m})(0.12\text{m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0075\text{m}^3$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.015\text{m}^3$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  3/8).

$$\text{varillas} = 1.2\text{m}(8) = 9.6\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right) = 1.6\text{varillas} \approx 2\text{varillas}$$

Para tres cajas:  $\text{varillas} = 4.8\text{varillas} \approx 5\text{varillas}$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  1/4).

$$\text{estribo} = 1.17\text{m}$$

$$\text{varillas} = 1.17m \left[ \frac{1.2m}{0.15m} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 1.755\text{varillas} \approx 2\text{varillas}$$

Para tres cajas:  $\text{varillas} = 5.265\text{varillas} \approx 6\text{ varillas}$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(4.44\text{ m} + 0.60\text{ m} + 0.80) \times 2 = 11.68\text{ m}$

Anclajes de escalera:  $0.20m \times 6 = 1.2\text{ m}$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $11.68\text{ m} + 1.2\text{ m} = 12.88\text{ m}$

$$12.88 \times \left( \frac{1\text{tubo}}{6\text{ m}} \right) = 2.14 \approx 3\text{ tubos de } 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{4.44m}{0.38m} = 11.68 \approx 12\text{ peldaños}$$

$$12 \times 0.50\text{ m} = 6\text{ m} \left( \frac{1\text{tubo}}{6\text{ m}} \right) = 1\text{tubo de } 1/2$$

- Placas de metal

6 placas de metal de 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m

12 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58\text{ m} + 0.70\text{ m} = 1.28m \times 2\text{ respiraderos} = 2.56m$$

$$2.56\text{ m} \left( \frac{1\text{tubería}}{6\text{ m}} \right) = 0.426 \approx 1\text{ tubo de } 3''$$

Codos a 90° = 4 codos

Tubería de rebose: 1 de 8"



**Costo de materiales del tanque de almacenamiento “La Pista”**

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	332	bolsas	\$9.28	\$3,080.96
Arena	18.61	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$223.35
Grava	18.61	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$465.31
Agua	7681.92	lt	\$0.01	\$76.82
Piedra	10.96	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$274.00
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	11267	ladrillos	\$0.15	\$1,690.05
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	3.44	qq	\$38.00	\$130.63
Varilla #3	26.79	qq	\$38.00	\$1,018.16
Material selecto	5.35	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$133.79
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	3	c/u	\$110.00	\$330.00
Tubo hueco de acero 1/2"	2	c/u	\$89.00	\$178.00
Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	6	c/u	\$4.99	\$29.94
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	12	c/u	\$2.00	\$24.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	4	c/u	\$3.70	\$14.80
<b>Postes de concreto prefabricados</b>				
Esquineros	4	c/u	\$26.96	\$107.84
Centrales	52	c/u	\$19.26	\$1,001.52
Malla perimetral	100	ml	\$79.91	\$7,991.00
<b>Total</b>				<b>\$16,825.87</b>

Costo de Mano de obra				
Diámetros	Cantidad	Mano de obra	Unidad	Total
Limpieza del terreno	48.89	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,889.00
Trazo y nivelación	48.89	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,889.00
Excavación	9.778	\$3.00	m <sup>3</sup>	\$29.33
Colocación de losa inferior y superior	20.73	\$300.00	m <sup>3</sup>	\$6,219.00
Pegado de ladrillos	11267	\$0.14	c/u	\$1,577.38
Repello	220.10	\$1.75	m <sup>2</sup>	\$385.18
Afinado	220.10	\$0.84	m <sup>2</sup>	\$184.88
Canaleta	24.78	\$3.01	ml	\$74.59
Cajas de válvulas	2	\$18.85	c/u	\$37.70
Respiradero	2	\$3.29	c/u	\$6.58
Colocación de malla perimetral	250	\$25.00	m <sup>2</sup>	\$6,250.00
<b>Total</b>				<b>\$ 24,542.64</b>

## **Anexo 8. Memoria de cálculo de materiales, alternativa 2**

Extraer el agua desde la fuente de agua de caserío “Tamera” hasta una estación de bombeo por la carretera que va de Chapeltique hacia Guatajiagua y luego será bombeada al tanque “Pie de la Cuesta”

### **Tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta completo”**

Volumen = 262 m<sup>3</sup>

Diámetro del tanque = 8.74 m

Altura del tanque = 4.87 m

Perímetro del tanque = 27.457 m

- Calculando cantidad de ladrillos.

$$V_{pared} = 37.44m^3$$

$$V_{ladrillo} = 0.002744m^3$$

$$cantidad\ de\ ladrillos = \frac{37.44m^3}{0.002744m^3} = 13645\ ladrillos$$

- Volumen de losa inferior.

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(4.37\ m)^2 = 59.99m^2$$

$$A_2 = 0.294m^2$$

$$V_1 = A_1 h = 59.99m^2(0.15m) = 8.998\ m^3$$

$$V_2 = A_2 p = 0.294m^2(27.457\ m) = 8.072m^3$$

$$V_{losa\ inferior} = 17.07m^3$$

- Base de mampostería de piedra.

$$A_1 = 0.0299m^2$$

$$A_2 = 48.27m^2$$

$$V_{total} = A_1 P + A_2 h$$

$$V_{total} = 0.0299m^2(27.457\ m) + 48.27m^2(0.15m)$$

$$V_{total} = 8.06\ m^3$$

$$V_{concreto} = 8.06m^3 25\% = 2.02m^3$$

$$V_{piedra} = 8.06m^3 75\% = 6.04m^3$$

- Losa superior.

$$A = 59.99m^2$$

$$V = 59.99m^2(0.125m) = 7.50m^3$$

- Viga de refuerzo para losa superior.

$$V_{concreto} = (0.35m)(0.2m)(27.457 m)$$

$$V_{concreto} = 1.92m^3$$

### Acero del tanque.

- Acero longitudinal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{varilla} = 27.457 m(4)$$

$$L_{varilla} = 109.83m$$

$$qq_{hierro} = 109.83m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.41qq$$

- Acero transversal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{estribo} = 0.31m(2) + 0.16m(2) + 0.05m$$

$$L_{estribo} = 1.00m$$

$$qq_{hierro} = 1.00m \left[ \frac{27.457 m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 2.36 qq$$

- Acero de losa inferior.

$$D = 8.74 m$$

$$\frac{8.74 m}{0.15m} (2) = 117 varillas$$

- Acero de losa superior.

$$\frac{8.74 \text{ m}}{0.1 \text{ m}} (2) = 175 \text{ varillas}$$

- Acero para bastones

$$\text{número de bastones} = \frac{\text{perímetro de tanque}}{0.3} = \frac{27.457 \text{ m}}{0.3}$$

$$\text{numero de bastones} = 91.52 \text{ bastones}$$

$$\text{qq de acero} = (91.52 \text{ bastones})(3.84 \text{ m}) \frac{(1 \text{ varillas})}{6 \text{ m}} \frac{(1 \text{ qq})}{13 \text{ varillas}} = 4.50 \text{ qq}$$

- Materiales del desagüe del tanque.

$$A = 0.297 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{total}} = 0.297 \text{ m}^2 (27.457 \text{ m})$$

$$V_{\text{total}} = 8.15 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{concreto}} = 8.15 \text{ m}^3 \times 25\%$$

$$V_{\text{concreto}} = 2.04 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{piedra}} = 8.15 \text{ m}^3 \times 75\%$$

$$V_{\text{piedra}} = 6.11 \text{ m}^3$$

- Material selecto utilizado en la fundación del tanque.

$$D = 9.90 \text{ m}$$

$$h = 0.7 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi(9.90 \text{ m})}{4}$$

$$A = 7.77 \text{ m}^2$$

$$V = 7.77 \text{ m}^2(0.7\text{m})$$

$$V = 5.44\text{m}^3$$

### Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85\text{m}(1.15\text{m})(0.19\text{m})$$

$$V = 0.1857\text{m}^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.3714\text{m}^3$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15\text{m}(0.19\text{m})(4.86\text{m})$$

$$V = 0.1385\text{m}^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.2770\text{m}^3$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\emptyset 3/8$ ).

$$L = 4.86\text{m}(3) = 14.58\text{m}$$

$$\text{varillas} = 14.58\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.43\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.86\text{varillas} \approx 5\text{varillas}$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\emptyset 1/4$ )

$$\text{estribo} = 0.14\text{m}(3) + 0.05\text{m}$$

$$\text{estribo} = 0.47\text{m}$$

$$\text{varillas} = 0.47m \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.62\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 6 \text{ varillas}$

- Cálculos de ladrillo de barro.

$$\text{ladrillos horizontales} = \frac{4.86m}{0.28m} = 17.36 \text{ ladrillos}$$

Para dos cajas:  $\text{ladrillos totales} = 34.72 \text{ ladrillos} \approx 35 \text{ ladrillos}$

- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0337\text{m}^2(4.86\text{m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.1638$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.3276\text{m}^3$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\varnothing 3/8$ ).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$\text{varillas} = 14.58m \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.43\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.86\text{varillas} \approx 5\text{varillas}$

- Acero transversal de solera de coronación ( $\varnothing 1/4$ ).

$$\text{estribo} = 0.14m + 0.17m + 0.10m = 0.41m$$

$$\text{varillas} = 0.41 \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.28 \text{ varillas} \approx 3 \text{ varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.56 \text{ varillas} \approx 5 \text{ varillas}$

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.

$$A_t = 1.166 \text{ m}^2$$

$$V_t = 1.34 \text{ m}^3$$

Para 3 cajas:  $4.02 \text{ m}^3$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{\text{concreto}} = (0.25 \text{ m})(0.25 \text{ m})(0.12 \text{ m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0075 \text{ m}^3$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.015 \text{ m}^3$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  3/8).

$$\text{varillas} = 1.2 \text{ m}(8) = 9.6 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) = 1.6 \text{ varillas} \approx 2 \text{ varillas}$$

Para tres cajas:  $\text{varillas} = 4.8 \text{ varillas} \approx 5 \text{ varillas}$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  1/4).

$$\text{estribo} = 1.17 \text{ m}$$

$$\text{varillas} = 1.17 \text{ m} \left[ \frac{1.2 \text{ m}}{0.15 \text{ m}} + 1 \text{ varilla} \right] \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 1.755 \text{ varillas} \approx 2 \text{ varillas}$$



Para tres cajas: *varillas* =  $5.265 \text{ varillas} \approx 6 \text{ varillas}$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(4.87 \text{ m} + 0.60 \text{ m} + 0.80) \times 2 = 12.54 \text{ m}$

Anclajes de escalera:  $0.20 \text{ m} \times 6 = 1.2 \text{ m}$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $12.54 \text{ m} + 1.2 \text{ m} = 13.74 \text{ m}$

$$13.74 \times \left( \frac{1 \text{ tubo}}{6 \text{ m}} \right) = 2.29 \approx 3 \text{ tubos de } 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{4.87 \text{ m}}{0.38 \text{ m}} = 12.82 \approx 13 \text{ peldaños}$$

$$13 \times 0.50 \text{ m} = 6.5 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ tubo}}{6 \text{ m}} \right) = 2 \text{ tubo de } 1/2$$

- Placas de metal

6 placas de metal de  $0.14 \text{ m} \times 0.08 \text{ m} \times 0.006 \text{ m}$

12 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58 \text{ m} + 0.70 \text{ m} = 1.28 \text{ m} \times 2 \text{ respiraderos} = 2.56 \text{ m}$$

$$2.56 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ tubería}}{6 \text{ m}} \right) = 0.426 \approx 1 \text{ tubo de } 3"$$

Codos a  $90^\circ = 4 \text{ codos}$

Tubería de rebose: 1 de 8"

**Costo de materiales del tanque de almacenamiento "Pie de la Cuesta completo"**

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	380	bolsas	\$9.28	\$3,526.40
Arena	21.29	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$255.48
Grava	21.29	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$532.24
Agua	8786.84	lt	\$0.01	\$87.87
Piedra	12.15	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$303.75
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	13680	ladrillos	\$0.15	\$2,052.00
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	3.67	qq	\$38.00	\$139.46
Varilla #3	30.73	qq	\$38.00	\$1,167.74
Material selecto	5.63	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$140.75
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	3	c/u	\$110.00	\$330.00
Tubo hueco de acero 1/2"	2	c/u	\$89.00	\$178.00
Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	6	c/u	\$4.99	\$29.94
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	12	c/u	\$2.00	\$24.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	4	c/u	\$3.70	\$14.80
<b>Postes de concreto prefabricados</b>				
Esquineros	4	c/u	\$26.96	\$107.84
Centrales	52	c/u	\$19.26	\$1,001.52
Malla perimetral	100	ml	\$79.91	\$7,991.00
<b>Total</b>				<b>\$17,938.49</b>

Costo de Mano de obra				
Diámetros	Cantidad	Mano de obra	Unidad	Total
Limpieza del terreno	46.20	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,620.00
Trazo y nivelación	46.20	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,620.00
Excavación	9.24	\$3.00	m <sup>3</sup>	\$27.72
Colocación de losa inferior y superior	19.82	\$300.00	m <sup>3</sup>	\$5,946.00
Pegado de ladrillos	13680	\$0.14	c/u	\$1,915.20
Repello	208.67	\$1.75	m <sup>2</sup>	\$365.17
Afinado	208.67	\$0.84	m <sup>2</sup>	\$175.28
Canaleta	24.096	\$3.01	ml	\$72.53
Cajas de válvulas	2	\$18.85	c/u	\$37.70
Respiradero	2	\$3.29	c/u	\$6.58
Colocación de malla perimetral	250	\$25.00	m <sup>2</sup>	\$6,250.00
<b>Total</b>				<b>\$24,036.18</b>

### Tanque de almacenamiento "Estación de bombeo"

Volumen = 142 m<sup>3</sup>

Diámetro del tanque = 7.12 m

Altura del tanque = 3.56 m

Perímetro del tanque = 22.37 m

- Calculando cantidad de ladrillos.

$$V_{pared} = 22.30m^3$$

$$V_{ladrillo} = 0.002744m^3$$

$$cantidad\ de\ ladrillos = \frac{22.30m^3}{0.002744m^3} = 8127\ ladrillos$$

- Volumen de losa inferior.

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(3.56)^2 = 39.82m^2$$

$$A_2 = 0.294m^2$$

$$V_1 = A_1 h = 39.82m^2(0.15m) = 5.973 m^3$$

$$V_2 = A_2 p = 0.294m^2(22.37m) = 6.577m^3$$

$$V_{losa inferior} = 12.55m^3$$

- Base de mampostería de piedra.

$$A_1 = 0.0299m^2$$

$$A_2 = 30.38m^2$$

$$V_{total} = A_1 P + A_2 h$$

$$V_{total} = 0.0299m^2(22.37 m) + 30.38m^2(0.15m)$$

$$V_{total} = 5.22 m^3$$

$$V_{concreto} = 5.22m^3 25\% = 1.30m^3$$

$$V_{piedra} = 5.22m^3 75\% = 3.92m^3$$

- Losa superior.

$$A = 39.81m^2$$

$$V = 39.81m^2(0.125m) = 4.97m^3$$

- Viga de refuerzo para losa superior.

$$V_{concreto} = (0.35m)(0.2m)(22.37m)$$

$$V_{concreto} = 1.566m^3$$

### Acero del tanque.

- Acero longitudinal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{varilla} = 22.37m(4)$$

$$L_{varilla} = 89.48m$$

$$qq_{hierro} = 89.48m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.15qq$$

- Acero transversal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{estribo} = 0.31m(2) + 0.16m(2) + 0.05m$$

$$L_{estribo} = 1.00m$$

$$qq_{hierro} = 1.00m \left[ \frac{22.37m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.92 qq$$

- Acero de losa inferior.

$$D = 7.12m$$

$$\frac{7.12m}{0.15m} (2) = 94.93 varillas$$

- Acero de losa superior.

$$\frac{7.12m}{0.1m} (2) = 142.4 varillas$$

- Acero para bastones

$$\text{número de bastones} = \frac{\text{perímetro de tanque}}{0.3} = \frac{22.37 \text{ m}}{0.3}$$

$$\text{numero de bastones} = 74.57 \text{ bastones}$$

$$\text{qq de acero} = (74.57 \text{ bastones})(3.84 \text{ m}) \frac{(1 \text{ varillas})}{6 \text{ m}} \frac{(1 \text{ qq})}{13 \text{ varillas}} = 3.67 \text{ qq}$$

- Materiales del desagüe del tanque.

$$A = 0.297 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{total}} = 0.297 \text{ m}^2 (22.37 \text{ m})$$

$$V_{\text{total}} = 6.64 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{concreto}} = 6.64 \text{ m}^3 \times 25\%$$

$$V_{\text{concreto}} = 1.66 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{piedra}} = 6.64 \text{ m}^3 \times 75\%$$

$$V_{\text{piedra}} = 4.98 \text{ m}^3$$

- Material selecto utilizado en la fundación del tanque.

$$D = 8.28 \text{ m}$$

$$h = 0.7 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi(8.28 \text{ m})}{4}$$

$$A = 6.50 \text{ m}^2$$

$$V = 6.50 \text{ m}^2 (0.7 \text{ m})$$

$$V = 4.55 \text{ m}^3$$

### Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85m(1.15m)(0.19m)$$

$$V = 0.1857m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.3714m^3$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15m(0.19m)(4.86m)$$

$$V = 0.1385m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.2770m^3$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\phi$  1/4)

$$estribo = 0.14m(3) + 0.05m$$

$$estribo = 0.47m$$

$$varillas = 0.47m \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.62varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 6 varillas$

- Cálculos de ladrillo de barro.

$$\text{ladrillos horizontales} = \frac{4.86m}{0.28m} = 17.36 \text{ ladrillos}$$

Para dos cajas: *ladrillos totales* = 34.72 ladrillos  $\approx$  35 ladrillos

- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0337\text{m}^2(4.86m)$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.1638$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.3276\text{m}^3$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$\text{varillas} = 14.58m \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.43\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas: *varillas* = 4.86varillas  $\approx$  5varillas

- Acero transversal de solera de coronación ( $\phi$  1/4).

$$\text{estribo} = 0.14m + 0.17m + 0.10m = 0.41m$$

$$\text{varillas} = 0.41 \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.28 \text{ varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas: *varillas* = 4.56varillas  $\approx$  5varillas

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.



$$A_t = 1.166m^2$$

$$V_t = 1.34 m^3$$

Para 3 cajas:  $4.02 m^3$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{concreto} = (0.25m)(0.25m)(0.12m)$$

$$V_{concreto} = 0.0075m^3$$

Para dos cajas:  $V_{concreto} = 0.015m^3$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  3/8).

$$varillas = 1.2m(8) = 9.6m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) = 1.6varillas \approx 2varillas$$

Para tres cajas:  $varillas = 4.8varillas \approx 5varillas$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  1/4).

$$estribo = 1.17m$$

$$varillas = 1.17m \left[ \frac{1.2m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 1.755varillas \approx 2varillas$$

Para tres cajas:  $varillas = 5.265varillas \approx 6 varillas$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(3.56 m + 0.60 m + 0.80)m \times 2 = 9.92 m$

Anclajes de escalera:  $0.20m \times 6 = 1.2 m$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $9.92 m + 1.2 m = 11.12 m$

$$11.12 \times \left( \frac{1 \text{ tubo}}{6 m} \right) = 1.85 \approx 2 \text{ tubos de } 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{3.56m}{0.38m} = 9.36 \approx 10 \text{ peldaños}$$

$$10 \times 0.50 m = 5 m \left( \frac{1 \text{ tubo}}{6 m} \right) = 1 \text{ tubo de } 1/2$$

- Placas de metal

6 placas de metal de 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m

12 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58 m + 0.70 m = 1.28m \times 2 \text{ respiraderos} = 2.56m$$

$$2.56 m \left( \frac{1 \text{ tubería}}{6 m} \right) = 0.426 \approx 1 \text{ tubo de } 3"$$

Codos a 90° = 4 codos

Tubería de rebose: 1 de 8"

### Costo de materiales del tanque de almacenamiento "Estación de bombeo"

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	288	bolsas	\$9.28	\$2,672.64
Arena	16.14	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$193.74
Grava	16.14	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$403.62
Agua	6663.39	lt	\$0.01	\$66.63

Piedra	8.90	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$222.50
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	8162.00	ladrillos	\$0.15	\$1,224.30
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	3.23	qq	\$38.00	\$122.65
Varilla #3	24.22	qq	\$38.00	\$920.50
Material selecto	4.92	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$123.04
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	3	c/u	\$110.00	\$330.00
Tubo hueco de acero 1/2"	2	c/u	\$89.00	\$178.00
Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	6	c/u	\$4.99	\$29.94
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	12	c/u	\$2.00	\$24.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	4	c/u	\$3.70	\$14.80
<b>Total</b>				<b>\$6,582.06</b>
<b>Costo de Mano de obra</b>				
<b>Diámetros</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
Limpieza del terreno	39.82	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$3,982.00
Trazo y nivelación	39.82	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$3,982.00
Excavación	7.964	\$3.00	m <sup>3</sup>	\$23.89
Colocación de losa inferior y superior	17.5	\$300.00	m <sup>3</sup>	\$5,250.00
Pegado de ladrillos	8162	\$0.14	c/u	\$1,142.68
Repello	159.27	\$1.75	m <sup>2</sup>	\$278.72
Afinado	159.27	\$0.84	m <sup>2</sup>	\$133.79
Canaleta	22.37	\$3.01	ml	\$67.33
Cajas de válvulas	2	\$18.85	c/u	\$37.70
Respiradero	2	\$3.29	c/u	\$6.58
<b>Total</b>				<b>\$14,904.70</b>

### **Anexo 9. Memoria de cálculo de materiales, alternativa 3**

Extraer el agua desde el tanque ubicado en el caserío “La Pista” hasta una estación de bombeo por la carretera que va de Chapeltique hacia Guatajiagua y luego será bombeada al tanque “Pie de la Cuesta”

#### **Tanque de almacenamiento “Pie de la cuesta completo”**

Volumen =  $262 \text{ m}^3$

Diámetro del tanque =  $8.74 \text{ m}$

Altura del tanque =  $4.87 \text{ m}$

Perímetro del tanque =  $27.457 \text{ m}$

- Calculando cantidad de ladrillos.

$$V_{pared} = 37.44 \text{ m}^3$$

$$V_{ladrillo} = 0.002744 \text{ m}^3$$

$$cantidad \ de \ ladrillos = \frac{37.44 \text{ m}^3}{0.002744 \text{ m}^3} = 13645 \text{ ladrillos}$$

- Volumen de losa inferior.

$$A_1 = \pi r^2 = \pi (4.37 \text{ m})^2 = 59.99 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.294 \text{ m}^2$$

$$V_1 = A_1 h = 59.99 \text{ m}^2 (0.15 \text{ m}) = 8.998 \text{ m}^3$$

$$V_2 = A_2 p = 0.294 \text{ m}^2 (27.457 \text{ m}) = 8.072 \text{ m}^3$$

$$V_{losa \ inferior} = 17.07 \text{ m}^3$$

- Base de mampostería de piedra.

$$A_1 = 0.0299m^2$$

$$A_2 = 48.27m^2$$

$$V_{total} = A_1P + A_2h$$

$$V_{total} = 0.0299m^2(27.457 \text{ m}) + 48.27m^2(0.15m)$$

$$V_{total} = 8.06 \text{ m}^3$$

$$V_{concreto} = 8.06m^3 25\% = 2.02m^3$$

$$V_{piedra} = 8.06m^3 75\% = 6.04m^3$$

- Losa superior.

$$A = 59.99m^2$$

$$V = 59.99m^2(0.125m) = 7.50m^3$$

- Viga de refuerzo para losa superior.

$$V_{concreto} = (0.35m)(0.2m)(27.457 \text{ m})$$

$$V_{concreto} = 1.92m^3$$

### Acero del tanque.

- Acero longitudinal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{varilla} = 27.457 \text{ m}(4)$$

$$L_{varilla} = 109.83m$$

$$qq_{hierro} = 109.83m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.41qq$$

- Acero transversal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{estribo} = 0.31m(2) + 0.16m(2) + 0.05m$$

$$L_{estribo} = 1.00m$$

$$qq_{hierro} = 1.00m \left[ \frac{27.457 m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 2.36 qq$$

- Acero de losa inferior.

$$D = 8.74 m$$

$$\frac{8.74 m}{0.15m} (2) = 117 varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 9qq$$

- Acero de losa superior.

$$\frac{8.74 m}{0.1m} (2) = 175 varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 13.46qq$$

- Acero para bastones

$$\text{número de bastones} = \frac{\text{perimetro de tanque}}{0.3} = \frac{27.457 m}{0.3}$$

$$\text{numero de bastones} = 91.52 \text{ bastones}$$

$$qq \text{ de acero} = (91.52 \text{ bastones})(4.87 m) \frac{(1varillas)}{6 m} \frac{(1qq)}{13 varillas} = 5.71qq$$

- Materiales del desagüe del tanque.

$$A = 0.297m^2$$

$$V_{total} = 0.297m^2(27.457 m)$$

$$V_{total} = 8.15 m^3$$

$$V_{concreto} = 8.15 m^3 \times 25\%$$

$$V_{concreto} = 2.04 m^3$$

$$V_{piedra} = 8.15 m^3 \times 75\%$$

$$V_{piedra} = 6.11 m^3$$

- Material selecto utilizado en la fundación del tanque.

$$D = 9.90m$$

$$h = 0.7m$$

$$A = \frac{\pi(9.90m)}{4}$$

$$A = 7.77m^2$$

$$V = 7.77 m^2(0.7m)$$

$$V = 5.44m^3$$

#### **Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)**

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85m(1.15m)(0.19m)$$

$$V = 0.1857m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.3714m^3$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15m(0.19m)(4.86m)$$

$$V = 0.1385m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.2770m^3$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.3846qq$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\phi$  1/4)

$$estribo = 0.14m(3) + 0.05m$$

$$estribo = 0.47m$$

$$varillas = 0.47m \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.62varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 6 varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.4615qq$

- Cálculos de ladrillo de barro.

$$ladrillos horizontales = \frac{4.86m}{0.28m} = 17.36 ladrillos$$

Para dos cajas:  $ladrillos totales = 34.72 ladrillos \approx 35 ladrillos$



- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0337 \text{ m}^2 (4.86 \text{ m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.1638$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.3276 \text{ m}^3$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\emptyset 3/8$ ).

$$L = 4.86 \text{ m} (3) = 14.58 \text{ m}$$

$$\text{varillas} = 14.58 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.43 \text{ varillas} \approx 3 \text{ varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.86 \text{ varillas} \approx 5 \text{ varillas} \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right) = 0.3846 \text{ qq}$

- Acero transversal de solera de coronación ( $\emptyset 1/4$ ).

$$\text{estribo} = 0.14 \text{ m} + 0.17 \text{ m} + 0.10 \text{ m} = 0.41 \text{ m}$$

$$\text{varillas} = 0.41 \left[ \frac{4.86 \text{ m}}{0.15 \text{ m}} + 1 \text{ varilla} \right] \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.28 \text{ varillas} \approx 3 \text{ varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.56 \text{ varillas} \approx 5 \text{ varillas} \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right) = 0.3846 \text{ qq}$

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.

$$A_t = 1.166 \text{ m}^2$$

$$V_t = 1.34 \text{ m}^3$$

Para 3 cajas:  $4.02 \text{ m}^3$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{concreto} = (0.25m)(0.25m)(0.12m)$$

$$V_{concreto} = 0.0075m^3$$

Para dos cajas:  $V_{concreto} = 0.015m^3$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\varnothing 3/8$ ).

$$varillas = 1.2m(8) = 9.6m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) = 1.6varillas \approx 2varillas$$

Para tres cajas:  $varillas = 4.8varillas \approx 5varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.3846qq$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\varnothing 1/4$ ).

$$estribo = 1.17m$$

$$varillas = 1.17m \left[ \frac{1.2m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 1.755varillas \approx 2varillas$$

Para tres cajas:  $varillas = 5.265varillas \approx 6varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.4615qq$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(4.87m + 0.60m + 0.80m) \times 2 = 12.54m$

Anclajes de escalera:  $0.20m \times 6 = 1.2m$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $12.54m + 1.2m = 13.74m$

$$13.74 \times \left(\frac{1 \text{ tubo}}{6 \text{ m}}\right) = 2.29 \approx 3 \text{ tubos de } 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{4.87 \text{ m}}{0.38 \text{ m}} = 12.82 \approx 13 \text{ peldaños}$$

$$13 \times 0.50 \text{ m} = 6.5 \text{ m} \left(\frac{1 \text{ tubo}}{6 \text{ m}}\right) = 2 \text{ tubo de } 1/2$$

- Placas de metal

6 placas de metal de 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m

12 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58 \text{ m} + 0.70 \text{ m} = 1.28 \text{ m} \times 2 \text{ respiraderos} = 2.56 \text{ m}$$

$$2.56 \text{ m} \left(\frac{1 \text{ tubería}}{6 \text{ m}}\right) = 0.426 \approx 1 \text{ tubería de } 3"$$

Codos a 90° de 3" = 4 codos

Tubería de rebose: 1 de 8"

### Costo de materiales del tanque de almacenamiento "Pie de la Cuesta completo"

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	380	bolsas	\$9.28	\$3,526.40
Arena	21.29	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$255.48
Grava	21.29	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$532.24
Agua	8786.84	lt	\$0.01	\$87.87
Piedra	12.15	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$303.75
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	13680	ladrillos	\$0.15	\$2,052.00
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	3.67	qq	\$38.00	\$139.46

Varilla #3	30.73	qq	\$38.00	\$1,167.74
Material selecto	5.63	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$140.75
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	3	c/u	\$110.00	\$330.00
Tubo hueco de acero 1/2"	2	c/u	\$89.00	\$178.00
Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	6	c/u	\$4.99	\$29.94
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	12	c/u	\$2.00	\$24.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	4	c/u	\$3.70	\$14.80
<b>Postes de concreto prefabricados</b>				
Esquineros	4	c/u	\$26.96	\$107.84
Centrales	52	c/u	\$19.26	\$1,001.52
Malla perimetral	100	ml	\$79.91	\$7,991.00
<b>Total</b>				<b>\$17,938.49</b>

<b>Costo de Mano de obra</b>				
<b>Diámetros</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
Limpieza del terreno	46.20	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,620.00
Trazo y nivelación	46.20	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,620.00
Excavación	9.24	\$3.00	m <sup>3</sup>	\$27.72
Colocación de losa inferior y superior	19.82	\$300.00	m <sup>3</sup>	\$5,946.00
Pegado de ladrillos	13680	\$0.14	c/u	\$1,915.20
Repello	208.67	\$1.75	m <sup>2</sup>	\$365.17
Afinado	208.67	\$0.84	m <sup>2</sup>	\$175.28
Canaleta	24.096	\$3.01	ml	\$72.53
Cajas de válvulas	2	\$18.85	c/u	\$37.70
Respiradero	2	\$3.29	c/u	\$6.58
Colocación de malla perimetral	250	\$25.00	m <sup>2</sup>	\$6,250.00
<b>Total</b>				<b>\$ 24,036.18</b>

### Tanque de almacenamiento “Estación de bombeo”

$$\text{Volumen} = 142 \text{ m}^3$$

$$\text{Diámetro del tanque} = 7.12 \text{ m}$$

$$\text{Altura del tanque} = 3.56 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro del tanque} = 22.37 \text{ m}$$

- Calculando cantidad de ladrillos.

$$V_{\text{pared}} = 22.30 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{ladrillo}} = 0.002744 \text{ m}^3$$

$$\text{cantidad de ladrillos} = \frac{22.30 \text{ m}^3}{0.002744 \text{ m}^3} = 8127 \text{ ladrillos}$$

- Volumen de losa inferior.

$$A_1 = \pi r^2 = \pi (3.56)^2 = 39.82 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.294 \text{ m}^2$$

$$V_1 = A_1 h = 39.82 \text{ m}^2 (0.15 \text{ m}) = 5.973 \text{ m}^3$$

$$V_2 = A_2 p = 0.294 \text{ m}^2 (22.37 \text{ m}) = 6.577 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{losa inferior}} = 12.55 \text{ m}^3$$

- Base de mampostería de piedra.

$$A_1 = 0.0299 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 30.38 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{total}} = A_1 P + A_2 h$$

$$V_{\text{total}} = 0.0299 \text{ m}^2 (22.37 \text{ m}) + 30.38 \text{ m}^2 (0.15 \text{ m})$$

$$V_{total} = 5.22 m^3$$

$$V_{concreto} = 5.22m^3 \cdot 25\% = 1.30m^3$$

$$V_{piedra} = 5.22m^3 \cdot 75\% = 3.92m^3$$

- Losa superior.

$$A = 39.81m^2$$

$$V = 39.81m^2(0.125m) = 4.97m^3$$

- Viga de refuerzo para losa superior.

$$V_{concreto} = (0.35m)(0.2m)(22.37m)$$

$$V_{concreto} = 1.566m^3$$

#### Acero del tanque.

- Acero longitudinal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{varilla} = 22.37m(4)$$

$$L_{varilla} = 89.48m$$

$$qq_{hierro} = 89.48m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.15qq$$

- Acero transversal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{estribo} = 0.31m(2) + 0.16m(2) + 0.05m$$

$$L_{estribo} = 1.00m$$

$$qq_{hierro} = 1.00m \left[ \frac{22.37m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.92 qq$$

- Acero de losa inferior.

$$D = 7.12m$$

$$\frac{7.12m}{0.15m} (2) = 94.93 \text{ varillas} \frac{(1qq)}{13 \text{ varillas}} = 7.30qq$$

- Acero de losa superior.

$$\frac{7.12m}{0.1m} (2) = 142.4 \text{ varillas} \frac{(1qq)}{13 \text{ varillas}} = 10.95qq$$

- Acero para bastones

$$\text{número de bastones} = \frac{\text{perímetro de tanque}}{0.3} = \frac{22.37 m}{0.3}$$

$$\text{numero de bastones} = 74.57 \text{ bastones}$$

$$qq \text{ de acero} = (74.57 \text{ bastones})(3.84 m) \frac{(1 \text{ varillas})}{6 m} \frac{(1qq)}{13 \text{ varillas}} = 3.67qq$$

- Materiales del desagüe del tanque.

$$A = 0.297m^2$$

$$V_{total} = 0.297m^2(22.37m)$$

$$V_{total} = 6.64 m^3$$

$$V_{concreto} = 6.64 m^3 \times 25\%$$

$$V_{concreto} = 1.66 m^3$$

$$V_{piedra} = 6.64 m^3 \times 75\%$$

$$V_{piedra} = 4.98 m^3$$

- Material selecto utilizado en la fundación del tanque.

$$D = 8.28m$$

$$h = 0.7m$$

$$A = \frac{\pi(8.28m)}{4}$$

$$A = 6.50m^2$$

$$V = 6.50m^2(0.7m)$$

$$V = 4.55m^3$$

#### Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85m(1.15m)(0.19m)$$

$$V = 0.1857m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.3714m^3$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15m(0.19m)(4.86m)$$

$$V = 0.1385m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.2770m^3$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$



$$\text{varillas} = 2.43\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.86\text{varillas} \approx 5\text{varillas} \left(\frac{1\text{qq}}{13\text{ varillas}}\right) = 0.3846\text{qq}$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\phi$  1/4)

$$\text{estribo} = 0.14\text{m}(3) + 0.05\text{m}$$

$$\text{estribo} = 0.47\text{m}$$

$$\text{varillas} = 0.47\text{m} \left[ \frac{4.86\text{m}}{0.15\text{m}} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.62\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 6\text{ varillas} \left(\frac{1\text{qq}}{13\text{ varillas}}\right) = 0.4615\text{qq}$

- Cálculos de ladrillo de barro.

$$\text{ladrillos horizontales} = \frac{4.86\text{m}}{0.28\text{m}} = 17.36\text{ ladrillos}$$

Para dos cajas:  $\text{ladrillos totales} = 34.72\text{ ladrillos} \approx 35\text{ ladrillos}$

- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337\text{ m}^2$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0337\text{m}^2(4.86\text{m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.1638$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.3276\text{m}^3$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86\text{m}(3) = 14.58\text{m}$$

$$\text{varillas} = 14.58\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.43\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.86\text{varillas} \approx 5\text{varillas} \left(\frac{1\text{qq}}{13\text{ varillas}}\right) = 0.3846\text{qq}$

- Acero transversal de solera de coronación ( $\emptyset 1/4$ ).

$$\text{estribo} = 0.14\text{m} + 0.17\text{m} + 0.10\text{m} = 0.41\text{m}$$

$$\text{varillas} = 0.41 \left[ \frac{4.86\text{m}}{0.15\text{m}} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.28\text{ varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.56\text{varillas} \approx 5\text{varillas} \left(\frac{1\text{qq}}{13\text{ varillas}}\right) = 0.3846\text{qq}$

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.

$$A_t = 1.166\text{m}^2$$

$$V_t = 1.34\text{ m}^3$$

Para 3 cajas:  $4.02\text{ m}^3$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{\text{concreto}} = (0.25\text{m})(0.25\text{m})(0.12\text{m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0075\text{m}^3$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.015\text{m}^3$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\emptyset 3/8$ ).

$$\text{varillas} = 1.2\text{m}(8) = 9.6\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right) = 1.6\text{varillas} \approx 2\text{varillas}$$

Para tres cajas:  $varillas = 4.8varillas \approx 5varillas \left(\frac{1qq}{13 varillas}\right) = 0.3846qq$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\phi$  1/4).

$$estribo = 1.17m$$

$$varillas = 1.17m \left[ \frac{1.2m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 1.755varillas \approx 2varillas$$

Para tres cajas:  $varillas = 5.265varillas \approx 6 varillas \left(\frac{1qq}{13 varillas}\right) = 0.4615qq$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(3.56 m + 0.60 m + 0.80) \times 2 = 9.92 m$

Anclajes de escalera:  $0.20m \times 6 = 1.2 m$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $9.92 m + 1.2 m = 11.12 m$

$$11.12 \times \left( \frac{1tubo}{6 m} \right) = 1.85 \approx 2 tubos de 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{3.56m}{0.38m} = 9.36 \approx 10 peldaños$$

$$10 \times 0.50 m = 5 m \left( \frac{1tubo}{6 m} \right) = 1tubo de 1/2$$

- Placas de metal

6 placas de metal de 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m

12 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58 m + 0.70 m = 1.28m \times 2 respiraderos = 2.56m$$

$$2.56 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ tubería}}{6 \text{ m}} \right) = 0.426 \approx 1 \text{ tubo de 3"}$$

Codos a 90° = 4 codos

Tubería de rebose: 1 de 8"

### Costo de materiales del tanque de almacenamiento "estación de bombeo"

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	288	bolsas	\$9.28	\$2,672.64
Arena	16.14	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$193.74
Grava	16.14	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$403.62
Agua	6663.39	lt	\$0.01	\$66.63
Piedra	8.90	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$222.50
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	8162.00	ladrillos	\$0.15	\$1,224.30
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	3.23	qq	\$38.00	\$122.65
Varilla #3	24.22	qq	\$38.00	\$920.50
Material selecto	4.92	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$123.04
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	3	c/u	\$110.00	\$330.00
Tubo hueco de acero 1/2"	2	c/u	\$89.00	\$178.00
Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	6	c/u	\$4.99	\$29.94
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	12	c/u	\$2.00	\$24.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	4	c/u	\$3.70	\$14.80
<b>Total</b>				<b>\$6,582.06</b>

Costo de Mano de obra				
Diámetros	Cantidad	Mano de obra	Unidad	Total
Limpieza del terreno	39.82	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$3,982.00
Trazo y nivelación	39.82	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$3,982.00
Excavación	7.964	\$3.00	m <sup>3</sup>	\$23.89
Colocación de losa inferior y superior	17.5	\$300.00	m <sup>3</sup>	\$5,250.00
Pegado de ladrillos	8162	\$0.14	c/u	\$1,142.68
Repello	159.27	\$1.75	m <sup>2</sup>	\$278.72
Afinado	159.27	\$0.84	m <sup>2</sup>	\$133.79
Canaleta	22.37	\$3.01	ml	\$67.33
Cajas de válvulas	2	\$18.85	c/u	\$37.70
Respiradero	2	\$3.29	c/u	\$6.58
<b>Total</b>				<b>\$14,904.70</b>

### Tanque de almacenamiento "La Pista"

Volumen = 193 m<sup>3</sup>

Diámetro del tanque = 7.89 m

Altura del tanque = 4.44 m

Perímetro del tanque = 24.787 m

- Calculando cantidad de ladrillos.

$$V_{pared} = 30.82m^3$$

$$V_{ladrillo} = 0.002744m^3$$

$$cantidad\ de\ ladrillos = \frac{30.82m^3}{0.002744m^3} = 11232\ ladrillos$$

- Volumen de losa inferior.

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(3.945)^2 = 48.89m^2$$

$$A_2 = 0.294m^2$$

$$V_1 = A_1h = 48.89m^2(0.15m) = 7.334 m^3$$

$$V_2 = A_2p = 0.294m^2(24.787 m) = 7.287m^3$$

$$V_{losa inferior} = 14.62m^3$$

- Base de mampostería de piedra.

$$A_1 = 0.0299m^2$$

$$A_2 = 43.47m^2$$

$$V_{total} = A_1P + A_2h$$

$$V_{total} = 0.0299m^2(24.787 m) + 43.47m^2(0.15m)$$

$$V_{total} = 7.26 m^3$$

$$V_{concreto} = 7.26m^3 25\% = 1.82m^3$$

$$V_{piedra} = 7.26m^3 75\% = 5.44m^3$$

- Losa superior.

$$A = 48.89m^2$$

$$V = 48.89m^2(0.125m) = 6.11m^3$$

- Viga de refuerzo para losa superior.

$$V_{concreto} = (0.35m)(0.2m)(24.787 m)$$

$$V_{concreto} = 1.735m^3$$

### Acero del tanque.

- Acero longitudinal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{varilla} = 24.787 \text{ m}(4)$$

$$L_{varilla} = 99.15 \text{ m}$$

$$qq_{hierro} = 99.15 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.27 \text{ qq}$$

- Acero transversal de viga de refuerzo para losa superior.

$$L_{estribo} = 0.31 \text{ m}(2) + 0.16 \text{ m}(2) + 0.05 \text{ m}$$

$$L_{estribo} = 1.00 \text{ m}$$

$$qq_{hierro} = 1.00 \text{ m} \left[ \frac{24.787 \text{ m}}{0.15 \text{ m}} + 1 \text{ estribo} \right] \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right)$$

$$qq_{hierro} = 2.13 \text{ qq}$$

- Acero de losa inferior.

$$D = 7.89 \text{ m}$$

$$\frac{7.89 \text{ m}}{0.15 \text{ m}} (2) = 106 \text{ varillas} \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right) = 8.15 \text{ qq}$$

- Acero de losa superior.

$$\frac{7.89 \text{ m}}{0.1 \text{ m}} (2) = 158 \text{ varillas} \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right) = 12.15 \text{ qq}$$

- Acero para bastones

$$\text{número de bastones} = \frac{\text{perímetro de tanque}}{0.3} = \frac{24.787 \text{ m}}{0.3}$$

$$\text{numero de bastones} = 82.62 \text{ bastones}$$

$$\text{qq de acero} = (82.62 \text{ bastones})(3.84 \text{ m}) \frac{(1 \text{ varillas})}{6 \text{ m}} \frac{(1 \text{ qq})}{13 \text{ varillas}} = 4.07 \text{ qq}$$

- Materiales del desagüe del tanque.

$$A = 0.297 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{total}} = 0.297 \text{ m}^2 (24.787 \text{ m})$$

$$V_{\text{total}} = 7.36 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{concreto}} = 7.36 \text{ m}^3 \times 25\%$$

$$V_{\text{concreto}} = 1.84 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{piedra}} = 7.36 \text{ m}^3 \times 75\%$$

$$V_{\text{piedra}} = 5.52 \text{ m}^3$$

- Material selecto utilizado en la fundación del tanque.

$$D = 9.05 \text{ m}$$

$$h = 0.7 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi(9.05 \text{ m})}{4}$$

$$A = 7.11 \text{ m}^2$$

$$V = 7.11 \text{ m}^2 (0.7 \text{ m})$$

$$V = 4.98 \text{ m}^3$$



### Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85m(1.15m)(0.19m)$$

$$V = 0.1857m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.3714m^3$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15m(0.19m)(4.86m)$$

$$V = 0.1385m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.2770m^3$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\varnothing 3/8$ ).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.3846qq$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\varnothing 1/4$ )

$$estribo = 0.14m(3) + 0.05m$$

$$estribo = 0.47m$$

$$varillas = 0.47m \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.62varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 6 varillas \left( \frac{1qq}{13 varillas} \right) = 0.4615qq$

Cálculos de ladrillo de barro.

$$ladrillos horizontales = \frac{4.86m}{0.28m} = 17.36 ladrillos$$

Para dos cajas:  $ladrillos totales = 34.72 ladrillos \approx 35 ladrillos$

- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337 m^2$$

$$V_{concreto} = 0.0337m^2(4.86m)$$

$$V_{concreto} = 0.1638$$

Para dos cajas:  $V_{concreto} = 0.3276m^3$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas \left( \frac{1qq}{13 varillas} \right) = 0.3846qq$

- Acero transversal de solera de coronación ( $\phi$  1/4).

$$estribo = 0.14m + 0.17m + 0.10m = 0.41m$$

$$varillas = 0.41 \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.28 \text{ varillas} \approx 3 \text{ varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.56 \text{ varillas} \approx 5 \text{ varillas} \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right) = 0.3846 \text{ qq}$

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.

$$A_t = 1.166 \text{ m}^2$$

$$V_t = 1.34 \text{ m}^3$$

Para 3 cajas:  $4.02 \text{ m}^3$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{\text{concreto}} = (0.25 \text{ m})(0.25 \text{ m})(0.12 \text{ m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0075 \text{ m}^3$$

Para dos cajas:  $V_{\text{concreto}} = 0.015 \text{ m}^3$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\varnothing 3/8$ ).

$$\text{varillas} = 1.2 \text{ m}(8) = 9.6 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) = 1.6 \text{ varillas} \approx 2 \text{ varillas}$$

Para tres cajas:  $\text{varillas} = 4.8 \text{ varillas} \approx 5 \text{ varillas} \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right) = 0.3846 \text{ qq}$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\varnothing 1/4$ ).

$$\text{estribo} = 1.17 \text{ m}$$

$$\text{varillas} = 1.17 \text{ m} \left[ \frac{1.2 \text{ m}}{0.15 \text{ m}} + 1 \text{ varilla} \right] \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 1.755 \text{ varillas} \approx 2 \text{ varillas}$$

Para tres cajas:  $varillas = 5.265 varillas \approx 6 varillas \left( \frac{1qq}{13 varillas} \right) = 0.4615qq$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(4.44 m + 0.60 m + 0.80)m \times 2 = 11.68 m$

Anclajes de escalera:  $0.20m \times 6 = 1.2 m$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $11.68 m + 1.2 m = 12.88 m$

$$12.88 m \times \left( \frac{1 tubo}{6 m} \right) = 2.14 \approx 3 tubos de 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{4.44m}{0.38m} = 11.68 \approx 12 peldaños$$

$$12 \times 0.50 m = 6 m \left( \frac{1 tubo}{6 m} \right) = 1 tubo de 1/2$$

- Placas de metal

6 placas de metal de 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m

12 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58 m + 0.70 m = 1.28m \times 2 respiraderos = 2.56m$$

$$2.56 m \left( \frac{1 tubería}{6 m} \right) = 0.426 \approx 1 tubo de 3"$$

Codos a 90° = 4 codos

Tubería de rebose: 1 de 8"

**Costo de materiales del tanque de almacenamiento “La Pista”**

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	332	bolsas	\$9.28	\$3,080.96
Arena	18.61	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$223.35
Grava	18.61	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$465.31
Agua	7681.92	lt	\$0.01	\$76.82
Piedra	10.96	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$274.00
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	11267	ladrillos	\$0.15	\$1,690.05
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	3.44	qq	\$38.00	\$130.63
Varilla #3	26.79	qq	\$38.00	\$1,018.16
Material selecto	5.35	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$133.79
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	3	c/u	\$110.00	\$330.00
Tubo hueco de acero 1/2"	2	c/u	\$89.00	\$178.00
Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	6	c/u	\$4.99	\$29.94
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	12	c/u	\$2.00	\$24.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	4	c/u	\$3.70	\$14.80
<b>Postes de concreto prefabricados</b>				
Esquineros	4	c/u	\$26.96	\$107.84
Centrales	52	c/u	\$19.26	\$1,001.52
Malla perimetral	100	ml	\$79.91	\$7,991.00
<b>Total</b>				<b>\$16,825.87</b>

Costo de Mano de obra				
Diámetros	Cantidad	Mano de obra	Unidad	Total
Limpieza del terreno	48.89	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,889.00
Trazo y nivelación	48.89	\$100.00	m <sup>2</sup>	\$4,889.00
Excavación	9.778	\$3.00	m <sup>3</sup>	\$29.33
Colocación de losa inferior y superior	20.73	\$300.00	m <sup>3</sup>	\$6,219.00
Pegado de ladrillos	11267	\$0.14	c/u	\$1,577.38
Repello	220.10	\$1.75	m <sup>2</sup>	\$385.18
Afinado	220.10	\$0.84	m <sup>2</sup>	\$184.88
Canaleta	24.78	\$3.01	ml	\$74.59
Cajas de válvulas	2	\$18.85	c/u	\$37.70
Respiradero	2	\$3.29	c/u	\$6.58
Colocación de malla perimetral	250	\$25.00	m <sup>2</sup>	\$6,250.00
<b>Total</b>				<b>\$ 24,542.64</b>

## Anexo 10. Memoria de cálculo de materiales, estación de bombeo

### Zapatas

- Calculando volumen de concreto

$$V_{zapata} = 0.0625m^3$$

$$Cemento = 0.0625 \times 9.8 \times 1.1 = 0.6737 \approx 1 \text{ bolsa} \times 6 = 6 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 0.0625 \times 0.55 \times 1.1 = 0.0378 m^3 \times 6 = 0.2268 m^3$$

$$Grava = 0.0625 \times 0.55 \times 1.1 = 0.0378 m^3 \times 6 = 0.2268 m^3$$

$$Agua = 0.0625 \times 227 \times 1.1 = 15.60 \text{ lts} \times 6 = 93.6 \text{ lts}$$

### Acero de zapata

- Acero longitudinal.

$$L_{varilla} = 0.5 \text{ m}(6)$$

$$L_{varilla} = 3 \text{ m}$$

$$qq_{hierro} = 3 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.0385 \text{ qq}$$

Para 6 zapatas: 0.231 qq

### Solera de fundación

- Calculando volumen de concreto

$$V_{solera} = 1.05 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 1.05 \times 9.8 \times 1.1 = 11.32 \approx 12 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena} = 1.05 \times 0.55 \times 1.1 = 0.6352 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = 1.05 \times 0.55 \times 1.1 = 0.6352 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 1.05 \times 227 \times 1.1 = 262.18 \text{ lts}$$

### Acero de solera de fundación

- Acero longitudinal.

$$L_{varilla} = 17.50 \text{ m}(4)$$

$$L_{varilla} = 70 \text{ m}$$

$$qq_{hierro} = 70m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.8974qq$$

- Acero transversal.

$$L_{estribo} = 0.65 m + 0.05 m$$

$$L_{estribo} = 0.70 m$$

$$qq_{hierro} = 0.70m \left[ \frac{17.50m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.056 qq$$

- Material selecto utilizado en la fundación

$$A = 0.35 m \times 0.15 m$$

$$A = 0.0525m^2$$

$$V = 0.0525m^2(17.50m)$$

$$V = 0.9187m^3$$

### Columnas

- Calculando volumen de concreto

$$V_{columnas} = 0.0675m^3$$

$$Cemento = 0.0675 \times 9.8 \times 1.1 = 0.7276 \approx 1 bolsa \times 6 = 6 bolsas$$

$$Arena = 0.0675 \times 0.55 \times 1.1 = 0.0408 m^3 \times 6 = 0.2448 m^3$$

$$Grava = 0.0675 \times 0.55 \times 1.1 = 0.0408 m^3 \times 6 = 0.2448 m^3$$

$$Agua = 0.0675 \times 227 \times 1.1 = 16.85 lts \times 6 = 101.1 lts$$



### Acero de columnas

- Acero longitudinal.

$$L_{varilla} = 3 \text{ m}(4)$$

$$L_{varilla} = 12 \text{ m}$$

$$qq_{hierro} = 12\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right) \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.1538 \text{ qq}$$

- Acero transversal.

$$L_{estribo} = 0.1 \text{ m}(4) + 0.05 \text{ m}$$

$$L_{estribo} = 0.45 \text{ m}$$

$$qq_{hierro} = 0.45\text{m} \left[ \frac{3\text{m}}{0.15\text{m}} + 1\text{estribo} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right) \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.1212 \text{ qq}$$

### Pared

- Calculando cantidad de bloques.

$$V_{pared} = 3.3468\text{m}^3$$

$$V_{bloque} = 0.012\text{m}^3$$

$$\text{cantidad de ladrillos} = \frac{3.3468\text{m}^3}{0.012\text{m}^3} = 279 \text{ bloques}$$

- Pegamento para bloques.

$$V_{mezcla} = 0.09\text{m}^3$$

$$\text{Cemento} = 0.09 \times 7 \times 1.1 = 0.693 \approx 1 \text{ bolsa}$$

$$\text{Arena} = 0.09 \times 1.2 \times 1.1 = 0.1188 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.09 \times 210 \times 1.1 = 20.79 \text{ lts}$$

- Pared repellada.

$$V_{\text{mezcla}} = 3.3468 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 3.3468 \times 8.1 \times 1.1 = 29.82 \approx 30 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena} = 3.3468 \times 1.17 \times 1.1 = 4.30 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 3.3468 \times 220 \times 1.1 = 809.92 \text{ lts}$$

- Pared afinada.

$$V_{\text{mezcla}} = 3.3468 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 3.3468 \times 16.6 \times 1.1 = 61.11 \approx 61 \text{ bolsa}$$

$$\text{Arena} = 3.3468 \times 0.93 \times 1.1 = 3.42 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 3.3468 \times 300 \times 1.1 = 1104.44 \text{ lts}$$

- Bastones #3

$$L_{\text{varilla}} = 3\text{m}(70)$$

$$L_{\text{varilla}} = 210\text{m}$$

$$qq_{\text{hierro}} = 210\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right) \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right)$$

$$qq_{\text{hierro}} = 2.69\text{qq}$$

### Solera intermedia y de coronamiento

- Calculando volumen de concreto

$$V_{sol} = 1.05m^3$$

$$Cemento = 1.05 \times 9.8 \times 1.1 = 11.319 \approx 12 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 1.05 \times 0.55 \times 1.1 = 0.6352 m^3$$

$$Grava = 1.05 \times 0.55 \times 1.1 = 0.6352 m^3$$

$$Agua = 1.05 \times 227 \times 1.1 = 262.18 \text{ lts}$$

- Acero longitudinal.

$$L_{varilla} = 17.50m(4)$$

$$L_{varilla} = 70m$$

$$qq_{hierro} = 70m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.8974qq$$

- Acero transversal.

$$L_{estribo} = 0.25m(2) + 0.05m(4)$$

$$L_{estribo} = 0.7m$$

$$qq_{hierro} = 0.7m \left[ \frac{17.50m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 1.05 qq$$

### Estructura de techo

- Polín C

$$L_{polin} = \frac{3.50m}{0.75m} = 4.67 \approx 5 \text{ polines}$$

- Acero transversal #3".

$$L_{varilla} = \frac{3.58m}{0.75m} = 4.77 \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.3669qq$$

### Cubierta de techo

- Lámina Zinc Alum

$$\#láminas = \frac{3.5m}{0.85m} = 4.11 \approx 5 \text{ láminas}$$

- Tornillos para láminas

$$\#tornillos = \frac{3.58m}{0.40m} = 8.95 \times 5 = 45 \text{ tornillos}$$

### Cerámica

$$\#cerámica = \frac{12.25m^2}{0.1089m^2} = 112.48 \approx 113 \text{ ladrillos de cerámica}$$

Costo de materiales				
Detalles	Cantidad	Unidad	Precio uni.	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	128	bolsas	\$9.28	\$1,187.84
Arena	9.58	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$114.97
Grava	1.74	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$43.55
Agua	2654.21	lt	\$ 0.01	\$26.54
Bloque de concreto de 0.40 x 0.20 x 0.15	279	c/u	\$0.28	\$78.12
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	2.23	qq	\$38.00	\$84.63
Varilla #3	5.24	qq	\$38.00	\$198.99
Material selecto	0.9187	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$22.97
<b>Cubierta y estructura de techo</b>				

Polín C	5	c/u	\$ 10.80	\$54.00
Lamina Zinc Alum	5	c/u	\$22.60	\$113.00
Tornillos para lámina	45	c/u	\$0.02	\$0.90
Cerámica	113	c/u	\$1.00	\$113.00
Puertas y ventanas	4	c/u	\$100.00	\$400.00
<b>Postes de concreto prefabricados</b>				
Esquineros	4	c/u	\$26.96	\$107.84
Centrales	52	c/u	\$19.26	\$1,001.52
Malla perimetral	100	ml	\$79.91	\$7,991.00
<b>Total</b>				<b>\$11,538.87</b>
<b>Costo de Mano de obra</b>				
<b>Detalles</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
Soleras	17.50	\$0.90	ml	\$15.75
Columnas	18	\$0.62	ml	11.16
Pegado de bloque con bastones	279	\$0.19	c/u	\$53.01
Repello	63	\$1.14	m <sup>2</sup>	71.82
Afinado	63	\$1.64	m <sup>2</sup>	\$103.32
Techos	3.50	\$.92	ml	3.22
Pisos	12.25	\$6.14	m <sup>2</sup>	75.22
Puertas y ventanas	4	\$9.80	c/u	39.20
Colocación de postes	56	\$15.00	c/u	840.00
Colocación de malla perimetral	200	\$25.00	m <sup>2</sup>	5,000.00
<b>Total</b>				<b>\$6,212.70</b>

### Pasos aéreos tramo tanque - parte 2 de la red de distribución

#### Columnas

- Calculando volumen de concreto para 2 columnas

$$V_{columnas} = 0.54m^3$$

$$Cemento = 0.54 \times 9.8 \times 1.1 = 5.8212 \approx 6 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 0.54 \times 0.55 \times 1.1 = 0.3267 m^3$$

$$\text{Grava} = 0.54 \times 0.55 \times 1.1 = 0.3267 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.54 \times 227 \times 1.1 = 134.84 \text{ lts}$$

- Acero longitudinal de 1/2"

$$L_{\text{varilla}} = 3.5 \text{ m}(4)$$

$$L_{\text{varilla}} = 14 \text{ m}$$

$$qq_{\text{hierro}} = 14\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right) \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right)$$

$$qq_{\text{hierro}} = 0.1795 \text{ qq}$$

Para 2 columnas: 0.359qq

- Acero transversal de 3/8".

$$L_{\text{estribo}} = 0.25 \text{ m}(4) + 0.10 \text{ m}$$

$$L_{\text{estribo}} = 1.1 \text{ m}$$

$$qq_{\text{hierro}} = 1.1\text{m} \left[ \frac{3.5\text{m}}{0.10\text{m}} + 1\text{estribo} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right) \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right)$$

$$qq_{\text{hierro}} = 0.5076 \text{ qq}$$

Para 2 columnas: 1.0152qq

### Zapatas

- Calculando volumen de concreto para 2 zapatas.

$$V_{\text{zapata}} = 2.25\text{m}^3$$

$$\text{Cemento} = 2.25 \times 9.8 \times 1.1 = 24.25 \approx 25 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena} = 2.25 \times 0.55 \times 1.1 = 1.36 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = 2.25 \times 0.55 \times 1.1 = 1.36 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 2.25 \times 227 \times 1.1 = 561.82 \text{ lts}$$

### Acero de zapata

- Acero longitudinal de 1/2" a ambos lados

$$L_{\text{varilla}} = 1.5 \text{ m}(14)$$

$$L_{\text{varilla}} = 21 \text{ m}$$

$$qq_{\text{hierro}} = 21 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ qq}}{13 \text{ varillas}} \right)$$

$$qq_{\text{hierro}} = 0.2692 \text{ qq}$$

Para 2 zapatas: 0.5384 qq

### Cable principal de 1/2"

La longitud de los cables se calculó por medio de una hoja de cálculo y dio como resultado una longitud total de 42 m.

### Péndolas de 3/8"

La longitud de los cables se calculó por medio de una hoja de cálculo y dio como resultado una longitud total de 57 m.

Medidas	Cantidad
0.70	2
0.80	4
1.10	4
1.53	4
2.17	4

### Cámara de anclaje

- Calculando volumen de concreto para 2 cámaras de anclaje.

$$V_{\text{zapata}} = 0.125 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 0.125 \times 7.3 \times 1.1 = 1.003 \approx 1 \text{ bolsa}$$

$$\text{Arena} = 0.125 \times 0.41 \times 1.1 = 0.0564 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = 0.125 \times 0.82 \times 1.1 = 0.1127 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.125 \times 211 \times 1.1 = 29.01 \text{ lts}$$

### Templadores

4 templadores de cable principal

### Placa metálica

2 placas metálicas de 0.30 m x 0.30 m

2 vigas I de 0.30 m de largo = 0.60 m

8 pernos de 5/8" x 4"

Costo de materiales				
Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
<b>Concreto</b>				
Cemento	32	bolsas	9.28	296.96
Arena	1.74	m <sup>3</sup>	12.00	20.92
Grava	1.80	m <sup>3</sup>	25.00	44.99
Agua	725.67	lt	0.01	7.26
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #3	1.02	qq	38.00	38.58
Varilla #4	0.90	qq	38.00	34.10
<b>Cables y anclajes</b>				
Cable principal de 1/2"	42	ml	32.59	1,368.78
Péndolas de 3/8"	23.8	ml	2.00	47.60
Templadores	4	c/u	4.50	18.00
Placa metálica	2	c/u	12.00	24.00
Viga I	0.6	ml	75.00	45.00
Pernos de 5/8" x 4"	8	c/u	5.00	40.00
<b>Total</b>				<b>\$ 1,901.18</b>



Costo de Mano de obra				
Detalles	Tuberías	Mano de obra (\$)	Unidad	Total (\$)
Zapatatas	2	346.00	c/u	692.00
Columnas	2	200.00	c/u	400.00
Colocación de cable principal de 1/2"	42	6.40	ml	268.80
Colocación de péndolas de 3/8"	18	1.66	c/u	29.88
Colocación de templadores	4	1.66	c/u	6.64
Colocación de placa metálica	3.50	1.66	c/u	5.81
Colocación de viga I	12.25	1.66	c/u	20.34
<b>Total</b>				<b>\$ 1,423.47</b>

### Pasos aéreos tramo tanque a estación de bombeo

#### Columnas

- Calculando volumen de concreto para 2 columnas

$$V_{columnas} = 0.54m^3$$

$$Cemento = 0.54 \times 9.8 \times 1.1 = 5.8212 \approx 6 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 0.54 \times 0.55 \times 1.1 = 0.3267 m^3$$

$$Grava = 0.54 \times 0.55 \times 1.1 = 0.3267 m^3$$

$$Agua = 0.54 \times 227 \times 1.1 = 134.84 \text{ lts}$$

- Acero longitudinal de 1/2"

$$L_{varilla} = 4 m(4)$$

$$L_{varilla} = 16 m$$

$$qq_{hierro} = 16m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.2051 qq$$

Para 2 columnas: 0.359qq

- Acero transversal de 3/8".

$$L_{estribo} = 0.25 m(4) + 0.10 m$$

$$L_{estribo} = 1.1 m$$

$$qq_{hierro} = 1.1m \left[ \frac{4m}{0.10m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.5782 qq$$

Para 2 columnas: 1.1564qq

### Zapatas

- Calculando volumen de concreto para 2 zapatas.

$$V_{zapata} = 8.82m^3$$

$$Cemento = 8.82 \times 9.8 \times 1.1 = 95.07 \approx 96 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 8.82 \times 0.55 \times 1.1 = 5.3361 m^3$$

$$Grava = 8.82 \times 0.55 \times 1.1 = 5.3361 m^3$$

$$Agua = 8.82 \times 227 \times 1.1 = 2202.35 \text{ lts}$$

### Acero de zapata

- Acero longitudinal de 1/2" a ambos lados

$$L_{varilla} = 2.10 m(21)$$

$$L_{varilla} = 44.1m$$

$$qq_{hierro} = 44.1m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.5653qq$$

Para 2 zapatas: 1.1307 qq

### Cable principal de 1/2"

La longitud de los cables se calculó por medio de una hoja de cálculo y dio como resultado una longitud total de 208 m.

### Péndolas de 3/8"

La longitud de los cables se calculó por medio de una hoja de cálculo y dio como resultado una longitud total de 60.8 m.

Medidas	Cantidad
1	2
1.02	4
1.08	4
1.18	4
1.32	4
1.5	4
1.72	4
1.98	4
2.28	4
2.62	4

### Cámara de anclaje

- Calculando volumen de concreto para 2 cámaras de anclaje.

$$V_{zapata} = 2.30m^3$$

$$Cemento = 2.30 \times 7.3 \times 1.1 = 18.46 \approx 19 \text{ bolsa}$$

$$Arena = 2.30 \times 0.41 \times 1.1 = 1.0373 m^3$$

$$Grava = 2.30 \times 0.82 \times 1.1 = 2.0746 m^3$$

$$\text{Agua} = 2.30 \times 211 \times 1.1 = 533.83 \text{ lts}$$

### Templadores

4 templadores de cable principal

### Placa metálica

2 placas metálicas de 0.30 m x 0.30 m

2 vigas I de 0.30 m de largo = 0.60 m

8 pernos de 5/8" x 4"

Costo de materiales				
Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
<b>Concreto</b>				
Cemento	121	bolsas	9.28	1,122.88
Arena	6.70	m <sup>3</sup>	12.00	80.40
Grava	7.74	m <sup>3</sup>	25.00	193.44
Agua	2871.02	lt	0.01	28.71
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #3	1.16	qq	38.00	43.94
Varilla #4	1.49	qq	38.00	56.61
<b>Cables y anclajes</b>				
Cable principal de 1/2"	208	ml	32.59	6,778.72
Péndolas de 3/8"	60.8	ml	2.00	121.60
Templadores	4	c/u	4.50	18.00
Placa metálica	2	c/u	12.00	24.00
Viga I	0.6	ml	75.00	45.00
Pernos de 5/8" x 4"	8	c/u	5.00	40.00
<b>Total</b>				<b>\$ 8,553.30</b>

Costo de Mano de obra				
Detalles	Cantidad	Mano de obra (\$)	Unidad	Total (\$)
Zapatatas	2	346.00	c/u	692.00
Columnas	2	200.00	c/u	400.00
Colocación de cable principal de 1/2"	208	6.40	ml	1,331.20
Colocación de péndolas de 3/8"	18	1.66	c/u	29.88
Colocación de templadores	4	1.66	c/u	6.64
Colocación de placa metálica	3.50	1.66	c/u	5.81
Colocación de viga I	12.25	1.66	c/u	20.34
<b>Total</b>				<b>\$ 2,485.87</b>

### Pasos aéreos tramo estación de bombeo tanque Pie de la Cuesta

#### Columnas

- Calculando volumen de concreto para 2 columnas

$$V_{columnas} = 0.54m^3$$

$$Cemento = 0.54 \times 9.8 \times 1.1 = 5.8212 \approx 6 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 0.54 \times 0.55 \times 1.1 = 0.3267 m^3$$

$$Grava = 0.54 \times 0.55 \times 1.1 = 0.3267 m^3$$

$$Agua = 0.54 \times 227 \times 1.1 = 134.84 \text{ lts}$$

- Acero longitudinal de 1/2"

$$L_{varilla} = 3.6 m(4)$$

$$L_{varilla} = 14.4 m$$

$$qq_{hierro} = 14.4m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.1846 qq$$

Para 2 columnas: 0.3692qq

- Acero transversal de 3/8".

$$L_{estribo} = 0.25 m(4) + 0.10 m$$

$$L_{estribo} = 1.1 m$$

$$qq_{hierro} = 1.1m \left[ \frac{3.6m}{0.10m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.5218 qq$$

Para 2 columnas: 1.043qq

### Zapatas

- Calculando volumen de concreto para 2 zapatas.

$$V_{zapata} = 3.89m^3$$

$$Cemento = 3.89 \times 9.8 \times 1.1 = 41.93 \approx 42 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 3.89 \times 0.55 \times 1.1 = 2.3534 m^3$$

$$Grava = 3.89 \times 0.55 \times 1.1 = 2.3534 m^3$$

$$Agua = 3.89 \times 227 \times 1.1 = 971.33 \text{ lts}$$

### Acero de zapata

- Acero longitudinal de 1/2" a ambos lados

$$L_{varilla} = 1.80 m(18)$$

$$L_{varilla} = 32.4m$$

$$qq_{hierro} = 32.4m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.4153qq$$

Para 2 zapatas: 0.8307 qq

### Cable principal de 1/2"

La longitud de los cables se calculó por medio de una hoja de cálculo y dio como resultado una longitud total de 57 m.

### Péndolas de 3/8"

La longitud de los cables se calculó por medio de una hoja de cálculo y dio como resultado una longitud total de 23.64 m.

Medidas	Cantidad
0.70	2
0.79	4
1.07	4
1.53	4
2.17	4

### Cámara de anclaje

- Calculando volumen de concreto para 2 cámaras de anclaje.

$$V_{zapata} = 0.64m^3$$

$$Cemento = 0.64 \times 7.3 \times 1.1 = 5.13 \approx 6 \text{ bolsa}$$

$$Arena = 0.64 \times 0.41 \times 1.1 = 0.2886 m^3$$

$$Grava = 0.64 \times 0.82 \times 1.1 = 0.5773 m^3$$

$$Agua = 0.64 \times 211 \times 1.1 = 148.54 \text{ lts}$$

### Templadores

4 templadores de cable principal

### Placa metálica

2 placas metálicas de 0.30 m x 0.30 m

2 vigas I de 0.30 m de largo = 0.60 m

8 pernos de 5/8" x 4"

Costo de materiales				
Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
<b>Concreto</b>				
Cemento	54	bolsas	9.28	501.12
Arena	2.97	m <sup>3</sup>	12.00	35.62
Grava	3.26	m <sup>3</sup>	25.00	81.44
Agua	1254.71	lt	0.01	12.55
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #3	1.04	qq	38.00	39.63
Varilla #4	1.20	qq	38.00	45.60
<b>Cables y anclajes</b>				
Cable principal de 1/2"	57	ml	32.59	1,857.63
Péndolas de 3/8"	23.64	ml	2.00	47.28
Templadores	4	c/u	4.50	18.00
Placa metálica	2	c/u	12.00	24.00
Viga I	0.6	ml	75.00	45.00
Pernos de 5/8" x 4"	8	c/u	5.00	40.00
<b>Total</b>				<b>\$ 2,747.87</b>



Costo de Mano de obra				
Detalles	Cantidad	Mano de obra (\$)	Unidad	Total (\$)
Zapatatas	2	346.00	c/u	692.00
Columnas	2	200.00	c/u	400.00
Colocación de cable principal de 1/2"	57	6.40	ml	364.80
Colocación de péndolas de 3/8"	18	1.66	c/u	29.88
Colocación de templadores	4	1.66	c/u	6.64
Colocación de placa metálica	3.50	1.66	c/u	5.81
Colocación de viga I	12.25	1.66	c/u	20.34
<b>Total</b>				<b>\$ 1,519.47</b>

### Pasos aéreos tramo fuente de agua "Tamera" a estación de bombeo

#### Columnas

- Calculando volumen de concreto para 2 columnas

$$V_{columnas} = 0.54m^3$$

$$Cemento = 0.54 \times 9.8 \times 1.1 = 5.8212 \approx 6 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 0.54 \times 0.55 \times 1.1 = 0.3267 m^3$$

$$Grava = 0.54 \times 0.55 \times 1.1 = 0.3267 m^3$$

$$Agua = 0.54 \times 227 \times 1.1 = 134.84 \text{ lts}$$

- Acero longitudinal de 1/2"

$$L_{varilla} = 4 m(4)$$

$$L_{varilla} = 16 m$$

$$qq_{hierro} = 16m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.2051 qq$$

Para 2 columnas: 0.359qq

- Acero transversal de 3/8".

$$L_{estribo} = 0.25 m(4) + 0.10 m$$

$$L_{estribo} = 1.1 m$$

$$qq_{hierro} = 1.1m \left[ \frac{4m}{0.10m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.5782 qq$$

Para 2 columnas: 1.1564qq

### Zapatas

- Calculando volumen de concreto para 2 zapatas.

$$V_{zapata} = 8.82m^3$$

$$Cemento = 8.82 \times 9.8 \times 1.1 = 95.07 \approx 96 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 8.82 \times 0.55 \times 1.1 = 5.3361 m^3$$

$$Grava = 8.82 \times 0.55 \times 1.1 = 5.3361 m^3$$

$$Agua = 8.82 \times 227 \times 1.1 = 2202.35 \text{ lts}$$

### Acero de zapata

- Acero longitudinal de 1/2" a ambos lados

$$L_{varilla} = 2.10 m(21)$$

$$L_{varilla} = 44.1m$$

$$qq_{hierro} = 44.1m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 0.5653qq$$

Para 2 zapatas: 1.1307 qq

### Cable principal de 1/2"

La longitud de los cables se calculó por medio de una hoja de cálculo y dio como resultado una longitud total de 212 m.

### Péndolas de 3/8"

La longitud de los cables se calculó por medio de una hoja de cálculo y dio como resultado una longitud total de 60.8 m.

Medidas	Cantidad
1	2
1.02	4
1.08	4
1.18	4
1.32	4
1.5	4
1.72	4
1.98	4
2.28	4
2.62	4

### Cámara de anclaje

- Calculando volumen de concreto para 2 cámaras de anclaje.

$$V_{zapata} = 2.30m^3$$

$$Cemento = 2.30 \times 7.3 \times 1.1 = 18.46 \approx 19 \text{ bolsa}$$

$$Arena = 2.30 \times 0.41 \times 1.1 = 1.0373 m^3$$

$$Grava = 2.30 \times 0.82 \times 1.1 = 2.0746 m^3$$

$$\text{Agua} = 2.30 \times 211 \times 1.1 = 533.83 \text{ lts}$$

### Templadores

4 templadores de cable principal

### Placa metálica

2 placas metálicas de 0.30 m x 0.30 m

2 vigas I de 0.30 m de largo = 0.60 m

8 pernos de 5/8" x 4"

Costo de materiales				
Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
<b>Concreto</b>				
Cemento	121	bolsas	9.28	1,122.88
Arena	6.70	m <sup>3</sup>	12.00	80.40
Grava	7.74	m <sup>3</sup>	25.00	193.44
Agua	2871.02	lt	0.01	28.71
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #3	1.16	qq	38.00	43.94
Varilla #4	1.49	qq	38.00	56.61
<b>Cables y anclajes</b>				
Cable principal de 1/2"	212	ml	32.59	6,909.08
Péndolas de 3/8"	60.8	ml	2.00	121.60
Templadores	4	c/u	4.50	18.00
Placa metálica	2	c/u	12.00	24.00
Viga I	0.6	ml	75.00	45.00
Pernos de 5/8" x 4"	8	c/u	5.00	40.00
<b>Total</b>				<b>\$ 8,683.66</b>

Costo de Mano de obra				
Detalles	Cantidad	Mano de obra (\$)	Unidad	Total (\$)
Zapatatas	2	346.00	c/u	692.00
Columnas	2	200.00	c/u	400.00
Colocación de cable principal de 1/2"	212	6.40	ml	1,356.80
Colocación de péndolas de 3/8"	18	1.66	c/u	29.88
Colocación de templadores	4	1.66	c/u	6.64
Colocación de placa metálica	3.50	1.66	c/u	5.81
Colocación de viga I	12.25	1.66	c/u	20.34
<b>Total</b>				<b>\$ 2,511.47</b>

### Anexo 11. Memoria de cálculo de materiales, caja recolectora de agua.

- Calculando volumen de concreto

$$V_{caja} = 4.0025m^3$$

$$Cemento = 4.0025 \times 9.8 \times 1.1 = 43.14 \approx 44 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 4.0025 \times 0.55 \times 1.1 = 2.4215 m^3$$

$$Grava = 4.0025 \times 0.55 \times 1.1 = 2.4215 m^3$$

$$Agua = 4.0025 \times 227 \times 1.1 = 999.42 \text{ lts}$$

#### Acero de zapata

- Acero longitudinal de 1/2".

$$L_{varilla} = 2.30 m(180)$$

$$L_{varilla} = 414m$$

$$qq_{hierro} = 414m \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 5.3076qq$$

- Acero transversal de 3/8".

$$L_{estribo} = 2.2 m(180) + 0.10m$$

$$L_{estribo} = 396.10 m$$

$$qq_{hierro} = 396.10m \left[ \frac{2.20m}{0.15m} + 1estribo \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right) \left( \frac{1qq}{13varillas} \right)$$

$$qq_{hierro} = 79.55 qq$$

#### Cálculo de materiales para cajas de válvulas (entrada y salida)

- Volumen de material selecto compactado.

$$V = 0.85m(1.15m)(0.19m)$$

$$V = 0.1857m^3$$

Para dos cajas:  $V = 0.3714m^3$

- Concreto de solera de fundación.

$$V = 0.15m(0.19m)(4.86m)$$

$$V = 0.1385 m^3 \times 2 = 0.277 m^3$$

$$Cemento = 0.277 \times 9.8 \times 1.1 = 2.98 \approx 3 \text{ bolsas}$$

$$Arena = 0.277 \times 0.55 \times 1.1 = 0.1676 m^3$$

$$Grava = 0.277 \times 0.55 \times 1.1 = 0.1676 m^3$$

$$Agua = 0.277 \times 227 \times 1.1 = 69.17 \text{ lts}$$

- Acero longitudinal de solera de fundación ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86m(3) = 14.58m$$

$$varillas = 14.58m \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.43varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 4.86varillas \approx 5varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.3846qq$

- Acero transversal de solera de fundación ( $\phi$  1/4)

$$estribo = 0.14m(3) + 0.05m$$

$$estribo = 0.47m$$

$$varillas = 0.47m \left[ \frac{4.86m}{0.15m} + 1varilla \right] \left( \frac{1varilla}{6m} \right)$$

$$varillas = 2.62varillas \approx 3varillas$$

Para dos cajas:  $varillas = 6 varillas \left( \frac{1qq}{13varillas} \right) = 0.4615qq$

- Cálculos de ladrillo de barro.

$$ladrillos horizontales = \frac{4.86m}{0.28m} = 17.36 ladrillos$$

Para dos cajas:  $ladrillos totales = 34.72 ladrillos \approx 35 ladrillos$

- Cálculo de concreto de solera de coronación.

$$A = 0.0337 m^2$$

$$V_{concreto} = 0.0337m^2(4.86m)$$

$$V_{concreto} = 0.1638 m^3 \times 2 = 0.3276 m^3$$

$$Cemento = 0.3276 \times 9.8 \times 1.1 = 3.5315 \approx 4 bolsas$$

$$\text{Arena} = 0.3276 \times 0.55 \times 1.1 = 0.1982 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = 0.3276 \times 0.55 \times 1.1 = 0.1982 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.3276 \times 227 \times 1.1 = 81.80 \text{ lts}$$

- Acero longitudinal de solera de corona ( $\phi$  3/8).

$$L = 4.86\text{m}(3) = 14.58\text{m}$$

$$\text{varillas} = 14.58\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.43\text{varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.86\text{varillas} \approx 5\text{varillas} \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right) = 0.3846\text{qq}$

- Acero transversal de solera de coronación ( $\phi$  1/4).

$$\text{estribo} = 0.14\text{m} + 0.17\text{m} + 0.10\text{m} = 0.41\text{m}$$

$$\text{varillas} = 0.41 \left[ \frac{4.86\text{m}}{0.15\text{m}} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 2.28 \text{ varillas} \approx 3\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 4.56\text{varillas} \approx 5\text{varillas} \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right) = 0.3846\text{qq}$

- Volumen del concreto de la tapadera de inspección del tanque y para las válvulas.

$$A_t = 1.166\text{m}^2$$

$$V_t = 1.34 \text{ m}^3 \times 2 = 2.68 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 2.68 \times 9.8 \times 1.1 = 28.89 \approx 29 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena} = 2.68 \times 0.55 \times 1.1 = 1.6214 \text{ m}^3$$



$$\text{Grava} = 2.68 \times 0.55 \times 1.1 = 1.6214 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 2.68 \times 227 \times 1.1 = 669.19 \text{ lts}$$

Pedestal de la válvula.

Largo=ancho=0.25

Alto=0.12

$$V_{\text{concreto}} = (0.25\text{m})(0.25\text{m})(0.12\text{m})$$

$$V_{\text{concreto}} = 0.0075\text{m}^3 \times 2 = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 0.015 \times 9.8 \times 1.1 = 0.1617 \approx 1 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena} = 0.015 \times 0.55 \times 1.1 = 0.009075 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava} = 0.015 \times 0.55 \times 1.1 = 0.009075 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.015 \times 227 \times 1.1 = 3.75 \text{ lts}$$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\emptyset$  3/8).

$$\text{varillas} = 1.2\text{m}(8) = 9.6\text{m} \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right) = 1.6\text{varillas} \approx 2\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 3.2\text{varillas} \approx 4\text{varillas} \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right) = 0.2461\text{qq}$

- Acero de la tapadera de las cajas ( $\emptyset$  1/4).

$$\text{estribo} = 1.17\text{m}$$

$$\text{varillas} = 1.17\text{m} \left[ \frac{1.2\text{m}}{0.15\text{m}} + 1\text{varilla} \right] \left( \frac{1\text{varilla}}{6\text{m}} \right)$$

$$\text{varillas} = 1.755\text{varillas} \approx 2\text{varillas}$$

Para dos cajas:  $\text{varillas} = 3.51\text{varillas} \approx 4 \text{ varillas} \left( \frac{1\text{qq}}{13\text{varillas}} \right) = 0.27\text{qq}$

- Cálculo de materiales para escalera exterior del tanque.

Longitud de largueros:  $(2.05 \text{ m} + 0.60 \text{ m} + 0.80) \times 2 = 6.9 \text{ m}$

Anclajes de escalera:  $0.20 \text{ m} \times 4 = 0.8 \text{ m}$

Longitud total de tubo de 3/4" para escalera:  $6.9 \text{ m} + 0.8 \text{ m} = 7.7 \text{ m}$

$$7.7 \times \left( \frac{1 \text{ tubo}}{6 \text{ m}} \right) = 1.28 \approx 2 \text{ tubos de } 3/4$$

- Peldaños de escalera

$$\frac{2.05 \text{ m}}{0.30 \text{ m}} = 6.83 \approx 7 \text{ peldaños}$$

$$7 \times 0.50 \text{ m} = 3.5 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ tubo}}{6 \text{ m}} \right) = 1 \text{ tubo de } 1/2$$

- Placas de metal

4 placas de metal de 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m

8 pernos de 3/8" x 4" de largo.

- Respiraderos

$$0.58 \text{ m} + 0.70 \text{ m} = 1.28 \text{ m}$$

$$1.28 \text{ m} \left( \frac{1 \text{ tubería}}{6 \text{ m}} \right) = 0.213 \approx 1 \text{ tubo de } 3"$$

Codos a 90° = 2 codos

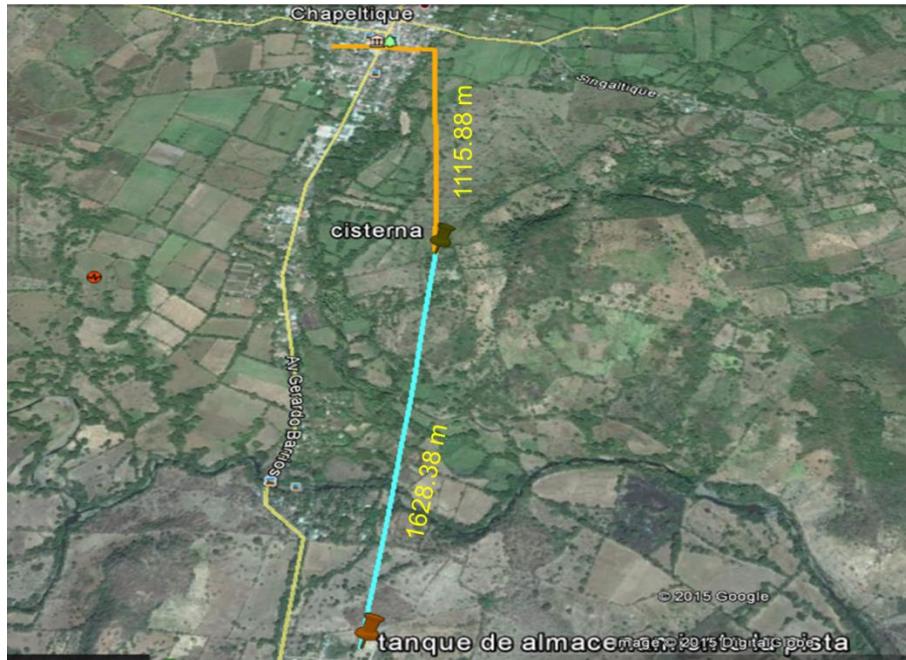
Tubería de rebose: 1 de 8"

Detalles	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Concreto</b>				
Cemento	81	bolsas	\$9.28	\$751.68
Arena	4.42	m <sup>3</sup>	\$12.00	\$53.01
Grava	4.42	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$110.44

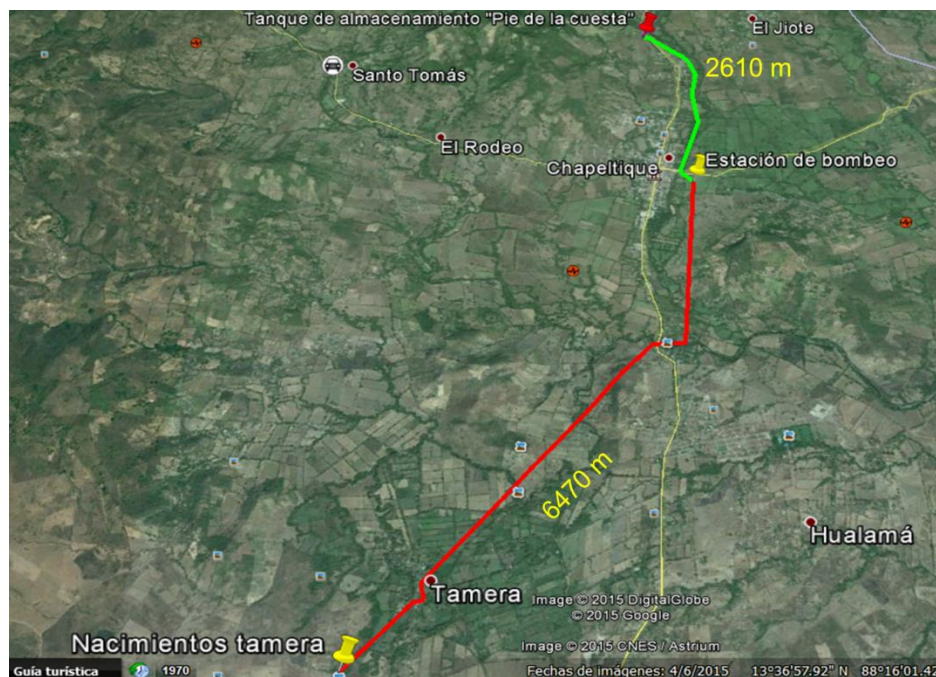
Agua	1823.33	lt	\$0.01	\$18.23
Ladrillos de barro de 0.28x0.14x0.08	35.00	ladrillos	\$0.15	\$5.25
<b>Acero de refuerzo</b>				
Varilla #2	1.12	qq	\$38.00	\$42.41
Varilla #3	80.57	qq	\$38.00	\$3,061.48
Varilla #4	5.31	qq	\$38.00	\$201.69
Material selecto	0.37	m <sup>3</sup>	\$25.00	\$9.29
<b>Escalera</b>				
Tubo hueco de acero 3/4"	2	c/u	\$110.00	\$220.00
Tubo hueco de acero 1/2"	1	c/u	\$89.00	\$89.00
Placas metálicas 0.14 m x 0.08 m x 0.006 m	4	c/u	\$4.99	\$19.96
Pernos de 3/8" x 4" de acero inoxidable	8	c/u	\$2.00	\$16.00
<b>Respiraderos</b>				
Tubería de 3"	1	c/u	\$10.80	\$10.80
Tubería de 8"	1	c/u	\$44.90	\$44.90
codo 90° de 3"	2	c/u	\$3.70	\$7.40
<b>Postes de concreto prefabricados</b>				
Esquineros	4	c/u	\$26.96	\$107.84
Centrales	52	c/u	\$19.26	\$1,001.52
Malla perimetral	100	ml	\$79.91	\$7,991.00
<b>Total</b>				<b>\$13,761.91</b>
<b>Costo de Mano de obra</b>				
Detalles	Cantidad	Mano de obra (\$)	Unidad	Total (\$)
Limpieza del terreno	5.90	100.00	m <sup>2</sup>	590.00
Trazo y nivelación	5.90	100.00	m <sup>2</sup>	590.00
Excavación	1.18	3.00	m <sup>3</sup>	3.54
Armado y colocación de concreto	4.0025	300.00	m <sup>3</sup>	1,200.75
Afinado	53.36	0.84	m <sup>2</sup>	44.82
Cajas de válvulas	2	18.85	c/u	37.70
Respiradero	1	3.29	c/u	3.29
<b>Total</b>				<b>\$ 2,470.10</b>

## Anexo 12. Líneas de impelencia.

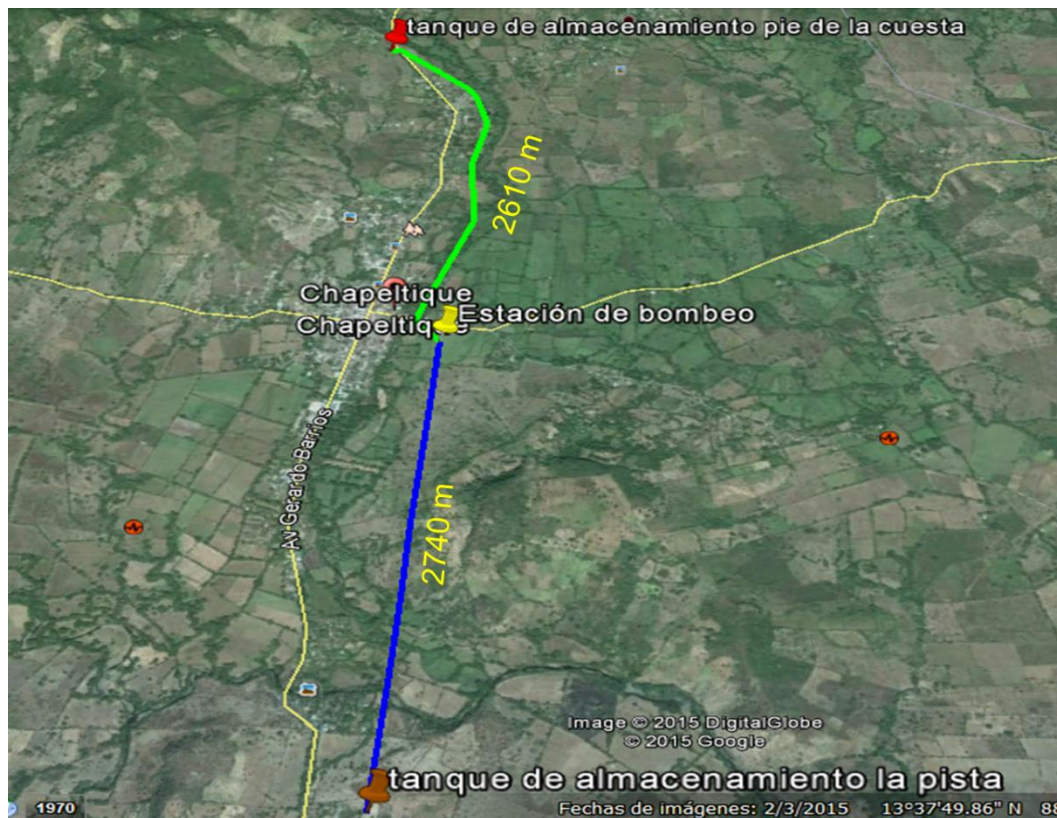
### Anexo 12.1. Línea de impelencia tramo Tanque “La pista”- tanque “Gasolinera” (cisterna)



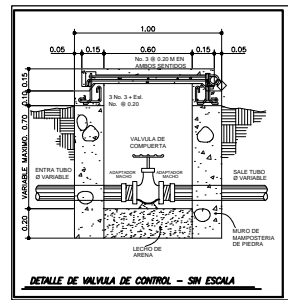
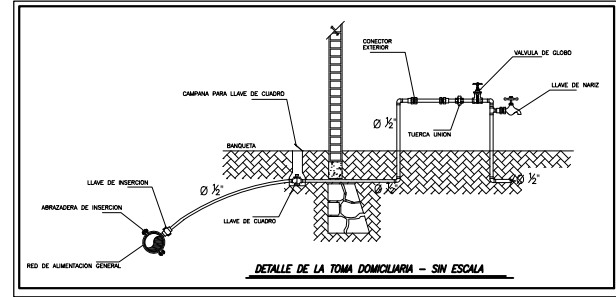
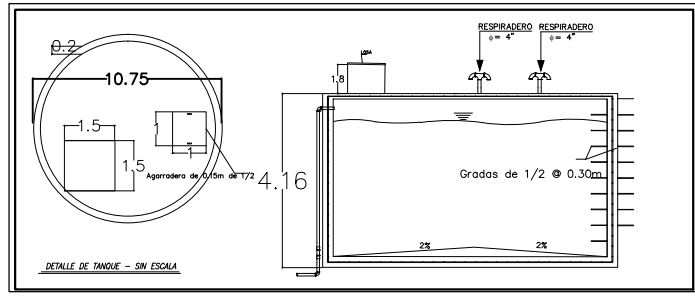
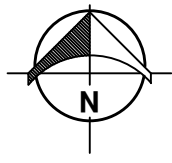
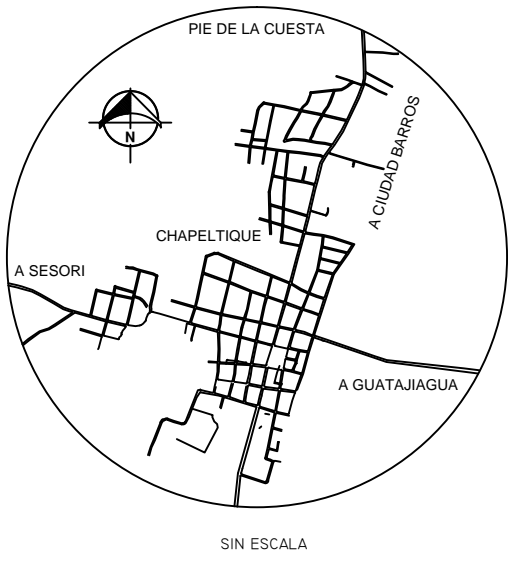
### Anexo 12.2. Línea de impelencia tramo “Tamera”- Estación de bombeo



Anexo 12.3. Línea de impelencia tramo Tanque “La pista”- Estación de bombeo



*Anexo 13. Plano detallado del sistema  
existente de agua potable.*



SIMBOLOGÍA	
CANCHA DE FUTBOL	
CEMENTERIO MUNICIPAL	
IGLESIA CATÓLICA	
CENTRO ESCOLAR	
INSTITUTO NACIONAL	
CASA DE LA CULTURA	
ALCALDÍA MUNICIPAL	
UNIDAD DE SALUD	
POSTES DE ENERGIA ELECTRICA	
PUENTE	

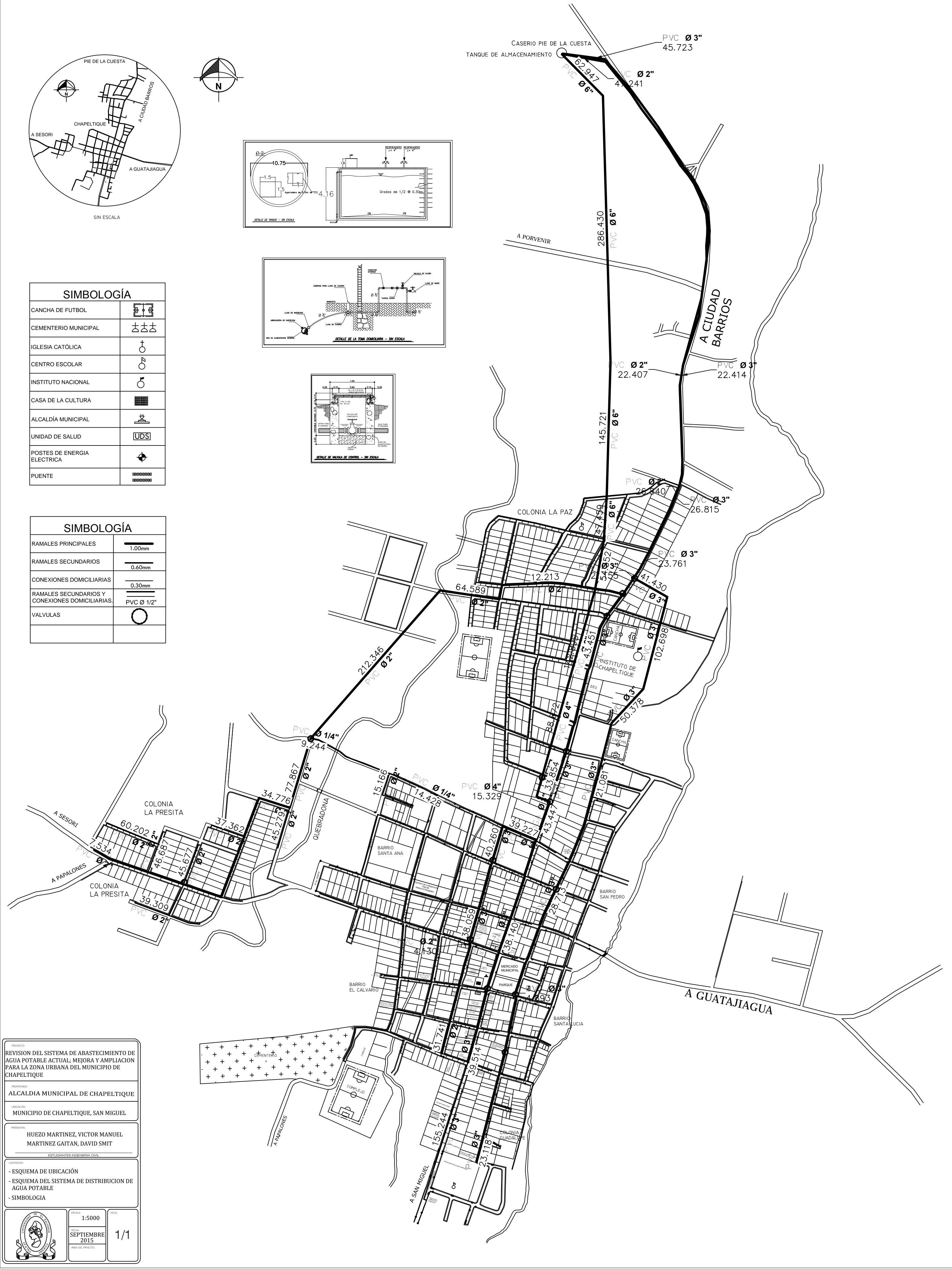
SIMBOLOGÍA	
RAMALES PRINCIPALES	1.00mm
RAMALES SECUNDARIOS	0.60mm
CONEXIONES DOMICILIARIAS	0.30mm
RAMALES SECUNDARIOS Y CONEXIONES DOMICILIARIAS	PVC Ø 1/2"
VALVULAS	

CASERIO PIE DE LA CUESTA  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
PVC Ø 3" 45.723

A PORVENIR

A CIUDAD BARRIOS

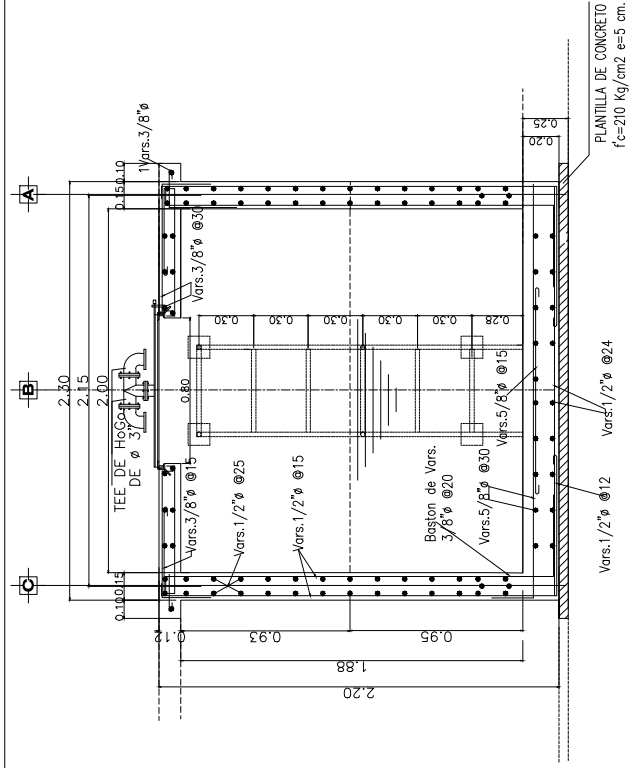
A GUATAJAGUA



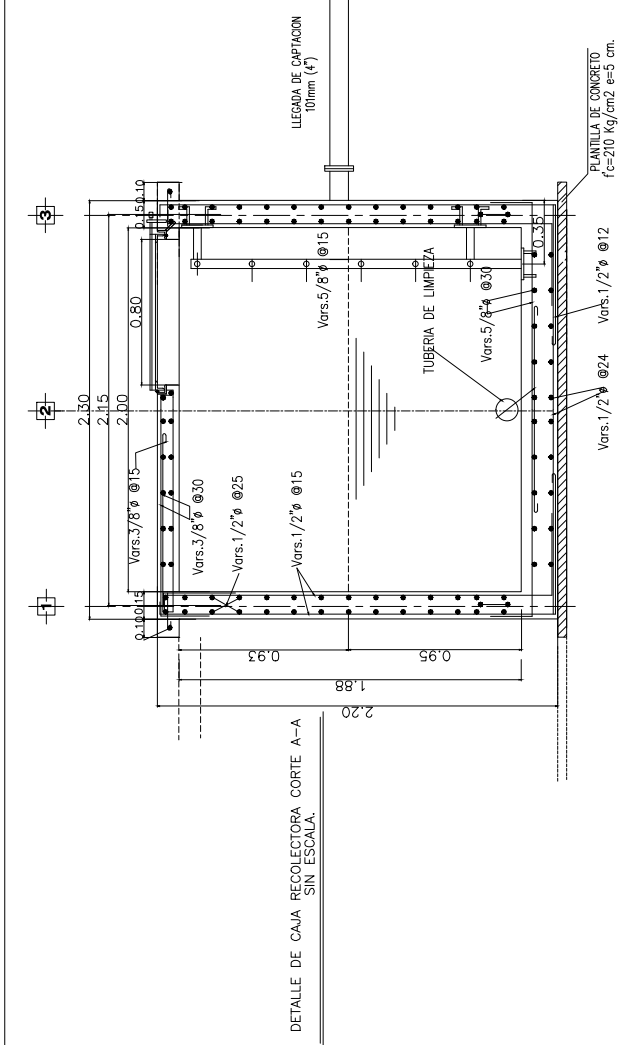
<b>PROYECTO</b> REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE	
<b>PROPIETARIO</b> ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE	
<b>UBICACION</b> MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL	
<b>PROYECTISTA</b> HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT <small>ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL</small>	
<b>CONTENIDO</b> - ESQUEMA DE UBICACION - ESQUEMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE - SIMBOLOGIA	
	Escala: 1:5000 Fecha: SEPTIEMBRE 2015 Hoja: 1/1

*Anexo 14. Planos constructivos de propuesta 1*

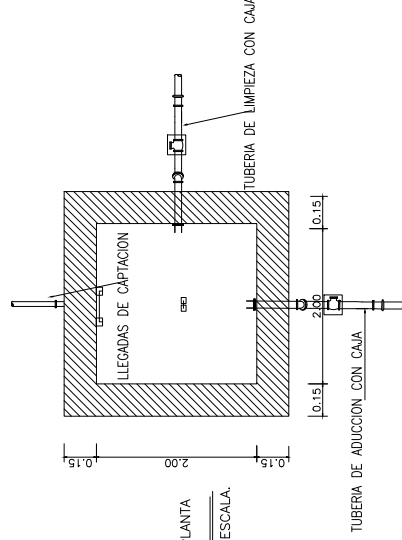




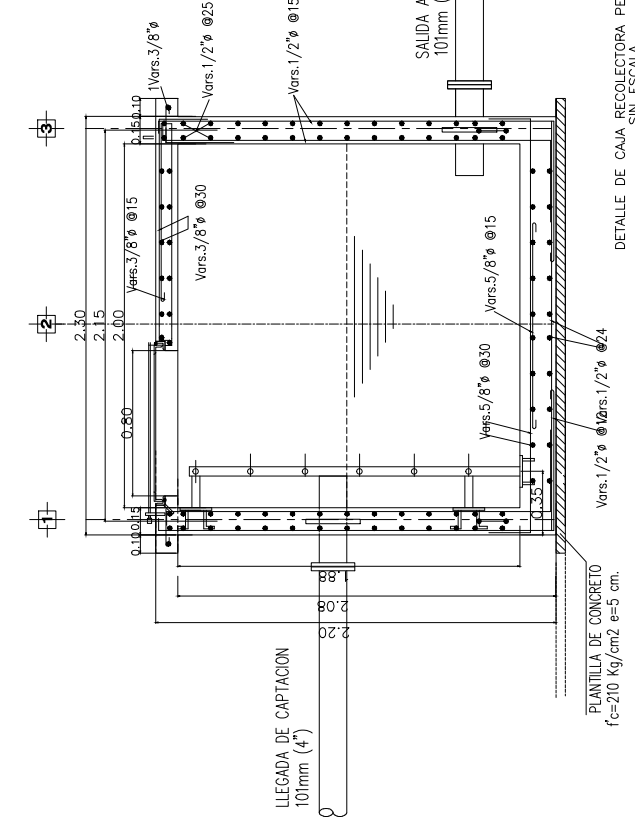
DETALLE DE CAJA RECOLECTORA CORTE C-C  
SIN ESCALA.



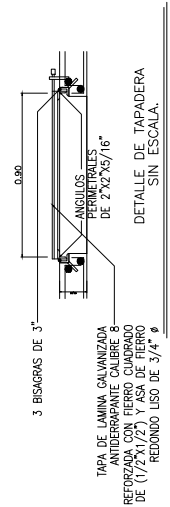
DETALLE DE CAJA RECOLECTORA CORTE A-A  
SIN ESCALA.



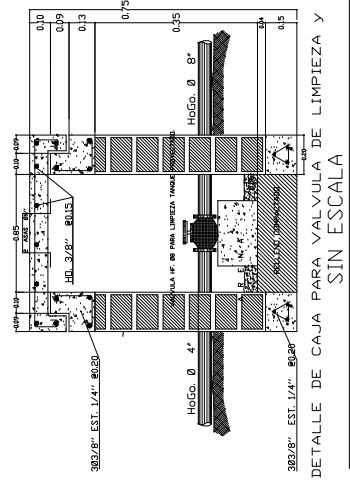
DETALLE DE CAJA RECOLECTORA EN PLANTA  
SIN ESCALA.



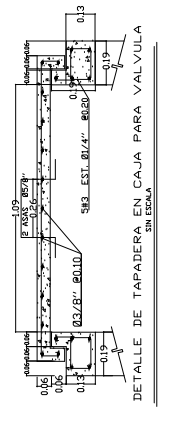
DETALLE DE CAJA RECOLECTORA PERFIL  
SIN ESCALA.



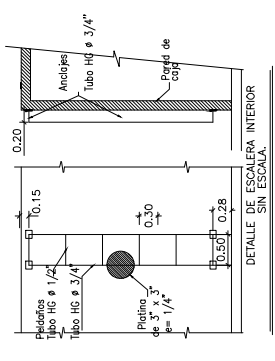
DETALLE DE TAPADERA  
SIN ESCALA.



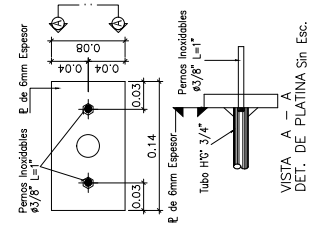
DETALLE DE CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA Y DE CONTROL  
SIN ESCALA.



DETALLE DE TAPADERA EN CAJA PARA VALVULA  
SIN ESCALA.



DETALLE DE ESCALERA INTERIOR  
SIN ESCALA.



VISTA A - A  
DET. DE PLATINA SIN ESC.

PROYECTO  
**REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE**

PROPIETARIO  
**ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE**

UBICACION  
**MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL**

PRESENTAN  
**HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT**

CONTENIDO  
**ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL**

ESCALA  
**ESCALAS INDICADAS**

FECHA  
**SEPTIEMBRE 2015**

AREA DEL PROYECTO

HOJA  
**3/9**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR CENTRO AMERICA

CONTENIDO  
**DETALLE DE CAJA RECOLECTORA**

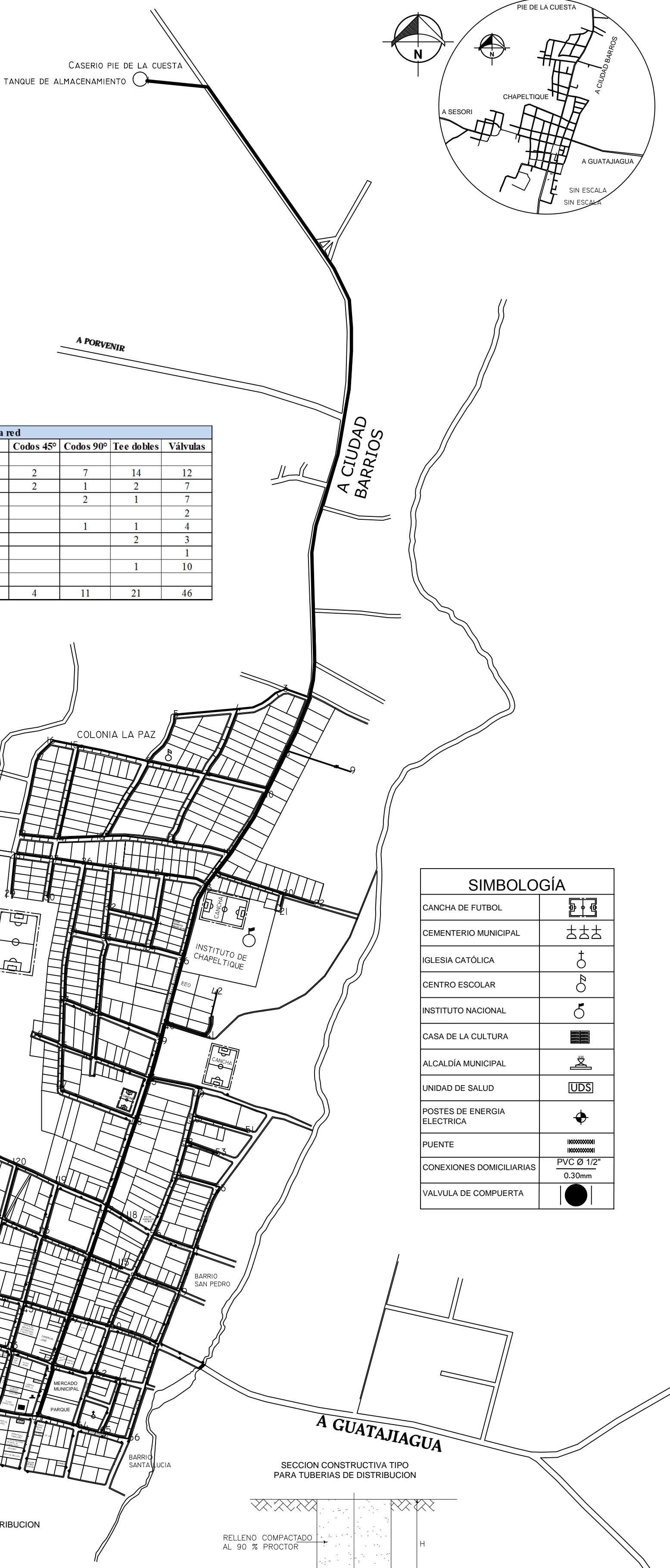
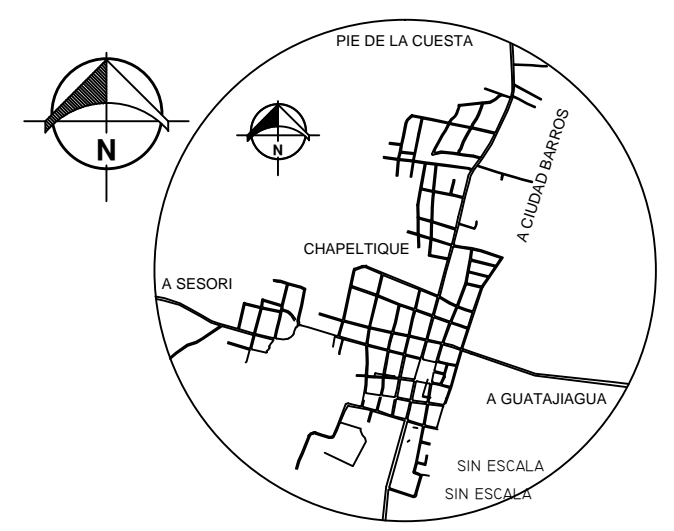
Tramo	Longitud (m)	Diametro (mm)	Material
1-2	1088.24	150	Gabonizada
2-3	39	32	PVC
3-4	78.42	32	PVC
4-5	95.96	32	PVC
9-8	100	50	PVC
10-7	95.84	32	PVC
7-6	89.17	32	PVC
6-15	107.15	25	PVC
15-16	4.09	25	PVC
11-12	87.89	25	PVC
12-13	100.26	25	PVC
13-14	73.15	25	PVC
14-18	51.22	25	PVC
22-20	48.66	25	PVC
20-19	106.9	25	PVC
23-24	65.05	32	PVC
24-25	77.48	25	PVC
25-26	42.39	25	PVC
26-27	49.13	25	PVC
27-28	58.75	25	PVC
34-32	74.5	25	PVC
36-35	52.52	32	PVC
35-33	68.51	25	PVC
33-31	51.08	25	PVC
41-40	62.74	25	PVC
39-38	100.79	40	PVC
38-37	56.26	40	PVC
49-43	76.36	40	PVC
43-44	88.36	40	PVC
44-45	52.25	25	PVC
45-46	44.69	25	PVC
51-50	85.27	32	PVC
48-47	121.6	32	PVC
53-52	50.64	25	PVC
55-54	67.31	25	PVC
57-56	65.51	25	PVC
118-142	44.2	80	PVC
142-119	80.65	80	PVC
119-120	68.17	80	PVC
120-145	91.47	80	PVC
145-121	110.62	80	PVC
121-122	139.2	65	PVC
122-123	155.72	50	PVC
59-58	73.42	25	PVC
115-114	53.34	25	PVC
114-113	76.15	32	PVC
113-112	67.19	25	PVC
112-111	92.32	25	PVC
111-110	108.87	25	PVC
117-116	63.34	25	PVC
61-60	78.41	25	PVC
60-109	63.23	40	PVC
109-143	71.81	32	PVC
143-108	65.98	25	PVC
108-107	89.58	25	PVC
107-106	108.41	25	PVC
106-105	75.74	25	PVC
63-62	40.99	25	PVC
62-104	63.69	25	PVC
104-103	67.73	32	PVC
103-102	66.47	32	PVC
102-101	85.04	25	PVC
101-99	97.51	32	PVC
99-100	94.63	25	PVC
66-65	42.71	25	PVC
65-64	38.52	25	PVC
64-97	60.34	25	PVC
97-96	63.64	25	PVC
96-95	59.53	25	PVC
95-94	71.45	25	PVC
94-93	36.16	25	PVC
2-8	80.11	150	PVC
8-10	75.48	150	PVC
4-7	108.61	32	PVC
5-6	80.52	32	PVC
10-11	117.72	150	PVC
7-12	114.63	25	PVC
6-13	130.2	25	PVC
15-14	144.2	25	PVC
16-17	40.48	25	PVC
17-18	29.49	25	PVC
20-21	19.31	25	PVC

Tramo	Longitud (m)	Diametro (mm)	Material
11-19	34.71	150	PVC
19-23	24.12	150	PVC
23-36	113.96	150	PVC
24-34	70.14	25	PVC
34-35	41.99	25	PVC
25-32	63.4	25	PVC
32-33	44.32	25	PVC
26-31	104.19	25	PVC
27-30	58.73	25	PVC
28-29	60.65	25	PVC
42-41	70.76	25	PVC
36-40	110.35	150	PVC
40-39	22.81	150	PVC
33-38	113.48	25	PVC
31-37	104.24	25	PVC
40-50	43.03	40	PVC
50-52	40.69	40	PVC
39-43	64.42	150	PVC
43-48	65.05	150	PVC
38-44	67.63	25	PVC
37-45	69.92	25	PVC
44-47	67.32	25	PVC
55-57	101.21	25	PVC
54-56	96.83	32	PVC
57-59	67.68	25	PVC
56-58	66.92	25	PVC
48-142	133.96	150	PVC
142-114	85.92	150	PVC
119-113	82.17	25	PVC
120-112	83.87	32	PVC
121-116	47.48	40	PVC
116-110	44.14	40	PVC
56-61	87.06	25	PVC
65-60	86.4	25	PVC
114-109	99.57	150	PVC
113-143	220.03	25	PVC
112-108	113.86	25	PVC
111-107	128.37	25	PVC
110-106	136.89	32	PVC
61-66	149.04	25	PVC
60-62	74.61	25	PVC
109-104	87.91	65	PVC
143-103	74.86	25	PVC
108-102	71.59	25	PVC
107-101	69.08	32	PVC
63-65	84.89	25	PVC
62-64	84.41	25	PVC
104-97	80.63	65	PVC
103-96	94.03	32	PVC
102-95	105.56	25	PVC
101-94	119.59	25	PVC
99-98	66.79	25	PVC
124-125	69.8	65	PVC
127-128	86.52	40	PVC
129-130	86.49	32	PVC
130-131	81.54	32	PVC
132-133	123.1	25	PVC
134-135	45.3	25	PVC
135-136	86.61	25	PVC
136-137	81.54	25	PVC
137-138	128.78	25	PVC
139-140	56.06	25	PVC
140-141	82.79	25	PVC
122-124	157.22	65	PVC
124-126	89.65	25	PVC
125-127	89.75	65	PVC
127-129	36.42	30	PVC
129-135	101.99	40	PVC
128-130	36.43	40	PVC
130-136	103.84	40	PVC
136-140	73.61	25	PVC
131-132	40.95	32	PVC
132-137	63.6	25	PVC

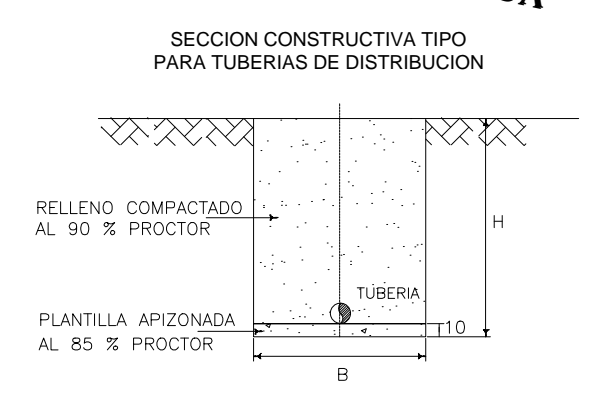
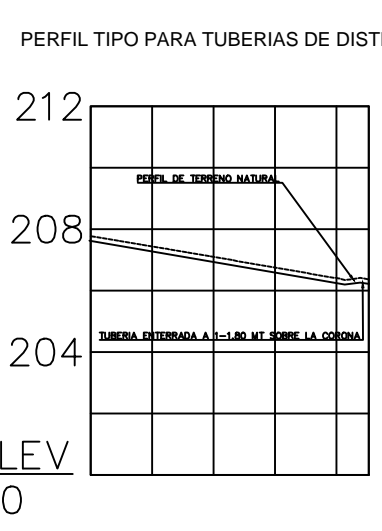
Diametro (mm)	Diametro (pul)
15	1/2
25	1
32	1 1/4
40	1 1/2
50	2
65	2 1/2
80	3
100	4
150	6

Materiales de la red								
Diametros	Material	Tuberias (m)	Tee	Yee	Codos 45°	Codos 90°	Tee dobles	Válvulas
1/2"	PVC	1224						
1"	PVC	7315.5	29		2	7	14	12
1 1/4"	PVC	1711.03		1	2	1	2	7
1 1/2"	PVC	884.77	5			2	1	7
2"	PVC	294	1					2
2 1/2"	PVC	782.13	5			1	1	4
3"	PVC	425.78	2				2	3
4"	PVC	796.96						1
6"	PVC	708.73	7	2			1	10
	Acero	1086						
<b>Totales</b>		<b>15228.9</b>	<b>49</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>46</b>

NOTA: EL PVC A UTILIZAR ES TIPO I, GRADO I DE 125 PSI



SIMBOLOGÍA	
CANCHA DE FUTBOL	
CEMENTERIO MUNICIPAL	
IGLESIA CATÓLICA	
CENTRO ESCOLAR	
INSTITUTO NACIONAL	
CASA DE LA CULTURA	
ALCALDÍA MUNICIPAL	
UNIDAD DE SALUD	
POSTES DE ENERGIA ELECTRICA	
PUENTE	
CONEXIONES DOMICILIARIAS	
VALVULA DE COMPUERTA	



Ø PLG	B CM	H CM
VARIABLE	60	110

PROYECTO:  
REVISIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACIÓN PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE

PROYECTADO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE

UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL

PROYECTADO:  
HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT  
ESTUDIANTE AGENTE CIVIL

CONTENIDO:  
- ESQUEMA DE UBICACIÓN  
- ESQUEMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARTE I  
- SIMBOLOGIA

ESCALA: 1:5000  
FECHA: SEPTIEMBRE 2015  
FOLIO: 1/9

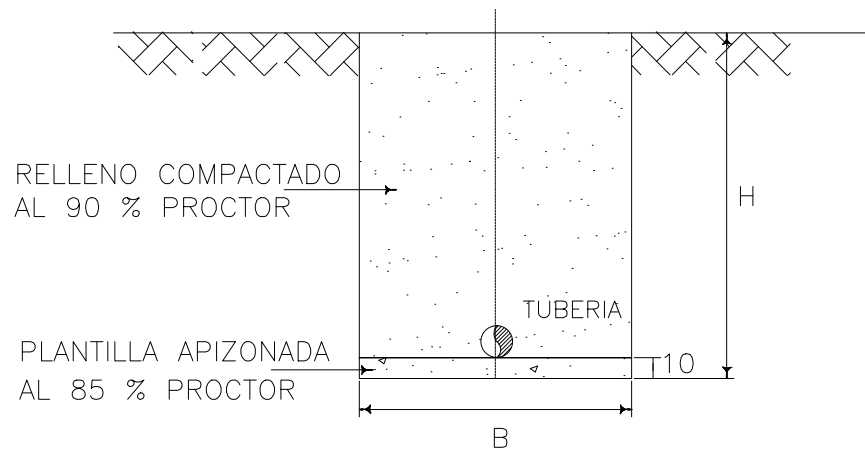
Tramo	Longitud (ml)	Diametro (mm)	Material
2-3	64.44	80	Galvanizada
4-5	6	80	PVC
5-6	76.87	80	PVC
6-7	73.37	80	PVC
7-8	70.37	40	PVC
8-9	59.86	32	PVC
9-10	71.14	25	PVC
11-12	27.92	25	PVC
12-13	63.24	25	PVC
13-14	67.95	25	PVC
14-15	60.84	25	PVC
15-16	60.75	25	PVC
16-17	63.16	25	PVC
18-19	12.95	25	PVC
19-20	57.37	25	PVC
20-21	70.66	25	PVC
21-22	61.38	25	PVC
22-23	65.73	25	PVC
23-24	19.87	25	PVC
24-25	40.96	25	PVC
25-26	60.59	25	PVC
27-28	39.36	25	PVC
29-30	37.86	25	PVC
31-32	74.88	25	PVC
35-36	86	50	PVC

Tramo	Longitud (ml)	Diametro (mm)	Material
1-2	1118.66	80	Galvanizada
3-4	8.5	80	PVC
5-12	72.18	50	PVC
6-13	73.76	40	PVC
7-14	85.84	65	PVC
8-15	74.74	25	PVC
9-16	70.89	25	PVC
10-17	64.64	25	PVC
12-19	94.76	50	PVC
13-20	90.06	40	PVC
14-21	77.06	65	PVC
15-22	71.62	32	PVC
16-23	62.15	25	PVC
24-33	37.93	25	PVC
17-25	50.12	25	PVC
18-31	190.8	25	PVC
20-28	65.82	32	PVC
28-30	77.03	25	PVC
30-32	51.76	25	PVC
21-35	202.82	65	PVC
35-37	127.68	25	PVC
26-34	80.2	25	PVC

Materiales de la red							
Diámetros	Material	Tuberías (ml)	Tee	Codos 90°	Tee dobles	Codos a 90° de acero	Válvulas
1/2"	PVC	498					
1"	PVC	1842	7	4	2		2
1 1/4"	PVC	198	1				1
1 1/2"	PVC	234	1		1		2
2"	PVC	252	1		1		2
2 1/2"	PVC	366	1		2		3
3"	PVC	162	3	2			3
	Acero	1182				1	
<b>Totales</b>		<b>4734</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>13</b>

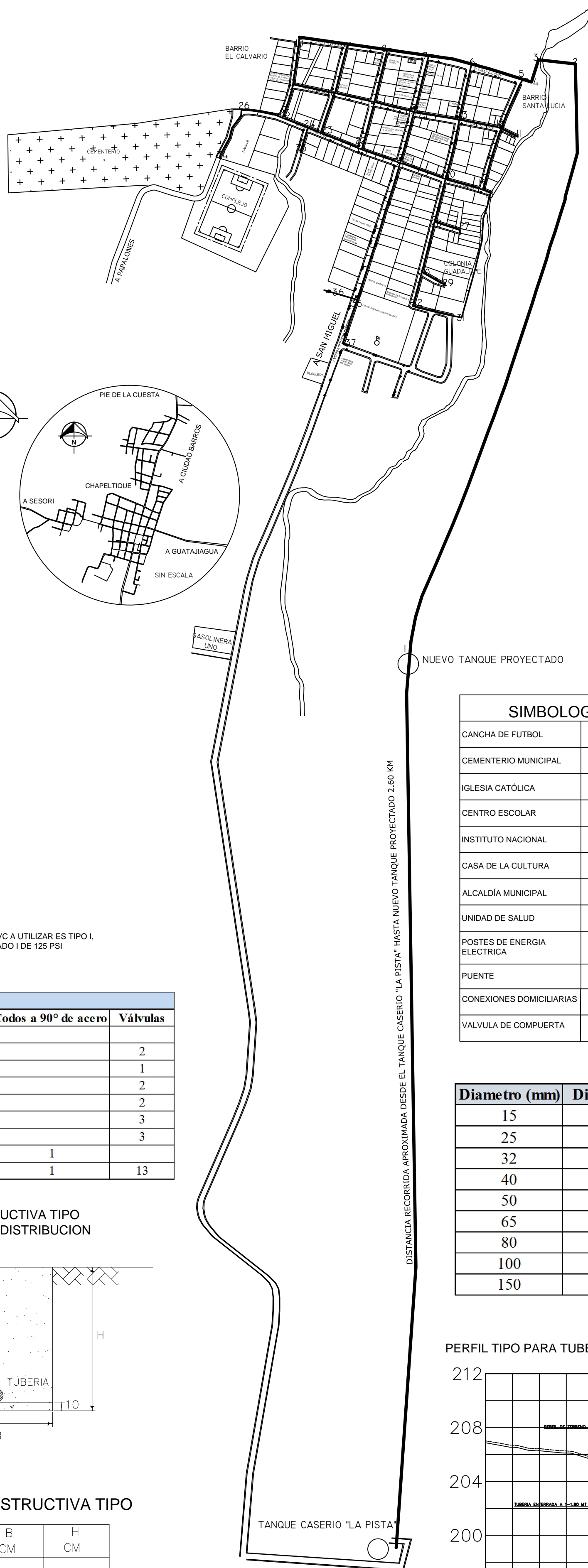
NOTA: EL PVC A UTILIZAR ES TIPO I, GRADO I DE 125 PSI

SECCION CONSTRUCTIVA TIPO PARA TUBERIAS DE DISTRIBUCION



SECCION CONSTRUCTIVA TIPO

Ø PLG	B CM	H CM
VARIABLE	60	110



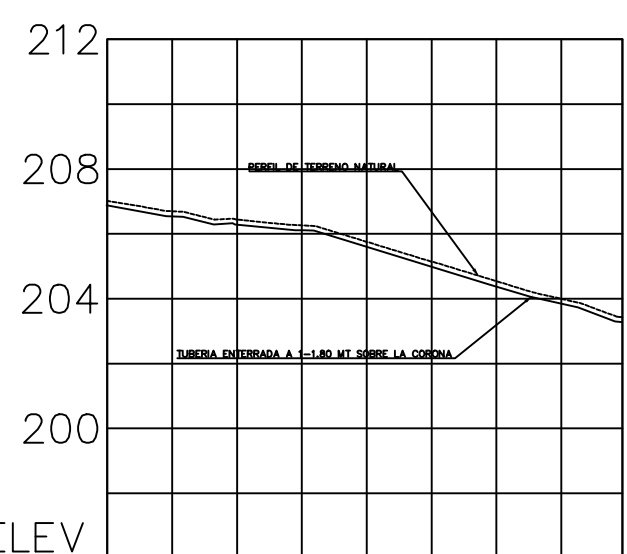
DISTANCIA RECORRIDA APROXIMADA DESDE EL TANQUE CASERIO "LA PISTA" HASTA NUEVO TANQUE PROYECTADO 2.60 KM

SIMBOLOGÍA

CANCHA DE FUTBOL	
CEMENTERIO MUNICIPAL	
IGLESIA CATÓLICA	
CENTRO ESCOLAR	
INSTITUTO NACIONAL	
CASA DE LA CULTURA	
ALCALDÍA MUNICIPAL	
UNIDAD DE SALUD	
POSTES DE ENERGIA ELECTRICA	
PUENTE	
CONEXIONES DOMICILIARIAS	PVC Ø 1/2" 0.30mm
VALVULA DE COMPUERTA	

Diametro (mm)	Diametro (pul)
15	1/2
25	1
32	1 1/4
40	1 1/2
50	2
65	2 1/2
80	3
100	4
150	6

PERFIL TIPO PARA TUBERIAS DE DISTRIBUCION



PROYECTO:  
REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE

PROPIETARIO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE

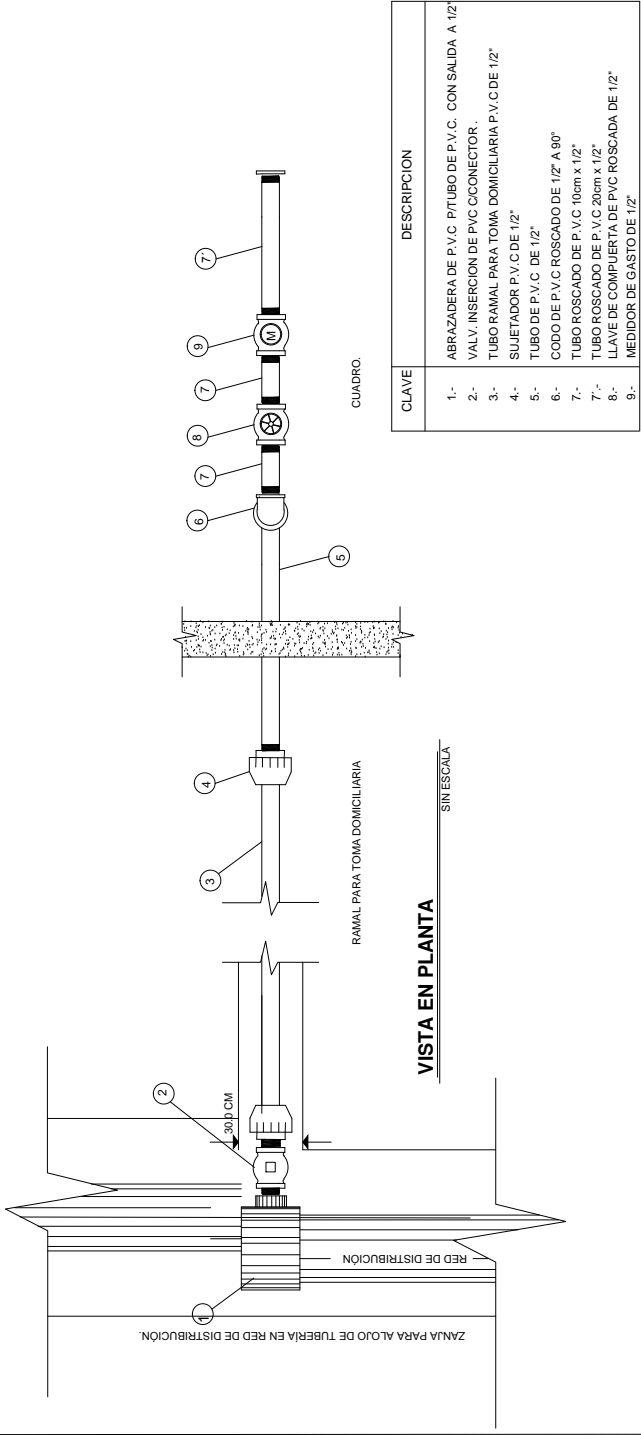
UBICACION:  
MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL

PROYECTISTA:  
HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT

ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO:  
- ESQUEMA DE UBICACION  
- ESQUEMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARTE II  
- SIMBOLOGIA

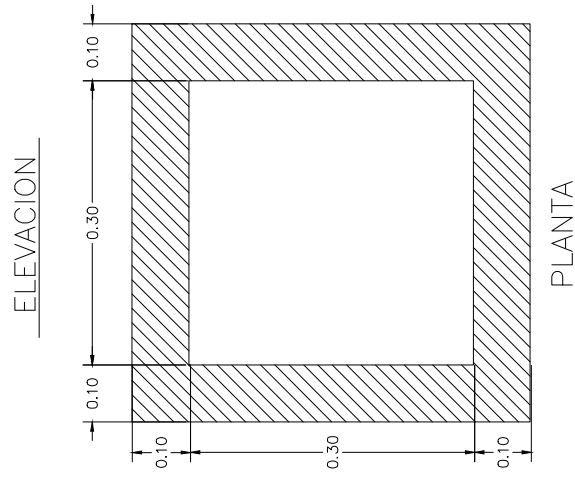
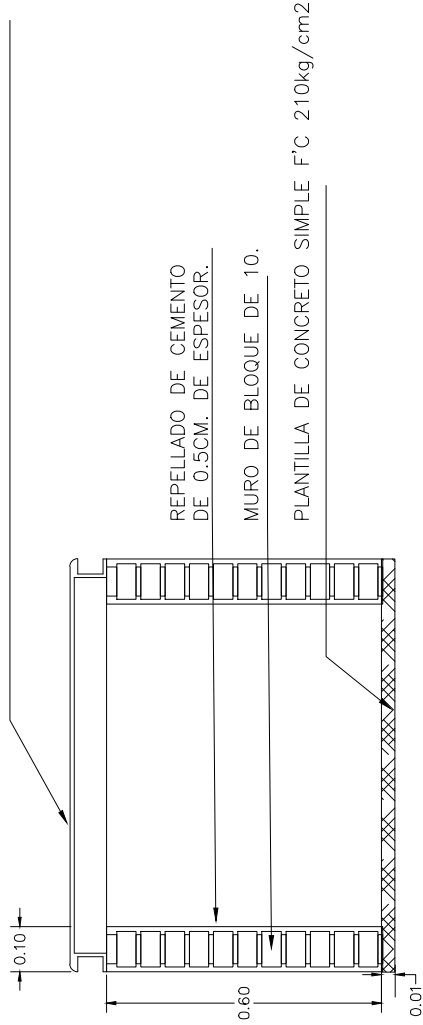
ESCALA: 1:5000  
FECHA: SEPTIEMBRE 2015  
PAGINA: 2/9



CUADRO.

CLAVE	DESCRIPCION
1-	ABRAZADERA DE P.V.C. PTUBODE P.V.C. CON SALIDA A 1/2"
2-	VALV. INSERION DE PVC CCONECTOR.
3-	TUBO RAMAL PARA TOMA DOMICILIARIA P.V.C DE 1/2"
4-	SUJETADOR P.V.C DE 1/2"
5-	TUBO DE P.V.C DE 1/2"
6-	CODO DE P.V.C ROSCADO DE 1/2" A 90°
7-	TUBO ROSCADO DE P.V.C 10cm x 1/2"
7'-	TUBO ROSCADO DE P.V.C 20cm x 1/2"
8-	LLAVE DE CIERRE DE PVC ROSCADA DE 1/2"
9-	MEDIDOR DE GASTO DE 1/2"

LA TAPA SERA DE LAMINA CAL 10 CON MARCO Y CONTRAMARCO DE 2" X 1/4" DE ESPESOR, DE 60 X 60 CM CON BISAGRAS ANCLADAS CON TORNILLOS DE 1".



**CAJA REGISTRO TIPO**  
SIN ESCALA

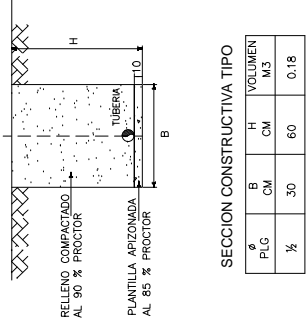
**CAJAS DE VALVULAS TIPO**

SIN ESCALA

1. TEE DE H<sub>60</sub>G; O PVC (SEGUN SEA EL CASO).
  2. NIPLE DE H<sub>60</sub>G; O PVC (SEGUN SEA EL CASO), DE 20 CMS DE LONGITUD.
  3. VALVULA DE SECC T/COMPUERTA DE H<sub>60</sub>G; O PVC (SEGUN SEA EL CASO).
  4. TUBERIA UNIDA DE H<sub>60</sub>G; O PVC (SEGUN SEA EL CASO).
  5. NIPLE DE H<sub>60</sub>G; O PVC (SEGUN SEA EL CASO) DE 50 CM DE LONGITUD.
- LA TAPA SERA DE LAMINA CAL 10 CON MARCO Y CONTRAMARCO DE 2" X 1/4" DE ESPESOR, DE 60 X 60 CM.
- LA PLANTILLA SERA DE CONCRETO SIMPLE F'c = 100 KG/CM<sup>2</sup>
- EL CONCRETO A UTILIZAR EN LOSA DE PISO Y TECHO SERA DE UNA RESISTENCIA F'c = 150 KG/CM<sup>2</sup>
- EL MURO SE HARA DE LADRILLO DE BARRO DE 14 CM DE ESP.
- EL ACERO DE REFUERZO SERA DE F<sub>y</sub> = 4,200 KG/CM<sup>2</sup>
- LA TAPA DE LANTINA DEBERA QUEDAR CENTRADA Y ALINEADA CON EL DADO DE OPERACION DE LA VALVULA.
- EL REBELADO INTERIOR SE REALIZARA CON MORTERO CEM-ARE 1:5 DE 0.5 CM DE ESPESOR.

DATOS GENERALES DE LAS VALVULAS					
CAJA TIPO	Ø DE VALVULA	NO. DE VALVULAS	A	B	H
1	25 A 50	1	0.90	0.90	1.20
2	60 A 75	1	1.00	1.00	1.20
3	100 A 150	1	1.20	1.40	1.30
4	200	1	1.60	1.70	1.40

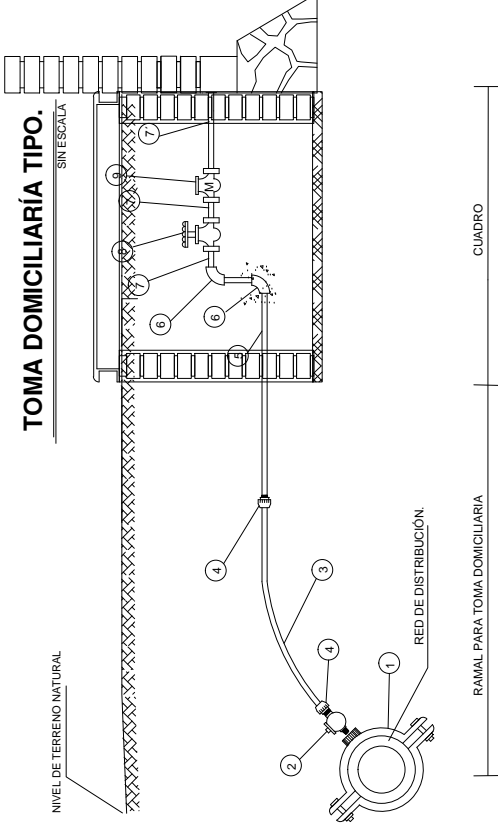
SECCION CONSTRUCTIVA TIPO PARA RAMAL DE TOMAS



SECCION CONSTRUCTIVA TIPO

Ø	B	H	VOLUMEN
P.V.C	CM	CM	M <sup>3</sup>
1/2	30	60	0.18

**TOMA DOMICILIARIA TIPO.**  
SIN ESCALA



PROYECTO  
**REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE**

PROPIETARIO  
**ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE**

UBICACION  
**MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL**

PRESENTAN  
**HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT**

ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO  
**DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARES  
Y CAJAS DE VALVULAS**



ESCALA  
**ESCALAS INDICADAS**

FECHA  
**SEPTIEMBRE 2015**

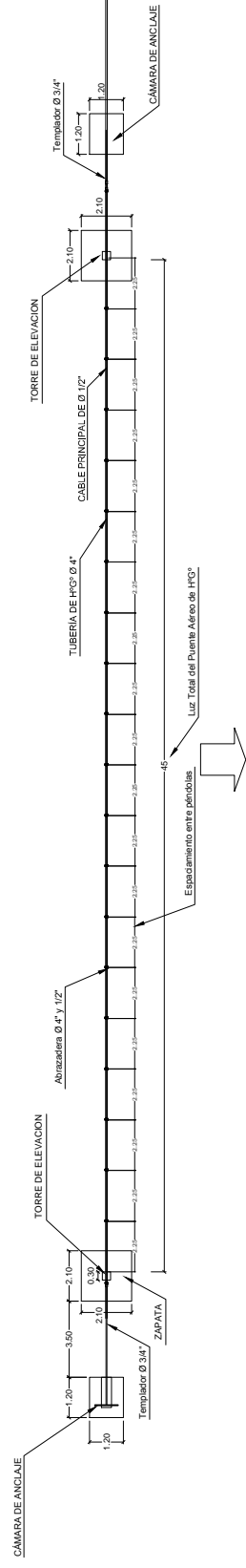
AREA DEL PROYECTO:

HOJA

**4/9**

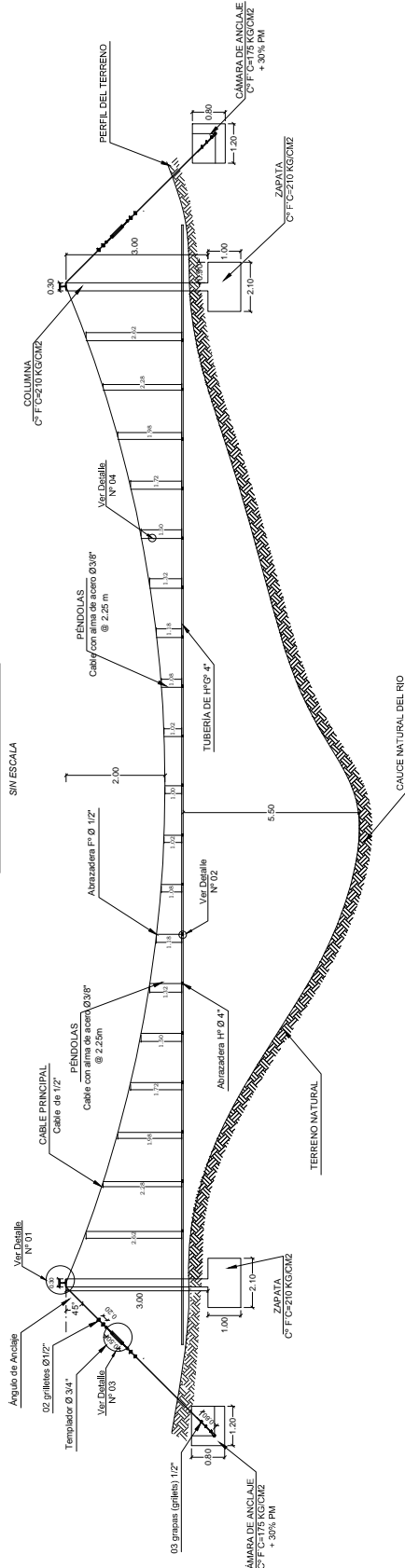
**PUENTE AEREO DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO**

**PLANTA**  
SIN ESCALA



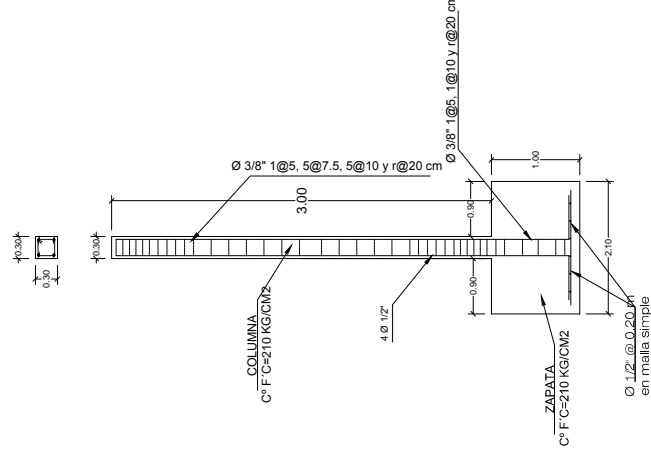
**PERFIL LONGITUDINAL**

SIN ESCALA



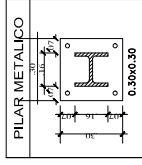
**DETALLE DE TORRE DE ELEVACION**

SIN ESCALA



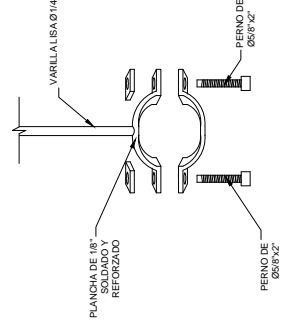
**DETALLE Nº 01**

SIN ESCALA



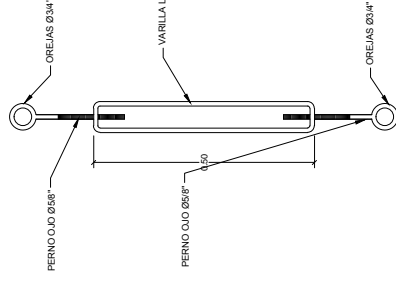
**DETALLE Nº 02**

ESCALA: 1/10

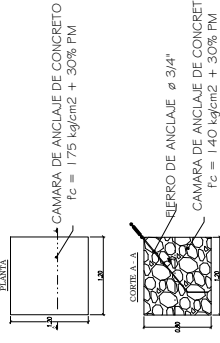


**DETALLE Nº 03**

ESCALA: 1/10

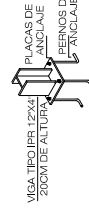


**CAMARA DE ANCLAJE SIN ESCALA**

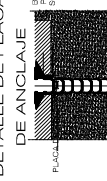


**APoyo PARA CABLES PRINCIPALES**

SIN ESCALA



**DETALLE DE PLACA**



**DETALLE DE SOLDADURA DE PERNOS DE ANCLAJE**



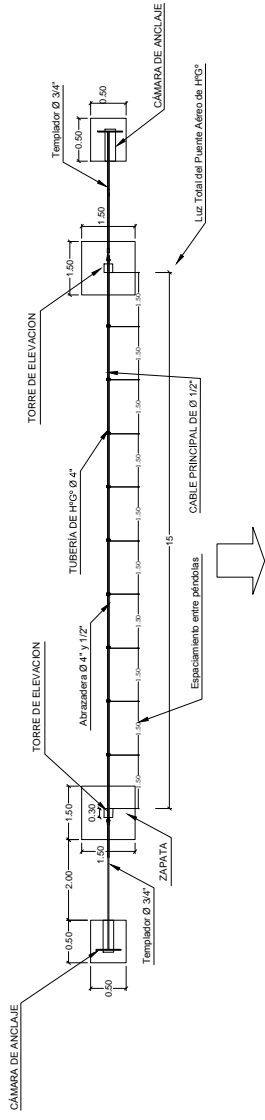
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- CONCRETO
- TORRE DE ELEVACION:
  - : F' C=210 KG/CM2
- COLUMNA : F' C=210 KG/CM2
- ZAPATA : F' C=210 KG/CM2
- CAMARA DE ANCLAJE E: F' C = 175 KG/CM2 + 30% PM
- ACERO FY=4200 KG/CM2
- ACERO LONGITUDINAL L: Ø 1/2"
- ACERO TRANSVERSAL L: Ø 3/8" (ESTRIBOS)
- TUBERIA Y ACCESORIOS F' C=
- APOYO METALICO CON VIGA TIPO IPR
- ABRAZADERAS DE Ø 4" Y 1/2" FABRICADOS
- TEMPLADOR DE Ø 3/4" FABRICADO

PROYECTO	REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE
PROFESOR	ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE
UBICACION	MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL
PROFESORIAN	HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT
CONTENIDO	ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL
CONTENIDO	DETALLE DE PASO AEREO DE TUBERIA TRAMO TANQUE - ESTACION DE BOMBEO

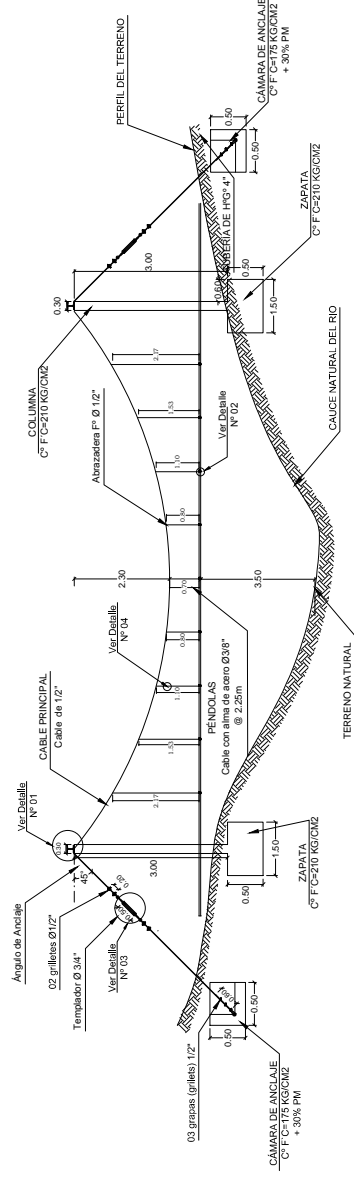
**PUENTE AEREO DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO**

**PLANTA**  
SIN ESCALA



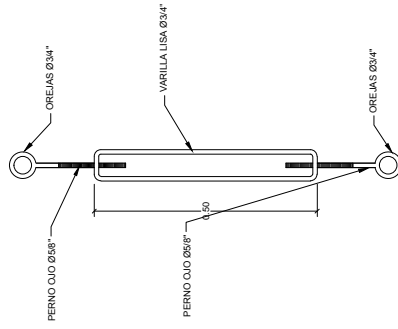
**PERFIL LONGITUDINAL**

SIN ESCALA

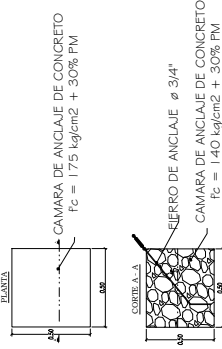


**DETALLE Nº 03**  
**TEMPLADOR**

ESCALA: 1/10



**CAMARA DE ANCLAJE**  
**SIN ESCALA**

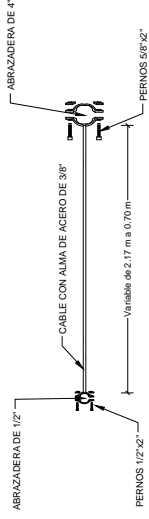


**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- CONCRETO TORRE DE ELEVACION: : F C=210 KG/CM2
- COLUMNA : F C=210 KG/CM2
- ZAPATA : F C=210 KG/CM2
- CAMARA DE ANCLAJE E: F C = 175 KG/CM2 + 30% PM
- ACERO FY=4200 KG/CM2
- ACERO LONGITUDINAL L: Ø 1/2"
- ACERO TRANSVERSAL L: Ø 3/8" (ESTRIBOS)
- TUBERIA Y ACCESORIOS F²G²
- APOYO METALICO CON VIGA TIPO IPR
- ABRAZADERAS DE Ø 4" Y 1/2" FABRICADOS
- TEMPLADOR DE Ø 3/4" FABRICADO

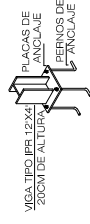
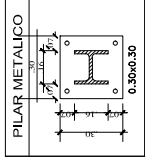
**DETALLE Nº 04**  
**PENDOLAS**

ESCALA: 1/10



**DETALLE Nº 01**  
**APOYO PARA CABLES PRINCIPALES**

SIN ESCALA



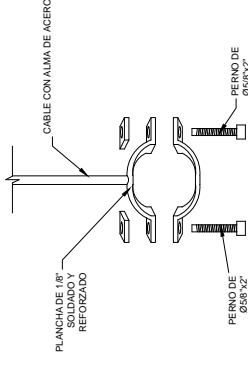
**DETALLE DE PLACA DE ANCLAJE**



**DETALLE DE SOLDADURA DE PERNOS DE ANCLAJE**

**DETALLE Nº 02**  
**ABRAZADERAS**

ESCALA: 1/10

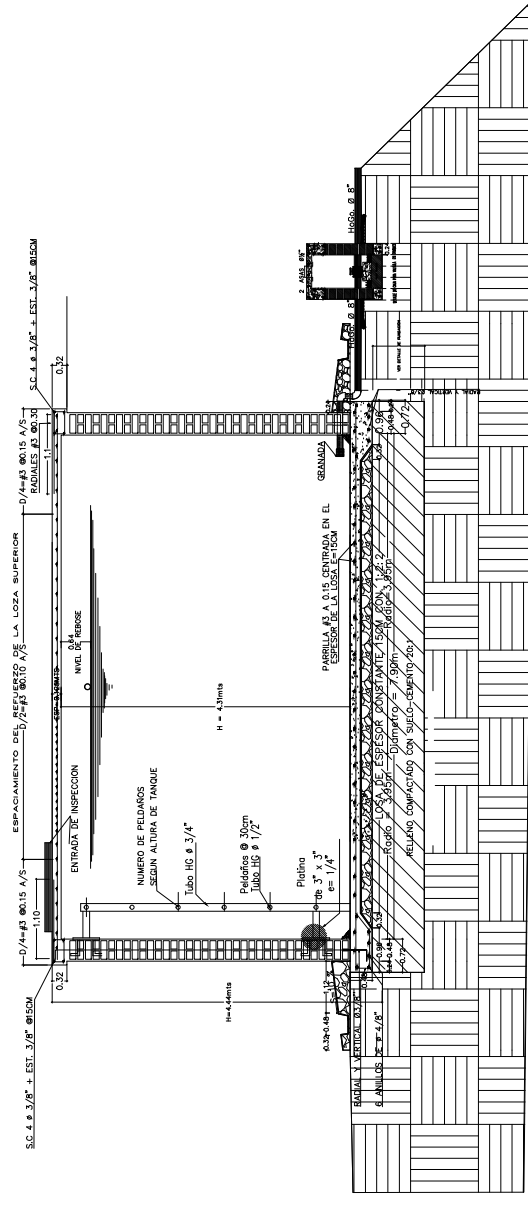


PROYECTO	REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE
PROYECTADO	ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE
UBICACION	MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL
DISEÑADO	HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT
CONTENIDO	ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL
	DETALLE DE PASO AEREO DE TUBERIA TRAMO TANQUE - PARTE 2 DE RED DE ABASTECIMIENTO
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	ESCUELA ESCALAS INDICADAS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 AREA DEL PROYECTO
	6/9

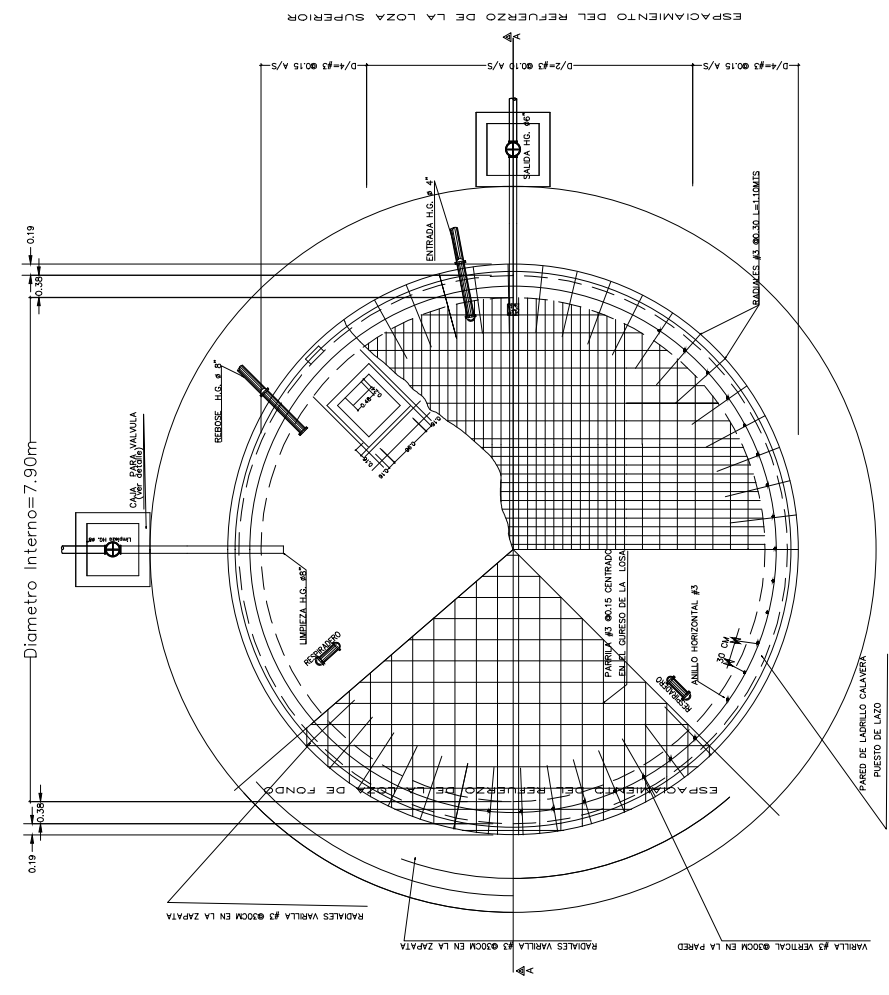




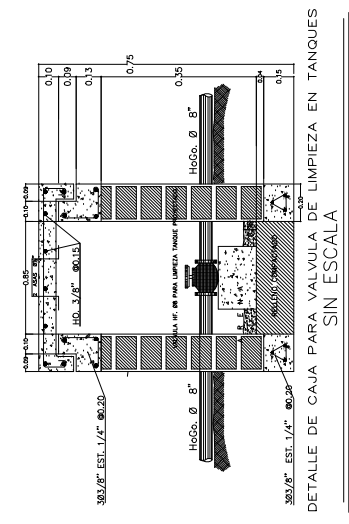




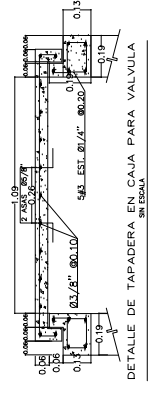
SECCION A-A SIN ESCALA



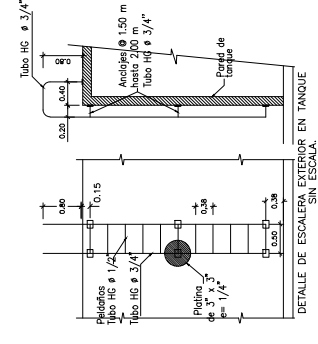
PLANTA DE FUNDACION Y TECHO SIN ESCALA



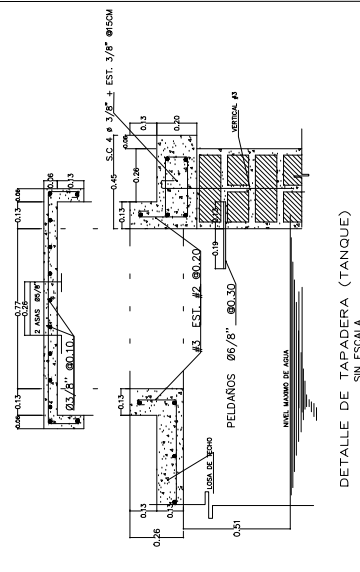
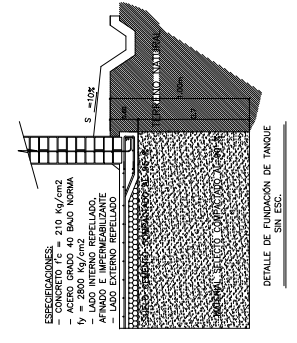
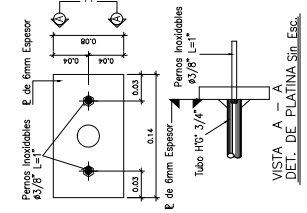
DETALLE DE CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA EN TANQUES SIN ESCALA



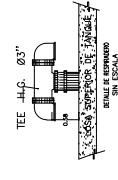
DETALLE DE TAPADERA EN CAJA PARA VALVULA SIN ESCALA



DETALLE DE ESCALERA EXTERIOR EN TANQUE SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA (TANQUE) SIN ESCALA



RECOMENDACIONES:  
 - El concreto deberá ser de clase C-20.  
 - El acero deberá ser de grado 40.  
 - El acabado exterior deberá ser de pintura epoxi.  
 - El acabado interior deberá ser de pintura epoxi.  
 - El acabado de los 28 días como mínimo.

<p>PROYECTO</p> <p><b>REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE</b></p>
<p>PROPIETARIO</p> <p><b>ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE</b></p>
<p>UBICACION</p> <p><b>MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL</b></p>
<p>PRESENTAN</p> <p><b>HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT</b></p>
<p>CONTENIDO</p> <p><b>DETALLE DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO UBICADO EN EL CASERIO "La Pista"</b></p>
<p>ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL</p>
<p>ESCALA</p> <p><b>INDICADAS</b></p>
<p>FECHA</p> <p><b>SEPTIEMBRE 2015</b></p>
<p>AREA DEL PROYECTO:</p> <p><b>9/9</b></p>

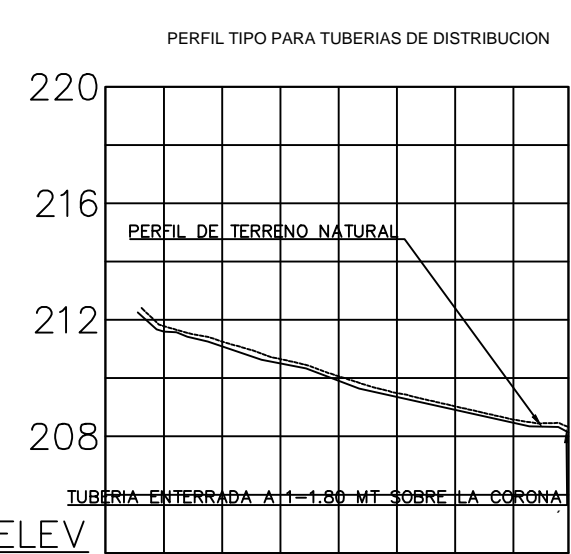
*Anexo 15. Planos constructivos de propuesta 2*



Tramo	Longitud (m)	Dámetro (mm)	Materiales
1-2	1088.24	150	PVC
3-3	39	32	PVC
3-4	78.42	32	PVC
4-5	95.96	32	PVC
9-8	100	50	PVC
10-7	95.84	32	PVC
7-6	89.17	32	PVC
6-15	107.15	25	PVC
15-16	4.09	25	PVC
13-12	87.89	25	PVC
12-13	100.26	25	PVC
13-14	73.15	25	PVC
14-18	51.22	25	PVC
22-20	48.66	25	PVC
20-19	106.9	25	PVC
23-24	65.05	32	PVC
24-25	77.48	50	PVC
25-26	42.39	25	PVC
26-27	49.13	25	PVC
27-28	58.75	25	PVC
34-32	74.5	25	PVC
36-35	52.52	32	PVC
35-33	68.51	25	PVC
33-31	51.68	25	PVC
41-40	62.74	25	PVC
39-38	100.79	40	PVC
38-37	56.26	25	PVC
49-43	76.36	40	PVC
43-44	88.36	40	PVC
44-45	52.25	25	PVC
45-46	44.69	25	PVC
51-50	82.57	25	PVC
48-47	121.6	32	PVC
53-52	50.64	25	PVC
55-54	67.81	25	PVC
57-56	65.51	25	PVC
118-142	44.2	25	PVC
142-119	80.65	80	PVC
119-120	68.17	80	PVC
120-145	91.47	80	PVC
145-121	110.62	80	PVC
121-122	186.2	65	PVC
122-123	155.72	50	PVC
59-58	73.42	25	PVC
115-114	53.34	25	PVC
114-113	76.15	25	PVC
113-112	67.19	25	PVC
112-111	92.32	25	PVC
111-110	108.87	25	PVC
117-118	63.54	25	PVC
61-60	78.41	25	PVC
60-109	63.23	40	PVC
109-143	71.81	32	PVC
143-108	65.98	25	PVC
108-107	89.58	25	PVC
107-106	108.41	25	PVC
106-105	75.74	25	PVC
63-62	40.99	25	PVC
62-104	63.69	25	PVC
104-103	67.73	32	PVC
103-102	66.47	32	PVC
102-101	85.04	25	PVC
101-99	97.51	32	PVC
99-100	94.63	25	PVC
66-65	42.71	25	PVC
65-64	38.52	25	PVC
64-97	60.34	25	PVC
97-96	63.84	32	PVC
96-95	59.53	32	PVC
95-94	71.45	25	PVC
94-93	36.16	25	PVC
69-68	27.92	25	PVC
68-67	63.24	25	PVC
67-92	67.95	25	PVC
92-91	60.84	25	PVC
91-90	60.75	25	PVC
90-89	63.16	25	PVC
72-71	12.95	25	PVC
71-70	75.97	25	PVC
70-82	70.66	25	PVC
82-83	61.38	25	PVC
83-144	65.73	25	PVC
144-84	19.87	25	PVC
84-86	40.96	25	PVC
86-87	60.59	25	PVC
78-77	39.36	25	PVC
76-75	37.66	25	PVC
73-74	74.88	25	PVC
80-81	86	65	PVC

Tramo	Longitud (m)	Dámetro (mm)	Materiales
2-5	80.11	150	PVC
8-10	75.48	150	PVC
4-7	108.61	32	PVC
5-8	109.52	32	PVC
10-11	117.72	150	PVC
7-12	114.63	25	PVC
6-43	139.2	25	PVC
15-14	144.2	25	PVC
18-17	40.48	25	PVC
17-18	38.49	25	PVC
20-21	19.31	25	PVC
11-19	14.71	150	PVC
19-23	24.12	150	PVC
23-36	113.98	150	PVC
24-14	70.81	25	PVC
34-35	41.99	25	PVC
25-32	49.4	25	PVC
32-31	43.2	25	PVC
28-31	104.19	25	PVC
27-30	58.71	25	PVC
38-39	60.62	25	PVC
42-41	70.76	25	PVC
36-40	110.55	150	PVC
40-39	22.81	150	PVC
33-38	113.48	25	PVC
35-37	50.14	25	PVC
49-50	43.69	40	PVC
50-52	68.69	40	PVC
39-43	44.42	150	PVC
43-48	65.07	150	PVC
38-44	67.69	25	PVC
37-45	69.92	25	PVC
39-47	67.21	25	PVC
55-57	101.21	25	PVC
54-58	98.83	32	PVC
57-59	67.68	25	PVC
56-58	66.92	25	PVC
48-142	333.98	150	PVC
142-114	83.9	150	PVC
119-113	62.17	25	PVC
110-112	53.8	32	PVC
121-118	47.48	40	PVC
116-110	44.14	40	PVC
59-61	87.98	25	PVC
58-60	88.4	25	PVC
114-109	99.71	150	PVC
113-145	209.63	25	PVC
112-108	113.86	25	PVC
111-107	133.7	25	PVC
110-106	116.89	25	PVC
61-68	149.24	25	PVC
60-62	74.6	25	PVC
109-104	87.95	100	PVC
143-103	74.86	25	PVC
99-98	71.59	25	PVC
107-101	62.08	32	PVC
63-65	14.89	25	PVC
62-64	14.41	25	PVC
104-97	80.69	100	PVC
103-96	74.69	25	PVC
102-95	105.54	25	PVC
101-94	119.59	25	PVC
99-98	66.79	25	PVC
66-68	72.18	25	PVC
87-92	15.84	100	PVC
96-91	74.74	25	PVC
85-89	78.89	25	PVC
94-89	44.64	25	PVC
68-71	94.76	25	PVC
67-70	90.96	25	PVC
92-82	77.96	80	PVC
81-83	11.68	25	PVC
80-144	62.15	25	PVC
84-83	17.89	25	PVC
83-86	39.32	25	PVC
72-73	100.8	25	PVC
70-71	85.83	25	PVC
72-75	77.69	25	PVC
75-74	51.76	25	PVC
82-80	202.82	60	PVC
80-79	127.88	25	PVC
87-88	89.2	25	PVC
124-125	69.8	60	PVC
127-128	88.53	40	PVC
129-130	88.49	32	PVC
130-131	81.54	32	PVC
132-133	123.3	25	PVC
134-135	45.3	25	PVC
135-136	86.61	25	PVC
140-141	82.79	25	PVC
132-134	117.52	60	PVC
134-138	89.62	25	PVC
135-137	89.79	60	PVC
137-139	16.42	50	PVC
139-135	101.99	40	PVC
138-139	18.41	40	PVC
130-136	103.84	40	PVC
136-140	73.61	25	PVC
131-132	43.99	32	PVC
132-137	83.8	25	PVC

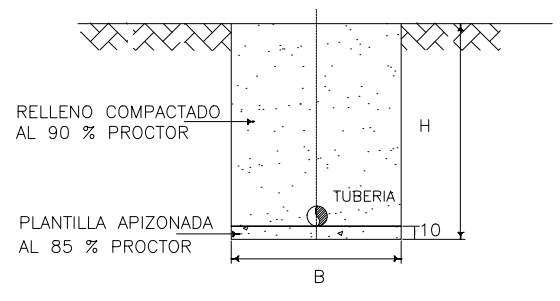
Dámetro (mm)	Dámetro (pul)
15	1/2
25	1
32	1 1/4
40	1 1/2
50	2
65	2 1/2
80	3
100	4
150	6



Materiales de la red								
Díametros	Material	Tuberías (m)	Tee	Yee	Codos 45°	Codos 90°	Tee dobles	Válvulas
1/2"	PVC	1722						
1"	PVC	9342.96	28		2	10	17	17
1 1/4"	PVC	1925.18	5	1	2	1	7	9
1 1/2"	PVC	884.77	6			2	3	7
2"	PVC	292.14	1					2
2 1/2"	PVC	791.79	3			1	1	4
3"	PVC	427.97	3				1	2
4"	PVC	914.38					3	3
6"	PVC	1028.18	8	2			4	13
	Acero	1086						
<b>Totales</b>		<b>18415.37</b>	<b>54</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>36</b>	<b>57</b>

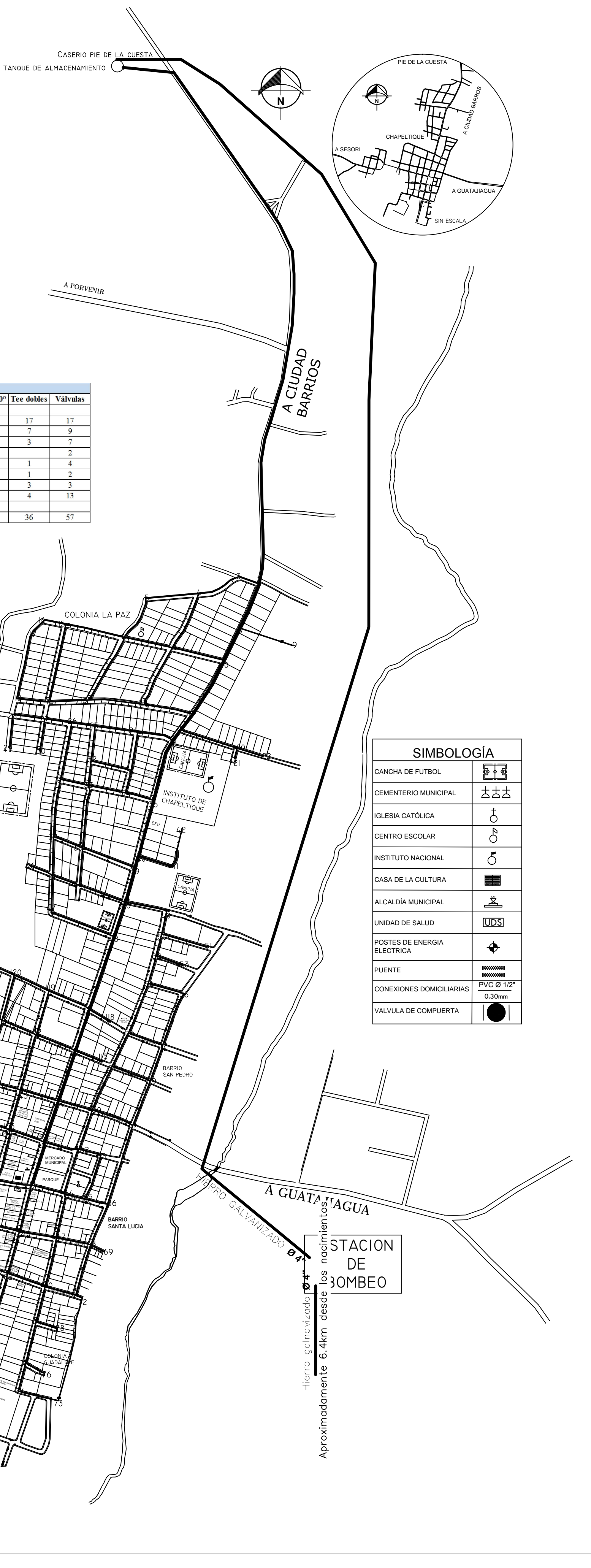
NOTA: EL PVC A UTILIZAR ES TIPO I, GRADO I DE 125 PSI

SECCION CONSTRUCTIVA TIPO PARA TUBERIAS DE DISTRIBUCION



SECCION CONSTRUCTIVA TIPO

ø PLG	B CM	H CM
VARIABLE	60	110



SIMBOLOGÍA	
CANCHA DE FUTBOL	[Symbol]
CEMENTERIO MUNICIPAL	[Symbol]
IGLESIA CATÓLICA	[Symbol]
CENTRO ESCOLAR	[Symbol]
INSTITUTO NACIONAL	[Symbol]
CASA DE LA CULTURA	[Symbol]
ALCALDIA MUNICIPAL	[Symbol]
UNIDAD DE SALUD	[Symbol]
POSTES DE ENERGIA ELECTRICA	[Symbol]
PUENTE	[Symbol]
CONEXIONES DOMICILIARIAS	PVC Ø 1/2" 0.30mm
VALVULA DE COMPUERTA	[Symbol]

PROYECTO: REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE

PROPORCIONADO POR: ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE

UBICACION: MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL

PROYECTADO POR: HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL; MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT

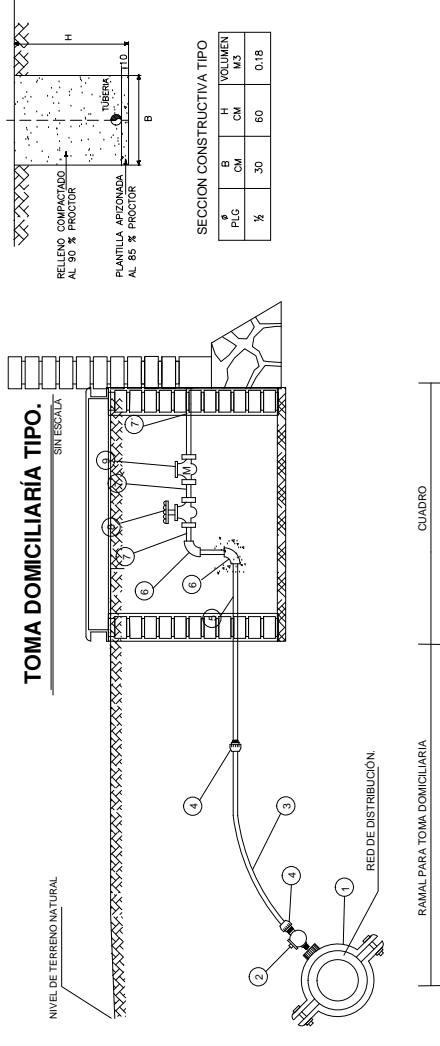
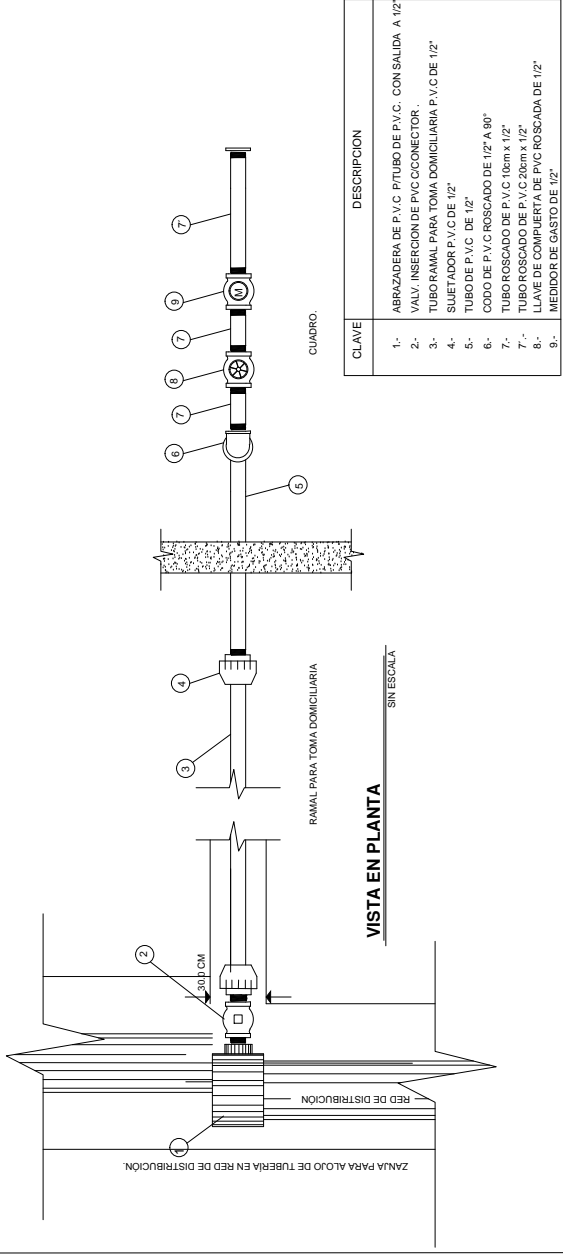
ESTADISTAS: INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO: - ESQUEMA DE UBICACION; - ESQUEMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE; - SIMBOLOGIA

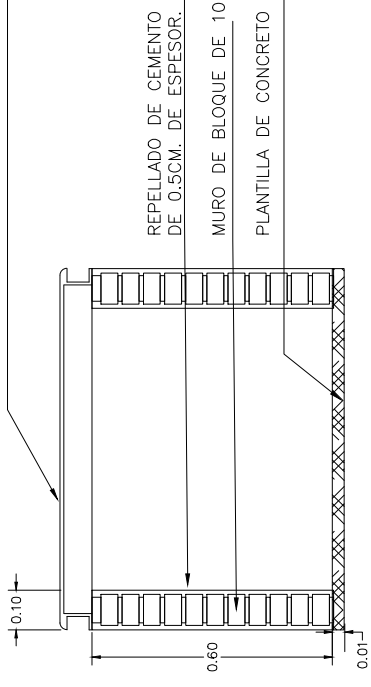
ESCALA: 1:5000

FECHA: JUNIO 2015

PAGINA: 1/9

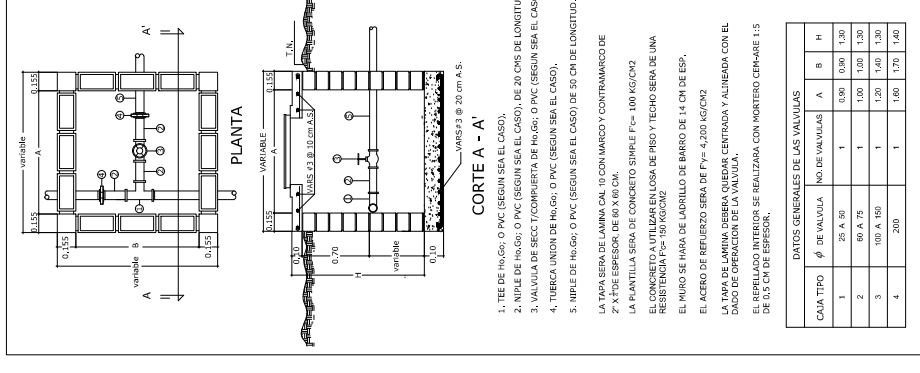
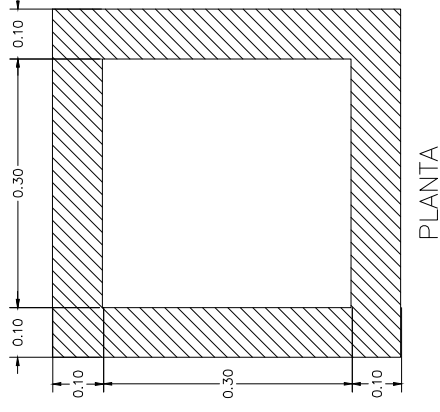


LA TAPA SERA DE LAMINA CAL 10 CON MARCO Y CONTRAMARCO DE 2" X 4" DE ESPESOR, DE 60 X 60 CM CON BISAGRAS ANCLADAS CON TORNILLOS DE 1".



### CAJAS DE VALVULAS TIPO

SIN ESCALA



PROYECTO  
**REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE**

PROPIETARIO  
**ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE**

UBICACION  
**MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL**

PRESENTAN  
**HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT**

ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO  
**DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARES  
Y CAJAS DE VALVULAS**



ESCALA  
**ESCALAS INDICADAS**

FECHA  
**SEPTIEMBRE 2015**

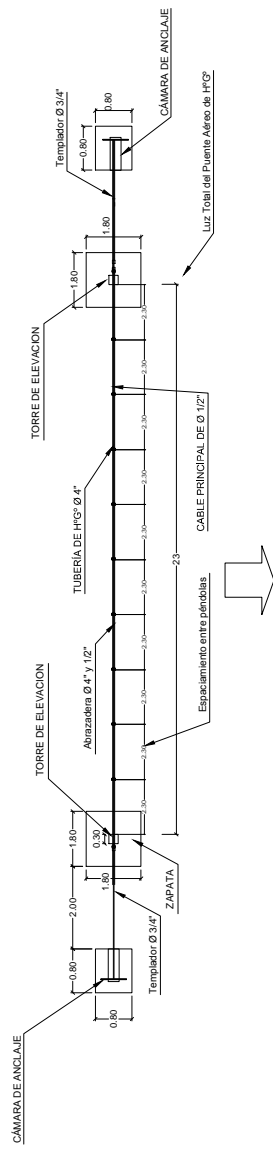
AREA DEL PROYECTO:

HOJA

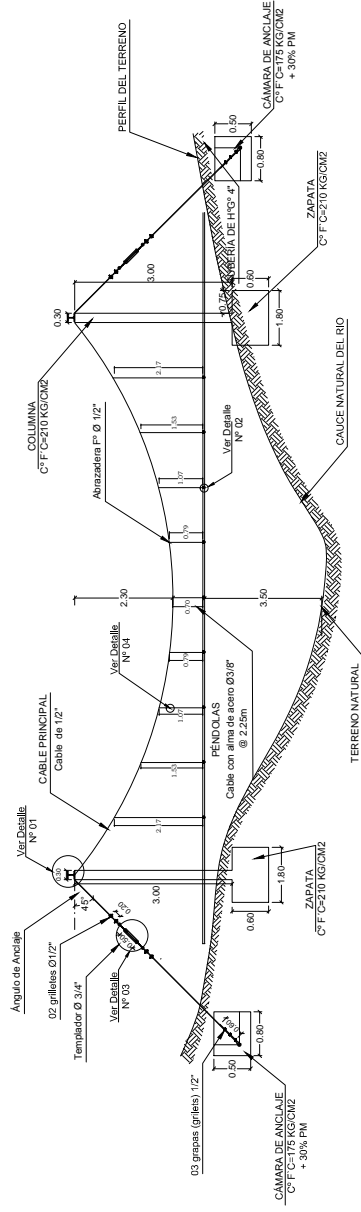
**3/9**

### PUENTE AEREO DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO

**PLANTA**  
SIN ESCALA

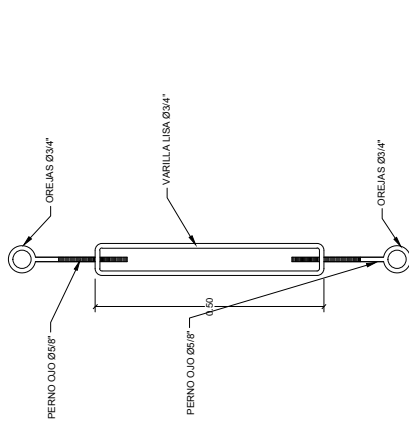


**PERFIL LONGITUDINAL**  
SIN ESCALA



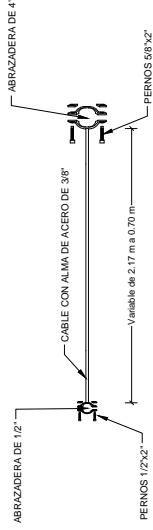
**DETALLE Nº 03**  
TEMPLADOR

ESCALA: 1/10



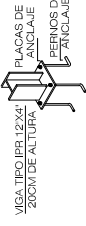
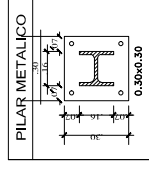
**DETALLE Nº 04**  
PENDOLAS

ESCALA: 1/10



**DETALLE Nº 01**  
APOYO PARA CABLES PRINCIPALES

SIN ESCALA



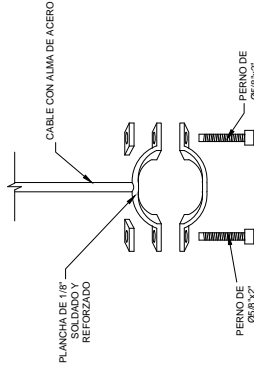
**DETALLE DE PLACA DE ANCLAJE**



**DETALLE DE SOLDADURA DE FERNOS DE ANCLAJE**

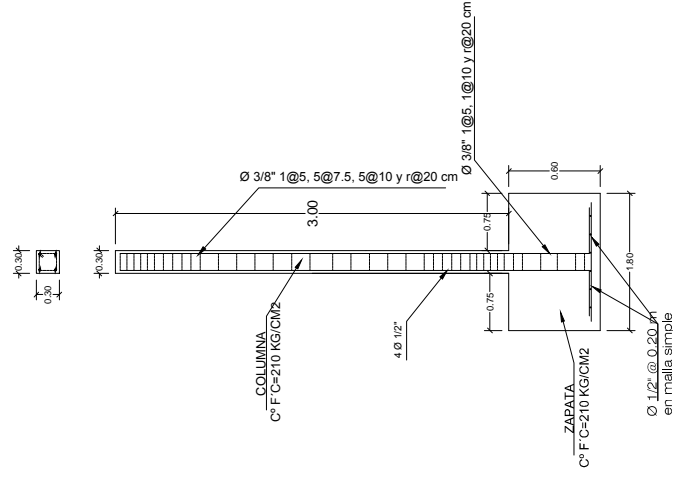
**DETALLE Nº 02**  
ABRAZADERAS

ESCALA: 1/10



**DETALLE DE TORRE DE ELEVACION**

SIN ESCALA



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

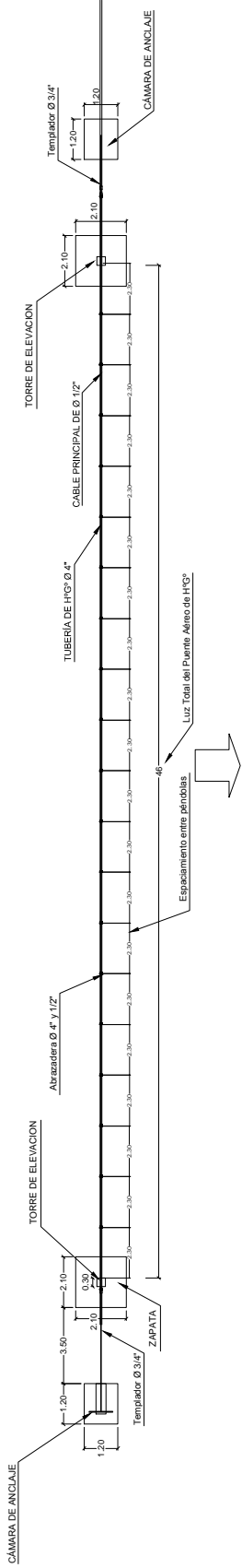
- CONCRETO TORRE DE ELEVACION: COLUMNA : F C=210 KG/CM2 ZAPATA : F C=210 KG/CM2 CÁMARA DE ANCLAJE E: F C = 175 KG/CM2 + 30% PM ACERO FY=4200 KG/CM2
- ACERO LONGITUDINAL L: Ø 1/2"
- ACERO TRANSVERSAL L: Ø 3/8" (ESTRIBOS)
- TUBERIA Y ACCESORIOS F<sup>o</sup> APOYO METALICO CON VIGA TIPO IPR ABRAZADERAS DE Ø 4" Y 1/2" FABRICADOS TEMPLADOR DE Ø 3/4" FABRICADO

PROYECTO	REVISIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL, MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE
PROYECTADO	ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE
UBICACION	MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL
PRESENTE	HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT
CONTENIDO	ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL
CONTENIDO	DETALLE DE PASO AEREO DE TUBERIA TRAMO ESTACION DE BOMBEO-PIE DE LA CUESTA
HOJA	4/9
ESCALA	ESCALAS INDICADAS
FECHA	SEPTIEMBRE 2015
AREA DEL PROYECTO	



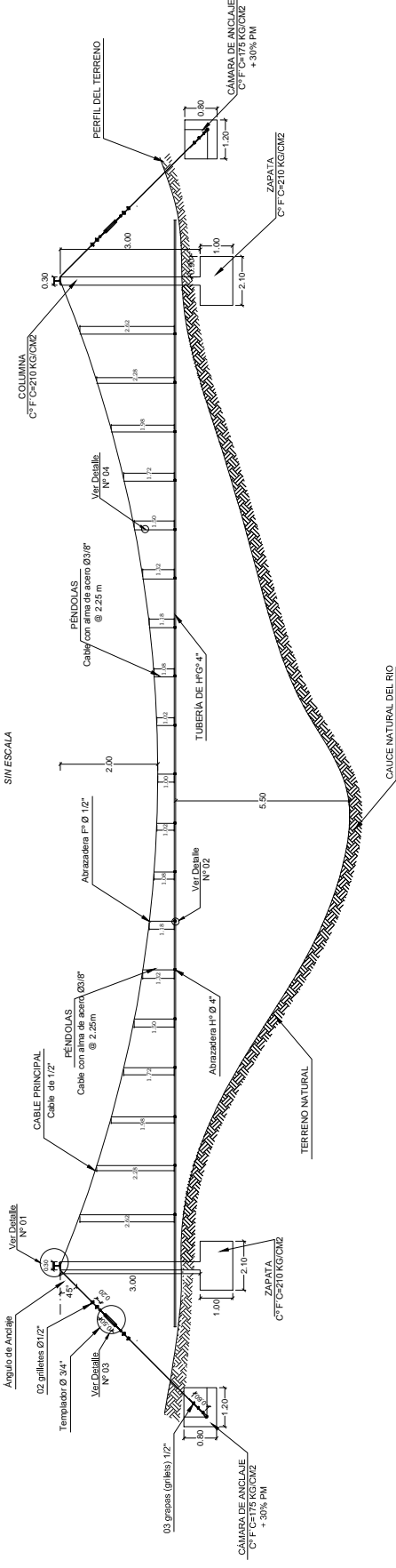
**PUENTE AEREO DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO**

**PLANTA**  
SIN ESCALA



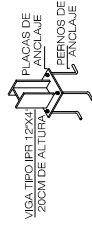
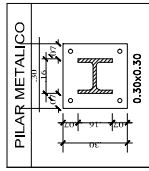
**PERFIL LONGITUDINAL**

SIN ESCALA

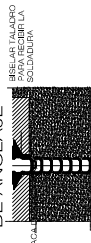


**DETALLE N° 01**

APOYO PARA CABLES PRINCIPALES  
SIN ESCALA



**DETALLE DE PLACA DE ANCLAJE**

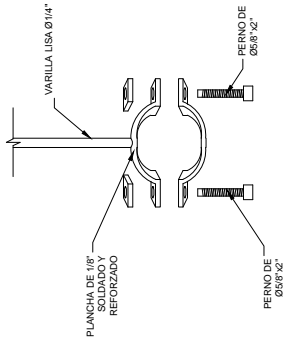


**DETALLE DE SOLDADURA DE PERNOS DE ANCLAJE**



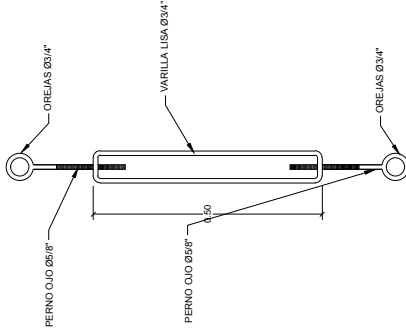
**DETALLE N° 02**

ABRAZADERAS  
ESCALA: 1/10



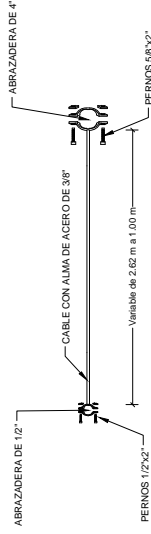
**DETALLE N° 03**

TEMPLADOR  
ESCALA: 1/10



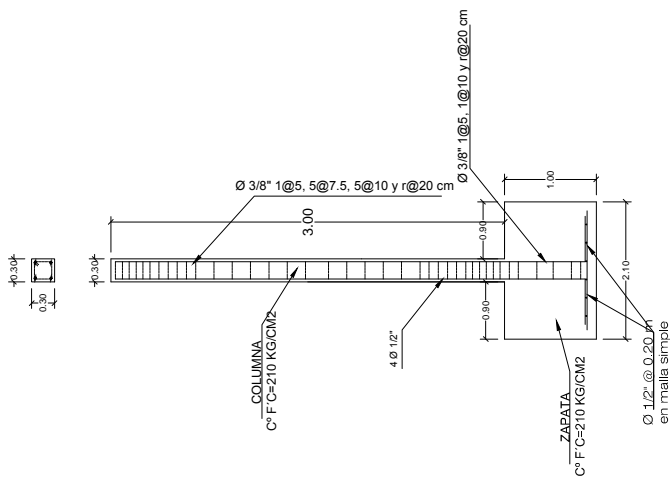
**DETALLE N° 04**

PENDOLAS  
ESCALA: 1/10

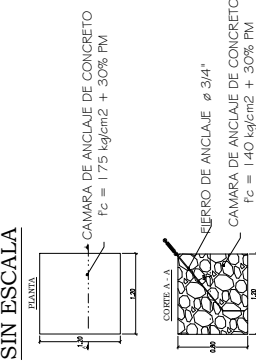


**DETALLE DE TORRE DE ELEVACION**

SIN ESCALA



**CAMARA DE ANCLAJE SIN ESCALA**



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

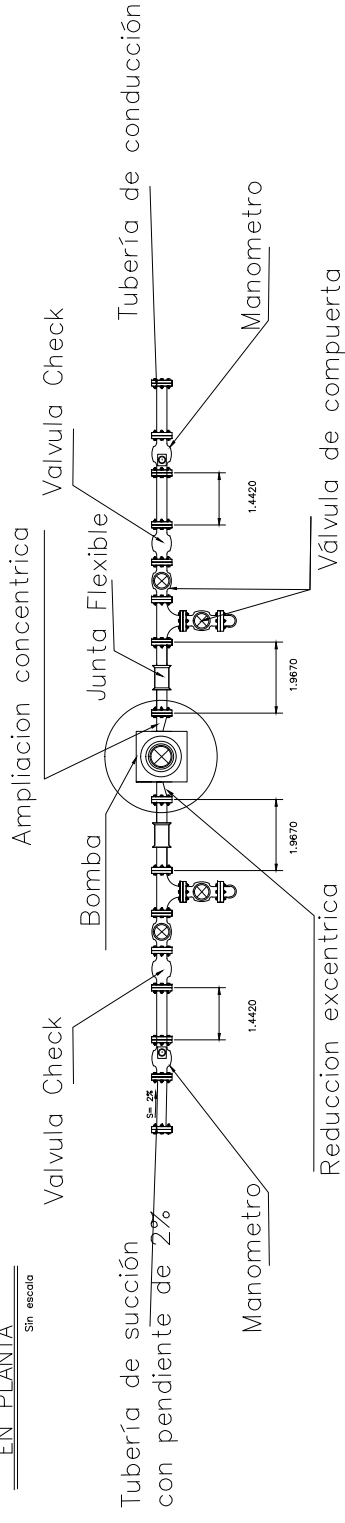
- CONCRETO
- TORRE DE ELEVACION: F C=210 KG/CM<sup>2</sup>
- COLUMNA: F C=210 KG/CM<sup>2</sup>
- ZAPATA: F C=210 KG/CM<sup>2</sup>
- CÁMARA DE ANCLAJE: E: F C = 175 KG/CM<sup>2</sup> + 30% PM
- ACERO LONGITUDINAL: L: Ø 3/8" (ESTRIBOS)
- TUBERIA Y ACCESORIOS: F<sup>10</sup>
- APOYO METÁLICO CON VIGA TIPO IPR
- ABRAZADERAS DE Ø 4" Y 1/2" FABRICADOS
- TEMPLADOR DE Ø 3/4" FABRICADO

PROYECTO <b>REVISIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACIÓN PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE</b>	PROFESOR <b>ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE</b>	UBICACIÓN <b>MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL</b>	PRESIDENTE <b>HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT</b>
ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL			
CONTENIDO <b>DETALLE DE PASO AEREO DE TUBERIA TRAMO TANQUE - ESTACION DE BOMBEO</b>			
		ESCALAS INDICADAS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 AREA DEL PROYECTO:	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR CENTRO		<b>5/9</b>	

# Estación de Bombeo

CUADRO DE PUERTAS				
SÍMBOLO	HIECO	CANTIDAD	OBSERVACIONES	
1	1.00	2.00	1	Madera
2	1.00	2.10	3	Madera
3	1.00	2.00	2	Metalica
4	0.80	2.10	4	Doble Forro
5	1.00	2.10	1	Placa de Vidrio
6	0.90	2.10	1	Placa de Vidrio
7	1.00	2.10	1	

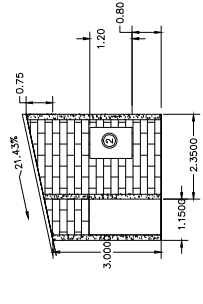
DETALLE DE BOMBA EN PLANTA  
Sin escala



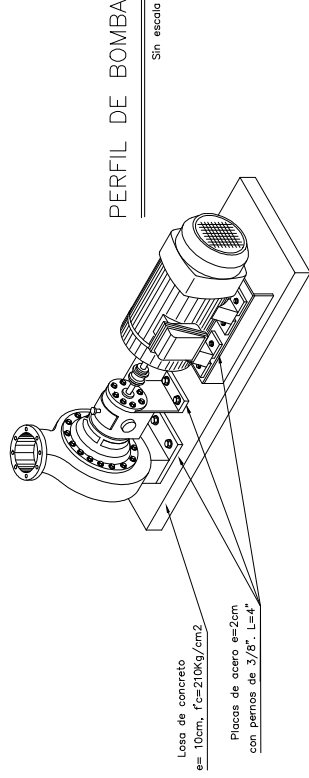
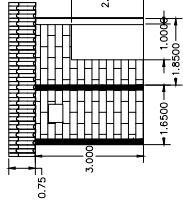
CUADRO DE VENTANAS					
SÍMBOLO	HIECO	REPISA	CANTIDAD	OBSERVACIONES	
1	2.00	1.10	1.00	4	TIPO FRANCESA
2	0.80	1.20	1.60	4	TIPO FRANCESA
3	1.00	0.40	1.60	1	TIPO FRANCESA
4	1.00	2.10	0.00	1	TIPO FRANCESA
5	2.00	0.60	1.50	1	TIPO FRANCESA
6	1.50	1.10	1.00	1	TIPO FRANCESA

ACABADOS	
1	PAREDES
1	Pared de bloque 15x20x40, repallado, afinado y pintado
2	Pared de bloques 10x20x40, repallado, afinado y pintado
3	Enchapado de anieplo
4	Bloque Vitró
5	Enchapado de 0.45 en Cocina
6	Bloque Rustico
7	PISOS
1	Piso cerámico
2	Encementado
3	Ceramica antiderrapante
4	Grana
5	CELO FALSO
6	Lustre de fibrill y suspension de alumbr.

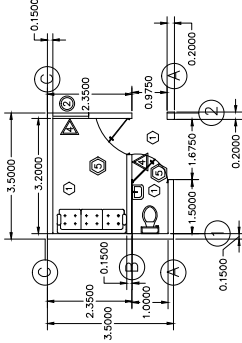
FACHADA LATERAL  
ESC. 1:50



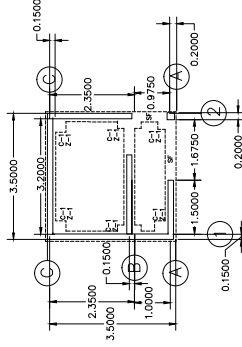
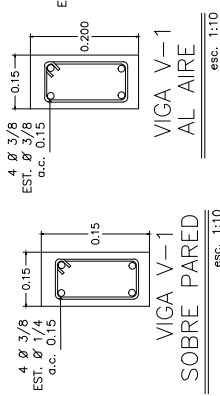
FACHADA PRINCIPAL  
ESC. 1:50



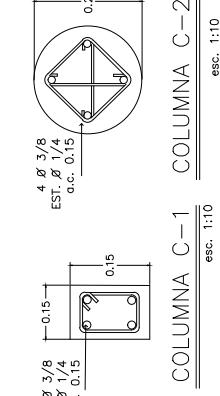
PERFIL DE BOMBA  
Sin escala



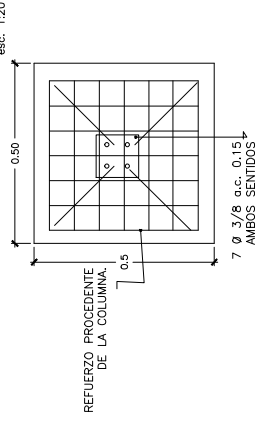
PLANTA ARQUITECTONICA  
ESC. 1:100



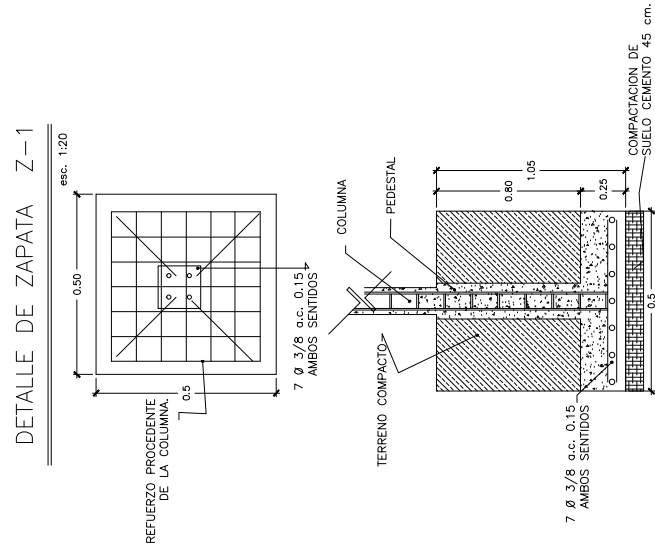
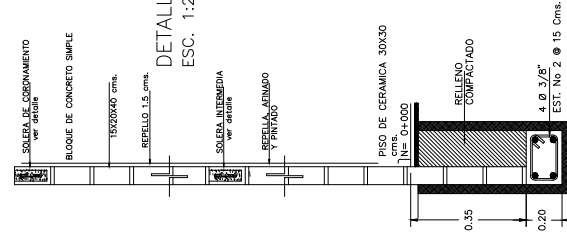
PLANTA DE FUNDACIONES  
ESC. 1:100



DETALLE DE ZAPATA Z-1  
esc. 1:20



DETALLE TIPO DE PARED  
ESC. 1:20



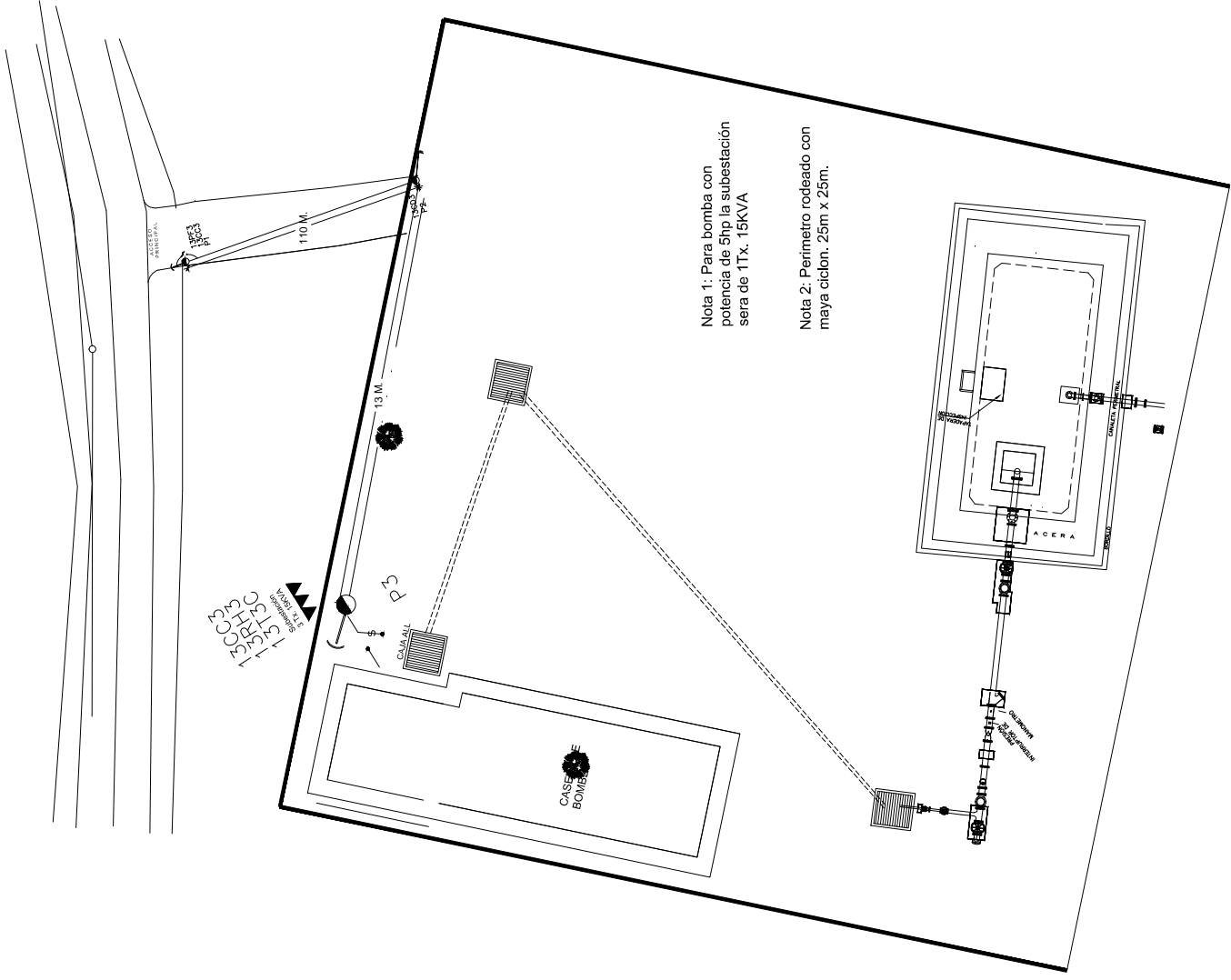
PROYECTO	REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE
PROYECTARDO	ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE
UBICACION	MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL
PREZIDIANTE	HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GATTAN, DAVID SMIT
CONTENIDO	ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL DETALLE DE ESTACION DE BOMBEO
HOJA	ESCALAS INDICADAS FECHA SEPTIEMBRE 2015 AREA DEL PROYECTO 6/9





**E S T R U C T U R A S   Y   E Q U I P O S**

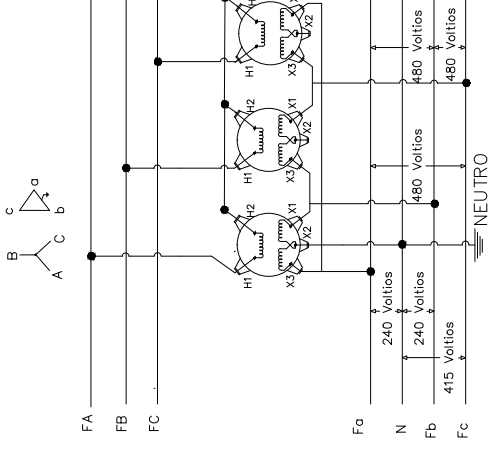
PUNTOS	POSTES	DISTANCIA ABELANTE (MTS)	CODIGOS DE ESTRUCTURAS		EQUIPOS		COORDENADAS	OBSERVACIONES
			PRIMARIA	NEUTRO	RETENIDA	TRANSFORMADOR (KVA)		
P1	35' C 500	110	13CC3-13PF3	RN	1-APD	-----	-----	PUNTO DE RECIBIDO
P2	35' C 500	13	13CC3-13CD3	RN	2-APD	-----	-----	
P3	35' C 500	---	13T3C-13RH3-13CC3	RN	1-APD	45 KVA	-----	SUBSTACION 3 TRANSFORMADORES DE 15KVA



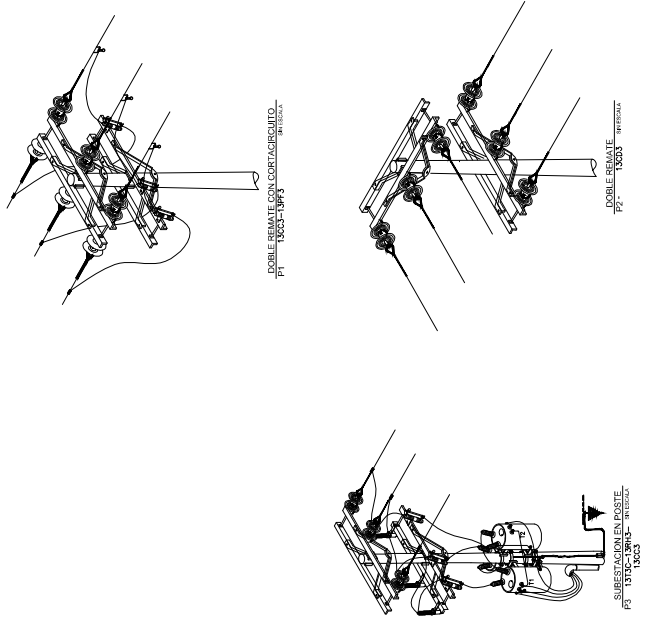
**C O N D U C T O R E S**

PUNTOS	LINEA PRIMARIA		LINEA DE NEUTRO	
	VANO (MTS)	NUMERO DE HILOS	LONGITUD (MTS)	NUMERO DE HILOS
P1 - P2	110	3	55	1
P2 - P3	13	3	55	1
<b>TOTAL</b>	123	-----	123	-----

**POLARIDAD ADITIVA  
CONEXION ESTRELLA DELTA**



**C O N E X I O N   D E   S U B S T A C I O N**



Simbología	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Lineas primarias 3 fases 2 ACSR + neutro I/O ACSR
	Arcia sencilla
	Arcia doble
	Corte primario con cortocircuito
	Poste empresa distribuidora existente
	Poste de concreto de 35' primado ha instalar
	Corte con fusible
	Subestación trifásica, en poste de concreto de 35'. Nota: Los Pararrayos y cortacircuitos deben ser cerámica color gris, no se aceptaran de resina.

**PROYECTO**  
**REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE**

**PROPIETARIO**  
**ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE**

**UBICACION**  
**MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL**

**PRESENTAN**  
**HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
 MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT**

ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL

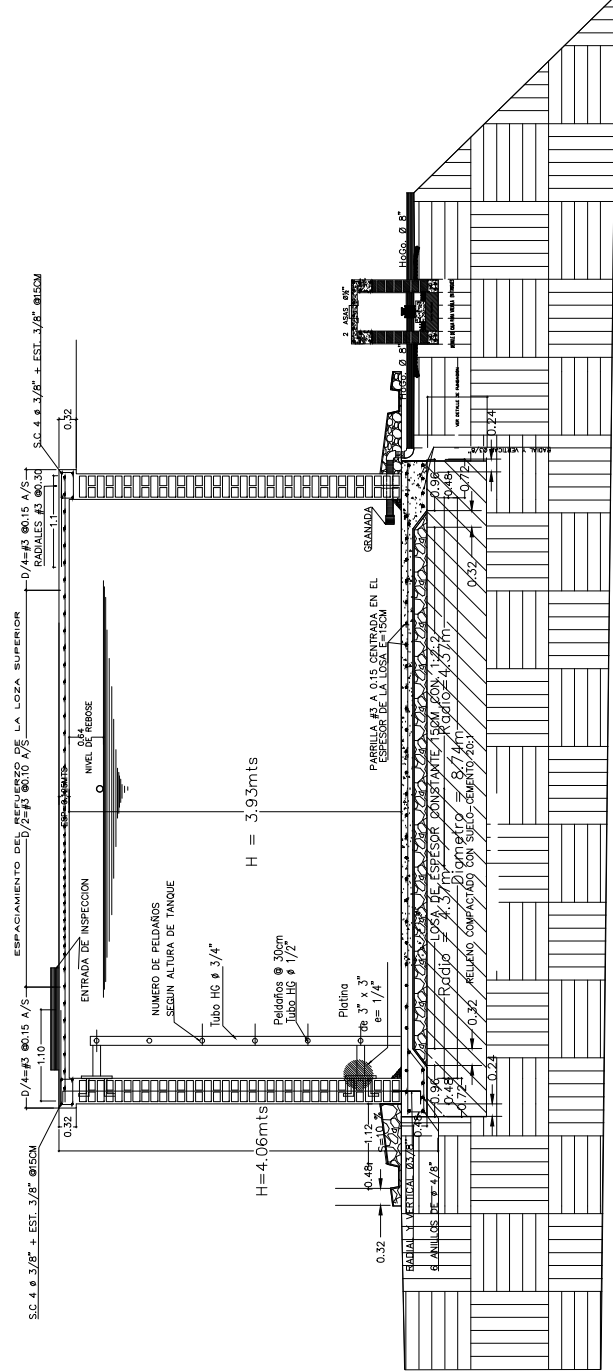
**CONTENIDO**  
**DETALLE DE SUBSTACION ELECTRICA PARA ESTACION DE BOMBEO**



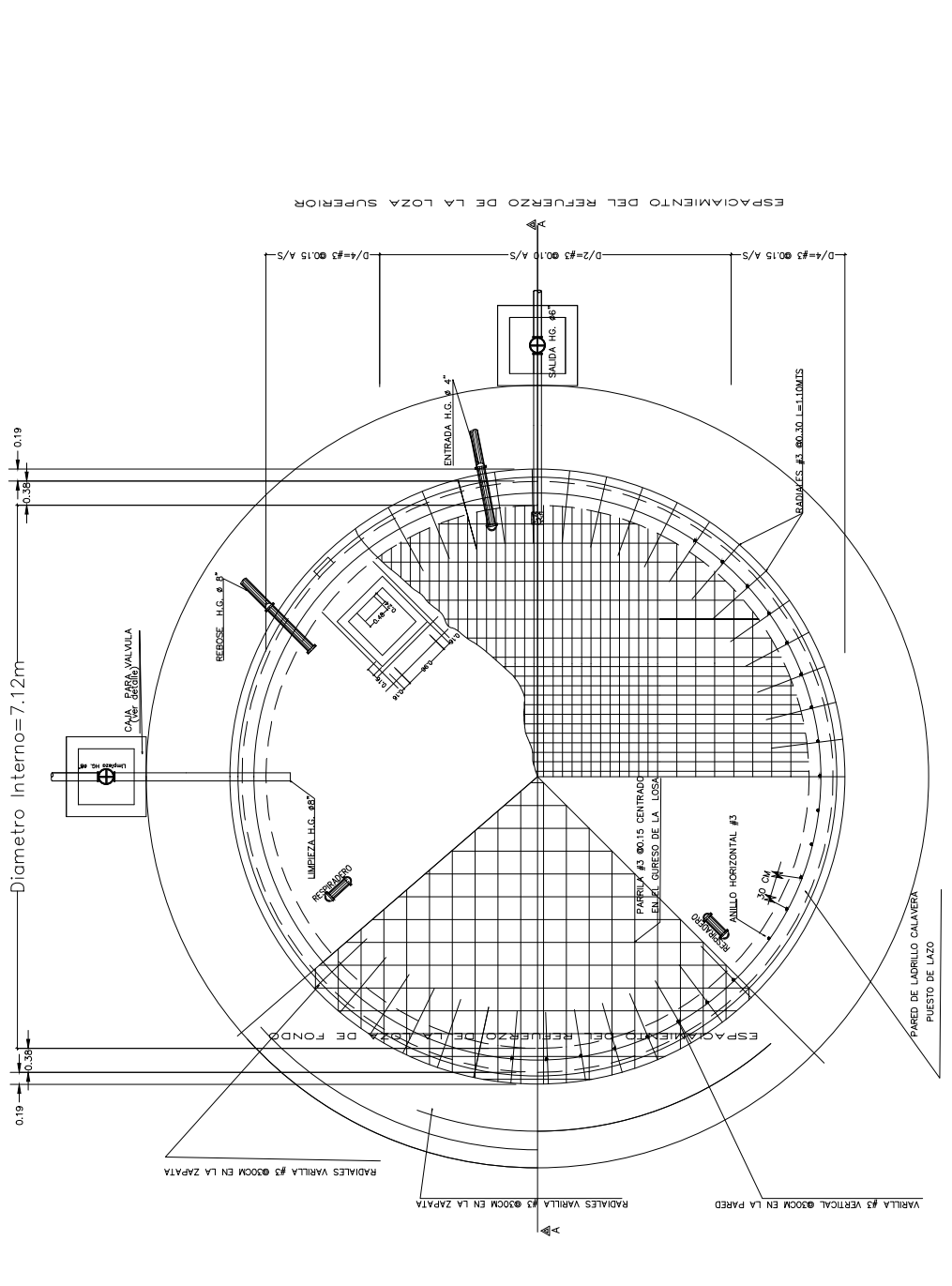
**ESCALA**  
**ESCALAS INDICADAS**  
**FECHA**  
**SEPTIEMBRE 2015**  
**AREA DEL PROYECTO:**

HOJA

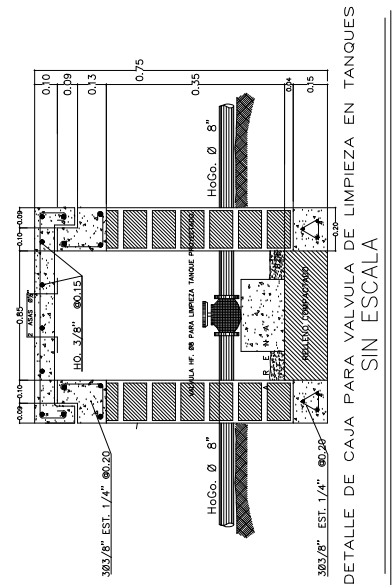
**7/9**



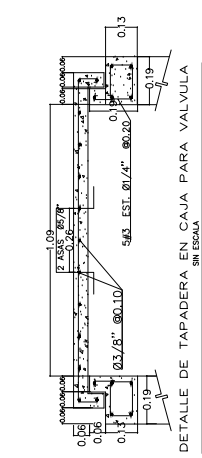
SECCION A - A SIN ESCALA



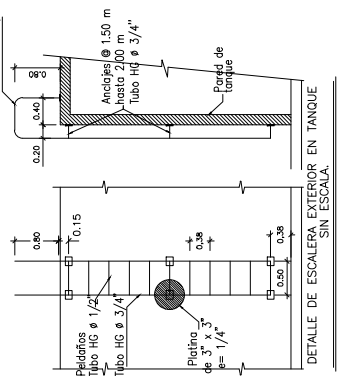
PLANTA DE FUNDACION Y TECHO SIN ESCALA



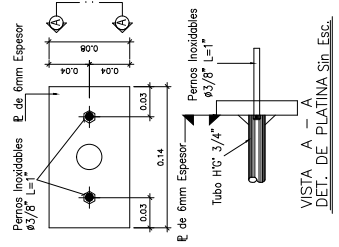
DETALLE DE CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA EN TANQUES SIN ESCALA



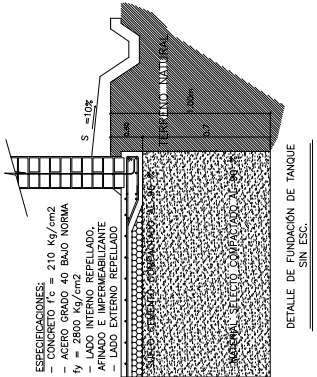
DETALLE DE TAPADERA EN CAJA PARA VALVULA SIN ESCALA



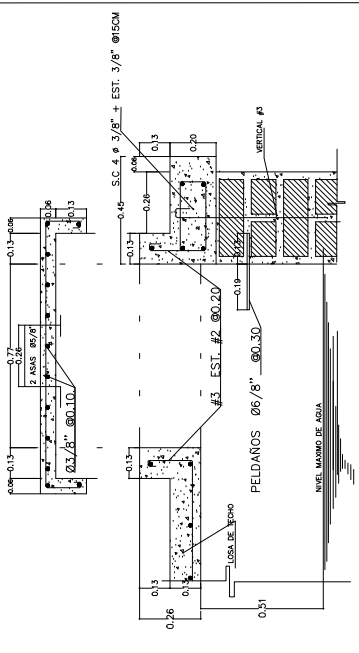
DETALLE DE ESCALERA EXTERIOR EN TANQUE SIN ESCALA



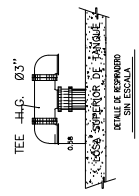
VISTA A - A DET. DE PLATINA SIN ESC.



DETALLE DE FUNDACION DE TANQUE SIN ESC.



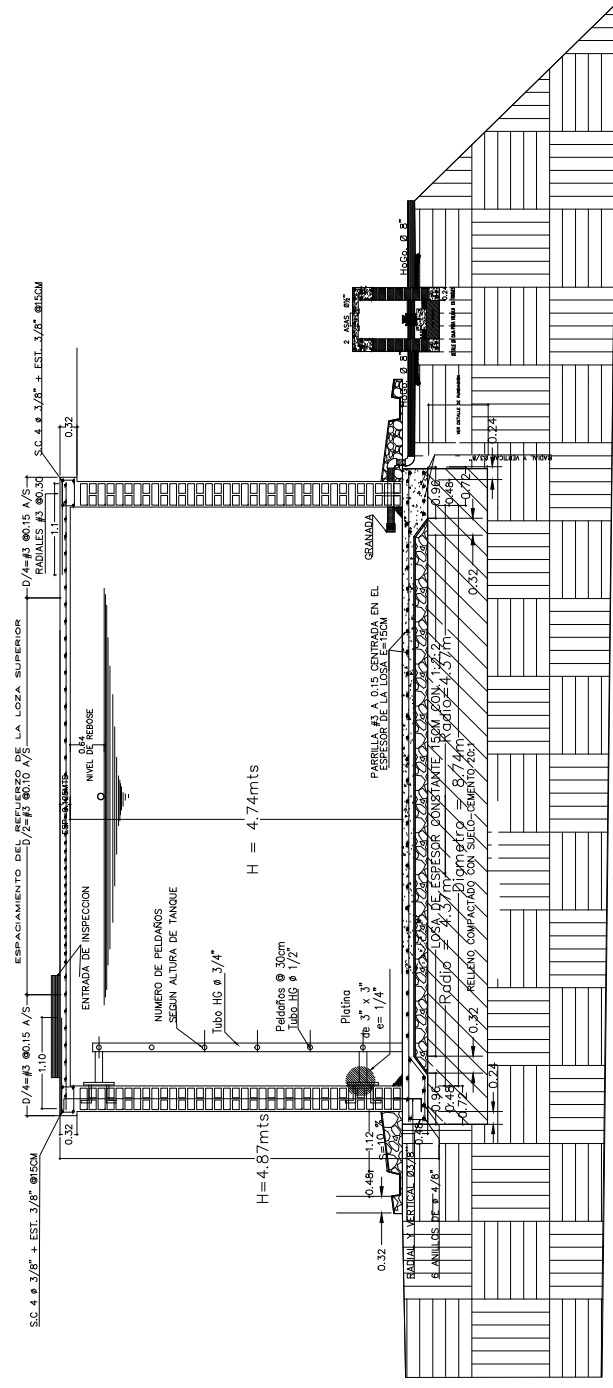
DETALLE DE TAPADERA (TANQUE) SIN ESCALA



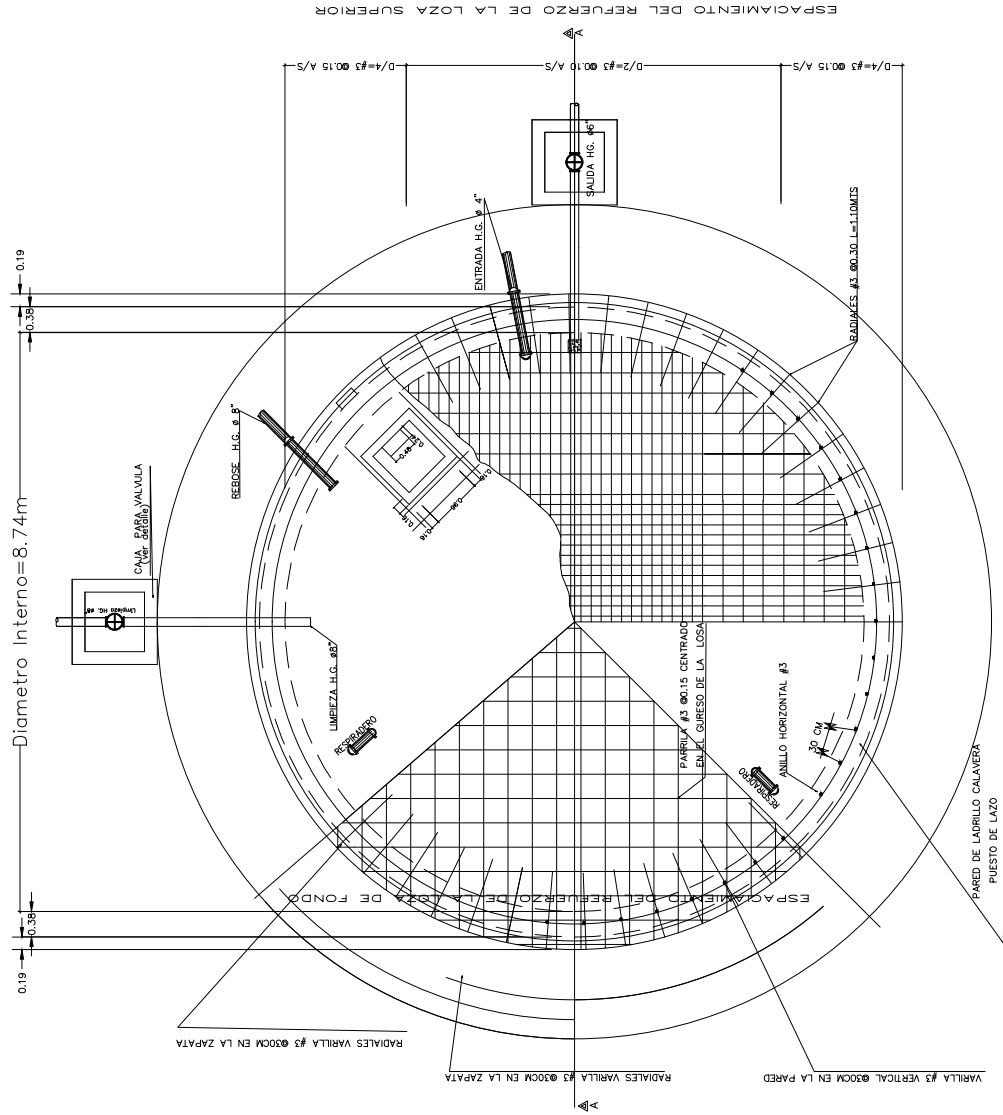
RECOMENDACIONES deaplante de 1.00 mts. Como minimo para adicar el estribo resistente.  
Se debera compactar el suelo sujeto en capas sueltas de 15 cm. y compactarlo con un peso especifico de 95% para el material suelto.  
El concreto para el tanque se debera diseñar para obtener un concreto 210 Agomez a los 28 dias como minimo

PROYECTO	REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE
PROPIETARIO	ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE
UBICACION	MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL
PRESENTAN	HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT
CONTENIDO	ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL
ESCALA	ESCALAS INDICADAS
FECHA	SEPTIEMBRE 2015
AREA DEL PROYECTO:	
HOJA	8/9

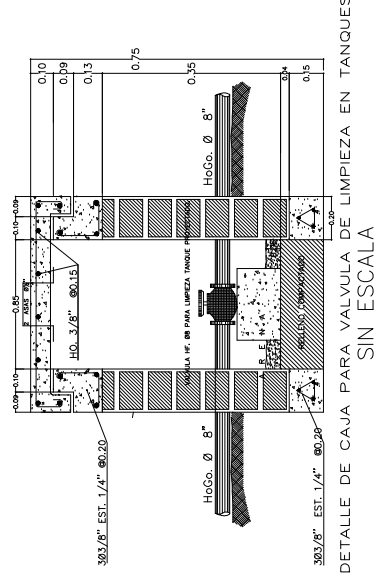




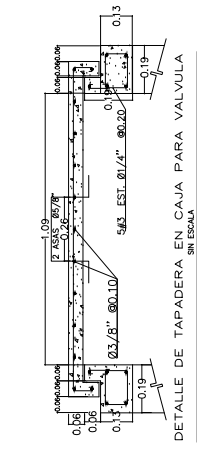
SECCION A-A SIN ESCALA



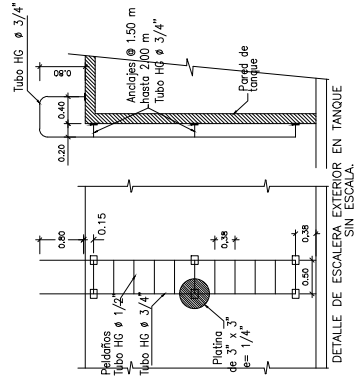
PLANTA DE FUNDACION Y TECHO SIN ESCALA



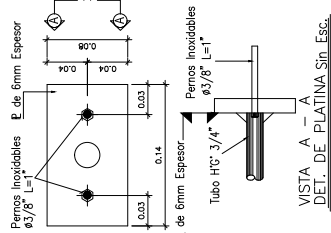
DETALLE DE CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA EN TANQUES SIN ESCALA



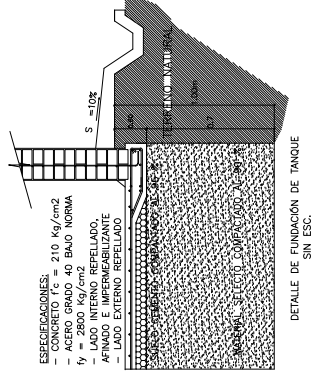
DETALLE DE TAPADERA EN CAJA PARA VALVULA SIN ESCALA



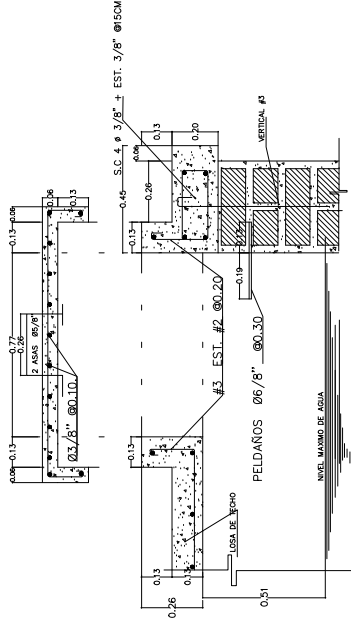
DETALLE DE ESCALERA EXTERIOR EN TANQUE SIN ESCALA.



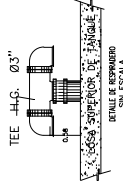
VISTA A - A DET. DE PLATINA SIN. ESC.



DETALLE DE FUNDACION DE TANQUE SIN ESC.



DETALLE DE TAPADERA (TANQUE) SIN ESCALA



RECOMENDACIONES:  
 - Desplante de 1,00 mts. Como minimo para alcanzar el estado resistente.  
 - Se deberá compactar el suelo sobre el cual se asienta el tanque.  
 - La resistencia a la tracción deberá ser del 90 % para el material sujeto.  
 - El concreto para el tanque se deberá diseñar para obtener un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días como mínimo.

PROYECTO

REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE

PROPIETARIO

ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE

UBICACION

MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL

PRESENTAN

HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
 MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT

ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO

DETALLE DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO UBICADO EN EL CASERIO "PIE DE LA CUESTA"



ESCALA

ESCALAS INDICADAS

FECHA  
 SEPTIEMBRE 2015

AREA DEL PROYECTO:

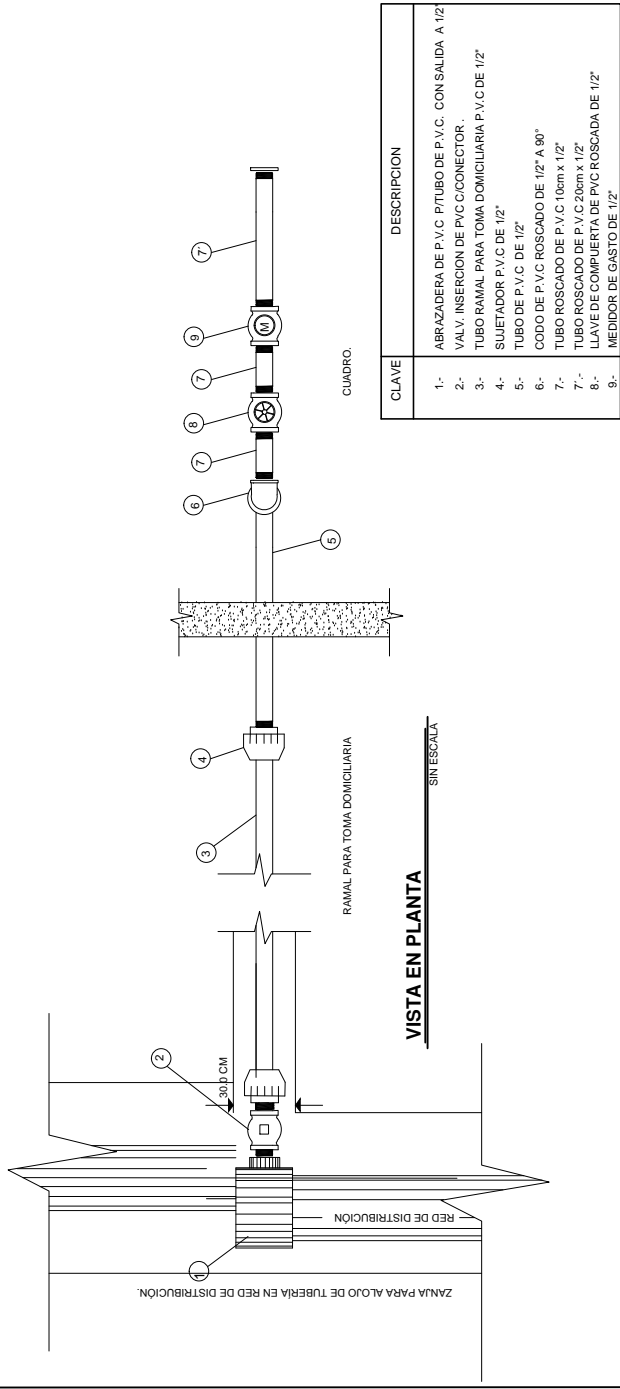
HOJA

9/9

*Anexo 16. Planos constructivos de propuesta 3*



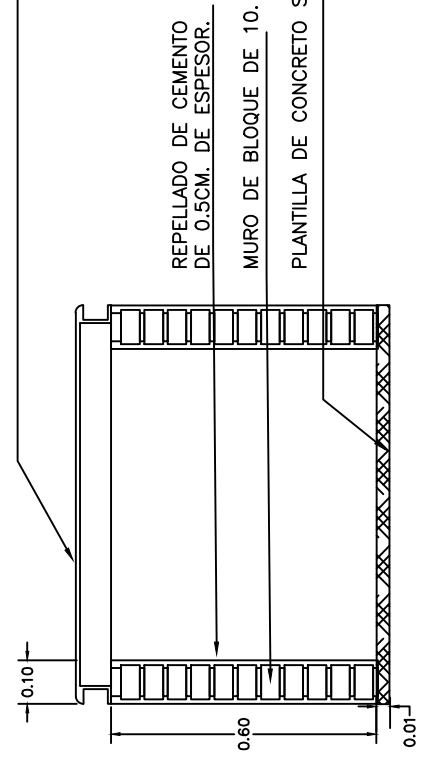




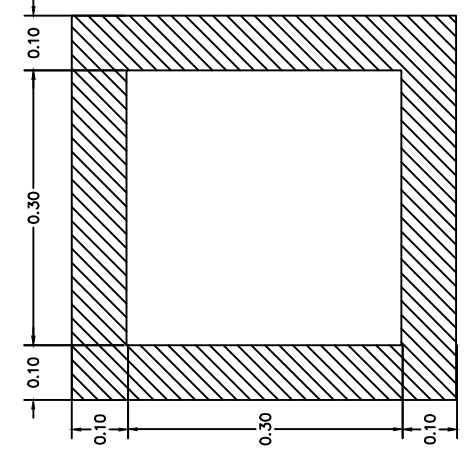
CUADRO.

CLAVE	DESCRIPCION
1.-	ABRAZADERA DE P.V.C. / TUBO DE P.V.C. CON SALIDA A 1/2"
2.-	VALV. INSERCON DE P.V.C./CONECTOR.
3.-	TUBO RAMAL PARA TOMA DOMICILIARIA P.V.C DE 1/2"
4.-	SUETADOR P.V.C DE 1/2"
5.-	TUBO DE P.V.C DE 1/2"
6.-	CODO DE P.V.C ROSCADO DE 1/2" A 90°
7.-	TUBO ROSCADO DE P.V.C 10cm x 1/2"
7'-	TUBO ROSCADO DE P.V.C 20cm x 1/2"
8.-	LLAVE DE COMPUERTA DE P.V.C ROSCADA DE 1/2"
9.-	MEDIDOR DE GASTO DE 1/2"

LA TAPA SERA DE LAMINA CAL 10 CON MARCO Y CONTRAMARCO DE 2" X 4" DE ESPESOR, DE 60 X 60 CM CON BISAGRAS ANCLADAS CON TORNILLOS DE 1".



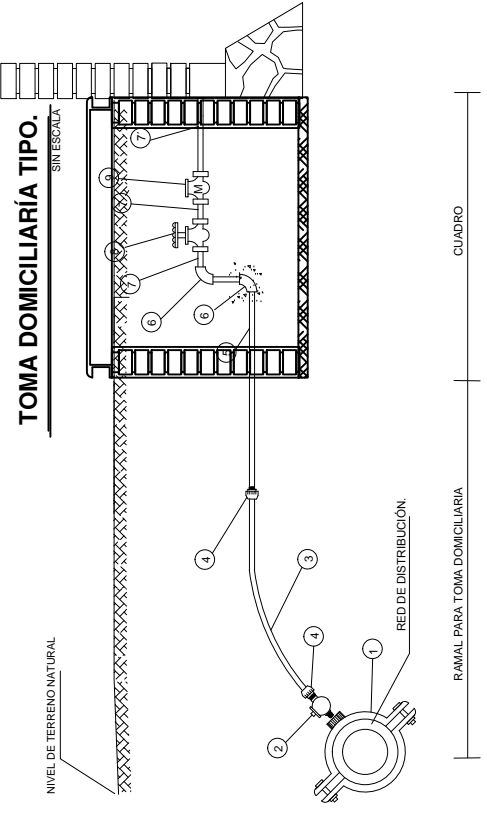
ELEVACION



PLANTA

CAJA REGISTRO TIPO

SIN ESCALA

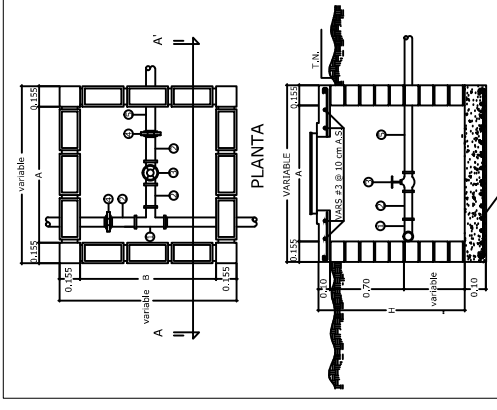
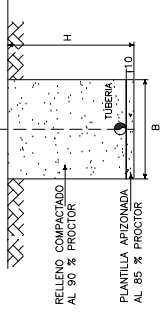


SECCION CONSTRUCTIVA TIPO

φ	B	H	VOLUMEN
PLG	CM	CM	M <sup>3</sup>
1/2	30	60	0.18

TOMA DOMICILIARIA TIPO. SIN ESCALA

SECCION CONSTRUCTIVA TIPO PARA RAMAL DE TOMAS



1. TEE DE H<sub>2</sub>O; O PVC (SEGUN SEA EL CASO).  
 2. NIPLE DE H<sub>2</sub>O; O PVC (SEGUN SEA EL CASO), DE 30 CM DE LONGITUD.  
 3. VALVULA DE SECC. T/COMPUERTA DE H<sub>2</sub>O; O PVC (SEGUN SEA EL CASO).  
 4. TUBERIA UNION DE H<sub>2</sub>O; O PVC (SEGUN SEA EL CASO).  
 5. NIPLE DE H<sub>2</sub>O; O PVC (SEGUN SEA EL CASO) DE 50 CM DE LONGITUD.  
 6. LA TAPA SERA DE LAMINA CAL 10 CON MARCO Y CONTRAMARCO DE 2" X 4" DE ESPESOR DE 60 X 60 CM.  
 7. LA PLANTILLA SERA DE CONCRETO SIMPLE F'c= 100 KG/CM<sup>2</sup>  
 EL CONCRETO A UTILIZAR EN LOSA DE PISO Y TECHO SERA DE LIMA RESISTENCIA F'c= 150 KG/CM<sup>2</sup>  
 EL MURO SE HARA DE LADRILLO DE BARRO DE 14 CM DE ESP.  
 EL ACIERO DE REFUERZO SERA DE F'y= 4,200 KG/CM<sup>2</sup>  
 LA TAPA DE LAMINA DEBERA QUEDAR CENTRADA Y ALINEADA CON EL DADO DE OPERACION DE LA VALVULA.  
 EL REPELLADO INTERIOR SE REALIZARA CON MORTERO CEM-ARE 1:5 DE 6.5 CM DE ESPESOR.

DATOS GENERALES DE LAS VALVULAS					
CAJA TIPO	φ DE VALVULA	MO. DE VALVULAS	A	B	H
1	25 A 50	1	0.90	0.90	1.30
2	60 A 75	1	1.00	1.00	1.30
3	100 A 150	1	1.20	1.40	1.30
4	200	1	1.80	1.70	1.40

**PROYECTO**  
 REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE

**PROPIETARIO**  
 ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE

**UBICACION**  
 MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL

**PRESENTAN**  
 HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
 MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT

**ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL**

**CONTENIDO**  
 DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARES Y CAJAS DE VALVULAS

**ESCALA INDICADAS**  
 ESCALA INDICADAS

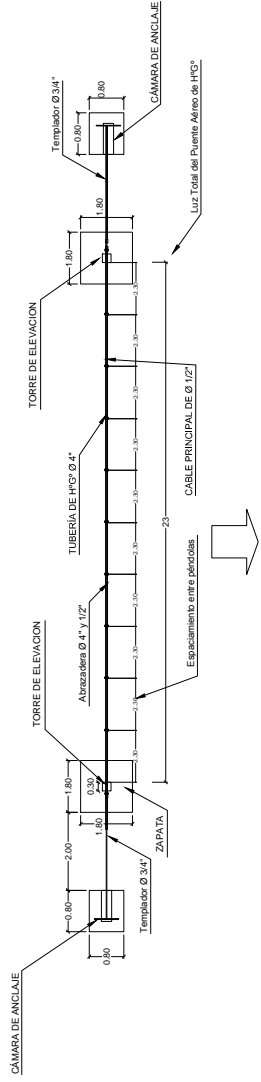
**FECHA**  
 SEPTIEMBRE 2015

**AREA DEL PROYECTO:**

**HOJA**  
 3/10

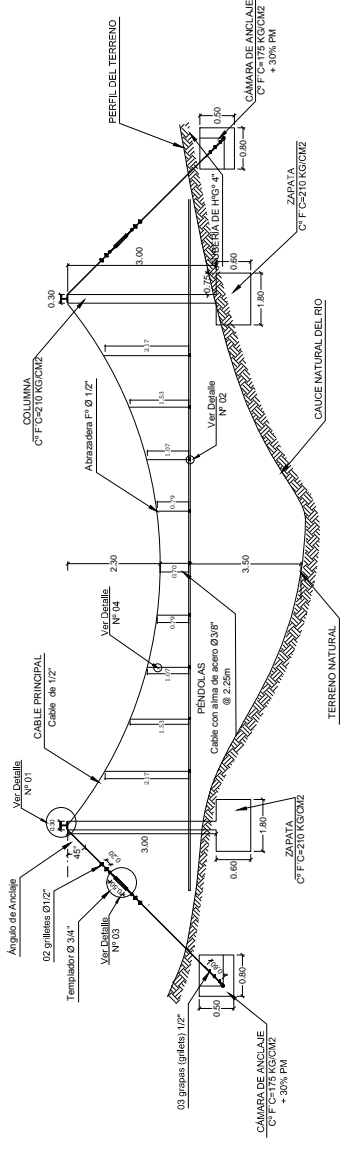
## PUENTE AEREO DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO

PLANTA  
SIN ESCALA



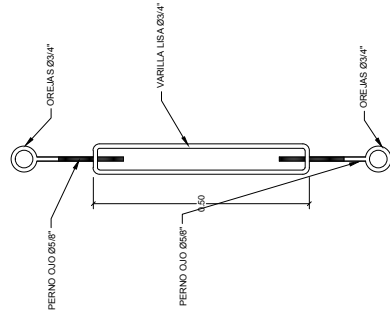
## PERFIL LONGITUDINAL

SIN ESCALA

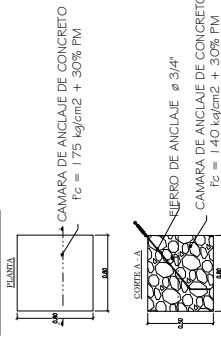


## DETALLE Nº 03 TEMPLADOR

ESCALA: 1/10



## CAMARA DE ANCLAJE SIN ESCALA

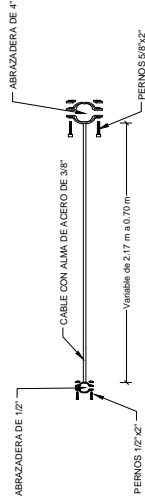


## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- CONCRETO
- TORRE DE ELEVACION:
  - : F' C=210 KG/CM2
  - : F' C=210 KG/CM2
- ZAPATA
  - : F' C=210 KG/CM2
- CÁMARA DE ANCLAJE E: F' C = 175 KG/CM2 + 30% PM
- ACERO LONGITUDINAL L: Ø 1 1/2"
- ACERO TRANSVERSAL L: Ø 3/8" (ESTRIBOS)
- TUBERIA Y ACCESORIOS F' C=4200 KG/CM2
- APOYO METALICO CON VIGA TIPO IPR
- ABRAZADERAS DE Ø 4" Y 1/2" FABRICADOS
- TEMPLADOR DE Ø 3/4" FABRICADO

## DETALLE Nº 04 PENDOLAS

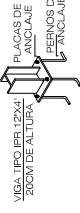
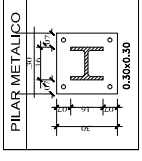
ESCALA: 1/10



## DETALLE Nº 01

APOYO PARA CABLES PRINCIPALES

SIN ESCALA



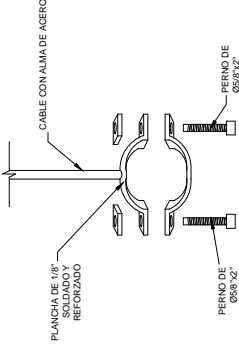
DETALLE DE PLACA  
DE ANCLAJE



DETALLE DE SOLDADURA  
DE PERNOS DE ANCLAJE

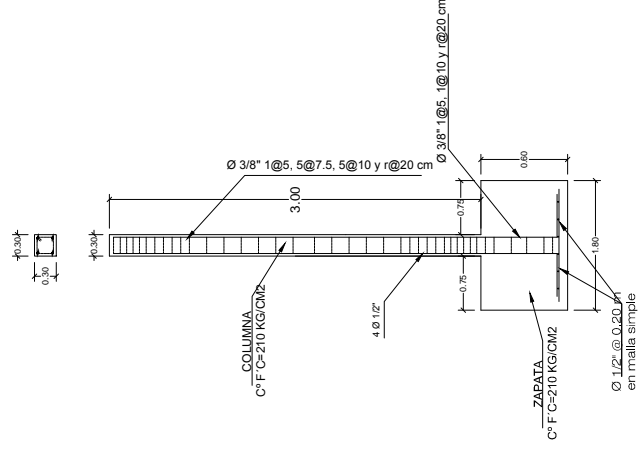
## DETALLE Nº 02 ABRAZADERAS

ESCALA: 1/10



## DETALLE DE TORRE DE ELEVACION

SIN ESCALA



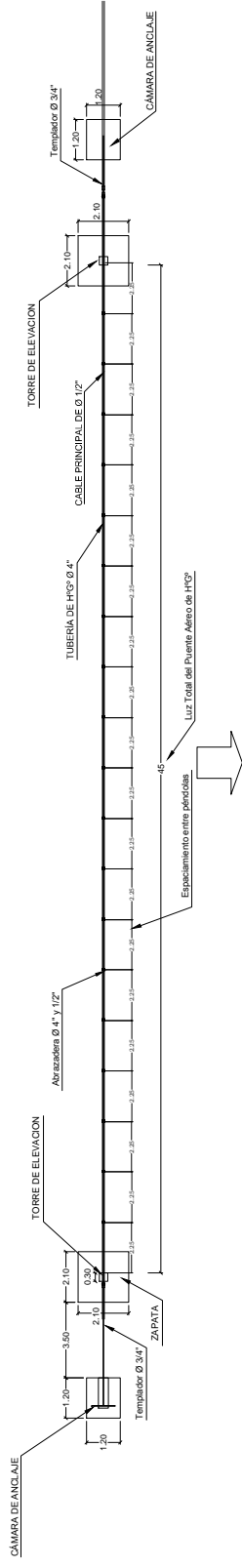
PROYECTO	REVISIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE
PROYECTISTA	ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE
UBICACION	MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL
PRESENTAN	HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT
GOBIERNO	ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL
GOBIERNO	DETALLE DE PASO AEREO DE TUBERIA TRAMO ESTACION DE BOMBEO-PIE DE LA CUESTA
ESCALA	ESCALAS INDICADAS
FECHA	SEPTIEMBRE 2015
AREA DEL PROYECTO	
FOJA	4/10





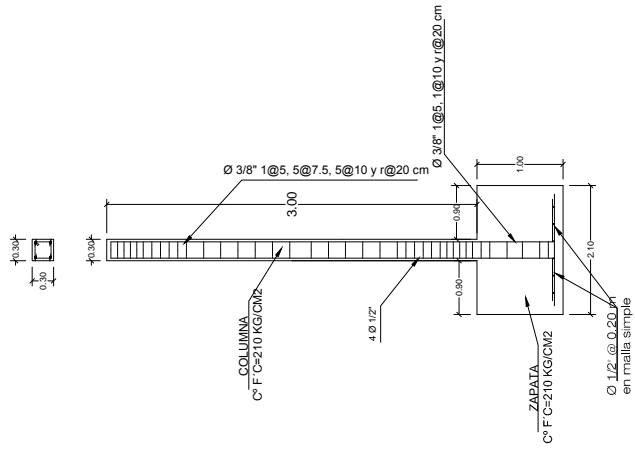
**PUENTE AEREO DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO**

PLANTA  
SIN ESCALA



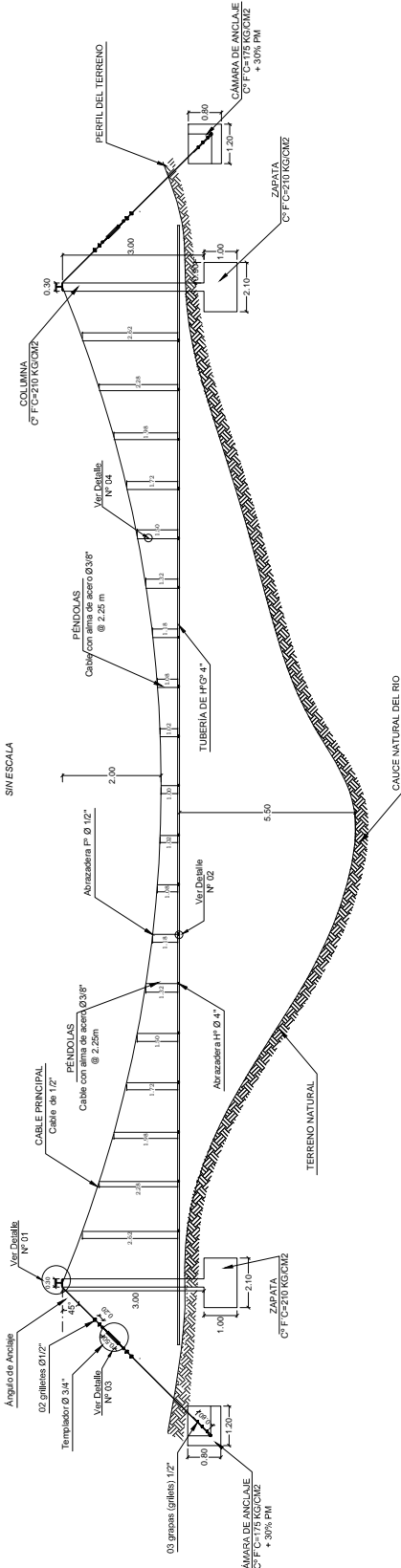
**DETALLE DE TORRE DE ELEVACION**

SIN ESCALA



**PERFIL LONGITUDINAL**

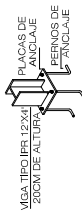
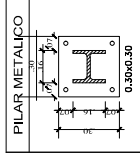
SIN ESCALA



**DETALLE Nº 01**

APOYO PARA CABLES PRINCIPALES

SIN ESCALA



**DETALLE DE PLACA DE ANCLAJE**



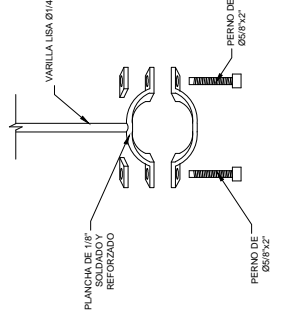
**DETALLE DE SOLDADURA DE PERNOS DE ANCLAJE**



**DETALLE Nº 02**

ABRAZADERAS

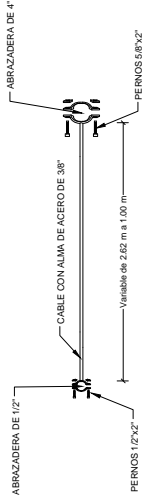
ESCALA: 1/10



**DETALLE Nº 04**

PENDOLAS

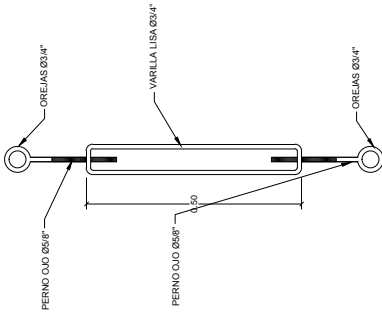
ESCALA: 1/10



**DETALLE Nº 03**

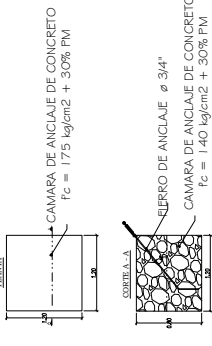
TEMPLADOR

ESCALA: 1/10



**CAMARA DE ANCLAJE SIN ESCALA**

ESCALA: 1/10



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- CONCRETO
- TORRE DE ELEVACION: F C=210 KG/CM2
- COLUMNA: F C=210 KG/CM2
- ZAPATA: F C=210 KG/CM2
- CÁMARA DE ANCLAJE: E: F C = 175 KG/CM2 + 30% PM
- ACERO FY=4200 KG/CM2
- ACERO LONGITUDINAL L: Ø 1/2"
- ACERO TRANSVERSAL L: Ø 3/8" (ESTRIBOS)
- TUBERIA Y ACCESORIOS FºGº
- APOYO METÁLICO CON VIGA TIPO IPR
- ABRAZADERAS DE Ø 4" Y 1/2" FABRICADOS
- TEMPLADOR DE Ø 3/4" FABRICADO

PROYECTO  
REVISIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE

PROFESORADO  
ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE

UBICACION  
MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL

PROFESOR  
HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT

CONTENIDO  
DETALLE DE PASO AEREO DE TUBERIA TRAMO TANQUE "PISTA". ESTACION DE BOMBEO

FECHA  
5/10



ESCUELA  
INDICADAS  
SEPTIEMBRE  
2015

AREA DEL PROYECTO

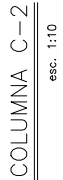
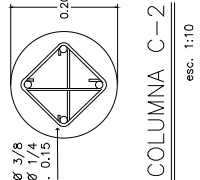
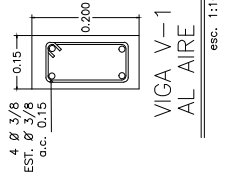
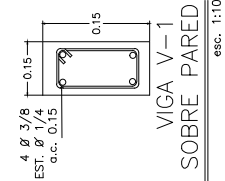
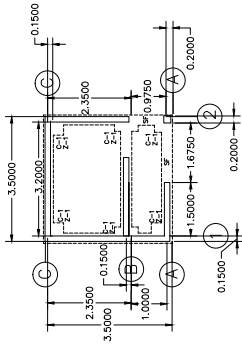
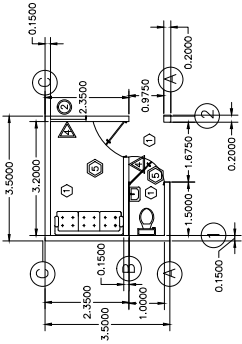
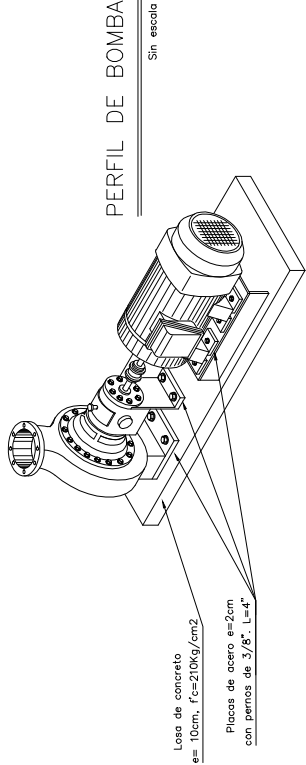
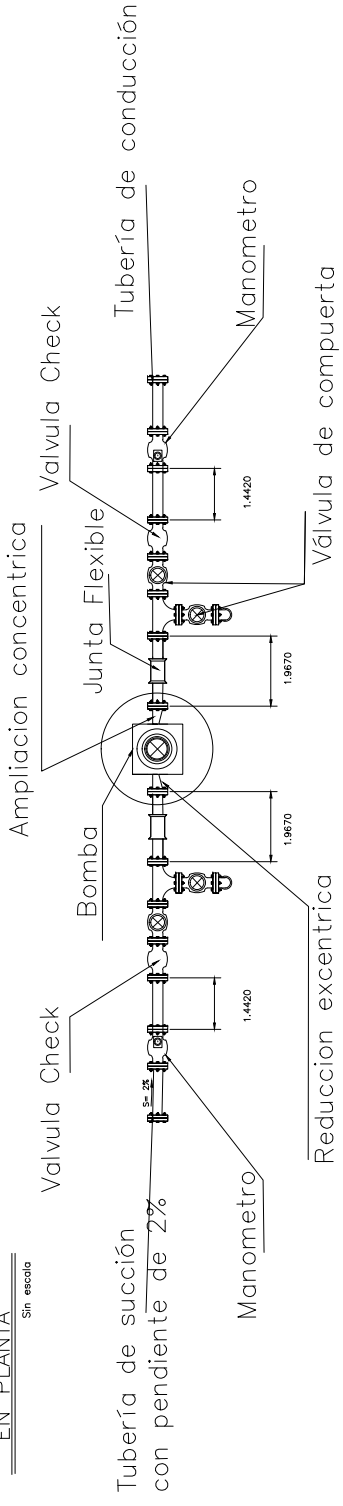
# Estación de Bombeo

CUADRO DE PUERTAS				
SÍMBOLO	HIECO	CANTIDAD	OBSERVACIONES	
11	1.00	2.00	1	Madera
12	1.00	2.10	3	Aluminio
13	1.00	2.00	2	Metalico
14	0.80	2.10	4	Doble Forro
15	1.00	2.10	1	Hilo de Vidrio
16	0.90	2.10	1	Cortésia
17	1.00	2.10	1	

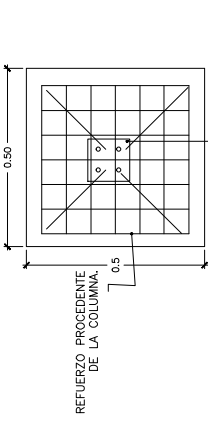
CUADRO DE VENTANAS					
SÍMBOLO	HIECO	REFISA	CANTIDAD	OBSERVACIONES	
1	2.00	1.10	1.00	4	TIPO FRANCESA
2	0.80	1.20	1.60	4	TIPO FRANCESA
3	1.00	0.40	1.60	1	TIPO FRANCESA
4	1.00	2.10	0.00	1	TIPO FRANCESA
5	2.00	0.60	1.50	1	TIPO FRANCESA
6	1.50	1.10	1.00	1	TIPO FRANCESA

ACABADOS	
SÍMBOLO	PAIEDES
1	Pared de bloque 15x20x40, repelida, afinada y pintada
2	Pared de bloque 10x20x40, repelida, afinada y pintada
3	Enchapado de azulejo
4	Bloque visto
5	Enchapado de 0.45 en Cocina
6	Bloque Rustico
SÍMBOLO	PISOS
1	Piso cerámico
2	Encementado
3	Cerámica antiderrapante
4	Grano
SÍMBOLO	CELO FALSO
5	Lameta de fibrait y suspensión de aluminio.

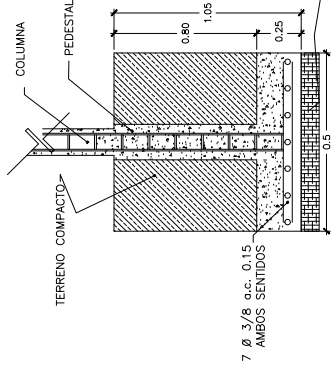
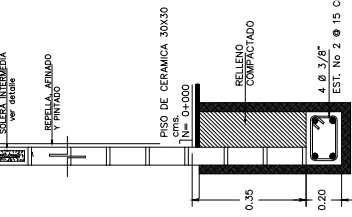
DETALLE DE BOMBA EN PLANTA Sin escala



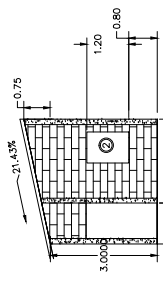
DETALLE DE ZAPATA Z-1 esc. 1:20



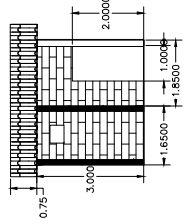
DETALLE TIPO DE PARED ESC. 1:20



FACHADA LATERAL ESC. 1:50



FACHADA PRINCIPAL ESC. 1:50



PROYECTO: REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE

PROPIETARIO: ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE

UBICACION: MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL

PROYECTISTA: HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT

CONTENIDO: ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL

DETALLE DE ESTACION DE BOMBEO

ESCALA: ESCALAS INDICADAS

FECHA: SEPTIEMBRE 2015

NO. DE PROYECTO: 6/10

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**E S T R U C T U R A S   Y   E Q U I P O S**

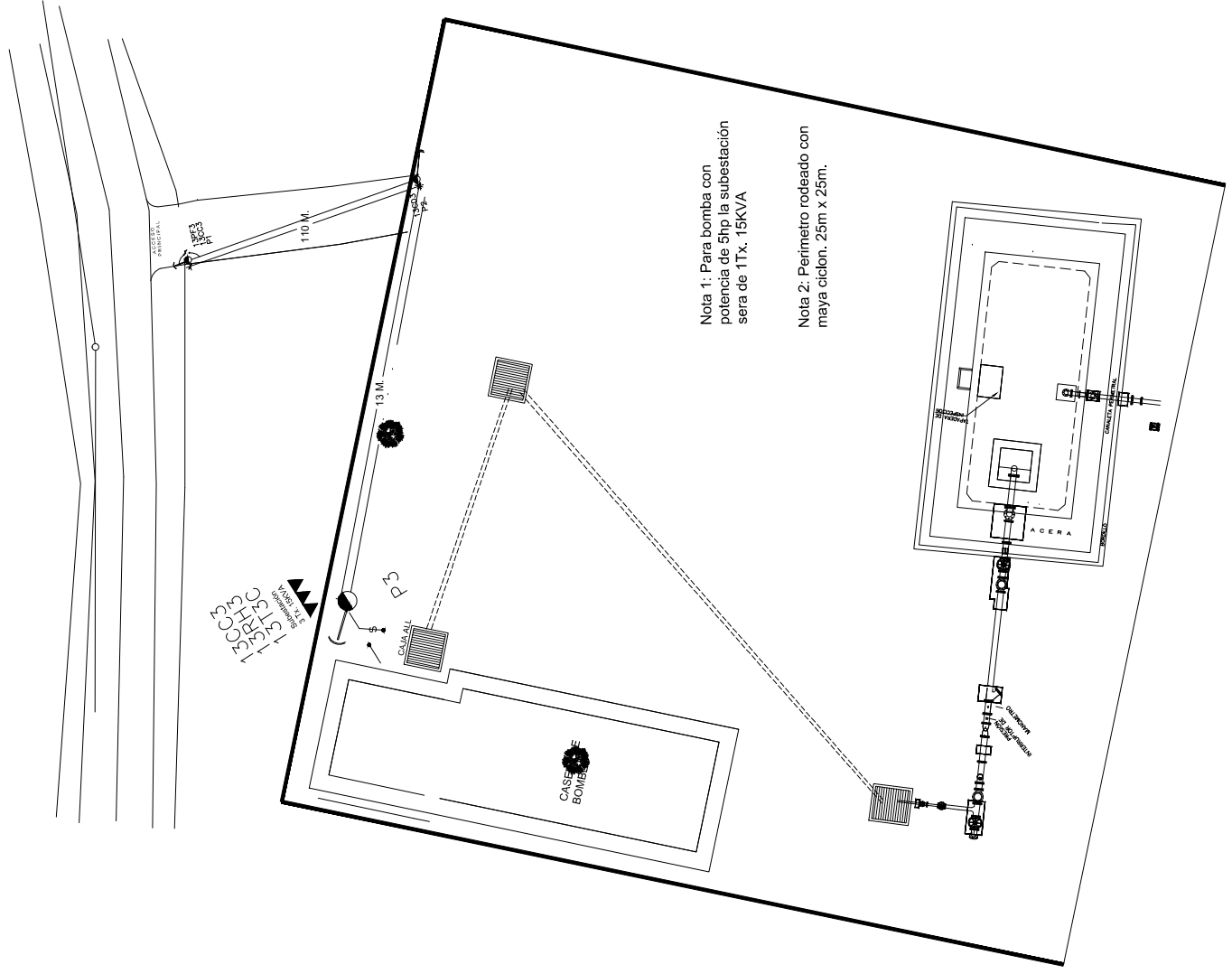
PUNTOS	POSTES	DISTANCIA ABELANTE (MTS)	CODIGOS DE ESTRUCTURAS			EQUIPOS		COORDENADAS	OBSERVACIONES
			PRIMARIA	NEUTRO	RETENIDA	TRANSFORMADOR (KVA)	PROTECCION		
P1	35' C 500	110	13CC3-13PF3	RN	1-APD	-----	-----	PUNTO DE RECIBIDO	
P2	35' C 500	13	13CC3-13CD3	RN	2-APD	-----	-----		
P3	35' C 500	---	13T3C-13RH3-13CC3	RN	1-APD	45 KVA	-----	SUBSTACION 3 TRANSFORMADORES DE 15KVA	

**C O N D U C T O R E S**

PUNTOS	LINEA PRIMARIA			LINEA DE NEUTRO		
	VANO (MTS)	NUMERO DE HILOS	CALIBRE DEL CONDUCTOR (ACSR)	LONGITUD (MTS)	NUMERO DE HILOS	CALIBRE DEL CONDUCTOR (ACSR)
P1 - P2	110	3	2	55	1	1/0
P2 - P3	13	3	2	55	1	1/0
<b>TOTAL</b>	123	-----	-----	123	-----	-----

Simbología	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Lineas primarias 3 fases 2 ACSR + neutro I/O ACSR
	Arcia sencilla
	Arcia doble
	Corte primario con cortocircuito
	Poste empresa distribuidora existente
	Poste de concreto de 35' primado ha instalar
	Corte con fusible
	Subestación trifásica, en poste de concreto de 35'

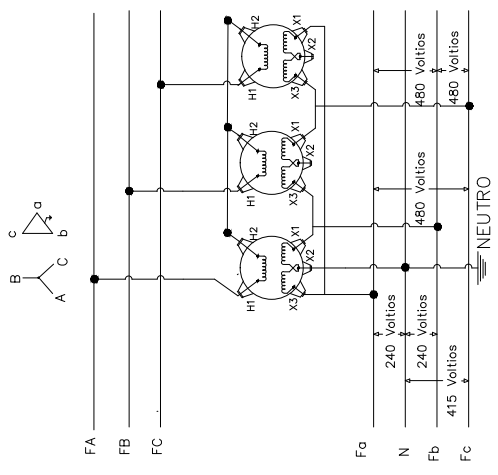
Nota: Los Pararrayos y cortacircuitos deben ser cerámica color gris, no se aceptaran de resina.



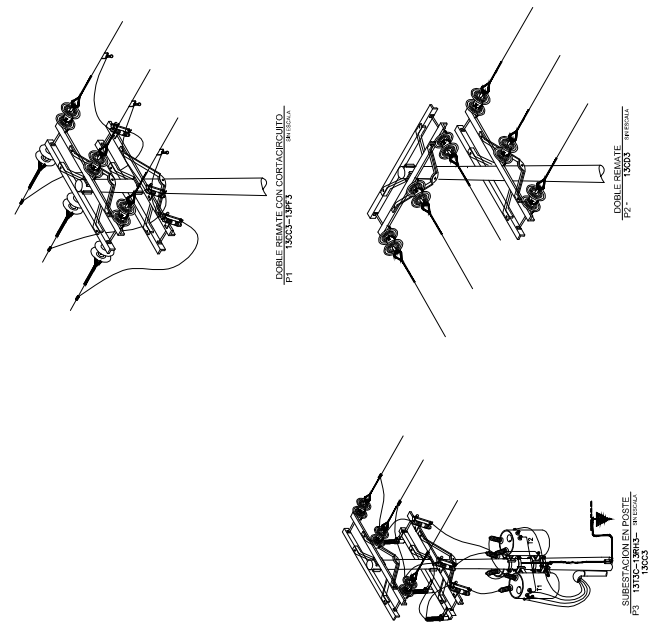
Nota 1: Para bomba con potencia de 5hp la subestación sera de 1Tx. 15KVA

Nota 2: Perimetro rodeado con maya ciclón. 25m x 25m.

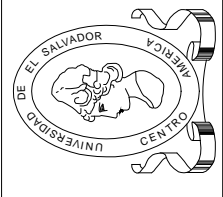
**POLARIDAD ADITIVA  
CONEXION ESTRELLA DELTA**

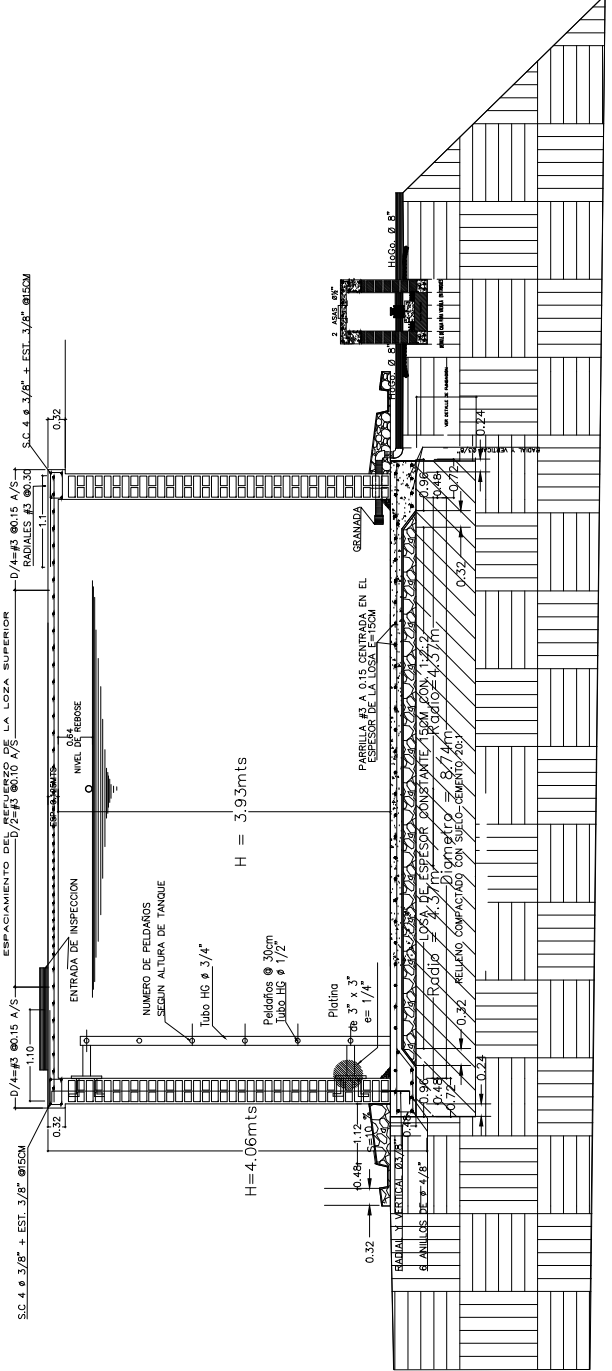


**C O N E X I O N   D E   S U B S T A C I O N**

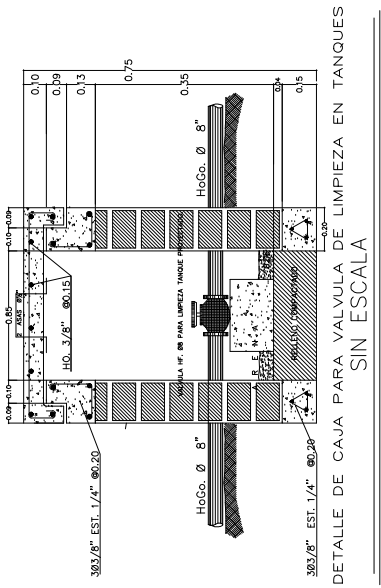
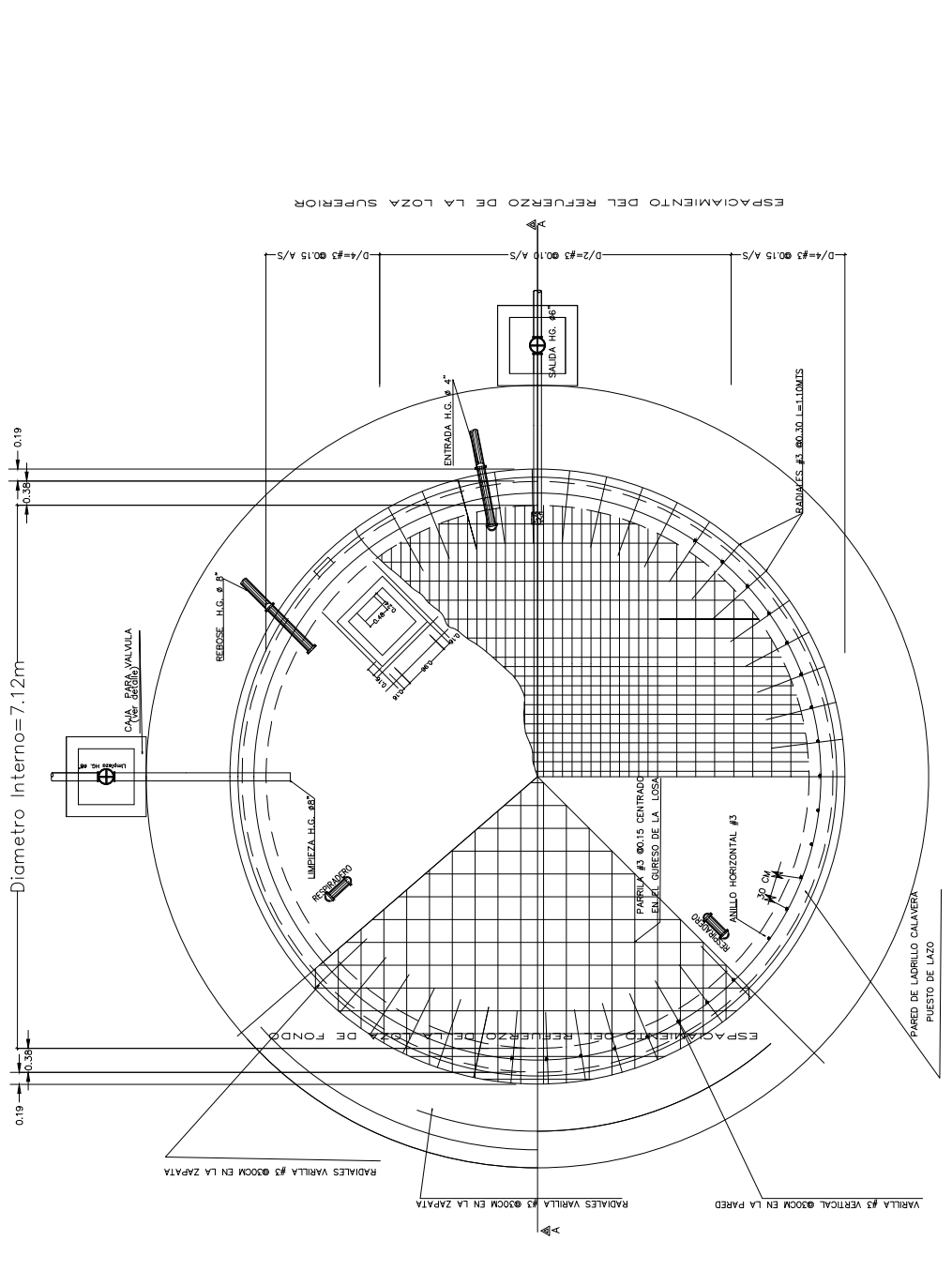


<b>PROYECTO</b> REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE	
<b>PROPIETARIO</b> ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE	
<b>UBICACION</b> MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL	
<b>PRESENTAN</b> HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL	
<b>CONTENIDO</b> DETALLE DE SUBSTACION ELECTRICA PARA ESTACION DE BOMBEO	
<b>ESCALA</b> ESCALAS INDICADAS	<b>HOJA</b> 7/10
<b>FECHA</b> SEPTIEMBRE 2015	<b>AREA DEL PROYECTO:</b>

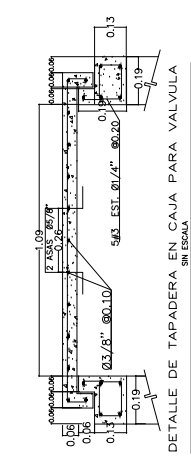




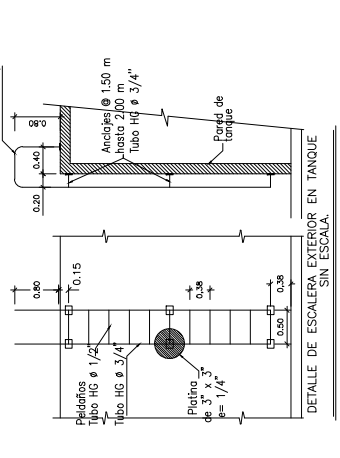
SECCION A - A SIN ESCALA



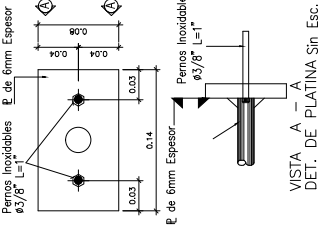
DETALLE DE CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA EN TANQUES SIN ESCALA



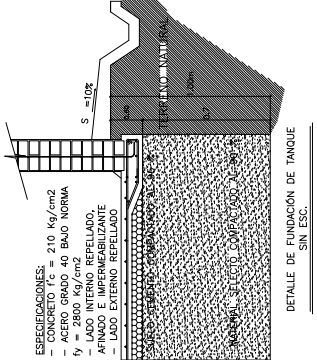
DETALLE DE TAPADERA EN CAJA PARA VALVULA SIN ESCALA



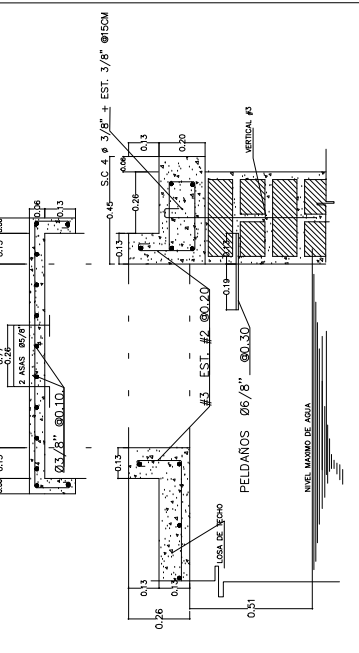
DETALLE DE ESCALERA EXTERIOR EN TANQUE SIN ESCALA



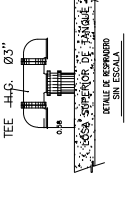
VISTA A - A DET. DE PLATINA SIN ESC.



DETALLE DE FUNDACION DE TANQUE SIN ESC.



DETALLE DE TAPADERA (TANQUE) SIN ESCALA

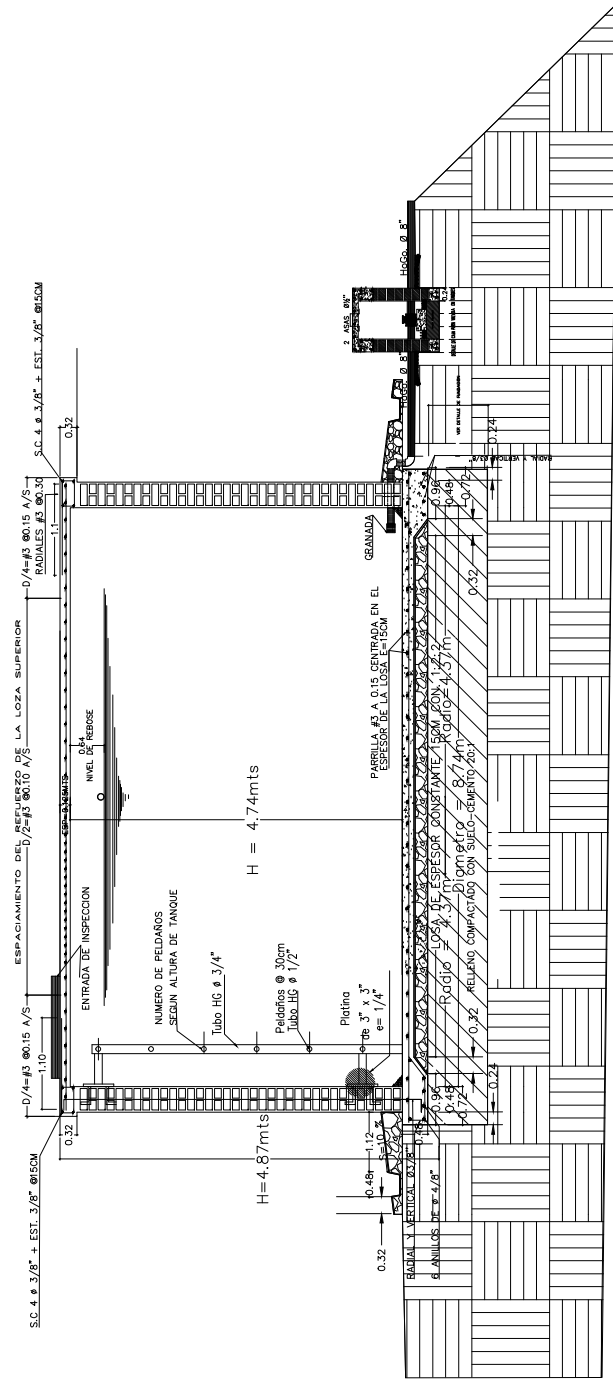


RECOMENDACIONES deaplante de 1.00 mts. Como minimo para abastecer el estado resistente.

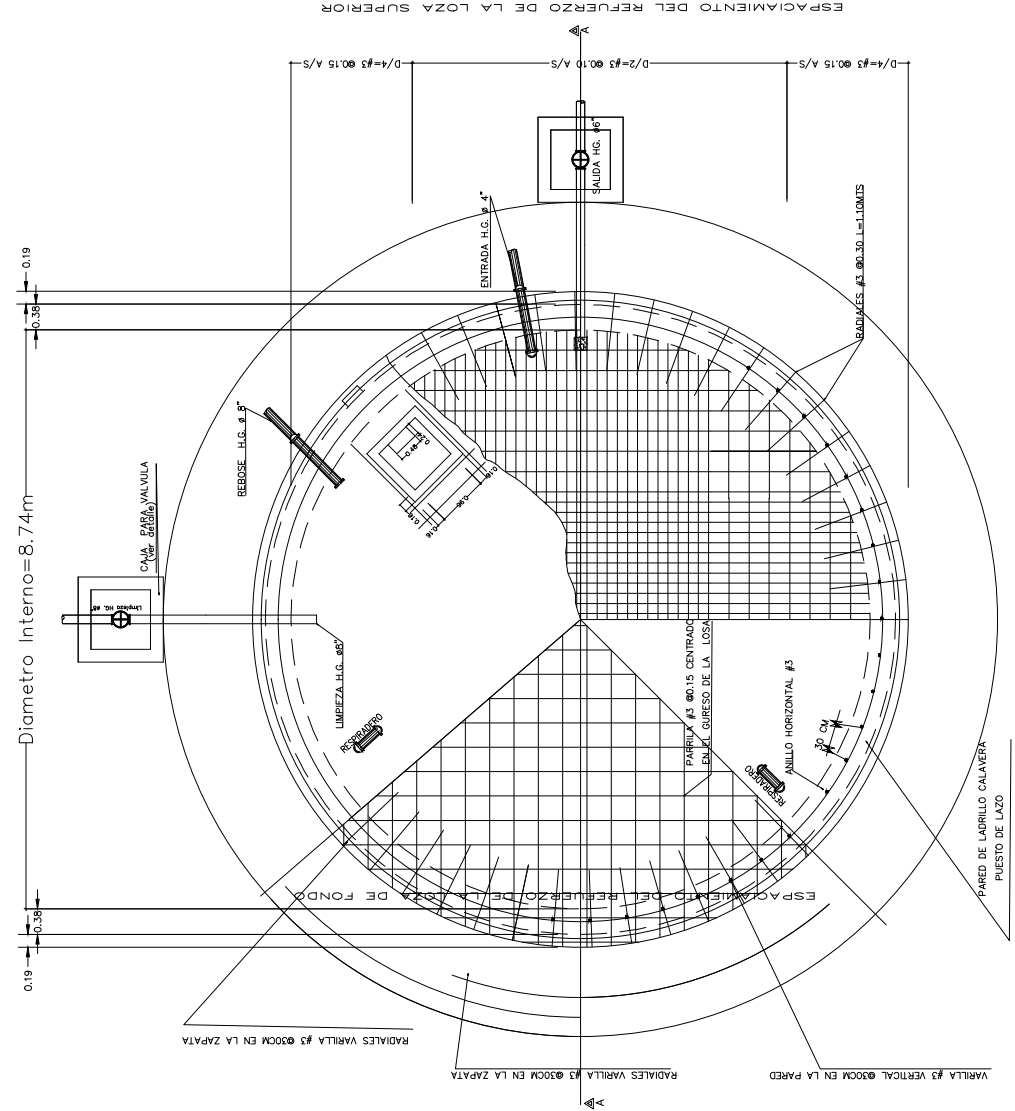
- Se deberá compactar el suelo sujeto en capas sueltas de 15 cm. y compactarlo con un peso de 20 kg. para el concreto.
- La resistencia deberá ser del 90 % para el material selecto.
- El concreto para el tanque se deberá diseñar para obtener un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días como minimo.

PROYECTO	REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE
PROPIETARIO	ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE
UBICACION	MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL
PRESENTAN	HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT
CONTENIDO	ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL
ESCALA	ESCALAS INDICADAS
FECHA	SEPTIEMBRE 2015
AREA DEL PROYECTO:	
HOJA	8/10

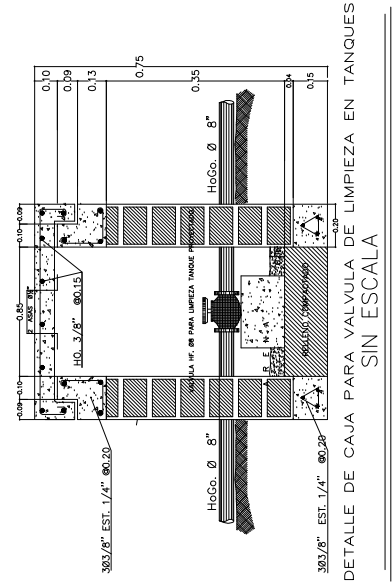




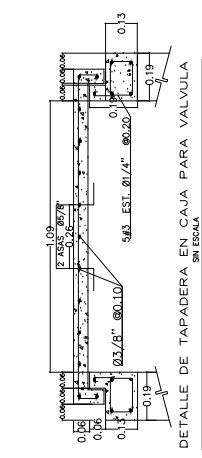
SECCION A - A SIN ESCALA



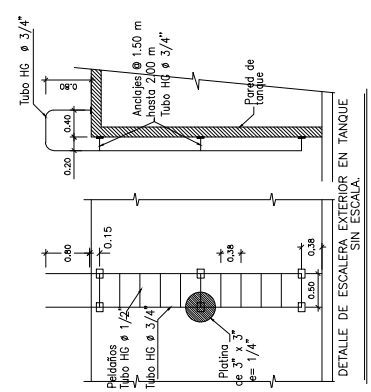
PLANTA DE FUNDACION Y TECHO SIN ESCALA



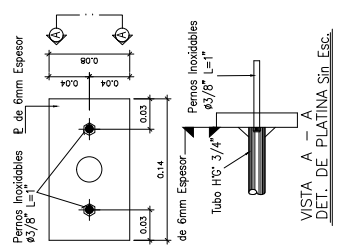
DETALLE DE CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA EN TANQUES SIN ESCALA



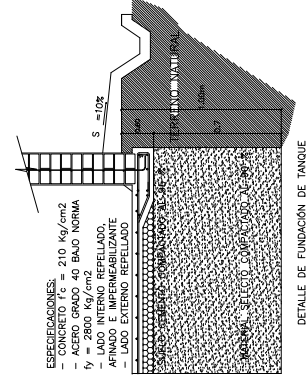
DETALLE DE TAPADERA EN CAJA PARA VALVULA SIN ESCALA



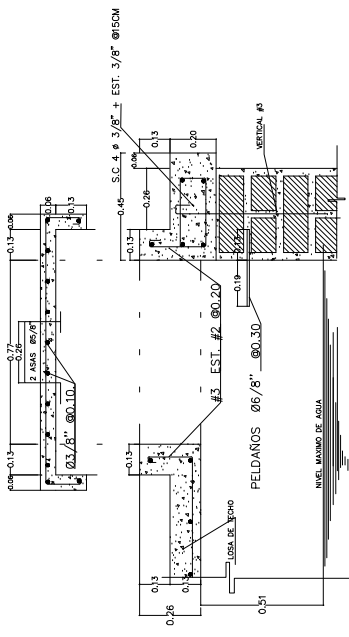
DETALLE DE ESCALERA EXTERIOR EN TANQUE SIN ESCALA



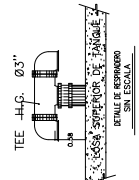
VISTA A - A DET. DE PLATINA SIN ESC.



DETALLE DE FUNDACION DE TANQUE SIN ESC.



DETALLE DE TAPADERA (TANQUE) SIN ESCALA



RECOMENDACIONES:  
 - Desplante de 1.00 mts. Como mínimo para alcanzar el ESTIERO RESISTENTE.  
 - Se deberá compactar el suelo sobre el cual se suelta de 15 cm. y compactar el concreto para obtener un concreto 210.  
 - El concreto para el tanque se deberá diseñar para obtener un concreto 210.  
 - Aplicar a los 28 días como mínimo.

PROYECTO  
**REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE**

PROPIETARIO  
**ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE**

UBICACION  
**MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL**

PRESENTAN  
**HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
 MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT**

ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO  
**DETALLE DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO UBICADO EN EL CASERIO "PIE DE LA CUESTA"**

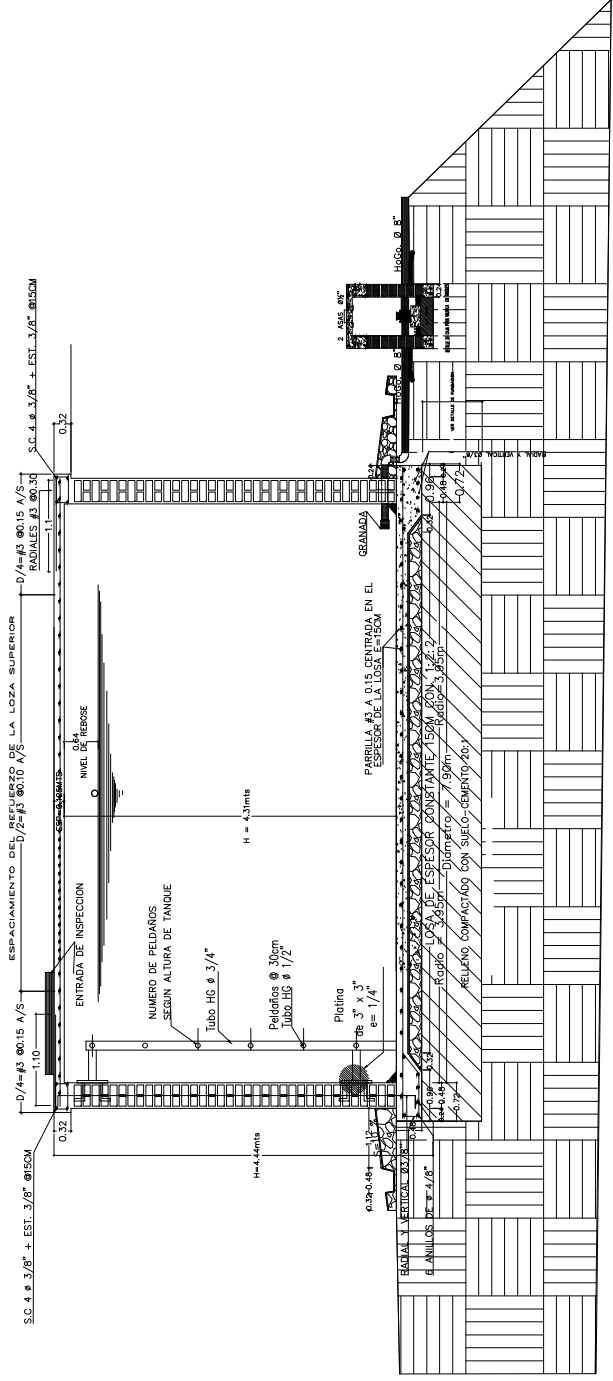
ESCALA  
**ESCALAS INDICADAS**

FECHA  
**SEPTIEMBRE 2015**

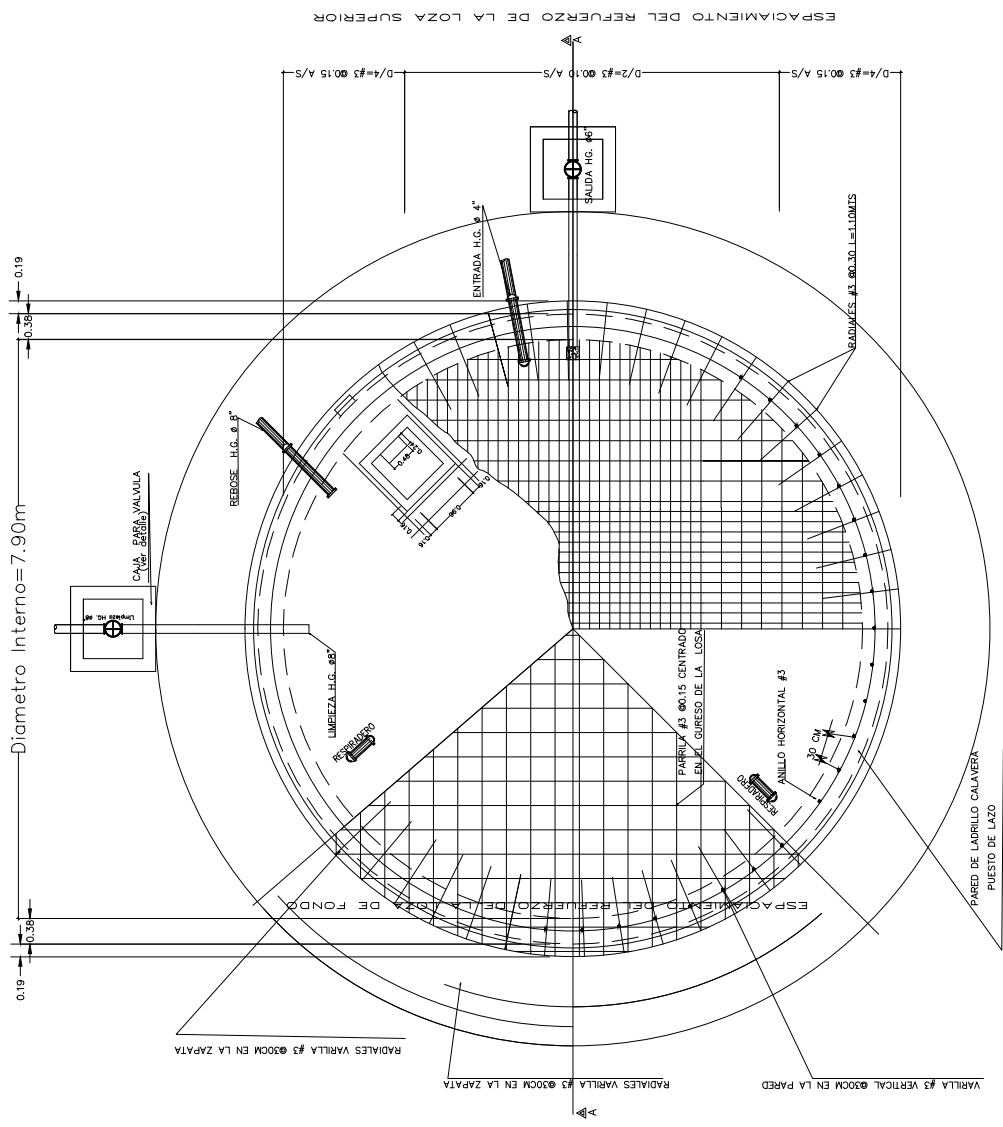
AREA DEL PROYECTO:

NOJA  
**9/10**

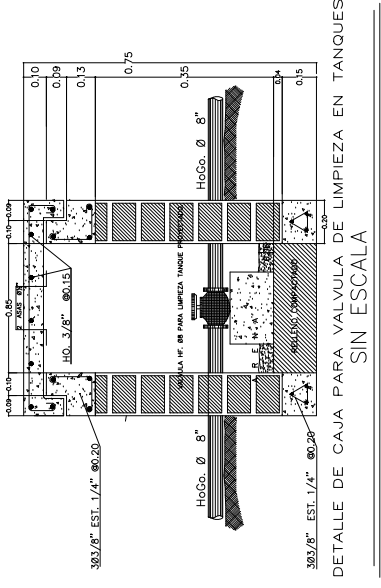
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR CENTRO AMERICA



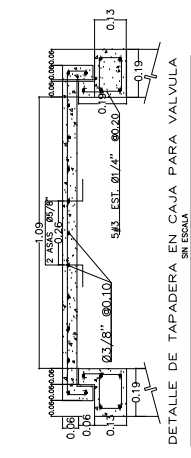
SECCION A-A SIN ESCALA



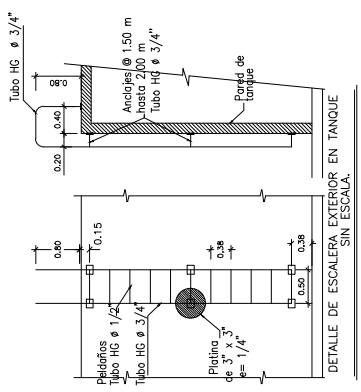
PLANTA DE FUNDACION Y TECHO  
SIN ESCALA



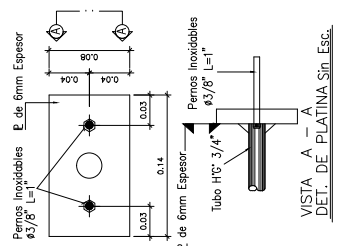
DETALLE DE CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA EN TANQUES  
SIN ESCALA



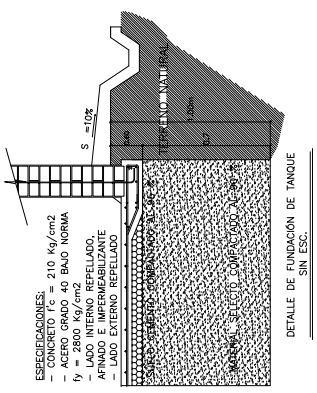
DETALLE DE TAPADERA EN CAJA PARA VALVULA  
SIN ESCALA



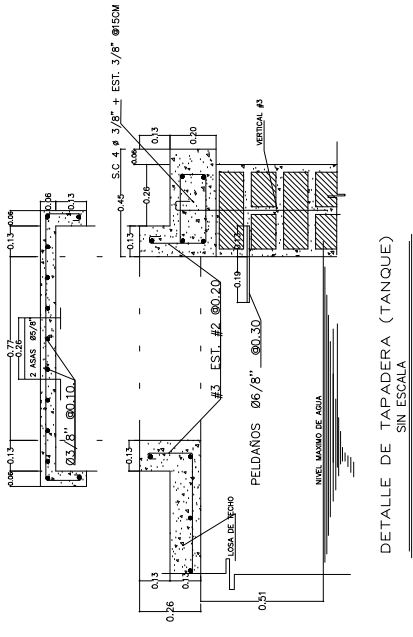
DETALLE DE ESCALERA EXTERIOR EN TANQUE  
SIN ESCALA



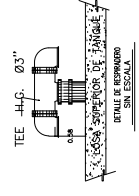
VISTA A - A  
DET. DE PLATINA Sin Esc.



DETALLE DE FUNDACION DE TANQUE  
SIN ESC.



DETALLE DE TAPADERA (TANQUE)  
SIN ESCALA



RECOMENDACIONES:  
- Desplante de 1.00 mts. Como mínimo para alcanzar el estrato freático.  
- Se deberá compactar el suelo sobre el cual se suelta de 15 cm. y se deberá compactar el concreto para obtener un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (La resistencia deberá ser del 90 % para el material seleccionado).  
- El concreto para el tanque se deberá diseñar para obtener un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días como mínimo.

PROYECTO  
**REVISION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL; MEJORA Y AMPLIACION PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE**

PROPIETARIO  
**ALCALDIA MUNICIPAL DE CHAPELTIQUE**

UBICACION  
**MUNICIPIO DE CHAPELTIQUE, SAN MIGUEL**

PRESENTAN  
**HUEZO MARTINEZ, VICTOR MANUEL  
MARTINEZ GAITAN, DAVID SMIT**

ESTUDIANTES INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO  
**DETALLE DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO UBICADO EN EL CASERIO "LA PISTA"**

ESCALA  
**ESCALAS INDICADAS**

FECHA  
**SEPTIEMBRE 2015**

AREA DEL PROYECTO:

HOJA  
**10/10**