

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL,  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE  
TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL  
CASCO URBANO Y COLONIA “LA ENTREVISTA” DEL  
MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE,  
DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

PRESENTADO POR:

**HENRY ANTONIO CARPIO  
NEYDY CAROLINA GARCIA SIGARAN  
KENNY CHRISTIAN TOBIAS HERNANDEZ**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2011

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ**

SECRETARIO GENERAL:

**LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

SECRETARIO:

**ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

DIRECTOR:

**MSc. e ING. FREDY FABRICIO ORELLANA CALDERON**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:  
**INGENIERO CIVIL**

Título:

**PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL,  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE  
TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL  
CASCO URBANO Y COLONIA “LA ENTREVISTA” DEL  
MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE,  
DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

Presentado por:

**HENRY ANTONIO CARPIO  
NEYDY CAROLINA GARCIA SIGARAN  
KENNY CHRISTIAN TOBIAS HERNANDEZ**

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docentes Directores:

**MSC. E ING. RICARDO ERNESTO HERRERA MIRON  
MSC. E ING. LUIS ALBERTO GUERRERO  
ING. EDGAR ALFREDO GAVIDIA PAREDES**

San Salvador, Agosto de 2011

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores:

**MSc. e ING. RICARDO ERNESTO HERRERA MIRON**

**MSc. e ING. LUIS ALBERTO GUERRERO**

**ING. EDGAR ALFREDO GAVIDIA PAREDES**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios ante todo por prestarnos vida y salud, por darnos la sabiduría y la fuerza de voluntad para poder terminar nuestro trabajo de graduación.

A los ingenieros Hernán López y Luis Alberto Guerrero por su valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A nuestros asesores Ing. Ricardo Herrera Mirón y Edgar Gavidia por compartirnos sus conocimientos.

A nuestros familiares y amigos por su apoyo incondicional.

A todos aquellos que en su momento dieron su aporte para poder realizar con éxito este trabajo de graduación.

## DEDICATORIA

Primeramente, quiero dar gracias a **Dios Todopoderoso** por haberme guiado por el camino correcto para lograr este gran objetivo en mi vida, dándome fortaleza y sabiduría en los momentos que más lo necesité. Cuando pensaba que no era posible culminar mis estudios, Dios estuvo siempre conmigo.

Mi sacrificio y esfuerzo se lo dedico especialmente a mi madre: **Silvia Dinora Carpio**, por haberme dado la vida, y el gran sacrificio que ha hecho por mí.

A mi hijo: **Henryto Carpio**, el gran tesoro que Dios me regaló. Porque ellos me dieron fuerzas, y depositaron su confianza en mí para cumplir mi objetivo.

A mi abuelita: **Concepción Carpio**, a mi tío **Jesús Alberto**, por su grande e incondicional apoyo moral y económico.

A mis tías: **Verónica, Iliana, Guadalupe, Celina**; que igualmente me apoyaron cuando más lo necesité.

También a **Lidia Cruz Henríquez**, que siempre estuvo conmigo, dándome ánimos para seguir adelante, gracias por todo tu apoyo, contigo me salieron bien mis propósitos, y quiero compartir esta felicidad que siento.

A mis compañeros **Kenny Tobías y Neydy García**, por el apoyo y su gran trabajo realizado. Gracias compañeros, ya que sin ustedes no hubiese logrado terminar el trabajo de graduación. Excelente trabajo.

No quiero dejar de agradecer también a mis compañeros **Luis Sánchez y Roosmeri Gómez**, gracias por sus aportes.

HENRY

## **DEDICATORIA**

**A DIOS TODO PODEROSO:** Por darme sabiduría, fuerza y voluntad para realizar este trabajo de graduación. Por permitirme culminar mi carrera y ayudarme siempre cuando más lo necesité.

**A MIS PADRES:** Por su incalculable e invaluable esfuerzo y dedicación para poder darme estudio, por esforzarse junto conmigo y por buscar siempre lo mejor para mí. Por ser mi mayor apoyo y las personas más importantes en mi vida. En especial a mi mamá Angelita porque siempre antepuso mi bienestar al suyo.

**A HERMANA:** Ailin porque siempre me estuvo apoyando en lo que todo lo que pudo, por creer y confiar en mí y porque junto a mi mamá estuvieron dándome ánimos en los momentos difíciles.

**A MIS AMIGOS:** Por sus buenos deseos. Especialmente a Sayda Palacios porque en todo momento tuvo una palabra de aliento para mí, por celebrar conmigo mis triunfos y consolarme en mis fracasos.



**A KENNY:** Por esforzarnos juntos en este trabajo de graduación, por dar su mayor esfuerzo para que ambos culmináramos nuestra carrera y apoyarme en todo momento.

A mi familia y a todos los demás que aportaron su granito de arena para mi formación profesional.

NEYDY

## **DEDICATORIA**

**A DIOS TODO PODEROSO:** Por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para poder culminar el presente trabajo.

**A MIS PADRES:** Rosa Isabel y José Antonio, por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo del desarrollo de este trabajo y por todos los buenos consejos que me han dado para orientarme en la vida.

**A MIS HERMANOS:** Hanns y Oliver, por darme su apoyo cuando más lo necesité.

**A FAMILIARES Y MIS AMIGOS:** Con los que he convivido y me han acompañado en las buenas y las malas.

KENNY

## INDICE GENERAL

CAPITULO 1 .....	1
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Planteamiento del Problema .....	5
1.3 Objetivos .....	6
1.4 Alcances .....	7
1.5 Limitaciones .....	8
1.6 Justificación.....	9
CAPITULO 2 MARCO TEORICO .....	11
2.1 Alcantarillado.....	12
2.1.1 Alcantarillado Pluvial.....	12
2.1.2 Alcantarillado Sanitario .....	20
2.2. Aguas Residuales .....	26
2.2.1. Definición, fuentes de aguas residuales y otras generalidades .....	26
2.3. Características de las aguas residuales domésticas. ....	28
2.3.1. Características Físicas.....	28
2.3.2. Características Químicas .....	32
2.3.3. Características Biológicas.....	37
2.3.4. Parámetros de medición del contenido de materia orgánica .....	40
2.4. Caracterización y componentes típicos de las aguas residuales domésticas. .	42
2.5. Tratamiento de las aguas residuales domésticas. ....	43
2.5.1 Objetivos del tratamiento de aguas residuales.....	44
2.5.2. Métodos de tratamiento de las aguas residuales. ....	45
2.5.3. Tipos de tratamiento de las aguas residuales domésticas. ....	46
2.5.4. Factores importantes en la elección de los procesos de tratamientos.....	78

2.6. Reutilización de las aguas residuales.....	81
2.6.1. Concepto de reuso.....	81
2.6.2. Componentes del reuso .....	83
2.6.3 Reutilización de las aguas residuales en agricultura .....	84
2.6.4. Definición de uso agrícola.....	85
2.6.5. Criterios de calidad para el agua de riego.....	85
2.7. Normas nacionales e internacionales que rigen el diseño de alcantarillado pluvial, sanitario y plantas de tratamiento.....	93
2.7.1 Reglamento a la ley de urbanismo y construcción en lo relativo a parcelaciones y urbanizaciones habitacionales. ....	93
2.7.2 Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras. ANDA.....	93
2.7.3 Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor. CONACYT. ....	93
2.7.4 Reglamento Especial de Aguas Residuales. Decreto 39.....	94
2.7.5 Reglamento sobre la Calidad del Agua, el Control de Vertidos y Zonas de Protección. Decreto 50. ....	94
2.7.6 Parámetros de calidad para el uso de aguas residuales. CEPIS/OPS. ....	94
2.7.7 Normas Técnicas Peruanas OS.090 - “Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales” del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. ....	95
CAPITULO 3 CARACTERISTICAS DEL MUNICIPIO .....	97
3.1 Ubicación geográfica del municipio .....	98
3.2 Infraestructura y servicios básicos.....	99
3.3 Condiciones climatológicas .....	99
3.4 Producción y comercio .....	100
3.5 Fuente de empleos y de ingresos.....	101
3.6 Topografía.....	102

3.7 Población y proyecciones de crecimiento .....	105
3.8 Estudio Hidrológico .....	106
3.8.1 Ubicación de la cuenca .....	106
3.8.2 Características físicas de la Cuenca del Río Istepeque .....	107
3.8.3 Caudal de diseño.....	112
3.8.4 Tirante máximo en bóveda .....	117
CAPITULO 4 PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	121
4.1 Normativa para el diseño del alcantarillado pluvial .....	122
4.2 Zonificación del alcantarillado pluvial.....	124
4.3 Caudal de diseño .....	125
4.3.1 Coeficiente de escorrentía ponderado ( $C_p$ ) .....	126
4.3.2 Intensidad de lluvia ( $I$ ).....	127
4.3.3 Áreas tributarias ( $A$ ) .....	132
4.4 Diseño de la red de alcantarillado pluvial con base a normativas .....	132
4.4.1 Ejemplo de diseño de un colector. ....	134
4.5 Obras de descarga.....	141
4.5.1 Descarga en la quebrada de la colonia La Entrevista .....	141
4.5.2 Descarga en el río Acahuapa.....	141
4.5.3 Descarga en la quebrada del Barrio San Cayetano .....	145
CAPITULO 5 PROPUESTA DE DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO .....	150
5.1 Consideraciones para el diseño del alcantarillado sanitario.....	151
5.2 Disposición de la red de alcantarillado sanitario .....	152
5.2.1 Descripción de la distribución del sistema.....	152
5.2.2 Ubicación de los colectores .....	153
5.2.3 Ubicación de los pozos de visita .....	154

5.3 Diseño de red alcantarillado sanitario con base a normas de ANDA .....	154
5.3.1 Población de diseño.....	154
5.3.2 Caudal de diseño.....	157
5.3.3 Diseño de los colectores.....	159
5.4 Alternativa de Solución para los Sectores de Difícil Acceso al Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	167
5.4.1 Elección del sistema de tratamiento .....	167
5.4.2 Dimensionamiento de los componentes del sistema de fosa séptica ....	177
CAPITULO 6 PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO .....	182
6.1 Ubicación de la Planta de tratamiento .....	183
6.2 Parámetros de diseño .....	183
6.3 Caudales de diseño.....	193
6.3.1 Consideraciones para el cálculo de los caudales según normas de ANDA. ....	193
6.3.2 Población de Diseño .....	193
6.3.2 Caudales de diseño .....	194
6.4 Diseño de los componentes de la Planta de Tratamiento .....	195
6.4.1 Tratamiento Preliminar.....	195
6.4.2 Tratamiento Primario .....	209
6.4.3 Tratamiento Secundario.....	217
6.4.4 Tratamiento de Lodos .....	225
CAPITULO 7 CARPETA TECNICA.....	231
7.1 Introducción.....	232
7.2 Formatos del 1 – 8 .....	233
FORMATO No. 1 .....	233

FORMATO No. 2 .....	234
FORMATO No. 3 .....	239
FORMATO No. 4 .....	241
FORMATO No. 5 .....	242
FORMATO No. 6 .....	249
FORMATO No. 7 .....	251
FORMATO No. 7a .....	262
FORMATO No. 7-b .....	273
FORMATO No. 7-C .....	274
FORMATO No. 8 .....	275
7.3 MEMORIA DESCRIPTIVA .....	286
7.4 ESTUDIOS ESPECIALES .....	290
7.4.1 Topografía .....	290
7.4.2 Estudio Hidrológico .....	290
7.5 MEMORIA DE CALCULO .....	290
7.6 ESPECIFICACIONES TECNICAS .....	290
7.6.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO .....	290
7.7 PLANES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	322
7.7.1 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL ALCANTARILLADO PLUVIAL .....	322
7.7.2 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL ALCANTARILLADO SANITARIO .....	322
7.7.3 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	346
7.8 PROGRAMACIÓN .....	360

7.9 DESCRIPCION FOTOGRAFICA.....	363
CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	375
8.1 CONCLUSIONES.....	376
8.2 RECOMENDACIONES .....	380
3BIBLIOGRAFIA.....	382
ANEXOS .....	386



## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.1. Pendientes máximas permisibles de alcantarillas de aguas lluvias.....	19
Tabla 2.1.2. Factores de seguridad para diferentes diámetros.....	25
Tabla 2.1.3. Velocidades máximas en tuberías según el material.....	26
Tabla 2.4.1. Componentes típicos del agua residual doméstica.....	43
Tabla 2.5.1. Factores importantes en la elección de los procesos de tratamientos.....	79
Tabla 2.6.1. Recomendaciones de aguas residuales para uso en agricultura.....	92
Tabla 3.7.1. Proyecciones de crecimiento para la población del municipio de San Cayetano Istepeque.....	105
Tabla 3.8.1. Áreas y porcentajes de áreas entre curvas de nivel a cada 10 metros para la aplicación del método de la curva hipsométrica.....	108
Tabla 3.8.2. Longitudes de curvas de nivel dentro de la cuenca.....	111
Tabla 3.8.3. Coeficientes de escorrentía con base al tipo de suelo, pendiente del terreno y cobertura vegetal.....	113
Tabla 3.8.3. Cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado.....	114
Tabla 3.8.4. Coeficientes de rugosidad “n” para cunetas y canales sin revestir.....	118
Tabla 4.1.1. Pendiente máxima para diferentes diámetros de alcantarilla.....	123
Tabla 4.3.1. Valores del coeficiente de escorrentía en función de la zona a drenar...	126
Tabla 4.3.2. Determinación del valor de Cp para el barrio San Cayetano.....	127
Tabla 4.3.3. Determinación del valor de Cp para la colonia La Entrevista.....	127
Tabla 4.4.1. Hoja de cálculo para diseño hidráulico de colectores para el sistema 1 en la colonia la entrevista.....	138
Tabla 4.4.2. Hoja de cálculo para diseño hidráulico de colectores para sistema 2 en la colonia la entrevista.....	139

Tabla 4.4.3. Hoja de cálculo para diseño hidráulico de colectores para el sistema en el barrio San Cayetano.....	140
Tabla 5.3.1. Aportes de cauda adicional.....	156
Tabla 5.3.2. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario.....	162
Tabla 5.3.3. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario.....	163
Tabla 5.3.4. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario.....	164
Tabla 5.3.5. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario. ....	165
Tabla 5.3.6. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario. ....	166
Tabla 5.4.1. Dimensiones del tanque séptico. ....	177
Tabla 5.4.2. Valores aproximados de tasa de infiltración par cálculo de zanjas de infiltración y de arena filtrante. ....	177
Tabla 5.4.3. Coeficiente promedio de absorción del terreno. ....	180
Tabla 6.2.1. Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor. ....	185
Tabla 6.2.2. Caracterización de las aguas residuales del municipio de Atiquizaya. ....	187
Tabla 6.2.3. Etapas de tratamiento de las aguas residuales. ....	188
Tabla 6.2.4. Combinaciones de las etapas de tratamiento más comunes. ....	189
Tabla 6.2.5. Recomendaciones de aguas residuales para uso en agricultura. ....	190
Tabla 6.2.6. Capacidad de depuración de los contaminantes de acuerdo al sistema de tratamiento propuesto. ....	192
Tabla 6.4.1. Capacidades de los medidores Parshall con respecto a los anchos de garganta. ....	206

Tabla 6.4.2. Dimensiones del medidor de caudal Parshall. . . . .	207
Tabla 6.4.3. Valores $n$ y $k$ para el cálculo del caudal en los medidores Parshall. . . . .	209
Tabla 6.4.4. Valores recomendados para el diseño de sedimentadores. . . . .	209
Tabla 6.4.5. Cantidad típica de lodos producidos por los diferentes tipos de tratamiento. . . . .	213
Tabla 6.4.6. Porcentaje de remoción de DBO y sólidos suspendidos totales. . . . .	216
Tabla 6.4.7. Características de diseño para filtros percoladores. . . . .	217
Tabla 6.4.8. Recomendaciones para valores de carga superficial. . . . .	223
Tabla 6.4.9. Digestión discontinua de los lodos de sedimentación libre a diferentes temperaturas. . . . .	226

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.1. Detalle de caja tragante con parrilla de hierro fundido. ....	14
Figura 2.1.2. Detalle de gradas disipadoras de energía.....	15
Figura 2.1.3. Detalle de pozo de visita de aguas lluvias.....	16
Figura 2.1.4.a Detalle pozos de visita de aguas negras.....	21
Figura 2.1.4.b Detalle pozos de visita de aguas negras con caja de sostén.....	22
Figura 2.1.5. Detalle de caja de registro para aguas negras.....	23
Figura 2.3.1. Tamaño de partículas de los sólidos presentes en las aguas residuales.....	30
Figura 2.5.1. (a) y (b) Vista en Planta y en sección de un sistema de tratamiento preliminar.....	47
Figura 2.5.2. Vista en planta de un sistema de cribas o rejas.....	49
Figura 2.5.3. Vista frontal y de perfil de un sistema de rejas.....	53
Figura 2.5.4. Esquema e imagen de un medidor parshall.....	54
Figura 2.5.5. Esquema de un canal Parshall convencional.....	55
Figura 2.5.6. Esquema de fosa séptica convencional.....	56
Figura 2.5.7. Tanque imhoff típico (a) planta, (b) sección.....	58
Figura 2.5.8. Esquema de un tanque de sedimentación simple. (Planta y Corte).....	60
Figura 2.5.9. Corte de un filtro percolador circular rotatorio.....	61
Figura 2.5.10. Detalle de planta (a) y perfil (b) del filtro percolador.....	62
Figura 2.5.11. Sección transversal de un digestor de lodos anaeróbico convencional.....	69
Figura 2.5.12. Diagrama del proceso de tratamiento aerobio de lodos.....	70
Figura 2.5.13. Sección de un digestor de lodos aerobio.....	71

Figura 2.6.1. Componentes del reuso de aguas residuales.....	84
Figura 3.1.1. Ubicación geográfica del municipio de San Cayetano Istepeque en El Salvador.....	98
Figura 3.6.1. Curvas de nivel a cada metro de la colonia La Entrevista.....	103
Figura 3.6.2. Curvas de nivel a cada metro en los Barrios San Cayetano e Istepeque.....	104
Figura 3.8.1. Ubicación geográfica de Cuenca del Río Istepeque.....	106
Figura 3.8.2. Trazo del parte aguas y cauces de la Cuenca del Río Istepeque.....	107
Figura 3.8.3. Curva Hipsométrica de la cuenca del río Istepeque en punto de interés.....	109
Figura 3.8.4. Uso de suelos en la cuenca del Río Istepeque.....	113
Figura 3.8.5. Geología de la cuenca del Rio Istepeque.....	114
Figura 3.8.6. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia estación Apastepeque.....	116
Figura 3.8.7. Sección transversal de bóveda en Río Istepeque.....	117
Figura 3.8.8 Tirante critico en bóveda si se considera sección rectangular.....	119
Figura 4.3.1. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia IDF.....	130
Figura 4.3.2. Ubicación geográfica de la estación pluviométrica Apastepeque.....	131
Figura 4.4.1. Tramo analizado para ejemplo de cálculo de diámetro de alcantarillo en barrio San Cayetano.....	137
Figura 4.5.1. Fotografías que ilustran el nivel al que llegan las calles al río Acahuapa.....	142
Figura 4.5.2. Sección transversal del canal cerrado.....	143
Figura 4.5.3. Ventana del programa HCanales para calcular el tirante normal.....	144
Figura 4.5.4. Obra de protección y descarga en el río Acahuapa.....	146

Figura 4.5.5. Obra de protección y descarga en quebrada de la Colonia la Entrevista.....	147
Figura 4.5.6. Obra de protección y descarga en quebrada del Barrio San Cayetano.....	148
Figura 5.3.1. Determinación de la velocidad y tirante en colectores del alcantarillado sanitario.....	161
Figura 5.4.1. Vista en planta de sistema de fosa séptica, trampa de grasas y zanjas de infiltración.....	169
Figura 5.4.2. Vista en corte trampa de grasas y zanjas de infiltración.....	170
Figura 5.4.3. Vista en corte de fosa séptica y zanjas de infiltración.....	171
Figura 5.4.4. Vista en planta de de sistema de fosa séptica, trampa de grasas y pozo de absorción.....	171
Figura 5.4.5. Vista en corte trampa de grasas y pozo de absorción.....	172
Figura 5.4.6. Vista en corte de fosa séptica y pozo de absorción.....	173
Figura 5.4.7. Vista en planta de fosa séptica.....	174
Figura 5.4.8. Vista en corte de fosa séptica.....	174
Figura 5.4.9. Vista lateral de zanjas de infiltración o campo de riego.....	175
Figura 5.4.10. Vista de frente de zanjas de infiltración.....	176
Figura 5.4.11. Vista en planta y sección de pozo de absorción.....	176
Figura 6.1.1. Ubicación de la planta de tratamiento con respecto al Barrio San Cayetano.....	184
Figura 6.4.1. Dimensiones del medidor de caudal Parshall.....	207
Figura 6.4.2. Componentes del sedimentador primario.....	213

Figura 7.2.1. Alcantarillado sanitario en colonia La Entrevista.....	288
Figura 7.7.1. Accesorios para limpieza, usados conectados a varillas de acción mecánica.....	325
Figura 7.7.2. Accesorio especial para la eliminación de arena de las tuberías.....	325
Figura 7.7.3. Verificación de cajas de los registros domiciliarios y de las tapas.....	332
Figura. 7.7.4. Retiro de la trampa de grasas de la cocina para la limpieza.....	334
Figura 7.7.5. Limpieza de los tramos iniciales de los colectores.....	335
Figura 7.7.6. Limpieza manual de las alcantarillas.....	336
Figura 7.7.7. Ventilación de los gases venenosos.....	336
Figura 7.7.8. Atoros en una alcantarilla.....	339
Figura 7.7.9. Mantenimiento correctivo de marcos y tapas de pozos.....	345
Figura 7.8.1. Programación física de la Planta de Tratamiento de las aguas residuales del municipio de San Cayetano Istepeque.....	360
Figura 7.8.2. Programación física del Alcantarillado Sanitario para el municipio de San Cayetano Istepeque.....	361
Figura 7.8.3. Programación física del Alcantarillado Pluvial para el municipio de San Cayetano Istepeque.....	362

## **SIGLAS**

<b>AASHTO:</b>	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte)
<b>ACI:</b>	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)
<b>ANDA:</b>	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
<b>ANECAPA:</b>	Asociación Nacional de Empresas de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado (Bolivia)
<b>ASTM:</b>	American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
<b>CAD:</b>	Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computadora)
<b>CNR:</b>	Centro Nacional de Registros
<b>CONACYT:</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)
<b>FENADESAL:</b>	Ferrocarriles Nacionales de El Salvador
<b>FISDL:</b>	Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local
<b>GPS:</b>	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)



<b>JICA:</b>	Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional de Japón)
<b>MARN:</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>MSPAS:</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
<b>NSO:</b>	Norma Salvadoreña Obligatoria
<b>OPAMSS:</b>	Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador
<b>OMS:</b>	Organización Mundial para la Salud
<b>OPS:</b>	Organización Panamericana de Salud
<b>OS:</b>	Obras de Saneamiento
<b>SIG:</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>SNET:</b>	Servicio Nacional de Estudios Territoriales.
<b>VMVDU:</b>	Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano

## INTRODUCCION

La disposición de las aguas residuales es un tema al que no se le da la debida importancia en El Salvador a pesar de los graves daños que causa la introducción de estas aguas al medio ambiente.

En el municipio de San Cayetano Istepeque no cuentan con un sistema de recolección de las aguas residuales, de manera que las aguas negras son dispuestas en letrinas o en fosas sépticas y las aguas grises son dispuestas hacia la calle, creando un ambiente insalubre por la acumulación de las aguas grises en ellas. Además tampoco poseen un sistema de recolección de aguas lluvias lo cual causa inconvenientes específicamente en la Colonia La Entrevista y el Barrio San Cayetano.

En este trabajo se presenta una propuesta de diseño del alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y una planta de tratamiento para las aguas residuales. Para ello se ha dividido el trabajo en 8 capítulos.

El primer capítulo incluye una serie de generalidades como antecedentes y el planteamiento de la problemática, así también se detallan los objetivos, justificación, alcances y limitaciones del Trabajo de Graduación.

El segundo capítulo contiene una recopilación de información que sirve como fundamento teórico para los diseños que se proponen posteriormente.

En el tercer capítulo se presentan algunos datos y características del municipio en donde se detalla la ubicación, clima, topografía entre otros. Además se incluye un estudio hidrológico q se realizó a la cuenca del río Istepeque teniendo como punto de

interés el sitio donde el río Istepeque atraviesa una bóveda que está entre el barrio Istepeque y el barrio San Cayetano.

Este trabajo contiene en los capítulos cuatro, cinco y seis las propuestas respectivas para el Alcantarillado Pluvial, Alcantarillado Sanitario y la Planta de Tratamiento para las aguas residuales del casco urbano del municipio de San Cayetano Istepeque y de la colonia La Entrevista.

Además en el capítulo siete se presenta la Carpeta Técnica que se elaboró para los tres diseños propuestos haciendo uso de los formatos de Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL).

También se incluyen conclusiones y recomendaciones de este Trabajo de Graduación en el capítulo 8

Los Anexos incluyen los planos de construcción para los tres diseños propuestos.

# **CAPITULO 1**

## **GENERALIDADES**

## 1.1 Antecedentes

En El Salvador la principal causa de contaminación del agua, es debido a aguas residuales domésticas o municipales y aguas residuales industriales. Los temas ambientales en dicho país carecen de atención por parte de las autoridades estatales y de la población en general.

La disposición sanitaria de aguas residuales domésticas es crítica a nivel nacional, considerando que el 66% del agua dulce es superficial y el 34% subterránea. Existe una cobertura de 67% de viviendas nacionales conectadas a alcantarillado lo cual no garantiza un tratamiento de la misma. Se estima que solamente el 7% de aguas residuales reciben algún nivel tratamiento pues únicamente nueve municipios del país poseen tratamiento, distribuidos en 18 sistemas.<sup>1</sup>

En el municipio de San Cayetano Istepeque tanto la disposición de las aguas residuales como el drenaje pluvial son temas que se han dejado olvidados a pesar de los inconvenientes que la falta de estos sistemas ocasiona.

El municipio de San Cayetano Istepeque está ubicado casi al centro del departamento de San Vicente, limitado al Norte por San Lorenzo y San Esteban Catarina, al Este por Apastepeque y San Vicente, al Sur por San Vicente y Tepetitán y al Oeste por Tepetitán, más específicamente, se ubica entre las coordenadas 13°40' 26" LN; 13°37'40"LN y 88° 47' 40" LO; 88° 49'53" LO.<sup>2</sup>

San Cayetano Istepeque dista a solo 3 km de la ciudad de San Vicente y se vincula a ésta por carretera pavimentada que se prolonga hasta Tepetitán y Verapaz, conectándose incluso con la carretera Panamericana en el km. 51, en el tramo que va de San Salvador hacia San Miguel.

San Cayetano Istepeque cuenta con dos cantones: Candelaria y Cerro Grande también posee un Casco Urbano, el cual se divide en dos barrios que son: San Cayetano e Istepeque. Sin embargo existen otras concentraciones entre las cuales se identifican al menos 12 comunidades, una de ellas es la colonia La Entrevista, colonia a la cual incluye este estudio.

El casco urbano del municipio de San Cayetano Istepeque cuenta con una población de 2946 personas. La colonia “La Entrevista” está ubicada a 1.5 kilómetros del casco urbano y cuenta con una población de 562 personas.<sup>3</sup>

Este municipio cuenta con varios ríos y quebradas que lo atraviesan, los principales son: Río Acahuapa: Nace fuera del municipio y se interna en éste a 1.8 km al NO, corre de Oeste a Este, hasta unirse al río Antón Flores, su recorrido por el municipio es de 4km de longitud; río Istepeque: Nace dentro del municipio, corre de Oeste a Este hasta desembocar en el río Acahuapa, su longitud es de 4.5 km.; río Antón Flores: Nace dentro del municipio, su recorrido lo hace de SO a NE, hasta desembocar en el río Acahuapa, una parte de su recorrido sirve de límite municipal con San Vicente, su longitud es de 3.8 km.

La actividad económica dominante en este municipio lo representa el cultivo de caña de azúcar, maíz, arroz, frijoles, frutales y hortalizas, en el área agrícola, además se practica la ganadería y producción lechera en pequeña escala.

Se desarrolla una actividad comercial y de servicios con el funcionamiento de algunas tiendas y pequeños talleres en el área urbana.<sup>4</sup>

Todo el casco urbano de San Cayetano Istepeque cuenta con un sistema de abastecimiento de agua, cuya fuente son pozos perforados administrados por ANDA, la mayoría de las viviendas tienen letrinas de hoyo seco, y en el barrio de San Cayetano algunas casas cuentan con letrinas de lavar y fosas sépticas y las aguas grises van a parar a las diferentes quebradas y ríos que atraviesan el municipio.

Las aguas lluvias son dispuestas directamente a la calle. Hasta ahora nadie se ha interesado por el alcantarillado pluvial ni por la disposición de las aguas residuales domésticas y a pesar que la municipalidad puede acceder a financiamiento por medio del *Japan International Cooperation Agency (JICA)*, no pueden obtener estos fondos pues no cuentan con los recursos para realizar el diagnóstico que el JICA les solicita para darles financiamiento. Además el municipio no cuenta con ningún tipo de estudio hidrológico, ni topográfico al momento.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

Debido a la poca importancia que se le ha dado en El Salvador al tema de tratamiento de las aguas residuales, el grado de contaminación de las aguas superficiales de ríos y lagos, así como de los mantos acuíferos del país, es alto.

Tanto el casco urbano como la colonia “La Entrevista” carecen de alcantarillado sanitario y pluvial. La mayoría de sus habitantes depositan las excretas en letrinas de hoyo seco, estas letrinas contribuyen a la insalubridad de la población y colaboran a la propagación de moscas, con lo cual aumentan las enfermedades gastrointestinales de los habitantes. Las aguas grises son descargadas directamente a las calles formando charcos pues no todas estas calles están pavimentadas y no cuentan con drenaje pluvial.

El problema radica en que la población se abastece de agua por medio de pozos perforados ubicados en las cercanías o alrededores del municipio, estando éstos muy propensos a contaminarse debido a que la profundidad de las aguas subterráneas de la zona es pequeña, llegando estar el nivel freático en algunos puntos a sólo cuatro metros de profundidad.

Además al descargar las aguas lluvias y las aguas grises a las calles, los charcos que se forman son potenciales criaderos de zancudos y fuente de otros vectores que pueden perjudicar la salud de los habitantes del municipio.



### **1.3 Objetivos**

#### OBJETIVOS GENERALES:

1. Proponer el diseño del alcantarillado sanitario, drenaje pluvial y una planta de tratamiento para los barrios San Cayetano e Istepeque y la colonia La Entrevista del municipio de San Cayetano Istepeque.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Diseñar el alcantarillado pluvial de los barrios San Cayetano e Istepeque y la colonia La Entrevista de forma que aproveche la topografía de la zona para evacuar el agua hacia quebradas cercanas y proponer obras de descarga con una adecuada protección.
2. Diseñar el alcantarillado sanitario de modo que funcione por gravedad y pueda evacuar las aguas residuales de la mayoría de las viviendas de los lugares en estudio; además, proponer soluciones puntuales para las viviendas que no puedan evacuar sus aguas por medio de este alcantarillado.
3. Diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para producir un efluente tratado que pueda descargarse en un cuerpo receptor cercano a la planta de tratamiento (Río Antón Flores) y que con un tratamiento complementario pueda utilizarse para el riego de cultivos.
4. Elaborar una propuesta de carpeta técnica, para que la municipalidad pueda gestionar fondos para la realización del proyecto que se proponga.

## **1.4 Alcances**

Se propondrá un diseño del alcantarillado sanitario, del drenaje pluvial y de una planta de tratamiento para las aguas residuales solamente para el área urbana de San Cayetano Istepeque, conformada por los barrios San Cayetano e Istepeque y para la colonia “La Entrevista”.

Se elaborará la carpeta técnica para la construcción del alcantarillado sanitario, del drenaje pluvial y de la planta de tratamiento.

Se realizará un estudio topográfico del casco urbano de San Cayetano Istepeque y la colonia La Entrevista, con el objetivo de obtener los perfiles de las calles para diseñar los respectivos drenajes y acometidas domiciliarias de aguas residuales.

Se diseñará el alcantarillado sanitario de acuerdo a los lineamientos que se establecen en la NORMA TECNICA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA).

Se elaborará la propuesta de diseño del alcantarillado pluvial en base a los requisitos que establece el REGLAMENTO A LA LEY DE URBANISMO Y CONSTRUCCION EN LO RELATIVO A PARCELACIONES Y URBANIZACIONES HABITACIONALES del Vice ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano.

Se diseñará la planta de tratamiento de aguas residuales, atendiendo los lineamientos de la NORMA DE AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR y atendiendo los lineamientos del CEPIS/OPS para determinar los requisitos que debe cumplir el efluente si se reutiliza en riego.

## **1.5 Limitaciones**

Ya que para la realización del trabajo de graduación se cuenta con poco tiempo, no se realizará un estudio de impacto ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta; pero sí se llenará el formulario ambiental propuesto por el MARN a los diseños propuestos.

El diseño de los sistemas propuestos se realizará sólo para la zona urbana del municipio que incluye el casco urbano del municipio y la colonia La Entrevista.

La geografía de la zona limita a incluir en los diseños solamente a aquellas viviendas en las que el drenaje pueda realizarse por gravedad y obliga a buscar una solución puntual para la problemática de las viviendas que no se puedan incluir.

Algunos datos necesarios para el diseño de la planta de tratamiento de las aguas residuales domésticas, tales como: características físicas y químicas de las aguas residuales, no pueden ser medidos de las aguas residuales de San Cayetano Istepeque puesto que el municipio no posee alcantarillado sanitario, de modo que, se tomará como datos para el diseño propuesto, las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas residuales de otro municipio que tenga condiciones similares a las del municipio en estudio.

## **1.6 Justificación**

Debido al aumento de los asentamientos humanos y la necesidad inminente del agua tanto para el consumo, como para su uso en las actividades humanas, los recursos hídricos están siendo altamente degradados. La introducción de las aguas que resultan de las diferentes actividades tanto domésticas como industriales hacia los ríos y lagos del país, se está convirtiendo en la principal causa de contaminación de estos recursos hídricos. Dada la estrecha relación del hombre y el medio ambiente en el que vive; al causar un impacto negativo al medio ambiente, los afectados son los mismos que lo provocan, he aquí la necesidad de reducir el grado de contaminación de las aguas que luego de usarlas, se regresan al medio ambiente causando la degradación de éste.

Presentar una propuesta de diseño del alcantarillado sanitario, drenaje pluvial y planta de tratamiento de aguas residuales a la alcaldía de San Cayetano Istepeque es de mucha importancia ya que, con dicha propuesta, la municipalidad puede tener la posibilidad de obtener el financiamiento de la Agencia de Cooperación Japonesa Internacional (JICA) y de esta manera llevar a cabo este importante proyecto en el municipio.

## **Referencias bibliográficas**

- <sup>1</sup> Presentación del Foro centroamericano y República Dominicana de agua potable y saneamiento, 2009.
- <sup>2 y 4</sup> Política municipal de apoyo a la microempresa de San Cayetano Istepeque, Asociación El Bálsamo, marzo de 2008.
- <sup>3</sup> Censo Poblacional realizado por la Unidad de Salud de San Cayetano Istepeque, diciembre de 2010.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO**

## **2.1 Alcantarillado**

Se denomina red de alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías usadas para la evacuación y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o al lugar donde se tratan.

El alcantarillado funciona por efecto de la gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el interior de los predios a la red pública, desde el centro de la comunidad hacia el exterior de la misma. Cada cierta distancia se debe construir pozos de registro verticales para permitir el acceso a la red con fines de mantenimiento.

### **2.1.1 Alcantarillado Pluvial**

Un sistema de alcantarillado de aguas lluvias es una red de tuberías utilizada para conducir la escorrentía de una tormenta a través de una ciudad.<sup>1</sup>

#### **2.1.1.1 Aguas Pluviales**

Son aguas de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de estas aguas es drenada o se infiltra y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos o desechos.

En muchas localidades no se realiza la diferenciación entre alcantarillado sanitario y pluvial y todo el material recolectado es concentrado combinadamente al mismo destino causando que los desechos se junten todos.

### ***2.1.1.2 Alcantarillado pluvial urbano.***

Un sistema de alcantarillado urbano debe estar dirigido al logro de unos objetivos hacia los cuales se dirigen las acciones a llevar a cabo. Estos objetivos son 2: uno básico y otro complementario. El básico es disminuir al máximo los daños que las aguas de lluvia pueden ocasionar a la ciudadanía y las edificaciones en el entorno urbano. Por otro lado lo complementario es garantizar el normal desenvolvimiento de la vida diaria en las ciudades, permitiendo así un apropiado tráfico de personas y vehículos durante la ocurrencia de las lluvias.

### ***2.1.1.3 Sistema de alcantarillado pluvial.***

Está constituido básicamente por canaletas, cajas o resumideros, tragantes, tuberías colectoras y pozos de visita, para evacuar las aguas provenientes de la precipitación, para que estas no ocasionen daños a las construcciones y no se produzcan inundaciones en vías de comunicación.

### ***2.1.1.4 Componentes de un sistema de alcantarillado pluvial típico.***

El sistema de alcantarillado pluvial está dividido en 3 sub-sistemas:

- Recolección
- Transmisión o transporte
- Disposición final

- **Recolección**

BAJADA DE AGUAS LLUVIAS: provenientes del agua de lluvia recolectada en los techos de las edificaciones.

CAJA O RESUMIDERO: ubicado en el interior de las edificaciones, en zonas verdes o áreas de patio.



**CONEXIONES INTRADOMICILIARES:** son las tuberías conectadas a caja o resumidero interiores, las que son las encargadas de evacuar el agua lluvia hacia las cunetas o directamente a un colector secundario.

**CAJA TRAGANTE:** en esta se recolecta en agua lluvia que se transporta a través de las cunetas o canaletas, la cual está conectada a un colector primario o secundario.

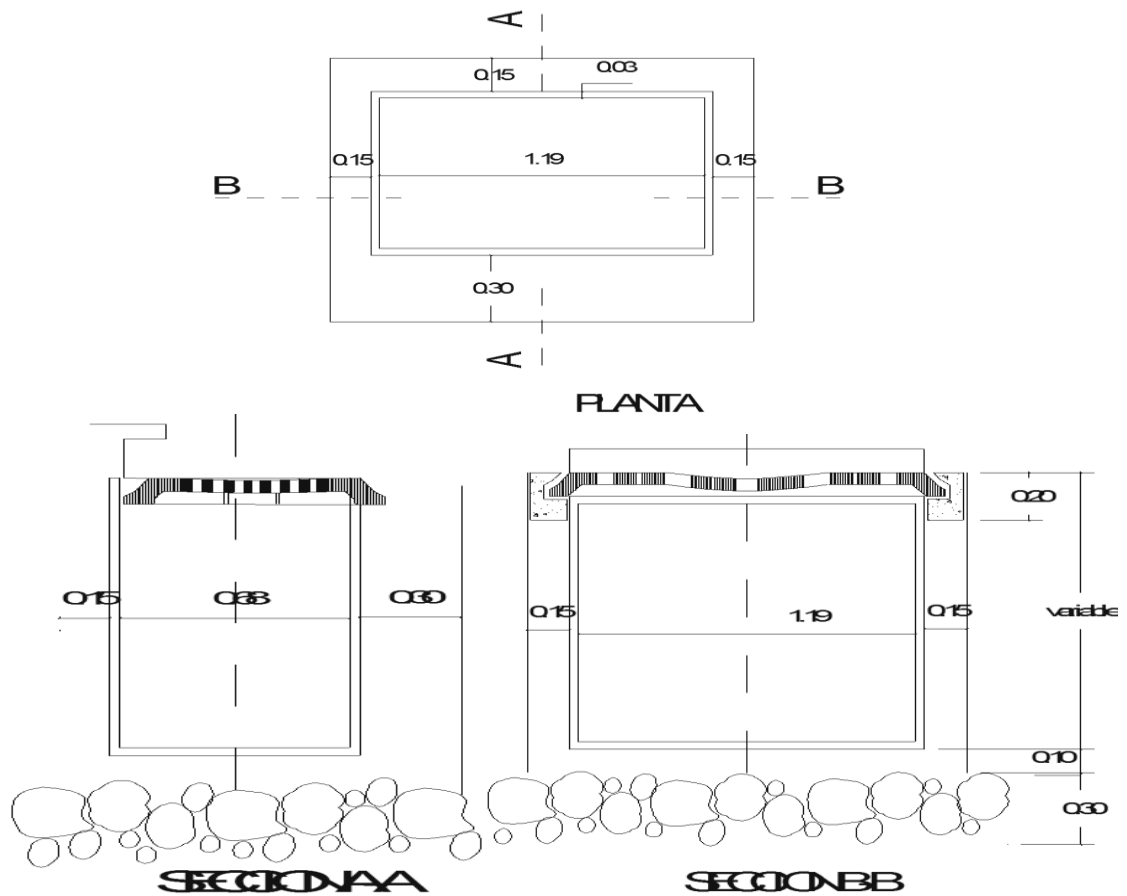


Figura 2.1.1. Detalle de caja tragante con parrilla de hierro fundido.  
Fuente: OPAMSS, 2006

**CUNETAS:** Las cunetas recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.

CONTRA CUNETAS: Se encuentran situadas en cerros o lomas por donde pasa una vía de comunicación, y encauzan el agua mediante las obras de arte (disipadores de energía).

- **Transmisión y transporte**

CANALETAS: Son estructuras ubicadas principalmente en las orillas de carreteras, o, también se construyen en la parte central de autopistas.

DISIPADORES DE ENERGIA: Son estructuras verticales que permiten la entrada del agua de lluvia a los colectores o cuerpo receptor, reduciendo su velocidad, además, reteniendo parte importante del material sólido transportado.

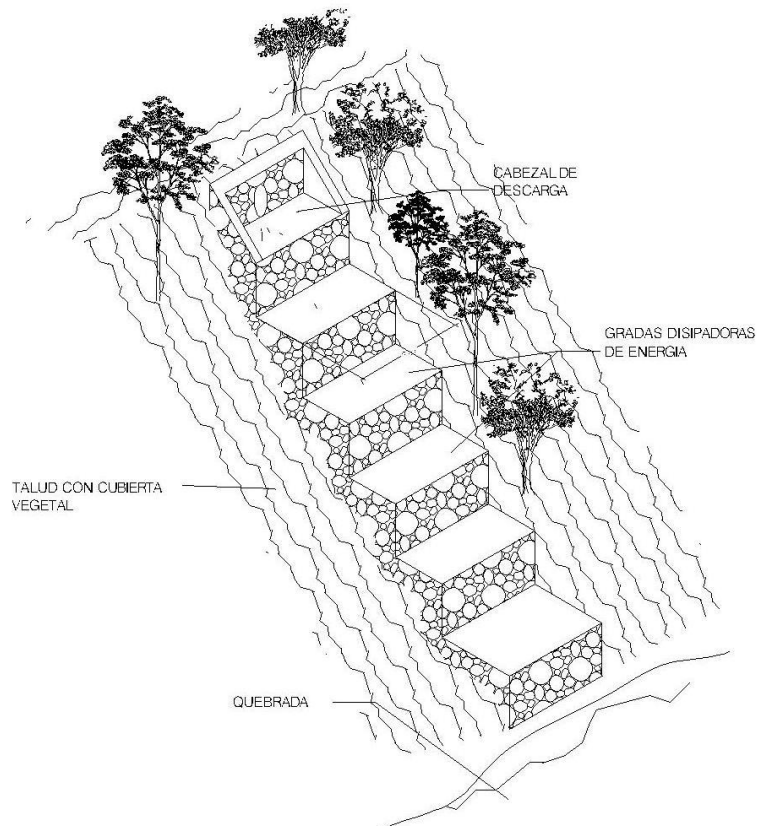


Figura 2.1.2. Detalle de gradas disipadoras de energía  
Fuente: Elaboración Propia



- **Disposición final**

DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS DE LLUVIA: Son estructuras destinadas a evitar la erosión en los puntos en que las aguas de lluvia recogidas se vierten en cauces naturales de ríos, arroyos o mares.

#### ***2.1.1.2 Procedimiento para el diseño de alcantarillado pluvial.***

El diseño de sistemas de alcantarillado de aguas lluvias involucra la determinación de los diámetros, las pendientes, las elevaciones de clave y batea para cada tubo del sistema. Las elevaciones de clave y batea en un tubo son, respectivamente, las elevaciones de la parte superior y de la parte inferior de la circunferencia interna de la tubería.<sup>2</sup>

- a) Determinar las distintas dimensiones de lotes
- b) Calcular el porcentaje de área construida y área verde de lotes
- c) Longitud, ancho y material del que está construida la capa de rodamiento.
- d) Determinar áreas de lotes que aportan caudales al tramo que se está diseñando.
- e) Asignar los valores de coeficiente de escorrentía C a utilizar, para cada tipo de área que se tenga
- f) Calcular las áreas que aportan caudales para el tramo que se está diseñando, teniendo en cuenta que todas las áreas descargan hacia el frente de las calles.  
Se deben tomar en cuenta las áreas que se encuentran antes del tramo de interés.
- g) Calcular el área total A.

h) Cálculo de caudales de diseño utilizando la fórmula racional:

$$Q = \frac{CIA}{60}$$

Donde:

$Q$ : Caudal en l/s

$C$ : Coeficiente de escorrentía

$I$ : Intensidad de lluvia en mm/min

$A$ : Área tributaria para cada tramo en m<sup>2</sup>

El coeficiente de escorrentía  $C$  a utilizar puede ser el perteneciente a cada tipo de cobertura en cada área ó el coeficiente de escorrentía ponderado  $C_p$  calculado de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{\sum C_i * A_i}{A_t}$$

Donde:

$C_p$ : Coeficiente de escorrentía ponderado

$C_i$ : Coeficiente de escorrentía

$A_i$ : Porción de área de uso determinado en m<sup>2</sup>

$A_t$ : Área total a drenar en m<sup>2</sup>

Donde tomamos en consideración las áreas con sus respectivos coeficientes que descargan antes del tramo a diseñar

La intensidad de lluvia crítica para el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial, se determina en base a los siguientes parámetros.

- Tiempo de concentración
- Periodo de retorno

- Tiempo de concentración: es el tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del caudal de equilibrio.
  - Periodo de retorno: se considera como el tiempo de que ocurra nuevamente un fenómeno climático (precipitación)
- i) Calcular caudales parciales y acumulados para cada tramo de tubería.
  - j) Ubicar tragantes a una distancia no mayor de 100 m, y colocar su respectivo pozo de visita.
  - k) Determinar la pendiente de cada tramo con los perfiles del terreno tomando en cuenta que la pendiente mínima para todos los diámetros es 0.5% y la máxima para cada diámetro es según la tabla 2.1.1

Diámetro de Tuberías Pulgadas	Pendiente Máxima Permisible %
12	6.5
15	5.8
18	5.0
24	3.0
30	2.5
36	2.0
42	2.0
48	2.0
60	1.5
72	1.0

Tabla 2.1.1. Pendientes máximas permisibles de alcantarillas de aguas lluvias.  
Fuente: Reglamento de VMVDU.

- l) Calcular el mínimo diámetro requerido para el caudal de diseño en condiciones a tubo lleno con la formula de Manning:  $n = 0.011$  (para PVC) y  $n = 0.015$  (para cemento)
- m) Escoger el diámetro comercial inmediatamente superior al calculado.<sup>3</sup>

### **2.1.2 Alcantarillado Sanitario**

Se llama alcantarillado sanitario al que transporta los desechos líquidos de casas, comercios y fábricas no contaminantes. En algunas ciudades son dirigidos a plantas depuradoras para su tratamiento y posterior vertido a un cauce que permita al agua continuar el ciclo hidrológico.

Los sistemas de alcantarillado sanitarios separados deberían estar libres de aguas pluviales, pero lo están escasamente. Las conexiones ilícitas de techos y patios, así como las cubiertas no herméticas de pozos de visita se suman a los flujos.

#### ***2.1.2.1 Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario típico.***

Los sistemas básicamente están compuestos por los siguientes elementos:

- a) Alcantarillas o colectores
- b) Pozos de registro, visita o de inspección
- c) Cajas de registro

A continuación se detallan cada uno de ellos:

- a) **ALCANTARILLAS O COLECTORES:** son conductos generalmente cerrados, los cuales conforman la red y evacuan las aguas negras, vertiendo su contenido a algún sistema de depuración o tratamiento de las mismas, o hacia un cuerpo receptor. Al hablar de alcantarillas generalmente nos referimos a las tuberías.

Las alcantarillas de acuerdo a su importancia se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Alcantarilla o colector domiciliario
- Alcantarilla o colector secundario
- Alcantarilla o colector principal o primario

b) POZOS DE REGISTRO, VISITA O DE INSPECCION: denominados en nuestro medio como pozos de visita, estos elementos se colocan en puntos convenientes de la alcantarilla, donde se tengan cambio de planimetría, cambios de diámetro, etc. Su importancia se debe a que permiten el control de las conducciones, el análisis de las aguas residuales (inspección), reparación y limpiezas.

Cuando las alcantarillas son grandes, de 1.5 m o más, puede entrarse directamente a ellas, por lo que se emplean pocos pozos de registro (Figura 2.1.4.a y b).

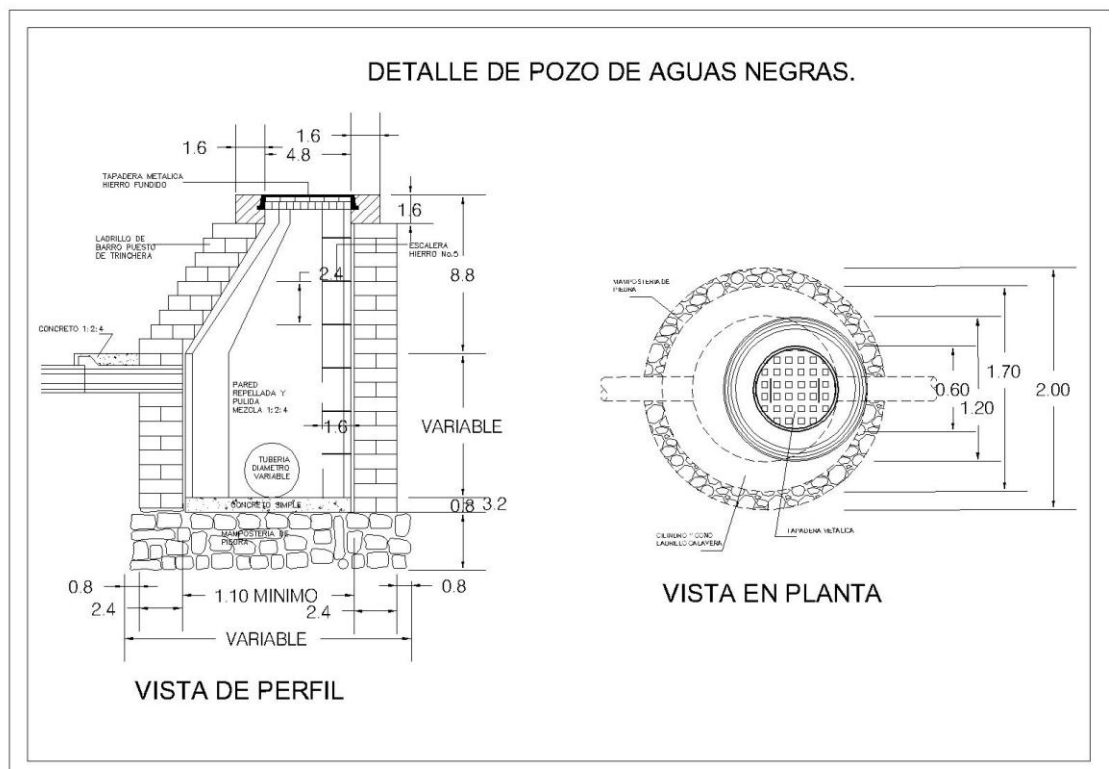


Figura 2.1.4.a Detalle pozos de visita de aguas negras.



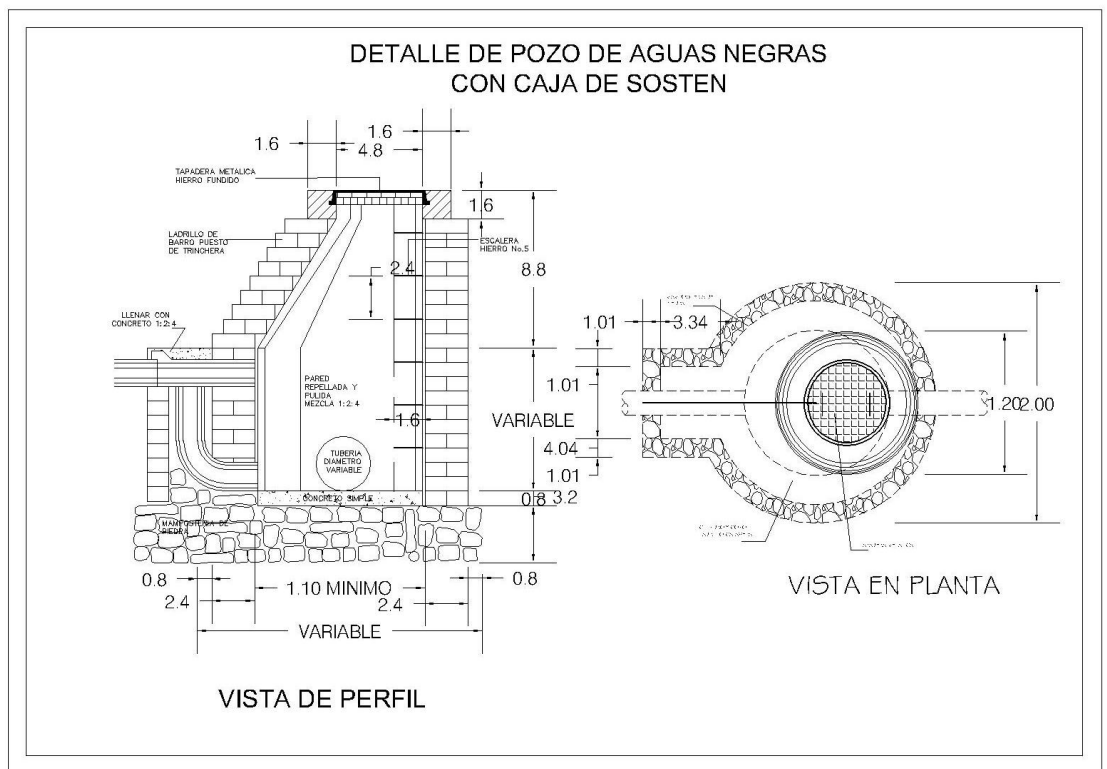


Figura 2.1.4.b Detalle pozos de visita de aguas negras con caja de sostén.

- c) CAJAS DE REGISTRO: son estructuras que conectan a las tuberías que evacuan las aguas negras del interior de las edificaciones y los colectores secundarios a laterales de la red. (Figura 2.1.5.)

Hidráulicamente, un sistema de alcantarillado sanitario se diseña con los siguientes objetivos:

1. Minimizar el mantenimiento
2. Procurar auto limpieza
3. Lograr alternativas más económicas

Para cumplir con la auto limpieza, se debe cumplir la condición auto limpiante: la cual es aquella condición en el diseño de tuberías de aguas residuales que permite auto-limpiar la tubería, no dejando sedimentar los desechos en el fondo de la tubería.

Parámetros a tomar en cuenta para lograr auto limpieza:

- a. Velocidad
- b. Pendiente

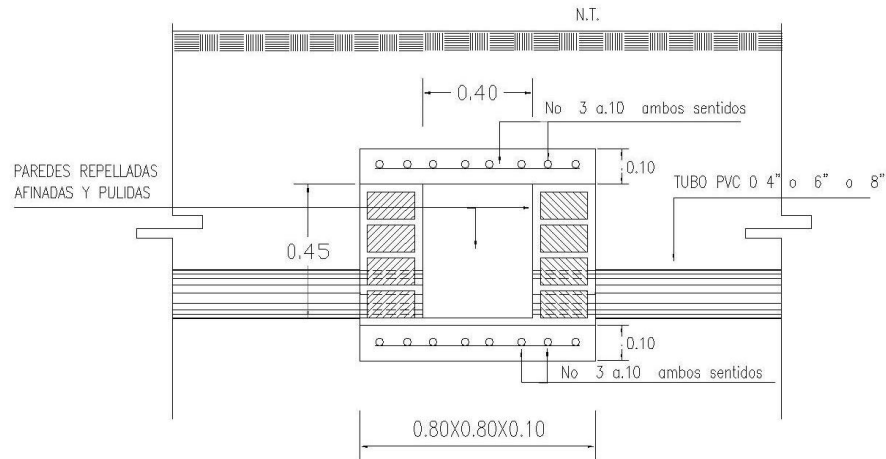


Figura 2.1.5. Detalle de caja de registro para aguas negras.  
Fuente: Elaborado por el equipo de Trabajo de Graduación

### 2.1.2.2. Procedimiento para el diseño de colectores de galcantarillado sanitario

- Determinar el número de habitantes por vivienda
- Asignar la Dotación según el tipo de urbanización en base a la Norma de ANDA
- Determinar el número de lotes de toda la urbanización
- Calcular el Caudal Medio Diario ( $Q_m \text{ diario}$ ): El cual es la suma de los caudales Doméstico, Industrial (si existe), Comercial y/o Institucional:

$$Q_m \text{ diario} (l/s) = Q_{\text{doméstico}} + Q_{\text{comercial}}$$

$$Q_{\text{doméstico}} (l/s) = \left( \frac{\text{Dotación } (l/\text{habitante}/\text{día}) \times \text{N}^\circ \text{ total de lotes} \times \text{N}^\circ \text{ habitantes /lote}}{86400} \right)$$

$$Q_{\text{comercial}} (l/s) = \left( \frac{\text{Dotación} \times \text{Área}}{86400} \right)$$

- Calcular el Caudal Máximo Horario ( $Q_{\text{maxhora}}$ ), para cada uno de los Caudales Medios Diarios calculados en el paso anterior:

$$Q_{maxhora} (l/s) = 2.4 Q_{mdiarario}(l/s)$$

- Encontrar el factor de distribución (F.D.) ; para el Consumo Domestico:

$$F.D.= Q_{maxhora} / N^{\circ} \text{ de total de lotes}$$

- Establecer la posición de las tuberías y pozos de aguas negras de acuerdo con los planos de distribución de terrenos, estableciendo puntos de descarga hasta elaborar una evacuación lógica de las tuberías y basándose en los límites y parámetros establecidos en las normas de ANDA.
- En el cálculo del caudal de diseño para un tramo específico, se toman en cuenta las dotaciones de agua, N° de lotes y el N° de habitantes en ambos lados del tramo considerado.
- Calcular el consumo Domestico, Comercial, Industrial, etc. del tramo

$$Q_{DOMESTICO} = F.D. * \text{No. de lotes}$$

$$Q_{COMERCIAL}, \quad Q_{INDUSTRIAL}, \text{ etc}$$

- Caudales que descargan en el tramo: 80%Qmaxh; para cada tipo de consumo que se tenga en el tramo.

$$80\% Q_{COMERCIAL}, \quad 80\% Q_{INDUSTRIAL}, \quad 80\% Q_{DOMESTICO}, \text{ etc.}$$

- Encontrar el Caudal de Infiltración hasta la tubería:

Se determina la longitud de los tramos de tubería y se calcula el caudal de diseño de acuerdo a las áreas de influencia en cada tramo.

Si tenemos PVC:

$$Q_{infiltración} = 0.10 \text{ It/s/Ha} * \text{Área de influencia en hectáreas}$$

- Caudal de diseño:

$$Q_{diseño} = (\Sigma 80\% Q_{maxh}) + Q_{infiltración}$$

En donde:  $\Sigma 80\%Q_{maxh}$  es la descarga de cada tipo de consumo que se tenga en el tramo.

- Para el cálculo del caudal de diseño real tenemos:

$$Q_{diseño} = [80\%Q_{maxh} + Q_{infiltración}] * FACTOR$$

FACTOR: es un factor de seguridad, el cual se asigna de acuerdo al diámetro de la tubería.

Ø COLECTOR	FACTOR	Ø COLECTOR	FACTOR
8" ≤ D ≤ 12"	2.00	36"	1.40
15"	1.80	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	Interceptores o	
30"	1.45	Emisarios	1.20

Tabla 2.1.2. Factores de seguridad para diferentes diámetros.

Fuente: Normas técnicas de ANDA, 1998

- Calcular caudales acumulados en cada tramo de tubería:  
 Cuando es un tramo inicial: no hay caudal acumulado  
 Si es un tramo posterior, el caudal real de diseño es acumulado con el que viene de las tuberías anteriores.
- Escoger un diámetro adecuado, según Norma Técnica de ANDA el diámetro mínimo se determina de acuerdo a lo siguiente:  
 Colectores de pasajes peatonales (vivienda de interés social):  
 PVC D= 6 pulg., si longitud ≤ 100 m  
 Acometidas domiciliarias:  $D_{mínimo} = 6$  pulg.  
 Colectores terciarios:  $D_{mínimo} = 8$  pulg.
- Calcular la Velocidad a tubo lleno, con fórmula de Manning:

Considerando  $n = 0.011$  (para PVC) y  $n = 0.015$  (para cemento)

$$V = (0.03429 * D^{2/3} * S^{1/2}) / n$$

- Calcular el caudal a tubo lleno, con la ecuación de continuidad:  $Q = V * A$
- Calcular la velocidad real del flujo con el caudal de diseño ya sea por métodos matemáticos convencionales o por medio de software dedicado al diseño hidráulico.

En colectores primarios y secundarios:

$V_{\text{minima real}} = 0.50$  m/s, a caudal de diseño durante el primer año de funcionamiento.

*Velocidad máxima con el caudal de diseño:*

TUBERIAS	$V_{\text{maxima}}$
PVC	5.0 m/s
Hierro	4.0 m/s
Tubería de concreto	3.0 m/s

Tabla 2.1.3. Velocidades máximas en tuberías según el material.  
Fuente: Normas técnicas ANDA, 1998

## 2.2. AGUAS RESIDUALES

### 2.2.1. Definición, fuentes de aguas residuales y otras generalidades

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado.<sup>4</sup>

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos transportados por el agua, que provienen de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual.<sup>5</sup>

Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

**Domesticas:** son aquellas aguas utilizadas con fines higiénicos (sanitarios, cocinas, lavanderías, etc.) Consisten básicamente en residuos descargados por los humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de las descargas de las instalaciones hidráulicas de la edificación y también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

**Industriales:** son residuos líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

**Infiltración y caudales adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de las uniones entre tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, pozos de inspección y limpieza, cajas de paso, estructuras de los pozos de registro, estaciones de bombeo, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como: canales, drenajes y colectores de aguas lluvias.

El potencial de transmisión de las aguas de infiltración depende de:

1. El nivel de agua freática N.F. (Si la tubería esta bajo o por encima del mismo)

2. Lluvia y permeabilidad del terreno
3. Calidad del sistema de alcantarillado (tipo de tubería, tipo de juntas, roturas)

Las cantidades de escurrimiento que proceden de la precipitación son grandes, y ocultan el flujo del drenaje sanitario en sistemas combinados. Los sistemas sanitarios separados deberían estar libres de aguas pluviales, pero lo están escasamente. Las conexiones ilícitas de techos y patios, así como las cubiertas no herméticas de pozos de visita se suman a los flujos.

### **2.3. Características de las aguas residuales domésticas.**

Las características del agua residual domésticas se pueden clasificar en tres grupos:

- Físicas
- Químicas
- Biológicas

#### **2.3.1. Características Físicas**

##### **a) Sólidos Totales**

Todos los contaminantes del agua, con excepción de los gases disueltos, contribuyen a la "carga de sólidos". Pueden ser de naturaleza orgánica y/o inorgánica. Proviene de las diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales. La definición generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanece como residuo después de una evaporación y secado de una muestra de volumen determinado, a una temperatura de 103°C a 105°C. Se pueden clasificar como filtrables y no filtrables.

- **Sólidos filtrables**

La fracción filtrable de los sólidos corresponde a sólidos coloidales y disueltos. Corresponden a un 70% de la composición total del agua residual.

**Coloidales:** Los sólidos coloidales son partículas extremadamente pequeñas que no sedimentan por métodos convencionales. Para sedimentarse tienen que ser agrupados en partículas mayores (coagulación). En ocasiones, también se eliminan por filtración o por oxidación biológica. La fracción coloidal está compuesta por las partículas de materia de tamaños entre 0,001 y 1 micrómetro. Equivalen a un 6% de la composición total de las aguas residuales.

**Disueltos:** Es la cantidad de materia que permanece como residuo, posterior a la evaporación total del agua en una muestra a la cual se ha realizado separación de sólidos. Los sólidos disueltos están compuestos por moléculas orgánicas e inorgánicas junto con iones en disolución en el agua cuyos tamaños de partículas están entre los 0.001 y 0.00001 micras. Equivalen a un 64% de la composición total de las aguas residuales.

- **Sólidos no filtrables**

Los sólidos no filtrables o sólidos en suspensión constituyen uno de los límites que se fijan a los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Los sólidos suspendidos se determinan como la cantidad de material retenido después de filtrar un determinado volumen de muestra (50 ml) a través de filtros de fibra de vidrio que utilizan como medio filtrante. En la actualidad se prefiere utilizar filtros de membrana con un tamaño de poro de aproximadamente 1.2 micrómetros ( $1.2 \times 10^{-6}$  metros). Equivalen a un 64% de la composición total de las aguas residuales.<sup>6</sup>



**Sólidos sedimentables:** Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos. El tamaño de partícula de éstos sólidos corresponde a 10 micras o más.

**Sólidos no sedimentables:** Es la fracción de los sólidos no filtrables que al pasar una hora no se sedimentan.

Para diferenciar su composición, los sólidos previamente secados a 103°C son calcinados a 550°C durante 15 minutos. Las cenizas resultantes corresponden a los sólidos inorgánicos (fijos) y la fracción perdida, que se gasifica y vaporiza, son los sólidos orgánicos (volátiles). En la figura 2.3.1 se ilustran los tamaños de partículas de los sólidos de la clasificación que se presentó anteriormente.

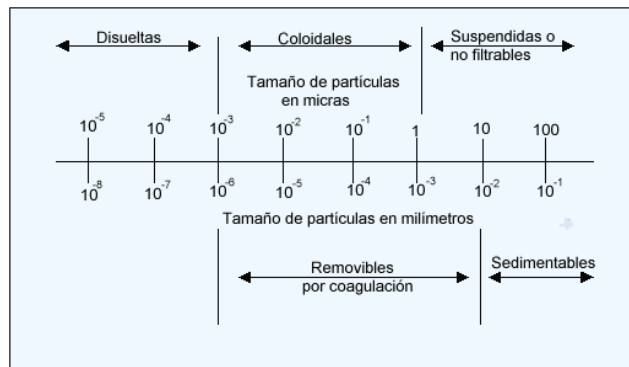


Figura 2.3.1 Tamaño de partículas de los sólidos presentes en las aguas residuales.  
Fuente: <http://www.scribd.com/doc/50608542/CLASIFICACION-DE-RANGO-DE-TAMANO-DE-PARTICULAS-EN-AGUA>

## b) Color

Anteriormente se utilizaban los términos condición, composición y concentración para describir un agua residual. Se refiere a la edad del agua residual, que puede ser determinada cualitativamente en función de su color y su olor. El agua

residual reciente suele tener un color grisáceo. Sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado se desarrollan condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro hasta llegar al negro. Llegado a este punto suele clasificarse el agua residual como séptica. Algunas aguas residuales industriales pueden añadir color a las aguas residuales domésticas. En la mayoría de los casos, el color gris, gris oscuro o negro del agua residual se debe a la formación de sulfuros metálicos por reacción del sulfuro liberado en condiciones anaerobias con los metales presentes en el agua residual.

#### **c) Olor**

Normalmente, los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor particular, algo desagradable, pero más tolerable que el del agua residual séptica la cual debe su olor característico a la presencia de sulfuro de hidrógeno resultante de la reducción de sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios.

#### **d) Temperatura**

La temperatura de un agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente del uso doméstico y de los diferentes usos industriales. Sus valores oscilan entre 10 y 21 °C, siendo 15 °C un valor medio normal. La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción. Por otro lado, el oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría, el aumento brusco de

la temperatura causa frecuente de agotamiento de las concentraciones de oxígeno disuelto durante los meses más calurosos, esto a su vez puede conducir a un fuerte aumento de la mortalidad de la vida acuáticas en los cuerpos receptores así como también temperaturas anormalmente altas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25° y los 35°C.

#### **e) Turbidez**

La turbidez, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La medición de la turbidez se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones. La materia coloidal dispersa o absorbe la luz, impidiendo su transmisión. Aun así, no es posible afirmar que exista una relación entre la turbidez y la concentración de sólidos en suspensión de un agua no tratada.

No obstante, sí están razonablemente ligados la turbidez y los sólidos en suspensión en el caso de efluentes procedentes de la decantación secundaria en el proceso de lodos activados.

#### **2.3.2. Características Químicas**

Las características químicas del agua residual doméstica se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Orgánicas

- Inorgánicas
- Gases

#### **a) Características de tipo orgánico**

La materia orgánica constituye una tercera parte de los elementos de las aguas residuales. Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son: Proteínas (40-60%), Carbohidratos (25-50%) y Grasas y aceites (10%); formados todos ellos por combinaciones de Carbono, hidrógeno y oxígeno, y con la presencia en determinados casos de nitrógeno y otros elementos como azufre, fósforo y hierro.

- **Proteínas:** Las proteínas son los principales componentes del organismo animal, mientras que su presencia es menos relevante en el caso de organismos vegetales. Están presentes en todos los alimentos de origen animal o vegetal cuando éstos están crudos. El contenido en proteínas varía mucho entre los pequeños porcentajes presentes en frutas con altos contenidos en agua (como los tomates) o en los tejidos grasos de las carnes, y los porcentajes elevados que se dan en alubias o carnes magras. La composición química de las proteínas es muy compleja e inestable, pudiendo adoptar muchos mecanismos de descomposición diferentes. Algunas son solubles en agua, mientras que otras no lo son.
- **Hidratos de Carbono:** Los hidratos de carbono contienen carbono, oxígeno e hidrógeno. Algunos hidratos de carbono son solubles en agua, principalmente los

azúcares, mientras que otros, como los almidones, son insolubles. Los azúcares tienen tendencia a descomponerse; las enzimas de determinadas bacterias y fermentos dan lugar a un proceso de fermentación que incluye la producción de alcohol y dióxido de carbono.

- **Grasas animales y aceites:** El término grasa, de uso extendido, engloba las grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes presentes en las aguas residuales. Las grasas provienen habitualmente de carnes, gérmenes de cereales, semillas, nueces y ciertas frutas; son compuestos orgánicos de mucha estabilidad y su descomposición por la acción bacteriana no resulta sencilla. Las sales alcalinas que se producen por la presencia de sustancias alcalinas, se conocen como jabones, sustancias que, como las grasas; son estables. La mayor parte de estos aceites flotan en el agua residual, aunque una fracción de ellos se incorpora al fango por los sólidos sedimentables. La presencia de grasas y aceites en el agua residual puede provocar problemas tanto en la red de alcantarillado como en las plantas de tratamiento. Si no se elimina el contenido en grasa antes del vertido del agua residual, puede interferir con la vida biológica en aguas superficiales y crear películas y acumulaciones de materia flotante desagradables.

Aparte de los tres grupos de sustancias orgánicas ya citadas, el agua residual contiene pequeñas cantidades de un gran número de moléculas orgánicas sintéticas de estructura variables como son: agentes tensos activos, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles, etc.

## **b) Características de tipo inorgánico**

- **Potencial de hidrógeno (pH):** La concentración de ion hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de aguas naturales como residuales. El intervalo de concentraciones adecuado para la adecuada proliferación y desarrollo de la mayor parte de la vida biológica es bastante estrecho y crítico. El agua residual con concentraciones de ion hidrógeno inadecuadas presenta dificultades de tratamiento con procesos biológicos, y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.
- **Cloruros:** La fuente más común de cloruros en las aguas residuales domésticas son las heces humanas, suponen unos 6g de cloruros por persona/día.
- **Alcalinidad:** La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. Normalmente el agua residual adquiere la propiedad de alcalina al añadirle al agua materiales de uso doméstico.
- **Nitrógeno y Fósforo:** Los elementos nitrógeno y fósforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bioestimuladores. Puesto que el nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en qué cantidades, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales mediante procesos biológicos. El contenido del fósforo puede variar entre 4 y 15 mg/l en agua residual doméstica.

### c) Gases

Los gases que con mayor frecuencia se encuentran en aguas residuales brutas son el nitrógeno ( $N_2$ ), el oxígeno ( $O_2$ ), el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), el amoníaco ( $NH_3$ ), y el metano ( $CH_4$ ).

- **Oxígeno Disuelto:** El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua. Dado que evita la formación de olores desagradables en las aguas residuales, es deseable y conveniente disponer de cantidades suficientes de oxígeno disuelto.
- **Sulfuro de hidrógeno:** El sulfuro de hidrógeno se forma durante el proceso de descomposición de la materia orgánica que contiene azufre, o en la reducción de sulfitos y sulfatos minerales. El ennegrecimiento del agua residual y del fango se debe, generalmente, a la formación de sulfuro de hidrógeno que se combina con el hierro presente para formar sulfuro ferroso ( $FeS$ ). Desde el punto de vista de la generación de olores, y aunque el sulfuro de hidrógeno es el gas generado de mayor importancia.
- **Metano:** El principal subproducto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica del agua residual es el gas metano. El metano es un hidrocarburo combustible de alto valor energético, incoloro e inodoro.

### **2.3.3. Características Biológicas**

#### ***Microorganismos***

##### **a) Bacterias**

Las bacterias se pueden clasificar como eubacterias procariotas unicelulares. Unas de las más representativas es el grupo de los *Escherichia coli*, organismo común en heces humanas y animales de sangre caliente miden del orden de 0,5 micras de ancho por 2 micras de largo.

##### **b) Hongos.**

Los hongos son protistas eucariotas aerobios, multicelulares, no fotosintéticos y quimio heterótrofos. Muchos de los hongos son saprófitos; basan su alimentación en materia orgánica muerta. Desde el punto de vista ecológico, los hongos presentan ciertas ventajas sobre las bacterias: pueden crecer y desarrollarse en zonas de baja humedad y en ámbitos con pH bajos.

##### **c) Virus**

Los virus son partículas parasíticas, no tienen capacidad para sintetizar compuestos nuevos. En lugar de ello, invaden las células del cuerpo vivo que los acoge y reconducen la actividad celular hacia la producción de nuevas partículas virales a costa de las células originales. Los virus excretados por los seres humanos pueden representar un importante peligro para la salud pública. Se sabe con certeza que algunos virus pueden sobrevivir hasta 41 días, tanto en aguas limpias como residuales a la temperatura de 20°C y hasta 6 días en un río normal.



#### **d) Algas**

Las algas pueden presentar serios inconvenientes en las aguas superficiales, puesto que pueden reproducirse rápidamente cuando las condiciones son favorables y causar lo que se conoce como eutrofización.

#### **e) Plantas y Animales**

Las diferentes plantas y animales que tienen importancia para el ingeniero sanitario tienen tamaños muy variados: desde los gusanos y rotíferos microscópicos hasta crustáceos macroscópicos. Desde el punto de vista de la salud pública, existen ciertos gusanos que merecen especial atención y preocupación, tal es el caso de los organismos patógenos.

#### ***Organismos Patógenos***

Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad. Las principales clases de organismos patógenos son: las bacterias, los virus, los protozoos y el grupo de helmintos. Los organismos bacterianos patógenos que pueden ser excretados por el hombre causan enfermedades del aparato intestinal como la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería, diarreas y cólera. Dado que es difícil y costoso identificar los diferentes microorganismos, se utiliza como indicador de la contaminación por patógenos al grupo de coliformes totales y una fracción de ellos los coliformes fecales.

- **Coliformes fecales:** Aparte de otras clases de bacterias, cada ser humano evacua de 100.000 a 400.000 millones de organismos coliformes cada día. Por ello, se

considera que la presencia de coliformes puede ser un indicador de la posible presencia de organismos patógenos, y que la ausencia de aquéllos es un indicador de que las aguas están libres de organismos que puedan causar enfermedades.

- **Coliformes totales:** No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales (que comprende la totalidad del grupo) y los coliformes fecales (aquellos de origen intestinal). Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante puesto que permite asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta el agua es de origen fecal.
- **Helmintos:** Gusanos que pertenecen a diversos grupos zoológicos pueden parasitar al ser humano. Algunos de ellos tienen un ciclo biológico y una forma de transmisión sencilla, mientras que otros presentan un complicado ciclo biológico que puede incluir a varios huéspedes.  
  
Los platelmintos (comúnmente llamados gusanos planos) y los asquelmintos son importantes familias de gusanos. Dentro de los asquelmintos destaca la familia de los nemátelmintos, que cuenta con más de 10.000 especies.
- **Nematelmintos:** Estos gusanos pueden hasta infectar plantas y animales. Los seres humanos hospedan alrededor de 50 especies de estos otros parásitos que son causa de graves enfermedades. Los más comunes son el áscaris, la triquina, los oxiuros, el anquilostoma y la filaria. <sup>7</sup>

#### **2.3.4. Parámetros de medición del contenido de materia orgánica**

Para medir la carga de materia orgánica del agua residual se pueden utilizar varios parámetros indicadores, los cuales se pueden clasificar en dos grupos.

Para medir altas concentraciones de contenido orgánico (mayores de 1mg/l):

- Carbono orgánico total.
- Demanda bioquímica de oxígeno.
- Demanda química de oxígeno.
- Demanda Teórica de Oxígeno (DTeO) como complemento a estos ensayos.

Para medir concentraciones bajas de contenido orgánico: Son utilizados para determinar las concentraciones a nivel de trazas, por debajo de 1mg/l, por lo tanto no son relevantes en el estudio de aguas residuales domésticas.

##### **a) Carbono orgánico total (COT).**

Se basa en la medición de CO<sub>2</sub> liberado al oxidar la materia orgánica con un oxidante muy fuerte, comparándolo con un valor estándar conocido. Se utiliza para medir concentraciones pequeñas de materia orgánica.

En presencia de catalizadores, el carbono se oxida a anhídrido carbónico, la producción del cual se mide cuantitativamente con un analizador de infrarrojos.

##### **b) Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días ( DBO5 )**

Es el parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales. La determinación del

mismo está relacionada con la medición de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Los resultados de esta prueba se utilizan para: 1. Determinar cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente; 2. dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales; 3. Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento, y 4. Controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos. La oxidación bioquímica es un proceso lento, cuya duración es en teoría infinita, pero a los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60% y el 70%.

#### **a) Demanda química de oxígeno (DQO)**

Se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo de laboratorio, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de materia orgánica que puede oxidarse. Esta prueba también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO lo que resulta de gran utilidad dado que es posible determinar DQO en 3 días contra 5 de la DBO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento.

## **2.4. Caracterización y componentes típicos de las aguas residuales domésticas.**

Los contaminantes de las aguas residuales son normalmente una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos. Normalmente no es ni práctico ni posible obtener un análisis completo de la mayoría de las aguas residuales.

Pero de manera práctica un agua residual puede caracterizarse por medio de sus constituyentes más comunes, los que dependerán del origen de esas aguas.

La caracterización del agua residual está encaminada a determinar:

- 1- Las características físicas, químicas y biológicas del agua residual
- 2- Los medios óptimos para reducir las concentraciones de los contaminantes

Tanto los constituyentes como las concentraciones presentan variaciones en función de la hora del día, el día de la semana, el mes del año y otras condiciones locales, pero para tener un idea de los componentes típicos del agua residual doméstica se muestra la siguiente tabla:

Contaminantes	Concentración			Unidades
	Débil	Media	Fuerte	
Sólidos Totales	350	720	1200	mg/l
Disueltos Totales (*)	250	500	850	mg/l
Fijos	145	300	525	mg/l
Volátiles	105	200	325	mg/l
Suspendidos Totales	100	220	350	mg/l
Fijos	20	55	75	mg/l
Volátiles	80	165	275	mg/l
Sólidos Sedimentables	5	10	20	mg/l
DBO5 (a 20°C)	110	220	400	mg/l
Carbono Orgánico Total (COT)	80	160	290	mg/l
DQO	250	500	1000	mg/l
Nitrógeno Total (como N)	20	40	85	mg/l
Orgánico	8	15	35	mg/l
Amonio Libre	12	25	50	mg/l
Nitritos	0	0	0	mg/l
Nitratos	0	0	0	mg/l
Fósforo Total (como P)	4	8	15	mg/l
Orgánico	1	3	5	mg/l
Inorgánico	3	5	10	mg/l
Aceites y grasas	50	100	150	mg/l
Cloruros (*)	30	50	100	mg/l
Alcalinidad (como CaCO3) (*)	50	100	200	mg/l
Coliformes Totales	10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>	NMP/100ml
Coliformes Fecales	<100	100-400	>400	NMP/100ml

Tabla 2.4.1. Componentes típicos del agua residual doméstica  
Fuente: "Ingeniería de aguas residuales", Metcalf & Eddy. Mc Graw Hill. 3ª Edición (1995).

## 2.5. Tratamiento de las aguas residuales domésticas.

El tratamiento de aguas residuales es la utilización de procesos físicos, químicos o biológicos, definidos para depurar las condiciones de las aguas residuales a través de las operaciones y de procesos unitarios: preliminares, primarios, secundarios o avanzados a fin de cumplir con las normas vigentes.

### **2.5.1 Objetivos del tratamiento de aguas residuales**

La prevención de la contaminación del agua y del suelo es solamente posible si se definen técnicas apropiadas de tratamiento y disposición de las aguas residuales. Sin embargo, ningún programa de control tendrá éxito si no se cuenta con los recursos financieros para su implantación, operación y mantenimiento permanente.

El objetivo básico del tratamiento de aguas es el de proteger el medio ambiente, la salud y promover el bienestar de los individuos miembros de la sociedad.

El retorno de las aguas residuales, a los ríos o lagos, nos convierte en usuarios directos o indirectos de las mismas y, a medida que crece la población, aumenta la necesidad de proveer sistemas de tratamiento o renovación que permitan eliminar los riesgos para la salud y minimizar los daños al ambiente.

Los ríos son considerados como los receptores naturales de las aguas residuales con su correspondiente carga de contaminantes y nutrientes. Las cargas, o concentración de contaminantes y nutrientes, constituyen el objeto de la regulación, por parte de leyes, decretos y normas, para establecer la calidad apropiada del agua, de acuerdo con los diferentes usos aplicables a ella.

En la concepción, planeamiento y diseño de un sistema de tratamiento se pueden considerar objetivos diferentes, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos económicos y técnicos, así como los criterios establecidos para descargas de efluentes o eficiencias mínimas y, eventualmente, motivaciones ecológicas.

En un desarrollo gradual de sistemas de tratamiento se pueden considerar, como objetivos iniciales principales, del tratamiento de aguas residuales, los siguientes:

- Remoción de DBO y DQO
- Remoción de sólidos suspendidos
- Remoción de patógenos

Posteriormente ha sido común agregar:

- Remoción de nitrógeno y fosforo

Finalmente, se involucra:

- Remoción de sustancias orgánicas refractarias como los detergentes, fenoles y pesticidas.
- Remoción de trazas de metales pesados.
- Remoción de sustancias inorgánicas disueltas.

### **2.5.2. Métodos de tratamiento de las aguas residuales.**

Los métodos se clasifican por lo general en operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios.

**Operaciones físicas unitarias:** son aquellos métodos en los que predomina la aplicación de fuerzas físicas. Ejemplo: floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado, mezcla y transferencia de gases.

**Procesos químicos unitarios:** en estos métodos la remoción o transformación de contaminantes se produce por adición de insumos químicos o por reacciones químicas. Ejemplo: proceso de precipitación, adsorción y desinfección.



**Procesos biológicos unitarios:** con estos métodos la remoción de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica ya sea de forma aerobia o anaerobia. Ejemplo: filtros percoladores, procesos de lodos activados, biodiscos, lagunas de estabilización, digestores anaerobios, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio, lagunas anaerobias, etc.

En los sistemas de tratamiento se realizan aplicaciones y combinaciones de estas operaciones y procesos, dando origen a los distintos tipos de tratamiento.

### **2.5.3. Tipos de tratamiento de las aguas residuales domésticas.**

Los tipos de tratamiento los podemos agrupar en la siguiente clasificación:

- a) Tratamiento Preliminar
- b) Tratamiento Primario
- c) Tratamiento Secundario
- d) Tratamiento Terciario o Avanzado

#### **2.5.3.1. *Tratamiento preliminar o pre tratamiento.***

Los tratamientos preliminares son destinados a preparar las aguas residuales para que puedan recibir un tratamiento subsiguiente sin perjudicar a los equipos mecánicos y sin obstruir tuberías y causar depósitos permanentes en los tanques. Sirven también para minimizar algunos efectos negativos al tratamiento tales como grandes variaciones de caudal y de composición y presencia de materiales flotantes como aceites, grasas y otros.

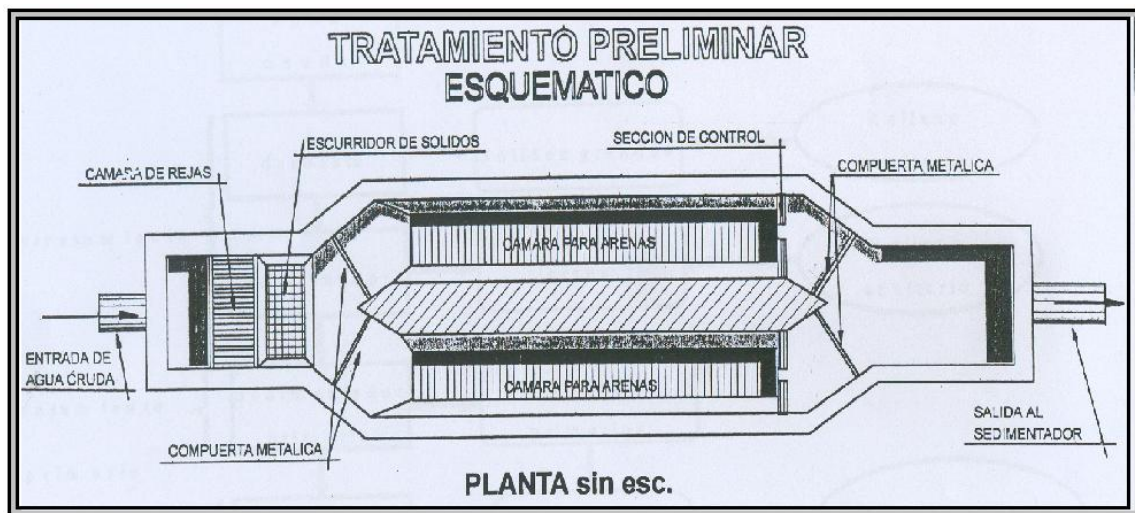
Los objetivos del tratamiento preliminar o pre-tratamiento son:

- Acondicionar el agua residual para ser tratada en las siguientes etapas del proceso de tratamiento.
- Remover materiales que pueden interferir con los equipos y procesos de tratamientos aguas abajo.

Reducir la acumulación de materiales en los procesos ubicados aguas abajo del tratamiento preliminar.

Las unidades de tratamiento preliminar o pre-tratamiento más importantes son:

- Rejas.
- Desarenadores.
- Medidor de Caudal (Parshall).



(a)



(b)

Figura 2.5.1. (a) y (b) Vista en Planta y en sección de un sistema de tratamiento preliminar.

Fuente: Aspectos importantes sobre manejo de aguas residuales, MSPAS, 2005.

**a) Rejas:** Las rejas se encuentran ubicadas al inicio del sistema constituyendo de esta manera la primera operación unitaria dentro de todo el proceso de tratamiento, el objetivo principal de este elemento es el de brindar protección a las siguientes unidades que conforman a cada uno de los elementos de la planta de tratamiento, al retener objetos de gran tamaño (trapos, palos etc.) cuando el agua residual está circulando a través de ellas.

Son dispositivos constituidos por barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas, las cuales pueden ser rectas o curvadas. Su finalidad es retener los sólidos gruesos de dimensiones relativamente grandes que estén en suspensión o flotantes. El espaciamiento entre las barras estará entre 20 a 50 mm. El ángulo de inclinación de las barras de las rejas de limpieza manual será entre 45 y 60 grados con respecto a la horizontal.<sup>8</sup>

Los materiales retenidos son principalmente papel, estopa de talleres (wiper), trapos, productos de la higiene femenina, cáscaras de frutas, restos vegetales, pedazos de maderas, tapones de botellas, latas, materiales plásticos, cepillos y otros objetos que pueden pasar por los inodoros o por las aberturas de los pozos de visita de la red de alcantarillado.

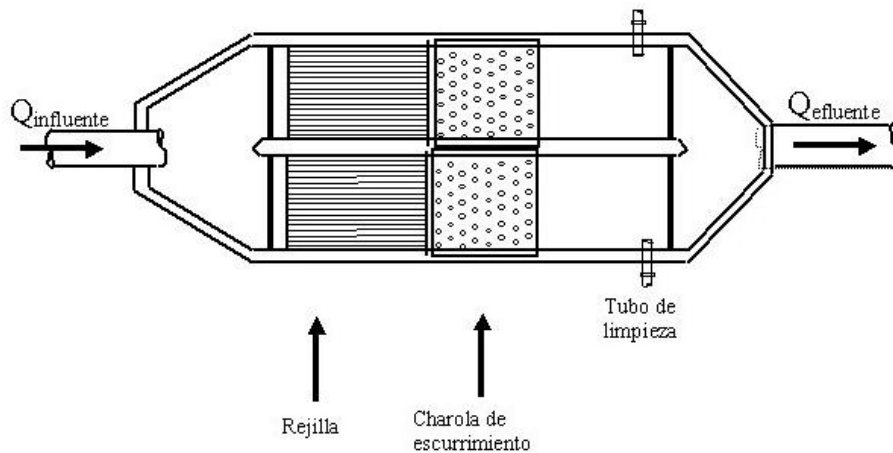


Figura 2.5.2. Vista en planta de un sistema de cribas o rejillas.  
Fuente: <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/contenido/capitulo15.html>

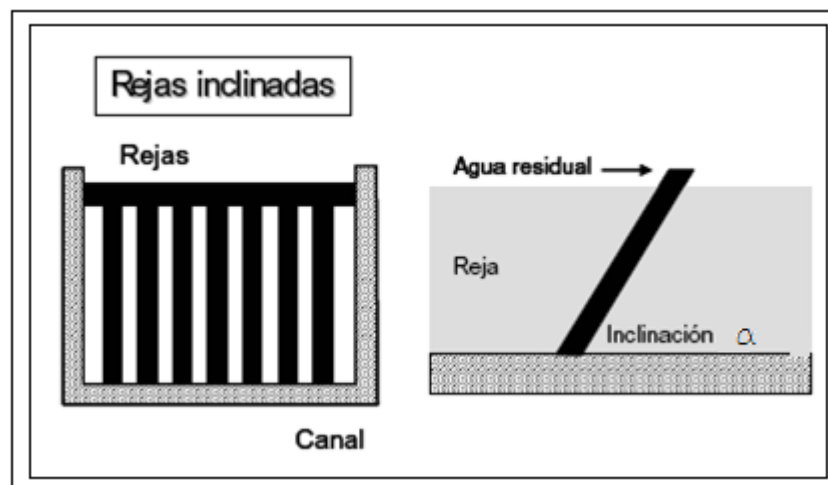


Figura 2.5.3. Vista frontal y de perfil de un sistema de rejillas.  
Fuente: [http://www.affairesjs.com/tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales.htm](http://www.affairesjs.com/tratamiento_de_aguas_residuales.htm)

**b) Desarenadores:** La función principal que realiza este elemento es de no permitir que ingresen a las siguientes unidades las arenas gravas y todos aquellos materiales de desgaste que poseen un peso específico superior al de los sólidos orgánicos putrescibles presentes en el agua residual; esto se puede lograr encontrando la sección hidráulica capaz de mantener una velocidad de sedimentación constante lo más próxima o igual a 0.3 m/s ya que tal velocidad arrastra la mayoría de las partículas orgánicas a través del canal desarenador y tiende a suspender de nuevo a las que se hayan depositado, pero permite que la arena, que es más pesada se sedimente.

### **Zonas de un desarenador**

#### ***Zona de entrada***

Cámara donde se disipa la energía del agua que llega con alguna velocidad de la captación. En esta zona se orientan las líneas de corriente mediante un dispositivo denominado pantalla deflectora, a fin de eliminar turbulencias en la zona de sedimentación, evitar chorros que puedan provocar movimientos rotacionales de la masa líquida y distribuir el afluente de la manera más uniforme posible en el área transversal.

En esta zona se encuentran dos estructuras:

1. Vertedero de exceso: Se coloca generalmente en una de las paredes paralelas a la dirección de entrada del flujo y tiene como función evacuar el exceso de caudal que transporta la línea de aducción en épocas de aguas altas. Si no se evacua el caudal excedente, por continuidad, aumenta el régimen de velocidad en la zona de sedimentación y con ello se disminuye la eficiencia del reactor.

Se debe diseñar para evacuar la totalidad del caudal que pueda transportar la línea de aducción, cuando se dé la eventualidad de tener que evacuar toda el agua presente.

2. Pantalla deflectora: Separa la zona de entrada y la zona de sedimentación, en ella se realizan ranuras u orificios, de acuerdo con el diseño, a través de los cuales el agua pasa con un régimen de velocidades adecuado para que ocurra la sedimentación, no debe sobrepasar de 0.3m/s. Los orificios pueden ser circulares, cuadrados o rectangulares, siendo los primeros los más adecuados.

### ***Zona de sedimentación***

Sus características de régimen de flujo permiten la remoción de los sólidos del agua. La teoría de funcionamiento de la zona de sedimentación se basa en las siguientes suposiciones:

- Asentamiento sucede como lo haría en un recipiente con fluido en reposo de la misma profundidad.
- La concentración de las partículas a la entrada de la zona de sedimentación es homogénea, es decir, la concentración de partículas en suspensión de cada tamaño es uniforme en toda la sección transversal perpendicular al flujo.
- La velocidad horizontal del fluido está por debajo de la velocidad de arrastre de los lodos, una vez que la partícula llegue al fondo, permanece allí. La velocidad de las partículas en el desarenador es una línea recta.

En esta zona se encuentra la siguiente estructura:

Cortina para sólidos flotantes: Es una vigueta que se coloca en la zona de sedimentación, cuya función es producir la precipitación al fondo del desarenador de las partículas o sólidos como hojas y palos que pueden escapar a la acción desarenadora del reactor.

### ***Zona de lodos***

Recibe y almacena los lodos sedimentados que se depositan en el fondo del desarenador. Entre el 60% y el 90% queda almacenado en el primer tercio de su longitud. En su diseño deben tenerse en cuenta dos aspectos: la forma de remoción de lodos y la velocidad horizontal del agua del fondo, pues si esta es grande las partículas asentadas pueden ser suspendidas de nuevo en el flujo y llevadas al afluente.

### ***Zona de salida***

Esta zona tiene por objeto mantener uniformemente distribuido el flujo a la salida de la zona de sedimentación, para mantener uniforme la velocidad. El tipo de estructura de salida determina en buena parte la mayor o menor proporción de partículas que pueden ser puestas en suspensión en el flujo.

Existe una gran variedad de estructuras de salida, las cuales podríamos clasificar en: vertederos de rebose, canaletas de rebose, orificios (circulares o cuadrados)

**c) Medidores de caudal (Parshall):** Los medidores de caudal son dispositivos que no forman parte en los procesos unitarios que se realizan en el sistema de tratamiento, mas sin embargo son de gran importancia a la hora de verificar o conocer cuánto es el caudal que está entrando a la planta. El medidor de caudal diseñado consiste en una canaleta tipo parshall que está formada por tres partes principales la entrada inicialmente convergente, la garganta o tramo angosto del canal y la salida o parte divergente; se seleccionó este tipo de aforador por su efectividad, su sencillez puesto que su diseño está basado en un simple estrangulamiento adecuado de una sección capaz de ocasionar el régimen crítico.

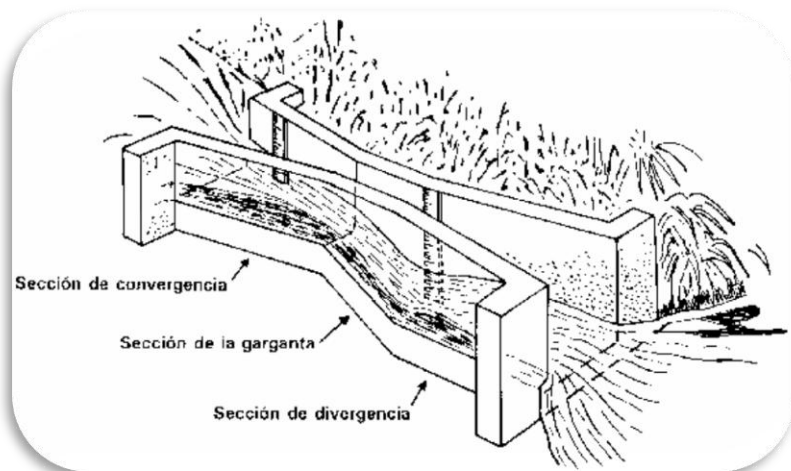


Figura 2.5.4. Esquema e imagen de un medidor parshall.  
Fuente: [www.fao.org/docrep](http://www.fao.org/docrep)



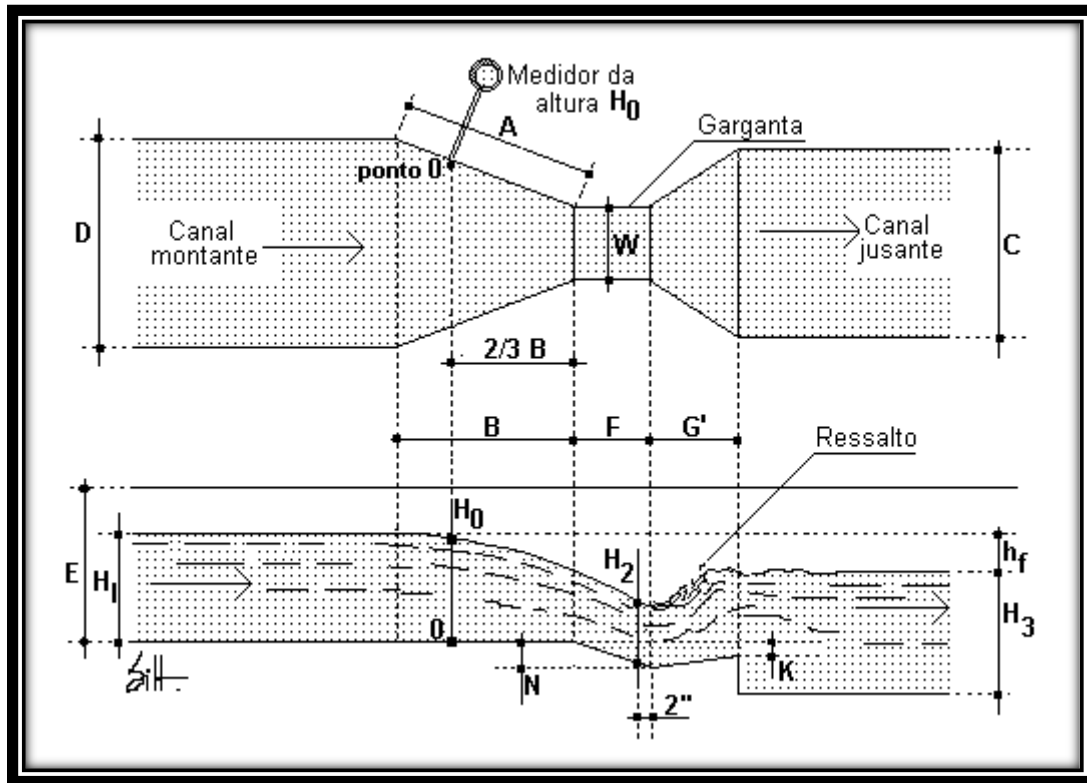


Figura 2.5.5. Esquema de un canal Parshall convencional.  
Fuente: [www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PARSHALL.html](http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PARSHALL.html)

### 2.5.3.2. Tratamiento primario.

En el tratamiento primario se elimina una fracción de aproximadamente de un 40 a 60%, de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica. Suele llevarse a cabo mediante sedimentación y tamizado. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta.

Consiste en la remoción de los sólidos orgánicos sedimentables que transporta el agua. El objetivo del tratamiento primario, es disminuir la carga orgánica del agua a través de procesos físicos acondicionándola para el tratamiento secundario.

**Sedimentación:** Es la remoción por acción de la fuerza de gravedad de partículas suspendidas en el agua. La sedimentación es una operación unitaria muy usada en el tratamiento de aguas y aguas residuales, y en la naturaleza es muy importante en la auto purificación de aguas. La sedimentación se usa para remover arena partículas suspendidas en la sedimentación primaria y sólidos estabilizados durante la coagulación floculación biológica formada durante la oxidación de materia orgánica en el proceso de lodos activados y sus modificaciones, filtros biológicos y la digestión aeróbica y anaerobia y el precipitado de reacciones químicas. Cuando la concentración de sólidos es elevada, se usan espesadores de sólidos. La sedimentación tiene el propósito de separar sólidos suspendidos del agua de manera que se entregue un efluente con un contenido mínimo de sólidos. La sedimentación se usa como una operación de tratamiento preliminar a procesos subsiguientes de un sistema (desarenación) para disminuir la concentración de sólidos a ser eliminados en unidades subsiguientes reducir el costo del tratamiento y entregar un efluente de mejor calidad; y como el tratamiento final después de acondicionar sólidos coloidales y disueltos, hacerlos sedimentables y separarlos de la corriente principal.

El tratamiento primario se puede llevar a cabo por medio de elementos tales como:

**a) Fosa séptica:** es uno de los más antiguos dispositivos de tratamiento primario que se usaron. Está diseñada para mantener a las aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaerobias, por un período de 12 a 24 horas, durante el cual se efectúa una gran eliminación de sólidos sedimentables. Estos sólidos se descomponen en el fondo del tanque, produciéndose gases que arrastran a los sólidos y los obligan a subir a la superficie, permaneciendo como una nata o capa hasta que

escapa el gas y vuelven a sedimentarse. Esta continua flotación y subsecuente sedimentación los lleva con la corriente de aguas negras hasta la salida, por lo que eventualmente salen algunos sólidos con el efluente, frustrando así parcialmente el propósito del tanque. Debido a los largos períodos de retención y a la mezcla con los sólidos en descomposición, las aguas negras salen del tanque en una condición séptica que dificulta el tratamiento secundario.

Su uso está limitado a instalaciones pequeñas o en más comúnmente en residencias aisladas, en pequeñas instituciones o escuelas, donde puede disponerse del efluente del tanque por el método subsuperficial o cuando el factor de dilución en aguas receptoras es muy alto. En estas condiciones tiene la ventaja de requerir una atención mínima, bastando solamente un limpieza ocasional de lodos y natas.

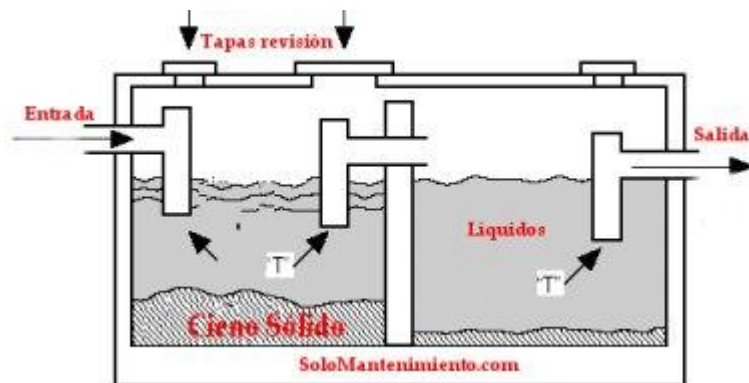


Figura 2.5.6. Esquema de una fosa séptica convencional.  
Fuente: [http://www.solomantenimiento.com/m\\_pozos\\_septicos.html](http://www.solomantenimiento.com/m_pozos_septicos.html)

### b) Tanque Imhoff:

Su nombre se debe a su creador el Dr. Karl Imhoff quien fue el primero en diseñar este tanque de doble acción que está ideado para corregir los dos defectos principales de la fosa séptica en la forma siguiente:

- Impedir que los sólidos que se han separado de las aguas negras se mezclen nuevamente con ellas, permitiendo la retención de estos sólidos para su descomposición en la misma unidad.
- Proporcionar un efluente adaptable a un tratamiento posterior.

Su forma puede ser rectangular o circular, y se divide en tres compartimientos o cámaras, que son: 1) la sección superior que se conoce como cámara de derrame continuo o compartimiento de sedimentación; 2) la sección inferior que se conoce como cámara de digestión de los lodos, y 3) el respiradero y cámara de natas.

Es deseable que en estos tanques se pueda invertir la dirección del flujo, para evitar el depósito excesivo de sólidos en un solo extremo de la cámara de derrame continuo. Invertiendo el flujo cada mes se logrará que los lodos se acumulen de uniformemente en todo el fondo del tanque.

Durante la operación, todas las aguas negras fluyen a través del compartimiento superior. Los sólidos se depositan en el fondo de este compartimiento, que tiene pendientes de aproximadamente 1.4 unidades verticales para una horizontal, resbalando y pasando por una ranura que hay en el fondo. Una de las partes inclinadas del fondo se prolonga cuando menos 15 centímetros más allá de la ranura, lo cual hace de trampa que impide que los gases o partículas de lodos en digestión que hay en la sección inferior, se pongan en contacto con las aguas negras que hay en la sección superior. Los gases y partículas ascendentes de lodo son desviados hacia la cámara de natas y respiradero. Esto elimina la principal desventaja del tanque séptico. Las ventilas deben tener cuando menos un 20% de la superficie total del tanque.

El tanque Imhoff no tiene problemas mecánicos y es relativamente económico y fácil de operar. Provee la sedimentación y digestión de los lodos en una sola unidad y debe producir un efluente primario de calidad satisfactoria, eliminando de 40 a 60% de los sólidos suspendidos y reduciendo la DBO en un 25 a 35%. Este diseño por ser de doble acción requiere que el tanque sea bastante profundo. Este tanque es adecuado para las pequeñas municipalidades o las grandes instituciones en donde la población tributaria es de 5000 personas o menos.

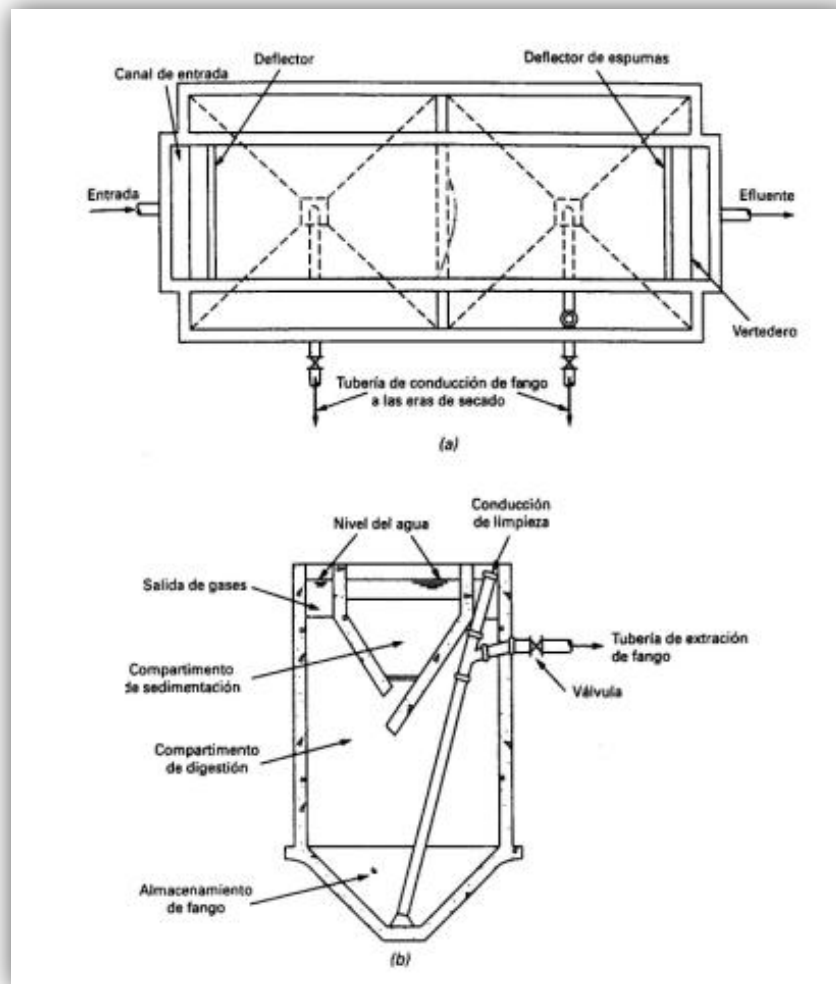


Figura 2.5.7. Tanque imhoff típico (a) planta, (b) sección

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos81/disenio-tratamiento-primario/htm>

c) **Sedimentador simple:**

Son tanques de forma rectangular, piramidal o cónica, en los cuales se da la sedimentación de una significativa porción de materia orgánica en suspensión, pero poco o nada de la materia orgánica en estado coloidal o disuelto. Este proceso requiere tratamiento posterior del lodo sedimentado normalmente por digestión anaerobia.

Los parámetros de diseño de tanques de sedimentación primaria y sus eficiencias deben ser determinados experimentalmente para cada caso.

Esta unidad se puede dividir en cuatro partes o zonas:

- **Zona de entrada:** Estructura hidráulica de transición, que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.
- **Zona de sedimentación:** Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos, flujo pistón.
- **Zona de salida:** Constituida por un vertedero, canaletas o tubos con perforaciones que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.
- **Zona de recolección de lodos:** Constituida por una tolva con capacidad para depositar los lodos sedimentados, y una tubería y válvula para su evacuación periódica.

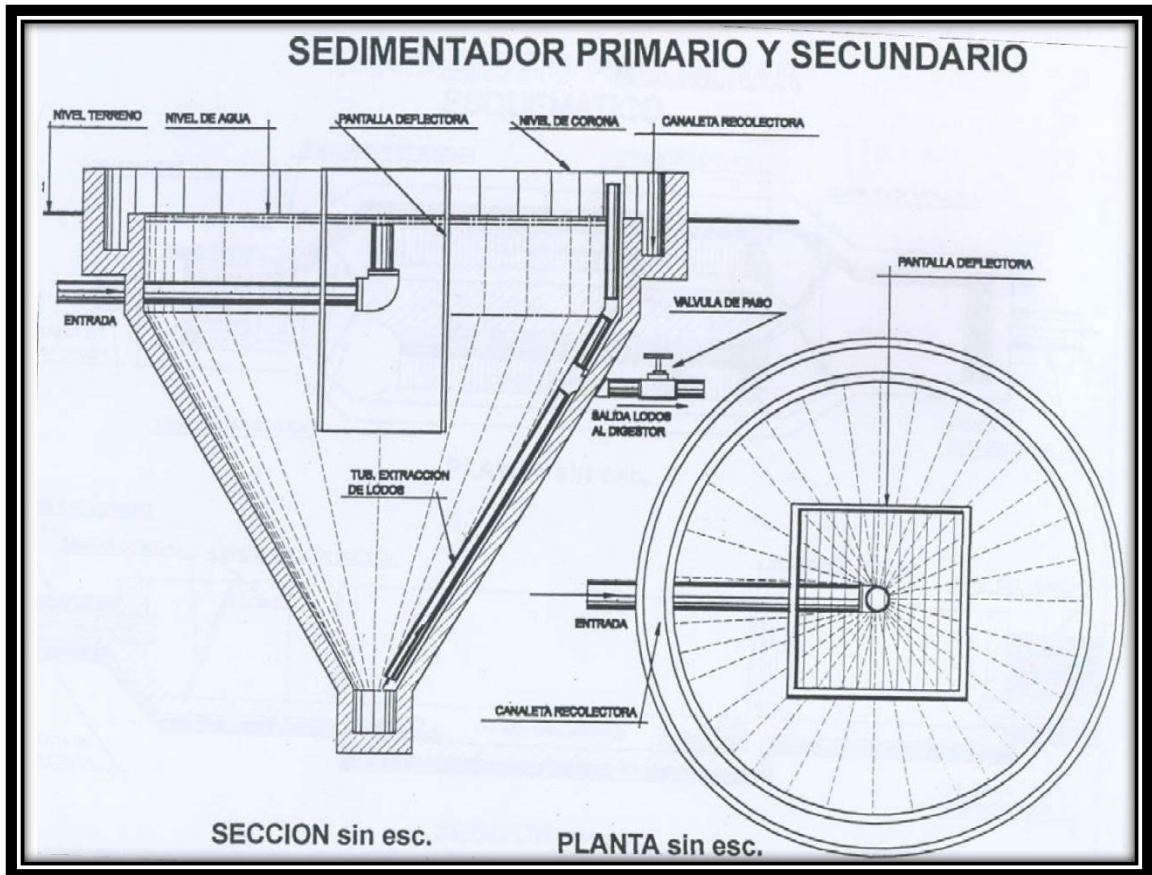


Figura 2.5.8. Esquema de un tanque de sedimentación simple. (Planta y Corte).

Fuente: Aspectos importantes sobre manejo de aguas residuales, MSPAS, 2005.

### 2.5.3.3. Tratamiento secundario convencional.

Consiste en la remoción de la carga orgánica, a través de la acción de bacterias, las cuales se alimentan de la materia orgánica que contiene el agua. El objetivo del tratamiento secundario, es reducir el contenido orgánico del agua. Dentro de los diferentes tipos de tratamiento secundario se tienen los filtros percoladores, proceso de lodos activados y sus variantes, lagunas de estabilización, reactor anaerobio de flujo ascendente y biodiscos. Con el tratamiento secundario, se logra remover hasta un 80% de la carga orgánica del agua. El tratamiento secundario, tiene que ser complementado con una unidad de sedimentación secundaria, para remover los lodos generados durante el proceso.

## Filtros Percoladores

En el filtro percolador el agua residual es roscada sobre la piedra y se deja que se filtre a través del lecho, este filtro consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que los microorganismos se adhieren y a través del cual se filtra el agua residual. El tamaño de las piedras de que consta el medio filtrante está entre 2.5 – 10cm de diámetro, la profundidad de estas varía de acuerdo al diseño particular, generalmente de 0.9 – 2.4m con un promedio de profundidad de 1.8m. Ciertos filtros percoladores usan medios filtrantes plásticos con profundidades de 9 – 12m. Actualmente el lecho del filtro es circular y el residuo líquido se distribuye por encima del lecho mediante un distribuidor giratorio.

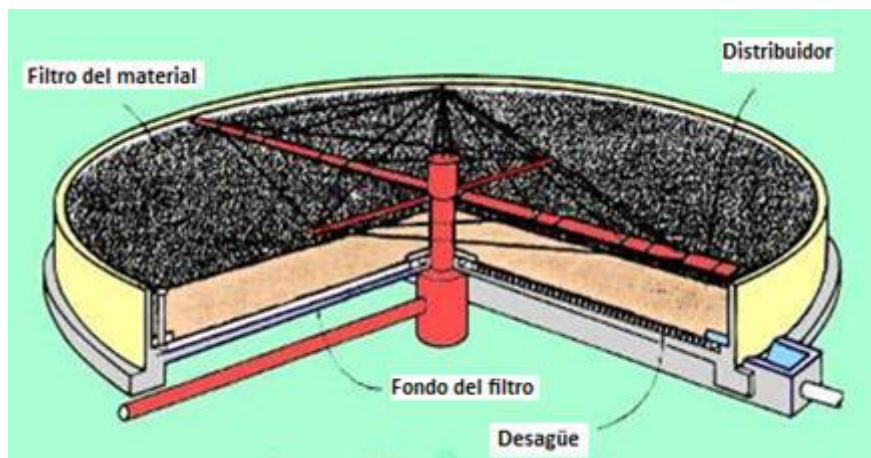
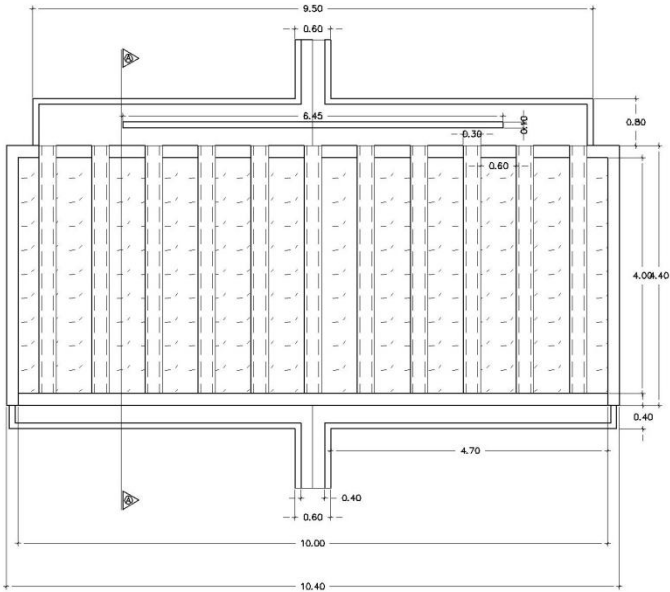


Figura 2.5.9. Corte de un filtro percolador circular rotatorio.  
Fuente: "Ingeniería de aguas residuales", Metcalf & Eddy. Mc Graw Hill. 3ª Edición (1995).

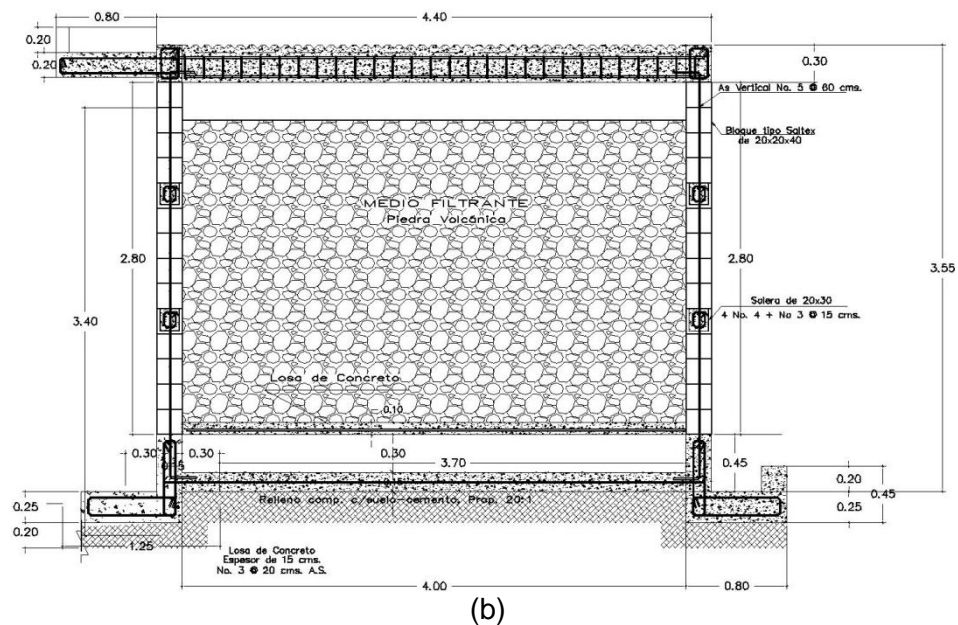
La materia orgánica que se halla presente en el agua residual es degradada por la población de microorganismos adherida al medio, esta materia es absorbida sobre una capa viscosa (película biológica), en cuyas capas externas es degradada por los microorganismos aerobios, a medida que los microorganismos crecen el espesor de la



película aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar todo el espesor de la película, por lo que se establece un medio ambiente anaerobio, cerca de la superficie del medio, conforme esto ocurre la materia orgánica absorbida es metabolizada antes de que pueda alcanzar los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante. La instalación de sedimentación es muy importante en el proceso del filtro percolador, pues es necesaria para eliminar los sólidos suspendidos que se desprenden durante los períodos de descarga en los filtros.



(a)



(b)  
 Figura 2.5.10. Detalle de planta (a) y perfil (b) del filtro percolador  
 Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

### Lodos activos

Desde el punto de vista de funcionamiento, el tratamiento biológico de aguas residuales mediante el proceso de lodos activados, se realiza a través de un tanque o reactor biológico, donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión y se realiza la oxidación de la materia orgánica. El contenido del reactor se conoce con el nombre de "líquido mezcla".

El ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de difusores, que también sirve para mantener el líquido mezcla en estado de mezcla completa.

Al cabo de un periodo determinado de tiempo, la mezcla de las nuevas células con las viejas se conduce hasta un tanque de sedimentación para su separación del agua residual tratada.

Una parte de las células sedimentadas se recircula para mantener en el reactor la concentración de células deseada, mientras que la otra parte se purga del sistema (fango en exceso). La eficacia de eliminación  $\text{DBO}_5$  es de un 75 a un 95%.

### **Sistemas de lagunaje**

Los sistemas de lagunaje se utilizan para estabilizar aguas residuales o desechos orgánicos, lo que de forma casual o no, es tan antigua como la naturaleza misma, los cuales no se empezaron a usar hasta la segunda mitad del siglo XX.

Una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar agua, de poca profundidad, con períodos de retención, y de fácil construcción con respecto a otros sistemas de tratamiento.

Los sistemas de lagunaje se pueden clasificar con relación a la presencia de oxígeno en: aerobios, facultativos, anaerobios y de maduración o terciarios.

#### **a) Lagunas Aerobias**

En su forma más simple, son grandes depósitos excavados en el terreno, de poca profundidad, que se emplean en el tratamiento de agua residual por medio de procesos naturales, que incluyen el uso de bacterias y algas; presentan condiciones aerobias en toda su profundidad. De este tipo de lagunas existen dos tipos, una que su objetivo es maximizar la producción de algas, con profundidad entre 15 y 50 cm; y otra que su objetivo es maximizar la cantidad de oxígeno producido, con profundidad de hasta 1.5m. La eficacia de estas lagunas en la eliminación de  $\text{DBO}_5$  es alta, por encima del 95 %.

#### b) Lagunas Facultativas

En estas lagunas la estabilización se lleva a cabo mediante una combinación de bacterias facultativas, anaerobias y aerobias. En dichas lagunas existen tres zonas; una zona superficial en la que existen bacterias aerobias y algas en una relación simbiótica; una zona, intermedia, que es parcialmente aerobia y anaerobia en la que la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas; y una zona, inferior anaerobia en la que se descomponen activamente los sólidos acumulados por la acción de las bacterias anaerobias. Estas lagunas se alimentan con agua residual procedente de un proceso previo de desbaste o con el efluente de un tratamiento primario.

#### c) Lagunas Anaerobias

Se utilizan para el tratamiento de agua residual de alto contenido orgánico, que también contenga una alta concentración de sólidos. Son generalmente profundas, excavadas en el terreno y dotadas de un sistema de conducciones de entrada y salida adecuadas. Los residuos a tratar sedimentan en el fondo de la misma, y el efluente parcialmente clarificado se vierte a otro proceso posterior.

Estas lagunas son anaerobias en toda su profundidad, excepto en una estrecha franja cercana a la superficie. Tienen una eficacia en eliminación de DBO5 superior al 70 %, aunque a veces se logran de hasta un 85 %.

### **Tratamiento de lodos**

En un tratamiento biológico de aguas residuales se obtienen volúmenes considerables de lodos. A estos lodos hay que someterlos a determinados procesos

que reducirán su facultad de fermentación y su volumen. Las características de los lodos son consecuencia del uso que se les haya dado a las aguas. Los lodos de depuración se producen por sedimentación en los decantadores de los distintos procesos de tratamiento. Por un lado, las partículas sólidas más gruesas se depositan en el fondo del decantador primario y forman los lodos primarios. Las partículas más finas y disueltas se fijan y metabolizan por las bacterias que se multiplican en presencia de oxígeno durante la operación de aireación. Esta biomasa bacteriana se separa en el decantador secundario para producir los lodos secundarios. Una parte de esta biomasa se recircula al depósito de aireación, la otra se extrae constituyendo los lodos biológicos en exceso. Ambos tipos de lodos se pueden mezclar formando los lodos mixtos.

El tratamiento de los lodos depende de su composición y del tipo de agua residual del que proviene. Las fases más usuales en un proceso de tratamiento y evacuación de lodos son: concentración o espesamiento, digestión, acondicionamiento, secado, incineración y/o eliminación. El tratamiento de los lodos será en función de las disponibilidades económicas, destino final previsto, existencia de espacio, etc.

- **Espesamiento de lodos**

La misión del espesamiento de los lodos es concentrarlos para hacerlos más densos, reduciendo el volumen global para facilitar el manejo de los mismos y abaratar los costes de las instalaciones posteriores. Existen varios tratamientos posibles:

a) Concentración en espesadores: Un espesador es un depósito cilíndrico terminado en forma cónica. Normalmente, el fango que llega a estos espesadores es

de tipo mixto. Suelen tener un cono de descarga de gran pendiente. La concentración que cabe esperar es de hasta un 5-10 %.

b) Flotación: Es una alternativa al espesamiento propiamente dicho. Consiste en inyectar aire a presión al fango a tratar formando un manto en la superficie que, mediante una rasqueta superficial, es barrido hacia una arqueta. Este tipo de espesamiento se utiliza para lodos muy ligeros con gran cantidad de bacterias filamentosas.

c) Centrifugación: Se utiliza tanto para concentración como para deshidratación.

- **Digestión de lodos**

El proceso de digestión de lodos puede llevarse a cabo por vía anaerobia (la principal) o por vía aerobia. Ambas soluciones tienen sus ventajas e inconvenientes, si bien puede decirse que en instalaciones importantes resulta más conveniente la primera, reservándose la vía aerobia para estaciones de menor importancia.

a) Digestión anaerobia

La digestión anaerobia consiste en una serie de procesos microbiológicos que convierte la materia orgánica en metano en ausencia de oxígeno. La producción de metano es un fenómeno relativamente común en la naturaleza, ya que puede formarse desde en glaciares hasta en el sistema digestivo de rumiantes. Este proceso, al contrario de la digestión aerobia, es producido casi únicamente por bacterias.

El proceso se lleva a cabo en unos depósitos cerrados denominados digestores, que permiten la realización de las reacciones correspondientes y la decantación de los lodos digeridos en su parte baja de forma cónica. En el proceso se produce un gas, denominado gas biológico (mezcla de metano y CO<sub>2</sub> principalmente) que se evacua del recinto. El fango introducido en el digestor se agita, con el fin de mantener una homogeneidad, mediante un sistema mecánico, o bien por medio de la difusión del propio gas de la mezcla. Para facilitar el proceso de digestión y reducir su duración, los lodos se calientan a temperaturas de alrededor de 30-37°, siendo conveniente que este calor se aporte utilizando como combustible el propio gas de la digestión.

La digestión anaerobia puede hacerse en una o dos etapas. Generalmente, el hacerlo en dos etapas (digestores primarios y secundarios) produce mejores resultados. En los primarios, el fango se mezcla constantemente con el propio gas producido para favorecer la digestión, mientras que en el secundario simplemente se deja sedimentar el fango antes de extraerlo. El proceso completo dura aproximadamente 30 días (20 en los digestores primarios y 10 en el secundario).

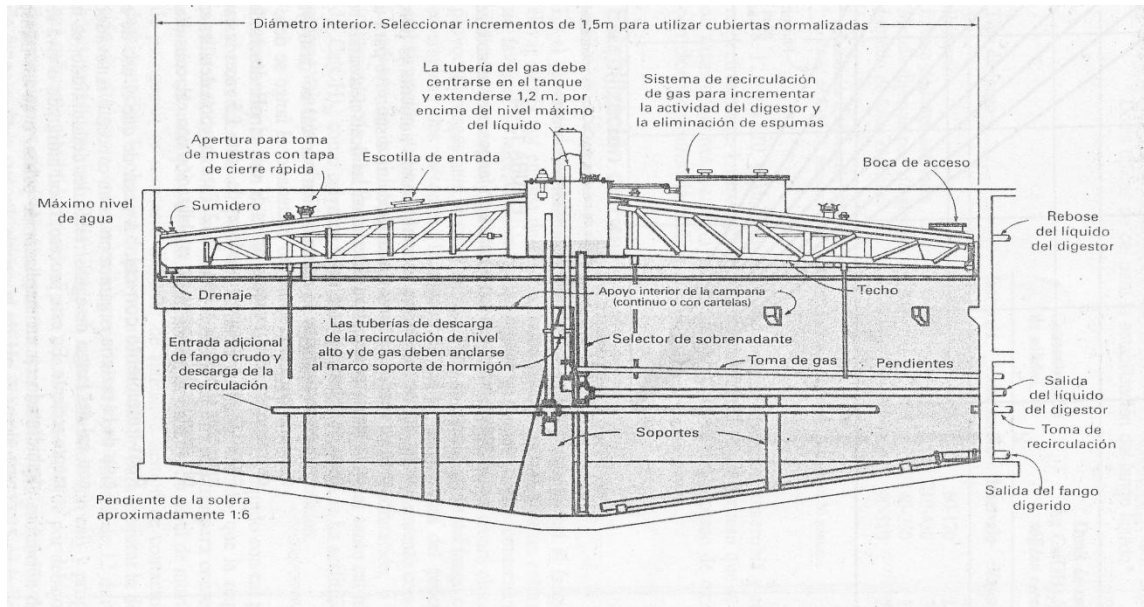


Figura 2.5.11. Sección transversal de un digestor de lodos anaeróbico convencional.  
Fuente: "Ingeniería de aguas residuales", Metcalf & Eddy. Mc Graw Hill. 3ª Edición (1995).

#### b) Digestión aerobia

La digestión aerobia es un proceso en el cual se produce aireación, por un periodo significativo de tiempo, por una mezcla de lodo digerible de la clarificación primaria y lodo del tratamiento biológico aerobio, con el resultado de una destrucción de células, y una disminución de sólidos en suspensión volátiles.

El objetivo principal de la digestión aerobia es reducir el total de lodos que se debe evacuar posteriormente. Esta reducción es el resultado de la conversión, por oxidación de una parte sustancial de lodo en productos volátiles.

La figura 2.5.10 muestra un diagrama de proceso de un digestor de lodos en continuo para la secuencia de tratamiento que incluye sedimentación primaria y proceso de lodos activos. Cuando la cantidad de lodo a digerir es pequeña se utiliza digestión en continuo, seguida de descarga intermitente de lodo digerido. El digestor de la figura 2.5.10 maneja una mezcla de lodo primario y secundario.



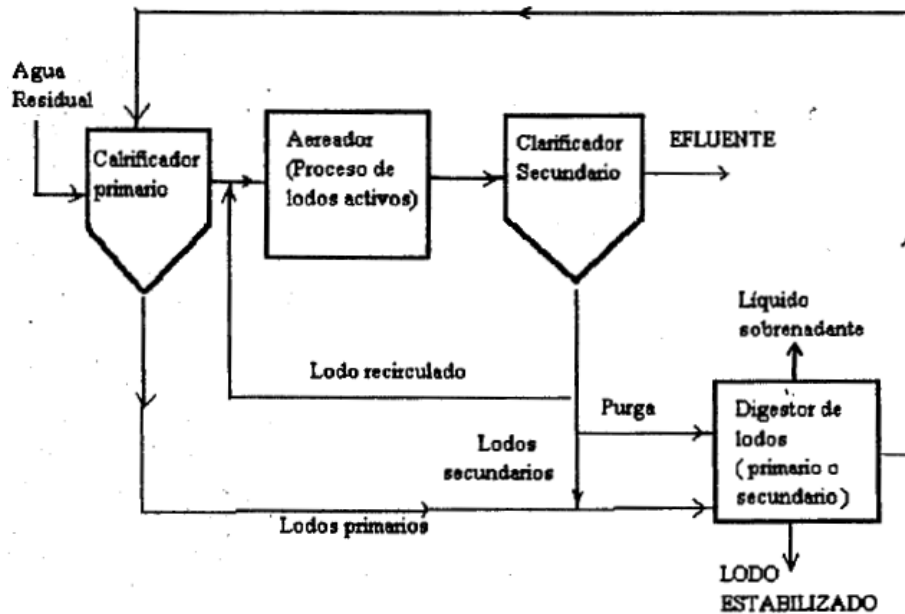


Figura 2.5.12. Diagrama del proceso de tratamiento aerobio de lodos.

La digestión aerobia es semejante al proceso de lodos activados. Cuando la aportación del sustrato disponible (alimento) se haya agotado, los microorganismos comenzaran a consumir su propio protoplasma a fin de obtener energía para las operaciones de mantenimiento de las células. Cuando esto ocurre se dice que los microorganismos se encuentran en su fase endógena. Sin embargo se debe señalar que solo el 75 al 80% del tejido celular puede realmente ser oxidado. El 25 o 20 % restante lo constituyen compuestos orgánicos y componentes inertes que no son biodegradables.

La velocidad de de destrucción de células disminuye cuando la relación alimento/organismo aumenta. En consecuencia, a mayor proporción de lodos primarios en el proceso, más lenta es la digestión, ya que los lodos primarios tienen una DBO relativamente alta y bajo sólidos en suspensión volátiles.

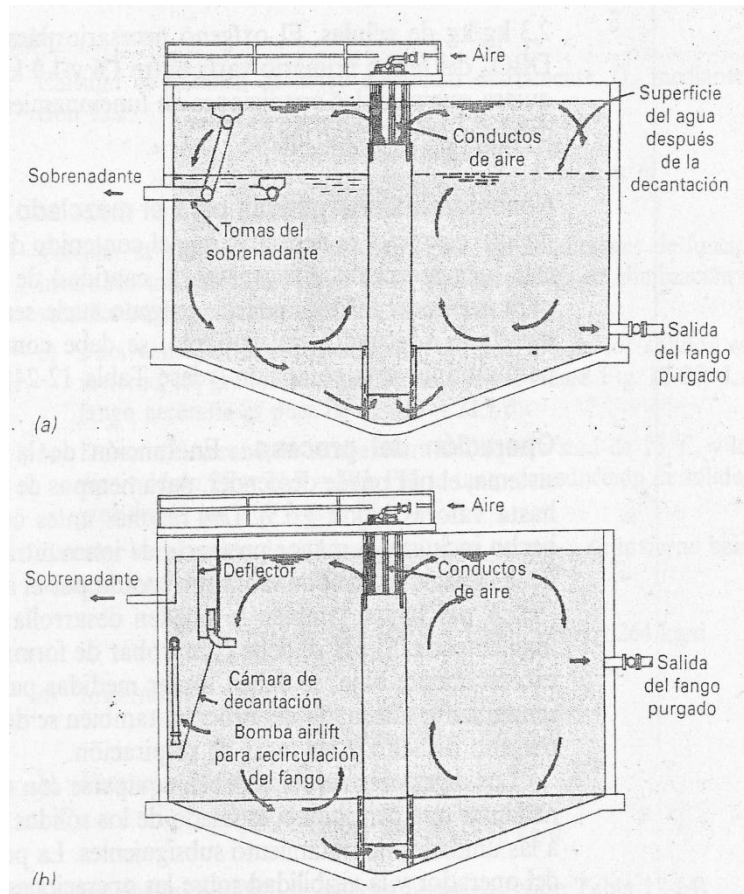


Figura 2.5.13. Sección de un digestor de lodos aerobio: a) funcionamiento discontinuo y b) funcionamiento continuo.  
 Fuente: "Ingeniería de aguas residuales", Metcalf & Eddy. Mc Graw Hill. 3ª Edición (1995).

Las ventajas y desventajas de la digestión anaerobia con respecto a la digestión aerobia son las siguientes:

Ventajas:

1. El aceptor final de electrones suele ser  $\text{CO}_2$ , por lo que no hace falta la constante adición de oxígeno, abaratando el proceso.
2. Produce menor cantidad final de lodos, pues el desarrollo de estas bacterias es más lento y la mayor parte de la energía se deriva hacia la producción del

producto final, metano. Solo un 5% del carbono orgánico se convierte en biomasa, en contraste con hasta el 50% de las condiciones aerobias.

3. El metano tiene un valor calorífico de aproximadamente 9000 kcal/m<sup>3</sup> y se puede utilizar para producir calor para la digestión o como fuente de energía eléctrica mediante motogeneradores.
4. La energía requerida para el tratamiento de las aguas residuales es muy baja.
5. Se puede adaptar a cualquier tipo de residuo industrial.
6. Se pueden cargar los digestores con grandes cantidades de materia.

#### Desventajas

1. Es un proceso más lento que el aerobio.
2. Es más sensible a tóxicos inhibidores.
3. La puesta a punto del sistema requiere también largos periodos.
4. En muchos casos, se requiere mayor cantidad de producto a degradar para el buen funcionamiento.

#### **Disposición de lodos**

##### a) Dispersión en el terreno

La práctica de aplicar los residuos de la planta con el propósito de recuperar nutrientes, agua o regenerar suelo, se denomina dispersión en el terreno. Es una opción que hace uso benéfico de los fosfatos y nitratos contenidos en el lodo; los biosólidos con niveles bajos de metales pesados o de compuestos tóxicos pueden fertilizar terrenos de cultivo o árboles y pueden mejorar las condiciones del suelo de un campo de golf.

A diferencia de las otras técnicas de disposición en el suelo, la dispersión en el terreno hace uso intensivo del suelo. Las tasas de aplicación están gobernadas por las características del suelo y de los cultivos o bosque en donde se dispersa el lodo.

b) Disposición en relleno sanitario

La disposición en relleno sanitario se define como el entierro planeado de los sólidos de las aguas residuales, incluyendo el lodo procesado, arena, escoria y cenizas, en un sitio designado. Los sólidos se colocan en un sitio preparado o trinchera excavada y cubierta con una capa de suelo. El material de cubierta debe ser más profundo que la zona de arado (aproximadamente 0.20 a 0.25 m).

c) Disposición en suelo destinado

La disposición en suelo destinado consiste en la aplicación de cargas de lodo pesadas en un terreno delimitado, con acceso prohibido al público y que se dispone en exclusiva para la disposición de los lodos del agua residual. La disposición en suelo destinado no significa su utilización en el sitio. No puede cultivarse nada. Los sitios destinados reciben lodos líquidos.

Aunque es posible, la aplicación de lodos deshidratados no es común; además, la disposición de lodos deshidratados en rellenos sanitarios es generalmente menos costosa. El método para aplicar el lodo líquido digerido en el terreno es transportarlo en un camión cisterna que dispone de un equipo especialmente diseñado para la dispersión.

#### d) Utilización

Los sólidos de las aguas residuales no sólo pueden emplearse como nutriente de suelos. En algunos casos el lodo se mezcla con viruta de madera y se le deja descomponer para formar composta. También pueden usarse junto con los desechos municipales para composteo. La recuperación de cal y el uso del lodo para producir carbón activado también se han practicado.

#### **2.5.3.4. Tratamiento terciario**

El tratamiento terciario es el procedimiento más completo para tratar el contenido de las aguas residuales, pero no ha sido ampliamente adoptado por ser muy caro. Este tratamiento consiste en un proceso físico-químico que utiliza la precipitación, la filtración y/o la cloración para reducir drásticamente los niveles de nutrientes inorgánicos, especialmente los fosfatos y nitratos del efluente final. El agua residual que recibe un tratamiento terciario adecuado no permite un desarrollo microbiano considerable. Algunos de estos tratamientos son los siguientes:

- **Adsorción:** Propiedad de algunos materiales de fijar en su superficie moléculas orgánicas extraídas de la fase líquida en la que se encuentran.
- **Cambio iónico:** Consiste en la sustitución de uno o varios iones presentes en el agua a tratar por otros que forman parte de una fase sólida finamente dividida (cambiador), sin alterar su estructura física. Suelen utilizarse resinas y existen cambiadores de cationes y de aniones. Debido a su alto precio, el proceso de intercambio iónico se utiliza únicamente en aquellos casos en los que la

eliminación del contaminante venga impuesta por su toxicidad o que se recupere un producto de alto valor (eliminación de isótopos radiactivos, descontaminación de aguas con mercurio, eliminación de cromatos y cianuros, recuperación de oro, etc.).

- **Procesos de separación por membranas:** tanto mediante membranas semipermeables (procesos de ultrafiltración y ósmosis inversa) como mediante membranas de electrodiálisis.

En la mayoría de los casos el tratamiento terciario de aguas residuales urbanas queda limitado a una desinfección para eliminar patógenos, normalmente mediante la adición de cloro gas, en las grandes instalaciones, e hipoclorito, en las de menor tamaño. La cloración sólo se utiliza si hay peligro de infección. Cada vez más se está utilizando la desinfección con ozono que evita la formación de organoclorados que pueden ser cancerígenos.

En los últimos años, no obstante, ha crecido notablemente el interés por la eliminación del nitrógeno y fósforo. Estos compuestos pueden provocar un crecimiento anormal de algas, plantas acuáticas y microorganismos de diferentes clases. Esto ejerce una fuerte demanda de oxígeno, la cual afecta negativamente la vida de los peces y tiene un negativo impacto en el uso de esa agua.

Se dispone fundamentalmente de tres métodos de desinfección de agua que pueden ser complementados con una filtración apropiada.

- **Sistemas de cloración**

Se trata de mantener el agua depurada en un depósito final de distribución con un contenido adecuado de cloro libre para evitar la proliferación de microorganismos con el objetivo de hacerla apta para su reutilización. Existen varias formas de cloración del depósito que pueden pasar por un sistema automático de medición y control de la dosificación de cloro libre en el depósito mediante sonda de cloro libre o dosificación de cloro proporcional al caudal de agua depurada mediante la instalación de un contador-emisor de impulsos. La cloración del agua residual es el sistema más sencillo y económico para un tratamiento terciario de reutilización de agua para riego de jardines y plantas. Como desventaja cabe destacar el hecho de que requiere el empleo y manipulación de un producto químico como el hipoclorito de sodio. Además, ciertas plantas ornamentales, hortalizas o cultivos frutícolas pueden ser susceptibles a ser dañadas a partir de ciertos niveles de cloro libre. También cabe destacar que este sistema supone siempre el empleo de un depósito exclusivo para realizar la cloración ya que siempre es necesario un tiempo de contacto adecuado del agua clorada para asegurar la desinfección.

- **Radiación ultravioleta**

En este caso la desinfección se realiza mediante un equipo ultravioleta que proporciona una desinfección inmediata y más efectiva que la cloración. Otra ventaja añadida es que no requiere de depósitos de contacto ya que la desinfección se realiza de forma instantánea mediante el paso de agua por el equipo de tratamiento ultravioleta lo que favorece este tipo de tratamiento terciario cuando no se disponga de espacio suficiente para un tratamiento con cloro o con ozono.

Para asegurar el buen funcionamiento del equipo ultravioleta es necesario un correcto sistema de filtración para eliminar turbidez y asegurar una transmisión adecuada de la radiación ultravioleta en el flujo de agua a tratar.

- **Ozonización**

El ozono es un poderoso oxidante y desinfectante con una velocidad de esterilización superior a la de un tratamiento convencional de cloro aumentando su eficacia. Esto permite tratamientos con ozono con tanques de contacto muy reducidos ya que únicamente son necesarios unos tres minutos de tiempo de contacto para asegurar la desinfección. Además, para el tratamiento de agua residual para su reutilización en riego y agricultura, el ozono aporta una mayor oxigenación a la raíz de la planta a la vez que le transmite su carácter desinfectante. Los resultados son cultivos con un crecimiento más rápido con mayor productividad y evitando plagas y enfermedades.

La base de la acción bactericida de cualquier agente suele ser la oxidación de componentes fundamentales para la supervivencia de los microorganismos. La capacidad de oxidar con mayor o menor facilidad dichas estructuras marca la diferencia, en cuanto a eficacia, de los distintos compuestos utilizados normalmente en desinfección. El ozono es, dentro de los compuestos normalmente utilizados en desinfección de aguas, el que presenta una mayor capacidad oxidante, lo que quiere decir mayor eficiencia biocida.



La eficacia del ozono como desinfectante está de sobra probada, habiéndose evidenciado que es capaz de destruir esporas de *Bacillus subtilis*, la forma más resistente de los microorganismos.

#### **2.5.4. Factores importantes en la elección de los procesos de tratamientos**

El conocimiento de la variabilidad de las condiciones del afluente es un factor de gran importancia, puesto que las unidades de proceso deben tener suficiente capacidad como para absorber y amortiguar estas variaciones de manera satisfactoria. Esta capacidad recibe el nombre de “equilibrio”, y se define como la tolerancia inherente de los procesos de tratamiento frente a las cargas contaminantes que llegan a la planta de tratamiento. Por lo tanto, uno de los factores más importantes que hay que tener en cuenta en el proyecto de una planta es la elección de procesos compatibles con las variaciones de caudales y cargas y que sean capaces de producir un efluente de calidad permanente y dentro de los límites permitidos.

Las diferentes combinaciones de procesos y operaciones unitarias de una planta de tratamiento funcionan como un sistema, por lo que el ingeniero debe abordar el proyecto de la planta desde una perspectiva global, en términos de sistemas. La mayor parte de la selección de procesos se centra en la evaluación y valoración de diferentes combinaciones de procesos y operaciones unitarias y sus interacciones. Parte de este proceso puede incluir la posible necesidad de regular los caudales y la reducción de las cargas aplicadas a las unidades de tratamiento. La evaluación del proceso no se limita al estudio de las unidades de tratamiento del agua residual, sino que también debe incluir la interacción entre las diferentes alternativas de tratamiento del agua y de los lodos.

Los factores de mayor importancia en la valoración y selección de los procesos y operaciones unitarias se exponen en la Tabla 2.5.1. Todos ellos son importantes en sí mismos, pero hay algunos que requieren especial atención y una explicación más detallada. El primer factor, la aplicabilidad del proceso, destaca por encima de todos los demás, y depende directamente de los conocimientos y la experiencia del ingeniero proyectista.

<b>Factor</b>	<b>Comentario</b>
Potencial de aplicación del proceso	El potencial de aplicación de un proceso se evalúa en base a la experiencia anterior, datos de plantas a escala industrial, y datos obtenidos en estudio en planta piloto. Si se presentan condiciones nuevas o no usuales, los estudios en planta piloto son fundamentales.
Intervalo de caudal aplicable	El proceso se debe corresponder con el intervalo de caudales esperado. Por ejemplo, los estanques de estabilización no son adecuados para caudales muy elevados.
Variación de caudal aplicable	La mayoría de las operaciones y procesos unitarios trabajan mejor a caudal constante, a pesar de que pueden tolerar algunas variaciones. Si la variación de caudal es demasiado grande, puede ser necesaria su regulación.
Características del agua a tratar	Las características del agua a tratar afectan a los tipos de procesos a utilizar (p.e. químicos o biológicos) y las exigencias para su adecuada explotación.
Constituyentes inhibidores y no afectados	¿Qué constituyentes potencialmente inhibidores están presentes? ¿Bajo qué condiciones se manifiestan? ¿Qué constituyentes no se ven afectados por el tratamiento?
Limitaciones climáticas	La temperatura afecta a la velocidad de reacción en la mayoría de los procesos químicos y biológicos, y también puede afectar al funcionamiento de las operaciones físicas. Las temperaturas cálidas pueden acelerar la aparición de olores y limitar la dispersión en la atmósfera.
Cinética de reacción y selección del reactor	El dimensionamiento de los reactores se basa en la cinética de reacción que gobierna el proceso. Los datos de las expresiones cinéticas suelen deducirse a partir de la experiencia, de la literatura y de los resultados de estudios en plantas pilotos.

Eficacia	La eficacia se suele medir en función de la calidad del efluente, que debe estar de acuerdo con las exigencias formuladas respecto al vertido de efluentes.
Residuos del tratamiento	Es necesario conocer o estimar los tipos y cantidades de residuos sólidos, líquidos y gaseosos producidos. A menudo se llevan a cabo estudios en planta piloto para la adecuada identificación de los residuos generados.
Tratamiento del fango	¿Existe alguna limitación que convierta el tratamiento de lodos en un proceso excesivamente caro o inviable? ¿Cómo afecta al rendimiento de las unidades de proceso del líquido las cargas del caudal de recirculación del tratamiento de lodos? La elección del sistema de tratamiento de los lodos debe estar estrechamente relacionada con la elección del sistema de tratamiento de la fracción líquida.
Limitaciones ambientales	Factores ambientales tales como la presencia de vientos, direcciones preferentes del viento, o la proximidad a núcleos de población, pueden implicar restricciones sobre la aplicabilidad de determinados procesos de tratamiento, especialmente en el caso de procesos que puedan generar olores. Tanto el tráfico como los ruidos pueden afectar a la ubicación de las instalaciones. Las aguas receptoras cuentan con limitaciones específicas que pueden precisar la eliminación de constituyentes específicos como los nutrientes.
Necesidades químicas	¿Qué recursos y en qué cantidades van a ser necesarios a largo plazo para el desarrollo satisfactorio de las operaciones o procesos unitarios? ¿Qué influencia tiene la adición de productos químicos sobre las características de los residuos del tratamiento y sobre el coste del mismo?
Necesidades energéticas	Para proyectar sistemas de tratamiento con una relación coste-efectividad satisfactoria es necesario conocer las necesidades energéticas, así como el coste futuro de la energía.
Necesidades de otros recursos	¿Qué recursos adicionales, si los hubiere, son necesarios para el desarrollo satisfactorio del sistema de tratamiento propuesto, que incluye la operación o proceso unitario en cuestión?
Necesidades de personal	¿Con cuántos empleados, y con qué nivel de preparación, es preciso contar para la explotación del proceso u operación unitaria? ¿Es posible alcanzar rápidamente dichos niveles de preparación? ¿Qué cursos de preparación serán necesarios?
Necesidades de explotación mantenimiento	¿Qué necesidades de explotación y mantenimiento adicionales es necesario cubrir? ¿Qué repuestos serán necesarios? ¿Cuál es su coste y disponibilidad?

Procesos auxiliares	¿Qué procesos auxiliares son necesarios? ¿Cómo afectan a la calidad del efluente, especialmente cuando devienen inoperantes?
Fiabilidad	¿Cuál es la fiabilidad a largo plazo de la operación o proceso unitario en cuestión? ¿Puede desestabilizarse el proceso fácilmente? ¿Puede hacer frente a cargas de choque periódicas? Si es así, ¿Cómo afectan estas circunstancias a la calidad del efluente?
Complejidad	¿Qué grado de complejidad presenta la explotación del proceso, tanto en condiciones rutinarias como de emergencia? ¿Qué nivel de preparación de los operarios es necesario?
Compatibilidad	¿Pueden emplearse de manera satisfactoria las operaciones y procesos unitarios en conjunción con las instalaciones existentes? ¿Se puede ampliar la planta de manera sencilla?
Disponibilidad de espacio	¿Existe espacio suficiente, no sólo para la implantación de las instalaciones que se están estudiando, sino también para instalaciones futuras? ¿Qué superficie de terreno hay disponible para minimizar el impacto visual de la construcción de las instalaciones?

Tabla 2.5.1. Factores importantes en la elección de los procesos de tratamientos  
Fuente: "Ingeniería de aguas residuales", Metcalf & Eddy. Mc Graw Hill. 3ª Edición (1995).

## 2.6. Reutilización de las aguas residuales

### 2.6.1. Concepto de reuso

Reuso del agua es aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en actividad diferente a la que las originó.

El reuso puede hacerlo quien efectúa la actividad que las generó, en uno o varios de sus procesos o servicios menos exigentes en calidad, pero generalmente lo hace un usuario diferente que puede utilizar el agua por gravedad disminuyendo el consumo de energía para llevar este recurso al sitio o sitios donde van a ser aprovechadas.

Cuando se efectúa la utilización de aguas residuales tratadas en la actividad que la generó hablamos de recirculación, siendo esta una forma especial del reuso.

El reuso es una práctica frecuente en países en los cuales el agua es valorada económicamente y en los cuales no existe una disponibilidad natural u oferta hídrica suficiente. Cuando la demanda de agua excede la oferta de la fuente existente, el reuso del agua es una actividad que se torna prioritaria.

Las características de las aguas residuales en la mayoría de los casos son tales que su uso directo conlleva riesgos grandes para la salud o para la eficiencia de los procesos productivos industriales. Es por ello, que el tratamiento de las aguas residuales y las prácticas adecuadas de reuso están estrechamente relacionadas.

El reuso de aguas no implica la utilización de aguas de mala calidad. Considera, por el contrario, una adecuación de las aguas residuales a una calidad tal que su uso no afecte la salud humana ni al medio ambiente. Las aguas residuales deben ser tratadas por diferentes procesos, hasta cumplir con todos los criterios de calidad establecidos a nivel nacional en la normatividad vigente, de acuerdo con su utilización.

Debido a la tendencia cada vez mayor de la población a ubicarse en centros urbanos y a las crisis recurrentes de disponibilidad de agua potable en estos centros, es importante procurar que no se utilice agua potable en actividades que no requieran agua de esta calidad.

Muchas necesidades actuales en el sector residencial, comercial e industrial pueden ser satisfechas con aguas de menor calidad. El riego de parques y jardines, el lavado de pisos, la construcción de obras civiles y el lavado de vehículos son actividades que no requieren agua potable. En el sector agrícola, por el contrario, se

riega en muchos casos con agua residual de menor calidad a la requerida, poniendo en riesgo la salud de la población y/o generando procesos de contaminación.

Con el reuso se busca reducir la demanda sobre las actuales fuentes de suministro. Esta reducción implica la postergación de importantes inversiones en los sistemas de captación y de distribución de aguas crudas, y una oportunidad para la disminución de la contaminación generada por las aguas residuales.

### **2.6.2. Componentes del reuso**

Los componentes de un proyecto de reuso se presentan en la Figura 2.6.1. Como se observa, existen varios requisitos para su implantación. En primer término es necesaria la recolección de las aguas residuales en sistemas de alcantarillado (Colectores, interceptores y emisarios). Una vez recolectadas las aguas deben ser sometidas a un tratamiento previo que puede ser sencillo o complicado dependiendo del uso que se vaya a dar a las aguas residuales para cumplir con los criterios de calidad requeridos, realizando el control y monitoreo continuo del efluente de la planta de tratamiento, mediante caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas, para garantizar que no existen riesgos de afectación a la salud humana y al medio ambiente.

En este punto, el efluente de la planta de tratamiento se constituye en recurso y para su aprovechamiento se requiere concesión de aguas cuyo objetivo es administrar eficientemente la oferta hídrica en una cuenca hidrográfica y por lo tanto controlar el volumen de los caudales extraídos de un cuerpo o corriente de agua y, en caso de que existan limitaciones en la oferta del recurso, priorizar la asignación de las aguas de acuerdo con los criterios establecidos por ley. El efluente debe conducirse al sitio o sitios donde se aplicará el reuso.

La autoridad ambiental interviene en los diferentes componentes mediante las siguientes acciones:

**Administración del recurso:** La concesión de aguas es el instrumento mediante el cual se administra el recurso y a la vez regula el reuso, ya que establece unos criterios de calidad admisibles y otras condiciones para el uso del agua residual en condiciones de seguridad sanitaria y ambiental.

**Control y seguimiento ambiental:** Para verificar que los efluentes de la planta de tratamiento cumplan con los criterios de calidad que el tipo de reuso demande.

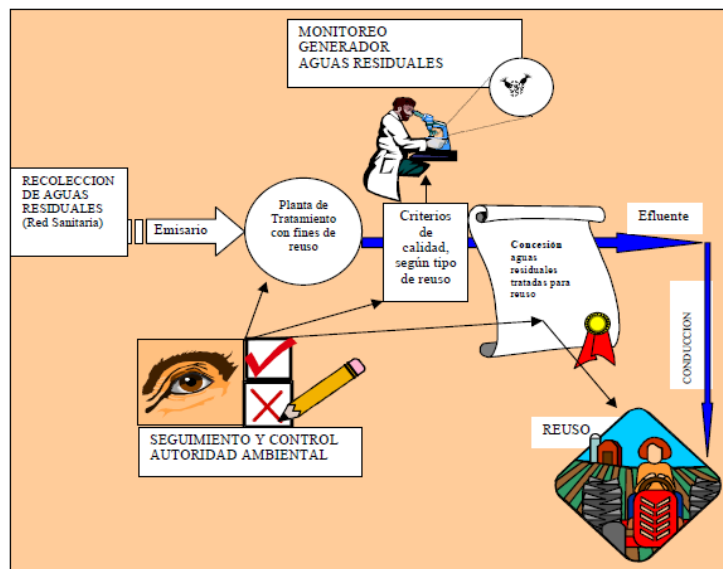


Figura 2.6.1. Componentes del reuso de aguas residuales.

### 2.6.3 Reutilización de las aguas residuales en agricultura

Es el uso más extendido, además de que supone una etapa más en el tratamiento de aguas, ya que el suelo es un elemento de alta eficacia depuradora. A medida que el agua se infiltra en el terreno, este actúa a modo de filtro y en su superficie, por la actividad bacteriana se produce la degradación biológica de la materia orgánica de la misma manera que un tratamiento secundario.

Las principales ventajas e inconvenientes de un agua residual frente a un agua no contaminada son:

- Agua residual: Aporta abundantes elementos nutritivos (es agua fertilizada), pero conlleva riesgos sanitarios con posible contaminación de acuíferos, siempre que no se tomen las medidas adecuadas.
- Agua no contaminada: No presenta problemas sanitarios, el riesgo de contaminación es nulo y su poder fertilizante es escaso.

Los efluentes utilizados para riego proceden de colectividades urbanas con mezclas de aguas domésticas y procedentes de industrias que han sufrido una depuración. Las aguas residuales brutas no suelen utilizarse para riego de especies de consumo, aunque sí para riego de especies arbóreas con finalidad de producción forestal.

#### **2.6.4. Definición de uso agrícola**

Se entiende por uso agrícola, el uso de aguas para regar cultivos agrícolas destinados al consumo directo alimenticio humano y animal, y consumo indirecto industrial (alimentos procesados como conservas y azúcar y productos textiles de origen vegetal).

#### **2.6.5. Criterios de calidad para el agua de riego**

Los parámetros de calidad, que a continuación se enumeran, son suficientes para evaluar la idoneidad de un agua de riego, así como para estimar la posibilidad de que el agua puede causar algún problema general tanto al suelo como a la planta.

Los parámetros de calidad son:



### **2.6.5.1 Características físicas**

Las características físicas incluyen la totalidad de los sólidos en suspensión y las sustancias orgánicas disueltas. Pueden taponar los poros del suelo, revestir con esas sustancias la superficie del terreno y reducir la aireación y penetración del agua, así como obstruir el sistema de riego. Uno de los objetivos fundamentales de las depuradoras es la eliminación de los sólidos contenidos en el agua residual.

Si se aplica un segundo tratamiento, los elementos en suspensión presentan muy pocos problemas. Las materias orgánicas, con tal que no creen problemas de olores ni de aireación, pueden ser beneficiosos para el suelo.

### **2.6.5.2 Características químicas**

Las características químicas de importancia para la agricultura de regadío son:

- Salinidad
- Sodicidad
- Toxicidad de microelementos y metales pesados
- Nitrógeno total
- pH
- Bicarbonato
  
- **Salinidad**

En los sistemas convencionales de riego no toda el agua infiltrada en el suelo es consumida por evapotranspiración (EPT) sino que una fracción del agua rebasa la máxima profundidad de la zona radicular de las plantas. Esta fracción que drena produce un lavado de sales y disminuye el proceso de acumulación de sales en el espesor del suelo explorado por las raíces. Sin embargo, siempre que el balance entre

las sales acumuladas en el suelo y las eliminadas por las aguas de alcantarillado sea positivo el suelo acabará salinizándose, haciéndose improductivo.

Las solubilidades de muchas de las sales contenidos en el agua de riego, tales como cloruros, sulfato de sodio, magnesio y potasio, cloruro cálcico, bicarbonatos de sodio y potasio son muy superiores a las cifras límites de tolerancia a la salinidad de la mayor parte de las plantas no halófilas. Las relativamente bajas solubilidades del carbonato cálcico, magnesio y del sulfato cálcico limita su acumulación en la solución del suelo a niveles inferiores a los perjudiciales para las plantas.

Las aguas de riego rara vez contiene suficiente cantidad de sales como para causar un daño inmediato a los cultivos. Cuando no se produce un lavado adecuado, las sales se disolverán en el agua del suelo hasta que se alcance una concentración tal que se exceda el producto de solubilidad de cada una de ellas.

- **Sodicidad**

Se entiende por Sodicidad al fenómeno derivado de la composición del agua de riego, que tiende a elevar el porcentaje de sodio intercambiable. Este aumento depende, entre otros factores, de la relación del sodio soluble a los cationes divalentes y del nivel de iones bicarbonatos en el agua de riego.

El sodio es uno de los iones que más favorece a la degradación del suelo, es el sodio que sustituye al calcio en los suelos áridos, produciendo problemas de filtración en los mismos. Esta situación da lugar a una dispersión de los agregados y a una pérdida de la estructura, que dificulta la circulación del aire y agua, por lo que el suelo adquiere un aspecto polvoriento y amorfo, perdiendo rápidamente su permeabilidad.

Está demostrado que aguas con alto contenido en sodio y baja salinidad conducen al hinchamiento y/o dispersión de las partículas del suelo, con el consiguiente efecto negativo sobre las propiedades físicas del mismo. La infiltración, en general, aumenta con la salinidad y disminuye con una reducción en salinidad, o un aumento en el contenido en sodio en relación al calcio y en magnesio.

Por otro lado, un alto contenido en sodio, además, es fitotóxico para muchas plantas ya que les produce quemaduras en las hojas, clorosis y muerte de las ramas pequeñas.

- **Toxicidad**

La toxicidad se produce dentro de la misma planta y es el resultado de la absorción y acumulación de ciertos constituyentes existentes en el agua de riego. Estos reciben el nombre de microelementos ya que son elementos indispensables para la vida de las plantas pero se encuentran presentes en proporciones muy pequeñas en los tejidos biológicos.

Los microelementos que actualmente son reconocidos como esenciales para las plantas superiores son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el boro (B), y el molibdeno (Mo). El sodio (Na), realmente ocupa una posición muy particular. Representa un papel de microelemento para ciertas plantas y es sobre todo útil para las plantas halófilas.

Aparte existen otros elementos conocidos como metales pesados no esenciales (cadmio, mercurio, plomo,...) cuya presencia superior a una concentración límite son totalmente tóxicos tanto para los cultivos como para la fauna y flora acuática.

Pequeñas cantidades de microelementos esenciales permiten obtener el crecimiento óptimo de la planta, pero rápidamente se llega del óptimo al exceso con cantidades mínimas (ocurre a pH ácido o muy ácido), es decir, a la toxicidad; no ocurre así en el caso de los macroelementos.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los microelementos tienden a acumularse en el suelo; el contenido de éstos en suelos regados con agua residual regenerada puede aumentar considerablemente si el riego se prolonga durante un largo periodo de tiempo.

- ***Nitrógeno total***

Los rendimientos de los cultivos sensibles al nitrógeno (remolacha azucarera, vid, albaricoque, cítricos) pueden verse afectados por concentraciones de nitrógeno que excedan de 5 mg/l procedentes tanto de nitrato como de amonio. Cuando la concentración excede los 20 mg/l son de temer problemas graves con cultivos sensibles. Para cultivos no sensibles, puede ser adecuada la concentración de más de 30 mg/l, evitándose en estos casos el aporte de abonos nitrogenados. Concentraciones de menos de 5 mg/l no tienen ningún efecto ni en cultivos sensibles al nitrógeno.

- ***Índice de acidez***

El pH representa la medida de la acidez o alcalinidad del agua. El intervalo normal para agua de riego oscila entre pH 6,5 y 8 y el agua residual urbana ya sea bruta o tratada sin vertidos industriales en condiciones normales se encuentra en un intervalo ideal para su uso para riego.

Sin embargo, cuando se encuentra fuera de este rango indica que algo anormal ocurre; ya sea referente a la calidad del agua o a la presencia de algún ión tóxico. Cuando sucede esto último el pH sirve como advertencia de que hay que realizar una rigurosa analítica del agua, para una vez averiguado qué causa la bajada o subida del pH, hacer las correcciones necesarias.

El control de pH se hace necesario tanto para evitar daños en cultivos, en tratamiento biológico etc., como para evitar corrosiones en tuberías de los diferentes sistemas de distribución del agua así como en los sistemas de riego.

- ***Bicarbonatos***

La alcalinidad es debida a la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. La mayor parte de la alcalinidad natural en las aguas las causa el bicarbonato. En las aguas residuales es útil porque proporciona un amortiguamiento para resistir los cambios de pH; pero con respecto al riego, aún en concentraciones muy bajas puede ser un problema sobre si se trata de riego por aspersión de frutales o viveros durante períodos de baja humedad y gran evaporación. A medida que el agua de las hojas se evapora, las sales se concentran. Aunque ello no implica toxicidad, si el efecto de concentración es suficientemente grande, las sales menos solubles en el agua precipitan depositándose en el fruto y en las hojas.

### ***2.6.5.3. Características biológicas:***

Estas características se relacionan con bacterias, virus y otros organismos causantes de enfermedades. Antes de ser tratadas, las aguas residuales tendrán toda

clase de microorganismos, muchos de los cuales son patógenos, es decir, causantes de enfermedades. El grado de desinfección dependerá del tratamiento usado, la utilización que se prevé y los requisitos sanitarios. Algunos ejemplos son:

- Bacterias de la putrefacción, como por ejemplo *Pseudomonas fluorescens*, *P. aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Aerobacter cloacae* y *Zooglea ramigera*.
- Coliformes: Constituye un indicador importante de la impureza del agua con materias fecales.
- Enterobacteriáceas, como *Escherichia coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Streptococcus faecalis*; todas ellas procedentes de los intestinos.
- Hongos: Las aguas de desecho contienen también esporas e hifas de hongos como *Leptomitius lacteus* y *Fusarium aquaedutum*. Proliferan en un amplio intervalo de pH (de 3 a 9).
- Bacterias intestinales patógenas, como *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi*, que producen enfermedades típicas, algo más raro es la *Shigella* que produce la disentería, el *Vibrio cholerae* (agente del cólera), el bacilo tuberculoso (*Mycrobacterium tuberculosis*).
- Virus patógenos para la especie humana: Además de bacterias y hongos las aguas residuales urbanas son portadoras de numerosos virus patógenos para la especie humana, los cuales conservan su virulencia allí, durante más o menos tiempo, como el virus de la poliomielitis.
- Microorganismos patógenos para los animales: Un ejemplo claro es el de la brucelosis del ganado producida por bacterias del género *Brucella*.

Una forma de transmitir todas estas enfermedades es a través del uso de estas aguas para riego agrícola. Por este motivo es necesario e imprescindible un tratamiento previo para su posterior reutilización en riego, tratamiento que dependerá del uso que se le vaya a dar (tipo de riego, cultivo, zona a regar) y por supuesto condiciones sanitarias impuestas.

La propuesta de calidad de los parámetros microbiológicos requerida para las aguas de riego, de la O.M.S, es la siguiente:

<b>Categoría</b>	<b>Condiciones de aprovechamiento</b>	<b>Grupo expuesto</b>	<b>Nematodos intestinales (Medida aritmética n° de huevos por litro)</b>	<b>Coliformes fecales (Media geométrica N° por 100 ml)</b>	<b>Tratamiento requerido (para lograr la calidad microbiológica exigida)</b>
A	Riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos.	Trabajadores, consumidores, público.	≤1	≤1000	Serie de estanques de estabilización que permitan lograr la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente.
B	Riego de cultivos de cereales, industriales y forrajeros, praderas y árboles.	Trabajadores.	<1	No se recomienda ninguna norma	Retención en estanques de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales.
C	Riego localizado en la categoría B, cuando ni los trabajadores ni el público están expuestos.	Ninguno	No se aplica	No se aplica	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego, pero no menos que sedimentación primaria.

Tabla 2.6.1. Recomendaciones de aguas residuales para uso en agricultura.

Fuente: Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en Agricultura y Acuicultura, OMS, 1999.

## **2.7. Normas nacionales e internacionales que rigen el diseño de alcantarillado pluvial, sanitario y plantas de tratamiento.**

### **2.7.1 Reglamento a la ley de urbanismo y construcción en lo relativo a parcelaciones y urbanizaciones habitacionales.**

El Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU) presenta en este reglamento los lineamientos para las obras de urbanización para aguas lluvias como son pendientes máximas permisibles, diámetros de tuberías, distancias máximas entre pozos de visita, profundidad de las alcantarillas etc.

### **2.7.2 Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras. ANDA.**

Esta norma cubre los lineamientos para el diseño de alcantarillado para aguas negras dentro de los cuales se pueden mencionar el periodo de diseño, pendientes máximas y mínimas, diámetros, materiales, ubicación de las alcantarillas en calles y avenidas, conexiones domiciliarias, etc. Presenta además los requerimientos para alternativas para la disposición de las aguas negras como fosa séptica con pozo de absorción o zanja de infiltración para los casos en que no sea factible el alcantarillado de aguas negras.

### **2.7.3 Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor. CONACYT.**

Esta norma establece las características y valores físico-químicos, microbiológicos y radiactivos permisibles que debe presentar el agua residual para proteger y rescatar los cuerpos receptores. Se presenta también los requerimientos de la toma de muestras y métodos de análisis para la determinación de los parámetros



contemplados en esta norma. Esta norma se aplica en todo el país para la descarga de aguas residuales vertidas a cuerpos receptores superficiales.

#### **2.7.4 Reglamento Especial de Aguas Residuales. Decreto 39.**

Este reglamento establece los lineamientos acerca de la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales y los análisis de laboratorio que deben realizarse para el control de la calidad del agua tratada, así como también las consideraciones par el reuso de las aguas residuales.

#### **2.7.5 Reglamento sobre la Calidad del Agua, el Control de Vertidos y Zonas de Protección. Decreto 50.**

Se disponen en este reglamento las consideraciones que deben tomarse para el tratamiento y depuración de las aguas residuales y su protección, consideraciones generales de las aguas residuales y el control del vertido de aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado.

#### **2.7.6 Parámetros de calidad para el uso de aguas residuales. CEPIS/OPS.**

Para el diseño del tratamiento de las aguas residuales para uso en agricultura y acuicultura, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), por medio del Centro Panamericano de Ingeniería Ambiental y Ciencias del Ambiente (CEPIS), recomienda valores máximos admisibles de los principales parámetros de calidad para los efluentes de dichas aguas. Los parámetros presentados están enfocados en el cumplimiento de la calidad química y microbiología de las aguas residuales.

### **2.7.7 Normas Técnicas Peruanas OS.090 - “Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales” del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.**

Estas normas establecen una breve descripción y los lineamientos para el diseño de los elementos componentes de las plantas de tratamiento, para lograr así su correcto funcionamiento.

## Referencias bibliográficas

- 1,2,3 Hidrología Aplicada. Ven Te Chow, David R. Maidment y Larry W. Mays. McGraw-Hill, 1994.
- 4 Sewage Treatment in Hot Climates. Mara, D. D., John W. Londres 1976.
- 5 Tópicos Avançados em Sistemas de Esgotos Sanitários, Mendonça, S.R. ABES, Rio de Janeiro 1987.
- 6 Página web: <http://quimica.utn.edu.mx/contenido/temas/tema%206/tema6.html>
- 7 Norma Técnica OS.090 - "Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, 2006.

## **CAPITULO 3**

### **CARACTERISTICAS DEL MUNICIPIO**

### 3.1 Ubicación geográfica del municipio <sup>1</sup>

El municipio de San Cayetano Istepeque limita al Norte con el municipio de San Lorenzo y San Esteban Catarina; al Oeste con el municipio de Tepetitán; al Sur con el municipio de San Vicente; y al Este con el municipio de Apastepeque. Está dividido en dos Barrios: San Cayetano e Istepeque y administra tres cantones: Candelaria Arriba, Candelaria Abajo y Cerro Grande. Las fiestas patronales se celebran el 7 de agosto, en honor a su patrono San Cayetano. Además de otras 12 concentraciones como la colonia La Entrevista y la colonia Vuelta el Globo.

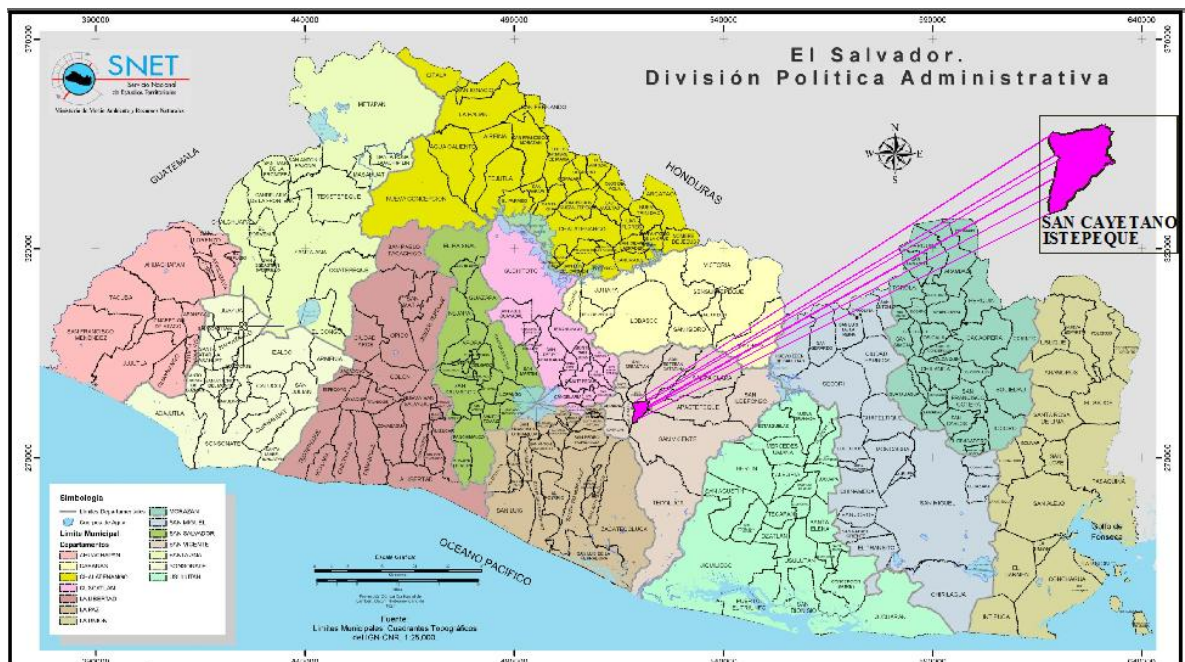


Figura 3.1.1. Ubicación geográfica del municipio de San Cayetano Istepeque El Salvador.

Fuente: SNET, 2009.

Esta población posee dos accesos: uno principal por el municipio de San Vicente, calle debidamente pavimentada aproximadamente a un kilómetro y medio de la Ciudad de San Vicente, el otro ingreso es por el municipio de Verapaz viniendo del km 51 de la carretera Panamericana que de San Salvador conduce a San Miguel, cuya calle también está en perfecto estado y a unos 10 km de distancia.

### **3.2 Infraestructura y servicios básicos**

Dicho municipio cuenta con una alcaldía, una unidad de salud, dos escuelas en la zona urbana y siete escuelas en la zona rural. Un parque recreativo donde se levanta su monumento conocido como la torre del reloj, y además su iglesia parroquial. Con respecto a lo recreativo hay canchas de football, dos parques: uno en el barrio San Cayetano y el segundo en el barrio Istepeque. El municipio cuenta con los siguientes servicios básicos: agua potable, energía eléctrica, tratamiento de aguas negras (por medio de fosas sépticas y pozo resumidero, solo 2% de la población), teléfono fijo, internet, puesto policial y juzgado de paz.

Hasta la fecha en la colonia “La Entrevista” toda la población posee servicio de agua potable todos los días y en los barrios San Cayetano e Istepeque solamente 7 viviendas de las 397 no tienen el servicio del vital líquido.

### **3.3 Condiciones climatológicas <sup>2</sup>**

La ciudad de San Cayetano Istepeque se encuentra ubicada al norte del volcán de San Vicente y al oeste de la ciudad de San Vicente, esta región es ligeramente accidentada.

Para la climatización de la zona en estudio se usaran los registros de la estación de Apastepeque por ser la más cercana. La región donde se ubica la estación se zonifica climáticamente según Koppen, Sapper y Laurer como Sabana Tropical Caliente ó Tierra Caliente (0 – 800 msnm) la elevación es determinante (500 msnm).

Considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como “Bosque húmedo subtropical transición a tropical (con biotemperatura > 24 °C)

Los rumbos de los vientos son predominantes del norte en la estación seca y del sur en la estación lluviosa, la brisa marina ocurre después del mediodía, durante la noche se desarrolla el sistema local nocturno del viento con rumbos desde las montañas y colinas cercanas, con velocidades promedios de 10 km/h.

En vista de que en esta zona no hay estación climatológica, en el anexo N° 1 se presenta un cuadro resumen de promedios mensuales de las variables más importantes de la estación Apastepeque (a 7.5 km), con condiciones climáticas similares y una diferencia de 70 metros de altura entre la estación y el casco urbano de San Cayetano Istepeque.

### **3.4 Producción y comercio <sup>3</sup>**

El municipio de San Cayetano Istepeque ha sufrido una serie de cambios en sus actividades económicas debido a los problemas socio-económicos que atraviesa el país, pero dentro de sus actividades predominantes en la actualidad se encuentran los cultivos de granos básicos, café, caña de azúcar, frutas y hortalizas; así mismo, la

crianza de ganado vacuno, aves de corral, entre otros. La comercialización de estos productos la realizan con el municipio de San Vicente.

Existen además actividades relacionadas a la pequeña industria y el comercio, entre las actividades de la pequeña industria se encuentra algunos talleres de carpinterías, ebanisterías, mecánica automotriz y sastrerías; además, en el comercio local existen tiendas, cafetines, comedores, pupuserías, entre otros.

### **3.5 Fuente de empleos y de ingresos**

La población rural obtiene sus ingresos de la agricultura (granos básicos, caña de azúcar, frutas y hortalizas, etc.) además del pequeño comercio y se emplea en las actividades de la pequeña industria planta procesadora de papaya, talleres de estructuras metálicas, mecánica, albañilería y carpinterías.

En la zona urbana los principales ingresos resultan de la actividad del comercio informal. Se calcula que un promedio de la población apta para trabajar, obtiene sus ingresos como jornaleros, empleados u otros; empleándose algunos en el municipio y otros fuera del mismo, para ello se desplazan a municipios aledaños como San Vicente.

El ingreso promedio por familia al mes, para el área rural se estima en unos \$ 70.00 y en el área urbana alrededor de \$130.00. Las remesas familiares son muy pocas para algunas familias.



### 3.6 Topografía

En el municipio se encuentran elevaciones que van desde los 500 msnm a 1000 msnm aproximadamente al sur del municipio. La condición topográfica del territorio municipal es mayoritariamente plana las pendientes oscilan entre 0 y 10 %. La zona urbana se encuentra en terrenos de baja pendientes y a una elevación aproximada de 500 msnm.

El levantamiento topográfico de la zona en estudio se realizó con teodolito por el método taquimétrico. La zona en estudio está comprendida por los barrios San Cayetano e Istepeque y la colonia La Entrevista la cual se encuentra ubicada a un kilometro del casco urbano del municipio conectada a este por la carretera que de San Vicente conduce a Verapaz. La diferencia de nivel va desde los 550 m.s.n.m. en la colonia La Entrevista hasta los 500 m.s.n.m. en el barrio San Cayetano.

En la colonia la entrevista las pendientes de las calles y avenidas son moderadas exceptuando las avenidas 1 y 2 las cuales son atravesadas por una quebrada que nace en un lote ubicado en la avenida 2 (ver figura 3.6.1). Esta colonia es bordeada por una quebrada de invierno al sureste. Las curvas de nivel con separación de un metro de la colonia La Entrevista se muestran en la figura 3.6.1.

El barrio Istepeque se encuentra asentado a las orillas de la carretera a Tepetitán y la calle antigua siguiendo sus pendientes que son de moderadas a fuertes en algunos tramos. Este barrio está separado del barrio San Cayetano por el Río Istepeque. En el barrio San Cayetano es atravesado por la línea férrea de FENADESAL y se presentan pendientes fuertes. Las curvas de nivel con separación de un metro de los barrios San Cayetano e Istepeque se muestran en la figura 3.6.2.

# COLONIA LA ENTREVISTA

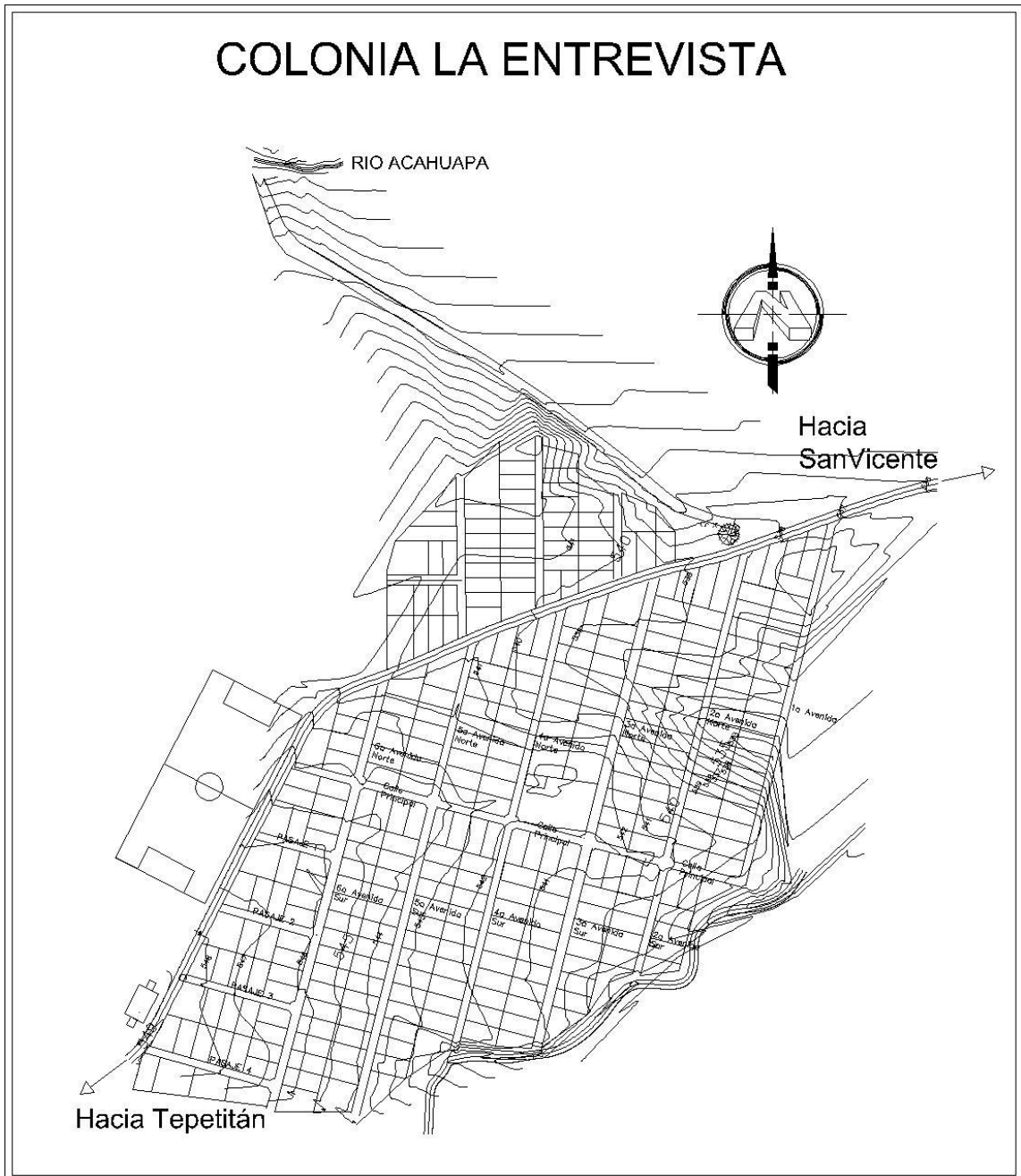


Figura 3.6.1. Curvas de nivel a cada metro de la colonia La Entrevista.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

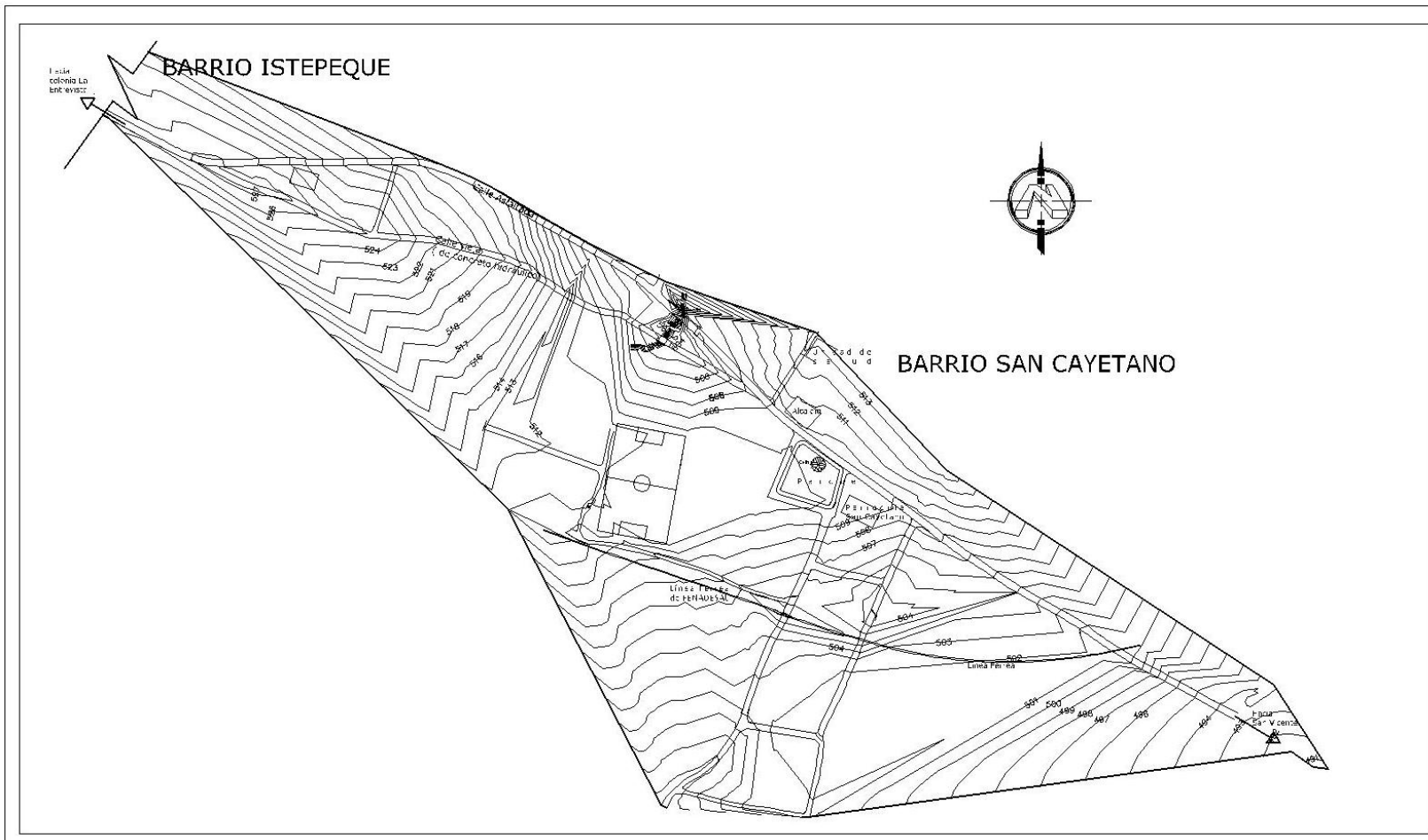


Figura 3.6.2. Curvas de nivel a cada metro en los Barrios San Cayetano e Istepeque.  
 Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

### 3.7 Población y proyecciones de crecimiento

El municipio de San Cayetano Istepeque cuenta con una población de 6,615 personas<sup>4</sup> y con un índice de crecimiento poblacional de 2.19%<sup>5</sup>. En la tabla 3.7.1 se presenta un resumen de la distribución de la población en el municipio y las proyecciones de población.

La fórmula a utilizar para realizar las proyecciones es la fórmula del método geométrico.<sup>6</sup>  $Pf = Po \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n$

Donde Pf = Población futura (hab)

Po = Población inicial de referencia (hab)

n = Periodo de diseño, a partir del año dato para la población inicial (años)

i = Índice de crecimiento poblacional anual para el municipio (%)

Proyecciones de población San Cayetano Istepeque (método geométrico )					
Población inicial		Población futura			
Año	2011	2016	2021	2026	2031
Lugar	Periodo de diseño				
		5	10	15	20
	Indice de crecimiento			2.19%	
Barrio San Cayetano	1896	2113	2355	2625	2925
Barrio Istepeque	1050	1171	1304	1454	1620
Colonia La Entrevista	562	627	698	778	867
Cantón San José Cerro Grande	585	652	727	810	903
Cantón Candelaria Arriba	669	746	831	926	1032
Candelaria Abajo	788	879	979	1091	1216
Vuelta el Globo	501	559	623	694	773
El Desvío	564	629	701	781	870

Tabla 3.7.1. Proyecciones de crecimiento para la población del municipio de San Cayetano Istepeque.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

### 3.8 Estudio Hidrológico

Como se verá en el capítulo 5, es necesario realizar un estudio hidrológico para determinar el nivel de aguas máximas del río Istepeque en el punto de interés que corresponde al lugar en el que el río atraviesa la bóveda que está entre el Barrio San Cayetano y el Barrio Istepeque para el paso aéreo del alcantarillado sanitario. El desarrollo de dicho estudio hidrológico se determina a continuación.

#### 3.8.1 Ubicación de la cuenca

La cuenca del Río Istepeque se encuentra al suroeste del municipio de San Cayetano Istepeque casi en su totalidad, teniendo solo una pequeña porción dentro del municipio de Tepetitán, en la figura 3.8.1 se muestra su ubicación geográfica.

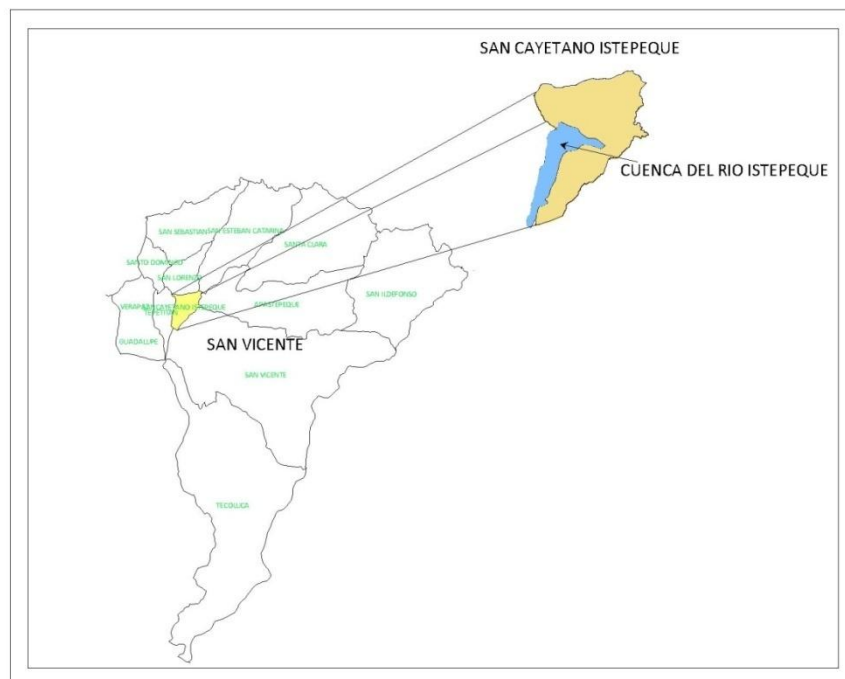


Figura 3.8.1. Ubicación geográfica de Cuenca del Río Istepeque.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

### 3.8.2 Características físicas de la Cuenca del Río Istepeque

Con la ayuda de un programa de diseño asistido por computado (CAD) se han determinado las características físicas de la Cuenca del Río Istepeque las cuales se muestran a continuación.

#### 3.8.2.1 Área y perímetro de la cuenca

En la figura 3.8.2 se muestra el trazo del parte aguas de la cuenca sobre el cuadrante topográfico de San Vicente con escala 1:2500. El área obtenida es de 2.54023 km<sup>2</sup> y el perímetro 10.92 km.

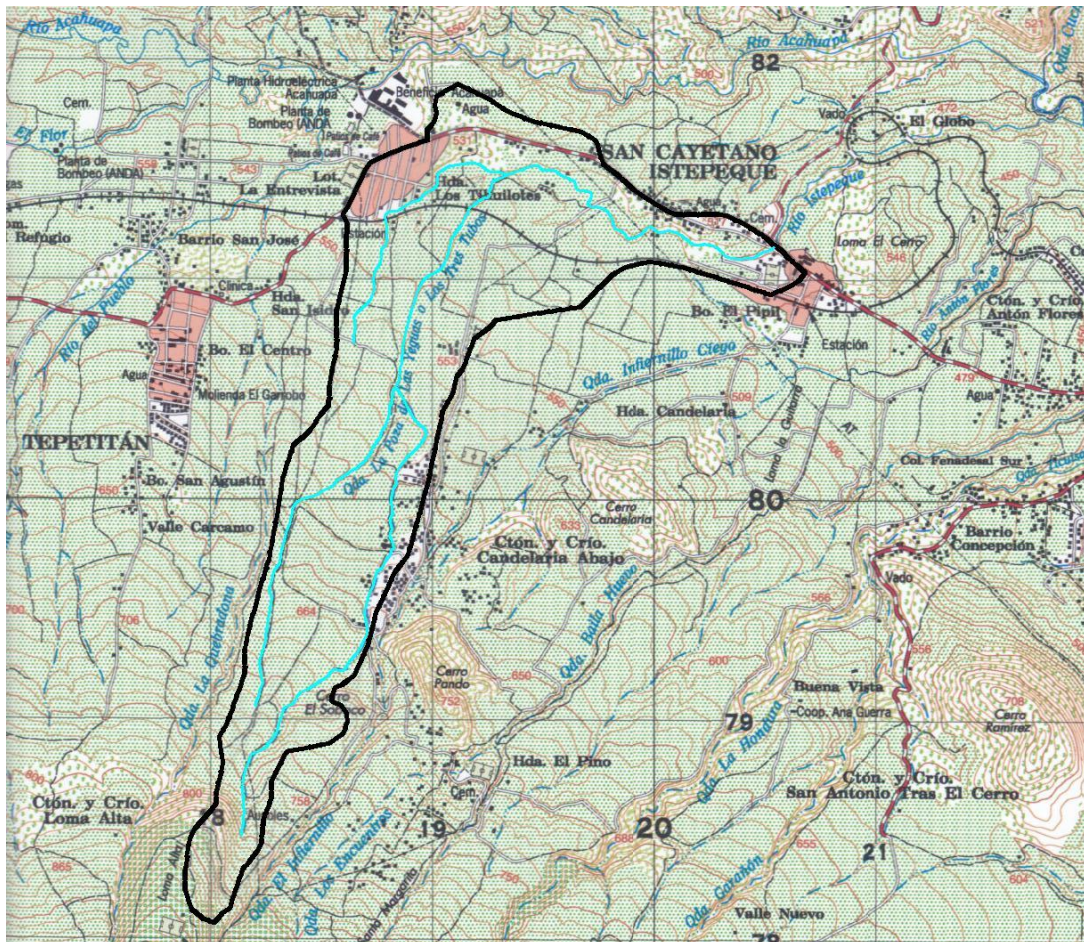


Figura 3.8.2. Trazo del parte aguas y cauces de la Cuenca del Río Istepeque.

Fuente: CNR, 2001.

### 3.8.2.2 Longitud del cauce más largo

La longitud del cauce más largo es de 5.074 km

### 3.8.2.3 Elevación media

Para la obtención de la elevación media de la cuenca del Río Istepeque se ha utilizado el método de la curva hipsométrica tomando una diferencia de nivel entre curvas de 50m debido al reducido tamaño de la cuenca.

Los resultados del análisis se muestran en la tabla 3.8.1

Elevación (m.s.n.m)	Elevación promedio	Área entre curvas (m <sup>2</sup> )	Áreas (%)	Áreas Acumuladas (%)
935				0
	917.5	19269.98	0.76	0.76
900				
	875	48335.67	1.90	2.66
850				
	825	39831.10	1.57	4.23
800				
	775	61508.71	2.42	6.65
750				
	725	156502.23	6.16	12.81
700				
	675	257054.74	10.12	22.93
650				
	625	334076.88	13.15	36.08
600				
	575	495915.98	19.52	55.60
550				
	525	1128144.20	44.40	100.00
500				
	Σ	2540228.24		

Tabla 3.8.1. Áreas y porcentajes de áreas entre curvas de nivel a cada 10 metros para la aplicación del método de la curva hipsométrica.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

Dibujando los resultados de la tabla anterior en un grafico en el que el porcentaje de áreas acumuladas esta en el eje de las abscisas y las elevaciones promedio en el eje de las ordenadas, se obtiene la curva hipsométrica de la cuenca en estudio. La elevación media es el valor correspondiente al 50% de las áreas acumuladas en la curva hipsométrica como se muestra en la figura 3.8.3. Teniendo como resultado que la elevación media de la cuenca es 585 m.s.n.m.

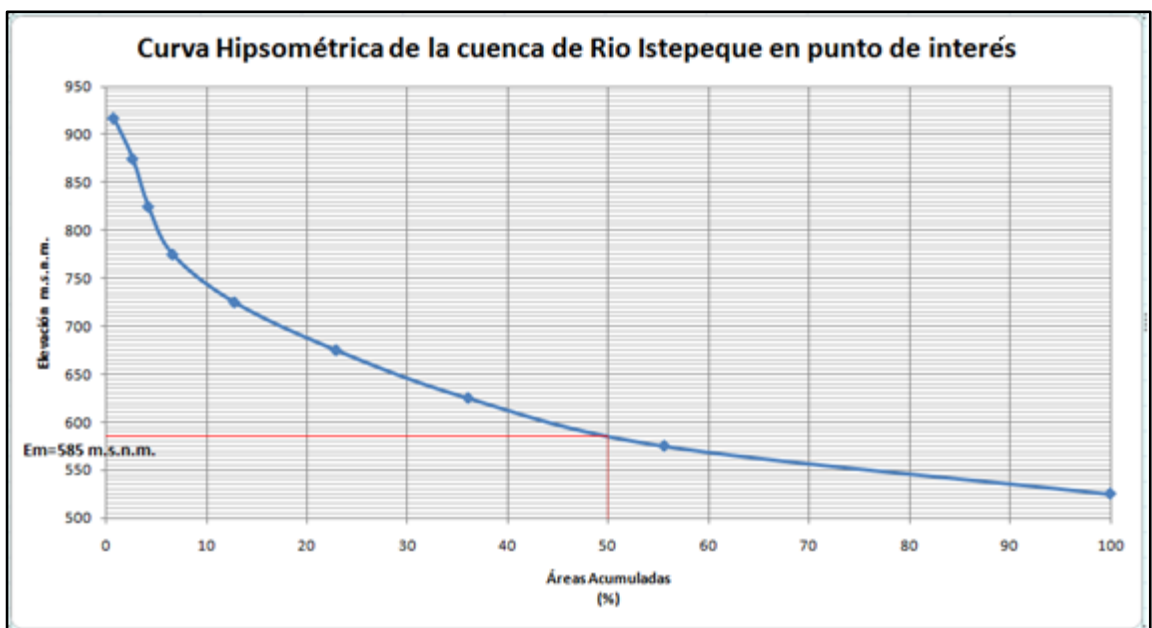


Figura 3.8.3. Curva Hipsométrica de la cuenca del río Istepeque en punto de interés.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

### 3.8.2.4 Pendiente media

El cálculo de la pendiente media de la cuenca se realizara con el criterio de Alvord en donde la pendiente media queda determinada por la siguiente ecuación:

$$S = \frac{DL_L}{A_C}$$

Donde:



$S$ : Pendiente media de la cuenca m/m

$D$ : Distancia entre curvas (equidistancia) en km

$L_L$ : Longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca en km

$A_C$ : Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

La determinación de la longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca con una equidistancia de 20 metros se realizó con una hoja de cálculo mostrada en la tabla 3.8.1.

Cota	Longitud (m)	Longitud (km)
510	1586.152	1.586
530	2552.136	2.552
550	1182.082	1.182
570	1030.108	1.030
590	1041.022	1.041
610	920.557	0.921
630	762.320	0.762
650	680.761	0.681
670	758.415	0.758
690	633.677	0.634
710	721.321	0.721
730	805.101	0.805
750	420.488	0.420
770	337.392	0.337
790	325.208	0.325
810	324.211	0.324
830	349.789	0.350
850	421.153	0.421
870	425.079	0.425
890	379.461	0.379
910	254.957	0.255
930	94.421	0.094
Longitud total (km)		16.006
Area de la cuenca (km <sup>2</sup> )		2.54
Diferencia de nivel entre curvas (km)		0.02
<b>Pendiente media de la cuenca (%)</b>		<b>12.60</b>

Tabla 3.8.2. Longitudes de curvas de nivel dentro de la cuenca.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

Ahora la pendiente media se calcula sustituyendo los datos:

$$S = \frac{(0.02) * 16.006}{2.54}$$

$$S = 0.126 \rightarrow S = 12.6\%$$

### **3.8.3 Caudal de diseño**

El caudal de diseño se determinara mediante el uso de la formula racional.

$$Q = 16.67 * C * I * Ac$$

Donde:

$Q$ : Caudal en m<sup>3</sup>/s

$C$ : Coeficiente de escorrentía

$I$ : Intensidad de lluvia en mm/min

$Ac$ : Área de la cuenca km<sup>2</sup>

#### **3.8.3.1 Coeficiente de escorrentía**

Se utilizara un coeficiente de escorrentía ponderado ( $C_p$ ) para el cálculo del caudal de diseño así como se hizo en el capitulo anterior para el diseño del alcantarillado pluvial. En este caso se utilizaran los coeficientes de escorrentía mostrados en la tabla 3.8.3.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE				
		FUERTE	ALTA 50%	MEDIA 20%	SUAVE 5%	DESPRECIABLE
SIN VEGETACION	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMI-PERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMEABLE	0.60	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMI-PERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
HIERBA GRAMA CORTA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMI-PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.12	0.10
VEGETACION DENSA Y BOSQUES	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMI-PERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.20
	PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.00

Tabla 3.8.3. Coeficientes de escorrentía con base al tipo de suelo, pendiente del terreno y cobertura vegetal.

Fuente: Curso sobre Hidrología Aplicada a proyectos de carreteras, ASIA, 1982.

La información sobre el uso de suelo y geología<sup>7</sup> de la cuenca se muestra en las figuras 3.8.4 y 3.8.5 respectivamente. Se encuentran en la cuenca piroclásticas ácidas con una permeabilidad media-alta<sup>8</sup>.

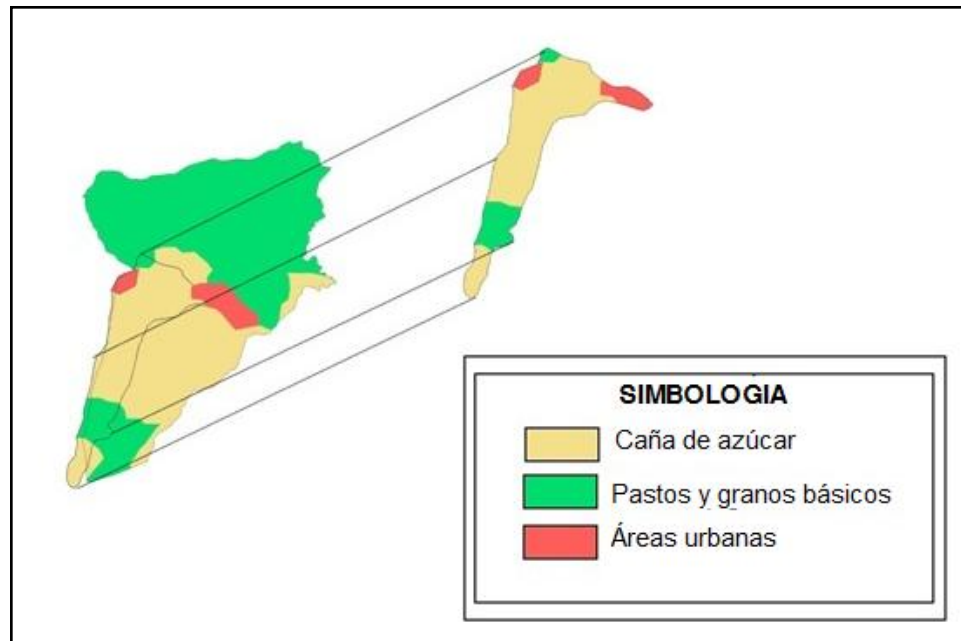


Figura 3.8.4. Uso de suelos en la cuenca del Río Istepeque.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación en base a datos de SIG.

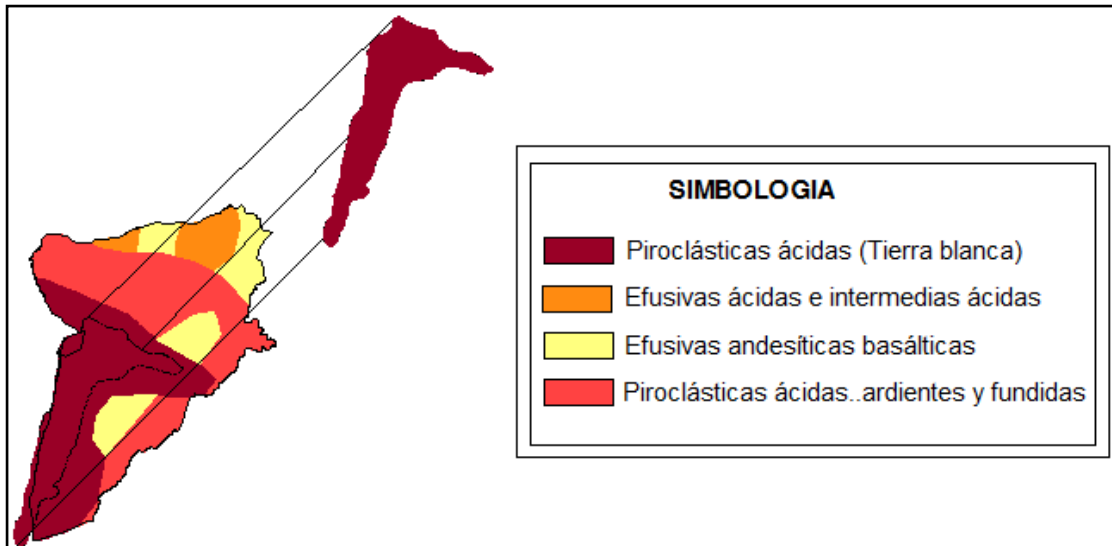


Figura 3.8.5. Geología de la cuenca del Rio Istepeque.  
 Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación en base a datos de SIG.

ZONA	AREA(km <sup>2</sup> )	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	C	AREA*C
Caña de azúcar(1)	0.1938	Alta	SEMI-PERMEABLE	0.55	0.1066
Caña de azúcar(2)	1.6915	Suave	SEMI-PERMEABLE	0.45	0.7612
Pastos y granos basicos(1)	0.3360	Media	SEMI-PERMEABLE	0.50	0.1680
Pastos y granos basicos(2)	0.0479	Suave	SEMI-PERMEABLE	0.45	0.0216
Área urbana(1)	0.1000	Media	SEMI-PERMEABLE	0.60	0.0600
Área urbana(2)	0.1713	Media	SEMI-PERMEABLE	0.60	0.1028
<b>Σ</b>	<b>2.5404</b>				<b>1.2200</b>

Tabla 3.8.3. Cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado.  
 Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

El coeficiente de escorrentía se calcula como:

$$Cp = \frac{\sum AREA * C}{\sum AREAS}$$

$$Cp = \frac{1.22}{2.5404}$$

$$Cp = 0.48$$

### **3.8.3.2 Intensidad de lluvia**

Se utilizaran las curvas IDF de la estación Apastepeque proporcionadas por el SNET por ser la más cercana como se explicaba en el capítulo anterior. Ya que la sección a analizar es el de una bóveda de dimensiones considerables, el periodo de retorno a utilizar será de 25 años como lo estipula el VMVDU.

### **Tiempo de concentración**

Para la determinación del tiempo de concentración se utilizará la formula de Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A_c} + 1.5L_c}{0.8\sqrt{E_m}}$$

Donde:

T<sub>c</sub>: Tiempo de concentración en horas

A<sub>c</sub>: Área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

L<sub>c</sub>: Longitud del cauce principal en Km.

E<sub>m</sub>: Elevación media de la cuenca en m.

Sustituyendo los datos se obtiene:

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{2.54023} + 1.5 * 5.074}{0.8\sqrt{585}}$$

$$T_c = 0.723 \text{ horas}$$

$$T_c = 43.4 \text{ min}$$

La intensidad de la tormenta se deberá calcular para una duración igual al tiempo de concentración y para el período de retorno T que se desea calcular el caudal. De esta manera la duración de la tormenta de diseño será:

$$\text{Duracion de tormenta} = 43.4 \text{ min}$$

Introduciéndonos en las grafico mostrado en la figura 3.8.6 con una duración de tormenta de 43.4 min y trazando una línea vertical hasta interceptar la curva IDF con un periodo de retorno de 25 años, se puede ver que el valor correspondiente de intensidad de lluvia es 1.7 mm/min.

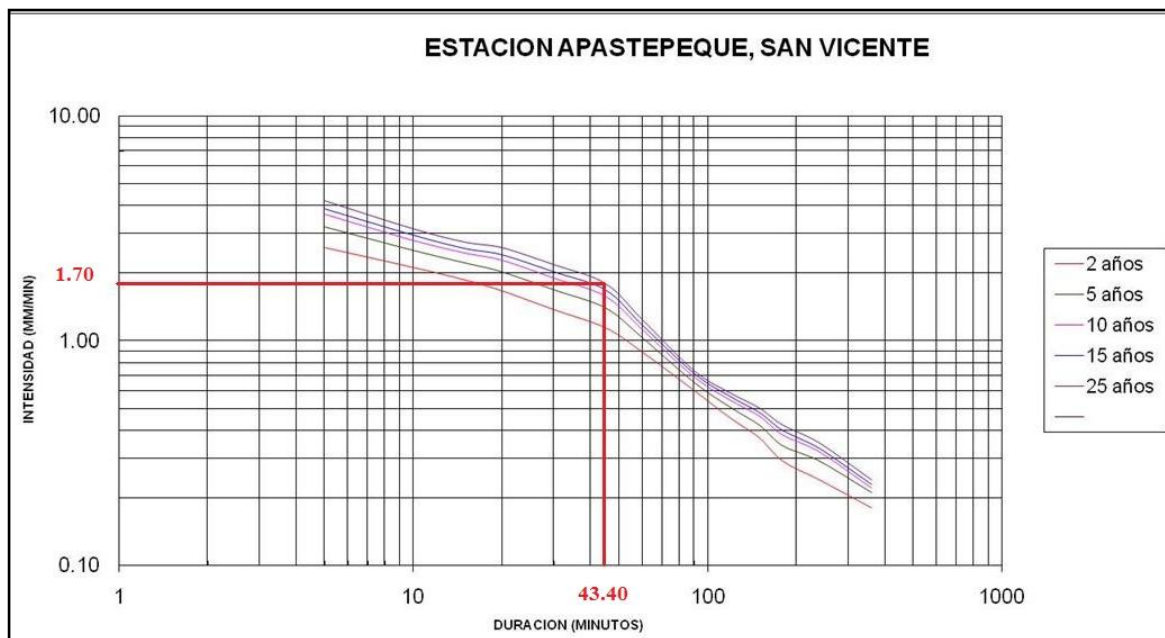


Figura 3.8.6. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia estación Apastepeque.  
Fuente: SNET, 2011.

Con las tres variables ya definidas se obtiene el caudal de máxima avenida:

$$Q = 16.67 * 0.48 * 1.7 * 2.54$$

$$Q = 34.55 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.8.4 Tirante máximo en bóveda

Se realizaron mediciones en campo para determinar las dimensiones de la sección transversal de la bóveda en el Río Istepeque y su pendiente, estas se muestran en la figura 3.8.7.

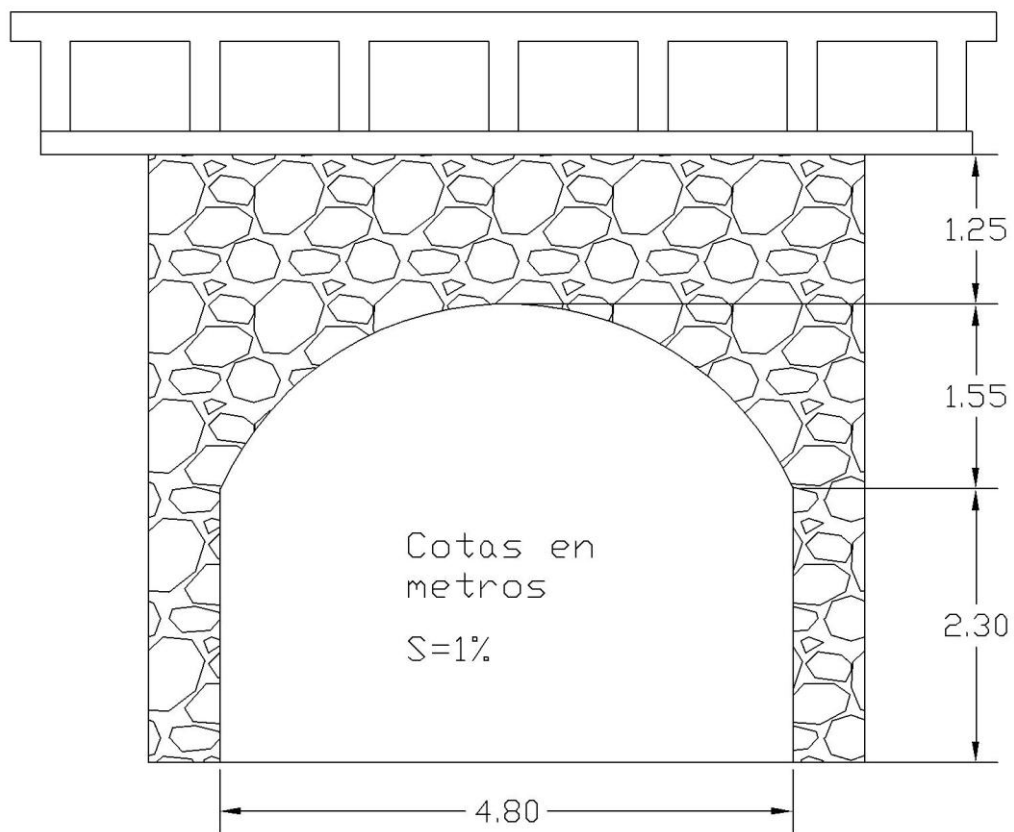


Figura 3.8.7. Sección transversal de bóveda en Río Istepeque.  
Fuente: Elaborado por equipo de trabajo de Graduación.

Para la determinación del tirante máximo en la bóveda se realizará una primera prueba en la que se supondrá que la sección transversal es rectangular, para esto se utilizará la fórmula de Chezy-Manning. Se tomará un  $n=0.035$  según la tabla 3.8.3.



Cunetas y canales sin revestir	Coefficiente de Manning
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030-0,035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035-0,045

Tabla 3.8.4. Coeficientes de rugosidad "n" para cunetas y canales sin revestir.  
Fuente: Hydraulics of steady flow in open channels, S.M. Woodward y C.J Posey, 1941

Para una sección rectangular se tiene:

$$A_h = b * h$$

$$P_m = b + 2h$$

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

$$34.55 = \frac{\left(\frac{4.8 * h}{4.8 + 2h}\right)^{\frac{2}{3}} * (0.01)^{\frac{1}{2}} * (4.8 * h)}{0.035}$$

Resolviendo par h (tirante hidráulico):

$$h = 2.27 \text{ m}$$

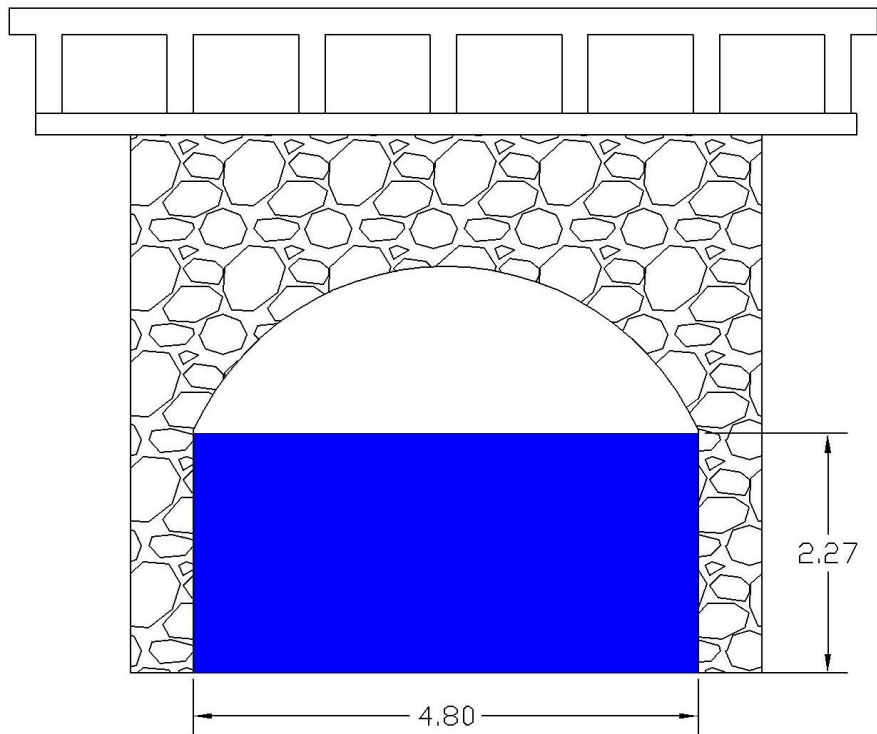


Figura 3.8.8 Tirante crítico en bóveda si se considera sección rectangular.  
Fuente: Elaborado por equipo de trabajo de Graduación.

En vista de que el tirante obtenido al considerar una sección rectangular es menor que la altura de la zona rectangular de la bóveda no será necesaria hacer el cálculo del tirante con la sección real de la misma. Además se considera que se cuenta al menos con 1.55 m libres, pero, por razones de seguridad solo se utilizarán 50 cm como máximo en caso de ser necesarios para la disposición de la obra de paso del alcantarillado sanitario.

## Referencias bibliográficas

- <sup>1</sup> Página web de la alcaldía municipal de San Cayetano Istepeque  
<http://www.sancayetanosinsecretos.com>.
- <sup>2</sup> Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).
- <sup>3</sup> Plan de Mitigación y Uso de Tierras en San Cayetano Istepeque; Comité de Emergencia Municipal (COEM), Comisión de Mitigación (CM). 2004.
- <sup>4</sup> Unidad de Salud del municipio de San Cayetano Istepeque.
- <sup>5</sup> Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC).
- <sup>6</sup> Página web: <http://www.ingenieroambiental.com>.
- <sup>7</sup> Obtenido de Sistema de Información Geográfica del departamento de San Vicente proporcionado por la cátedra de topografía.
- <sup>8</sup> Diagnóstico municipal Mercedes Umaña, Iniciativa Social para la Democracia (ISD), SalvaNATURA, 2001.

## **CAPITULO 4**

# **PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

## 4.1 Normativa para el diseño del alcantarillado pluvial

EL alcantarillado pluvial se diseñó en base al Reglamento a la Ley de Urbanismo y Construcción en lo relativo a parcelaciones y urbanizaciones habitacionales del Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU). Todos los lineamientos dentro de la norma son importantes pero se muestra solo lo relativo a alcantarillado pluvial contenido en los artículos 91, 92 y 93. Algunos de los apartados de estos artículos se detallan a continuación:

Art.91:

- El escurrimiento superficial máximo permisible en cordones y cunetas o canaletas será de cien metros. En toda vía de circulación menor, las tuberías de aguas lluvias se instalaran al centro de las mismas.
- La distancia permisible entre la parte superior de las tuberías de aguas lluvias y la rasante de las vías será de 1.50 m, con la finalidad de evitar interferencias con las tuberías de otros sistemas; pero en caso de no existir dichas interferencias, la distancia en mención podrá reducirse como máximo a 1.00 m.
- Si el cambio de dirección de tuberías es de 45 grados o más con respecto a su eje, el pozo de visita deberá contar con una caída de 0.30 m, como mínimo.
- La entrega de aguas pluviales a un colector (quebrada o no), deberá tomar en cuenta el nivel máximo probable de las avenidas de este último, a fin de no obstaculizar la incorporación de las aguas.
- La pendiente mínima en tuberías de aguas lluvias será del 0.5% y la máxima será la que le corresponda a cada tubería según la tabla siguiente:

Diámetro de Tuberías (pulg)	Pendiente Máxima Permisible (%)
12	6.5
15	5.8
18	5.0
24	3.0
30	2.5
36	2.0
42	2.0
48	2.0
60	1.5
72	1.0

Tabla 4.1.1. Pendiente máxima para diferentes diámetros de alcantarilla.  
Fuente: VMVDU, 2006.

- Por razones de tipo hidráulico, en ningún caso se permitirá pasar de una pendiente mayor a otra menor con el mismo diámetro, en todo caso, deberá utilizar el diámetro inmediato superior. Asimismo, en ningún caso se permitirá pasar de un diámetro de tubería mayor a otro menor.

Art.92:

- Los pozos de visita para aguas lluvias podrán ser de ladrillo de barro repellados o de piedra, cuando su altura no exceda de 6.0 metros. Cuando su altura sea mayor o en el caso de tener caídas iguales o mayores de 3.0 metros éstos deberán ser reforzados adecuadamente, debiendo presentar en los planos respectivos, los detalles y cálculos estructurales.
- La distancia máxima entre pozos de visita será de cien metros, con una variación permisible del 15% en casos especiales.

Art. 93:

- En todas la Vías de Circulación Menor los tragantes serán de ladrillo de barro. Las parrillas de éstos serán de hierro fundido en las vías de circulación vehicular, pudiendo hacerse de concreto armado o de estructura metálica en los Accesos Peatonales. La distancia máxima entre tragantes será de cien metros.

#### **4.2 Zonificación del alcantarillado pluvial**

Dentro de la propuesta de diseño del alcantarillado pluvial se contemplan tres sistemas independientes con diferentes sitios de descarga, dos de los cuales se encuentran en la colonia La Entrevista y uno en el barrio San Cayetano. Debido a que el barrio Istepeque se encuentra en su mayor parte dispuesto a la orilla de la carretera que conduce de San Vicente a Tepetitán y que además se encuentra muy cerca del Río Istepeque, el drenaje superficial existente que consiste en cordón cunetas es adecuado y no presenta problemas hidráulicos.

El primer sistema de alcantarillado pluvial de la colonia La Entrevista toma las aguas lluvias de las áreas tributarias correspondientes de los pasajes del 1 al 4 y el de las avenidas 2 a la 6 al sur de la calle principal de dicha colonia, estas son conducidas por un colector en la calle principal desde el poniente hacia el oriente para descargar en una quebrada de invierno que se encuentra en la zona verde de esta colonia (ver planos topográficos). El segundo sistema recolecta las aguas de las áreas tributarias de las avenidas 3 a la 6 al norte de la calle principal, estas son conducidas por un colector sobre la calle asfaltada que del municipio de Tepetitán conduce a la ciudad de

San Vicente, incorporándose a la calle del Beneficio del Café para descargar finalmente en el Río Acahuapa (ver plano topográfico, hoja 1/17).

El sistema de alcantarillado pluvial propuesto en el barrio San Cayetano inicia frente al parque del mismo, luego, por medio de colectores en la 1ª y 2ª avenida sur, se recolectaran las aguas lluvias hasta el pasaje El Pipil para luego realizar la descarga en una quebrada sin nombre que se encuentra a unos 150 metros al este de la 2ª avenida sur.

### **4.3 Caudal de diseño**

Para la determinación del caudal de diseño para cada colector se utiliza el método racional. Para su uso es necesario la determinación previa de las variables que incluye la formula racional las cuales son el coeficiente de escorrentía, la intensidad de lluvia y las áreas tributarias para cada colector.

Formula racional a utilizar:

$$Q = \frac{CIA}{60}$$

Donde:

*Q*: Caudal en l/s

*C*: Coeficiente de escorrentía (adimensional)

*I*: Intensidad de lluvia en mm/min

*A*: Área tributaria para cada tramo en m<sup>2</sup>



#### 4.3.1 Coeficiente de escorrentía ponderado ( $C_p$ )

Para el presente análisis se utilizará el coeficiente de escorrentía ponderado en lugar de utilizar diferentes valores de C para cada tipo de cobertura superficial. Debido a la diferencia que existe en densidad de construcción entre la colonia La Entrevista y el barrio San Cayetano se determinaran por separado para cada uno de ellos un valor de  $C_p$  con la ecuación que se explico en el capítulo 2. Además para la colonia La Entrevista se tomara para cada lote un 40% de área de tejado y 60% de área jardín por considerarse que en el futuro el área de techos y pavimento incremente rápidamente en esta zona.

Para la determinación de las áreas de techos y demás áreas se utilizó el programa gratuito Google Earth y los coeficientes de escorrentía empleados son los valores medios presentados en la tabla 4.3.1.

Tipo de terreno	Coeficiente
Tejados	0.70-0.85
Superficies asfaltadas	0.85-0.90
Superficies pavimentadas adoquinadas	0.75-0.85
Brechas	0.25-0.60
Terrenos deshabitados	0.10-0.30
Parques, jardines, campiñas	0.20-0.50

Tabla 4.3.1. Valores del coeficiente de escorrentía en función de la zona a drenar.

Fuente: Manual de Hidráulica, Azevedo J.M & Acosta G., Harper & Row Latinoamericana, México, 1981.

En las tablas 4.3.2 y 4.3.3 se muestran los valores resultantes de  $C_p$  para el barrio San Cayetano y colonia La Entrevista respectivamente.

Tipo de terreno	Coficiente de escorrentía (C)	A(m <sup>2</sup> )	C*A
Tejados	0.825	23789.00	19625.93
Superficies asfaltadas	0.875	2009.00	1757.88
Superficies pavimentadas adoquinadas	0.800	9256.00	7404.80
Brechas	0.425	250.00	106.25
Terrenos deshabitados	0.200	7439.00	1487.80
Parques, jardines, campiñas	0.350	29757.00	10414.95
	<b>TOTAL</b>	<b>72500.0</b>	<b>40797.60</b>
<b>Cp</b>	<b>0.56</b>		

Tabla 4.3.2. Determinación del valor de Cp para el barrio San Cayetano.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

Tipo de terreno	Coficiente de escorrentía (C)	A(m <sup>2</sup> )	C*A
Tejados	0.825	34186.00	28203.45
Superficies asfaltadas	0.875	3737.00	3269.88
Superficies pavimentadas adoquinadas	0.800	7415.50	5932.40
Brechas	0.425	4874.50	2071.66
Terrenos deshabitados	0.200	6058.00	1211.60
Parques, jardines, campiñas	0.350	51201.00	17920.35
	<b>TOTAL</b>	<b>107472.00</b>	<b>58609.34</b>
<b>Cp</b>	<b>0.55</b>		

Tabla 4.3.3. Determinación del valor de Cp para la colonia La Entrevista.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

#### 4.3.2 Intensidad de lluvia (I)

Para la determinación de la intensidad de diseño se utilizaran los registros de la estación pluviométrica de Apastepeque por ser la más cercana a la zona en estudio (7.5 km de distancia). Los registros de esta estación datan de 1972 hasta 1980 ya que fue suspendida en 1981. Las curvas IDF para diferentes periodos de retorno fueron proporcionadas por el SNET y se muestran en la figura 4.3.1.

El tiempo de concentración para cada área tributaria puede calcularse con la siguiente formula (Kirpich):

$$tc = 0.0078L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Donde:

$t_c$ : Tiempo de concentración en min.

$L$ : Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida en pies.

$S$ : Pendiente promedio

Realizando algunas pruebas en diferentes zonas se obtuvieron los siguientes tiempos de concentración:

Para tramo P11-P10

$$L = 62m$$

$$H = 0.1$$

$$S = 0.16\%$$

$$t_c = 0.0078(62 * 3.28)^{0.77} * (0.0016)^{-0.385}$$

$$t_c = 5.57 \text{ min}$$

Para tramo P7-P6

$$L = 107m$$

$$H = 0.39$$

$$S = 0.36\%$$

$$t_c = 0.0078(107 * 3.28)^{0.77} * (0.0036)^{-0.385}$$

$$tc = 6.20 \text{ min}$$

Para tramo P17-P25

$$L = 95m$$

$$H = 4.16$$

$$S = 4.3\%$$

$$tc = 0.0078(95 * 3.28)^{0.77} * (0.043)^{-0.385}$$

$$tc = 2.18 \text{ min}$$

El tramo P17-P25 en la colonia La Entrevista es uno de los que posee mayor pendiente, por lo que el tiempo de concentración es pequeño, pero la mayoría de las pendientes de los tramos restantes son similares a las de los dos primeros analizados anteriormente. Siendo conservadores se tomará un tiempo de concentración de 5 minutos para todas las áreas a drenar.

Utilizando un periodo de retorno de 5 años como lo establece el artículo 91 del Reglamento a la Ley de Urbanismo y Construcción para diámetros menores de 72 pulgadas y un tiempo de concentración de 5 minutos, se lee de la figura 4.3.1 una intensidad de lluvia de 3.1 mm/min.

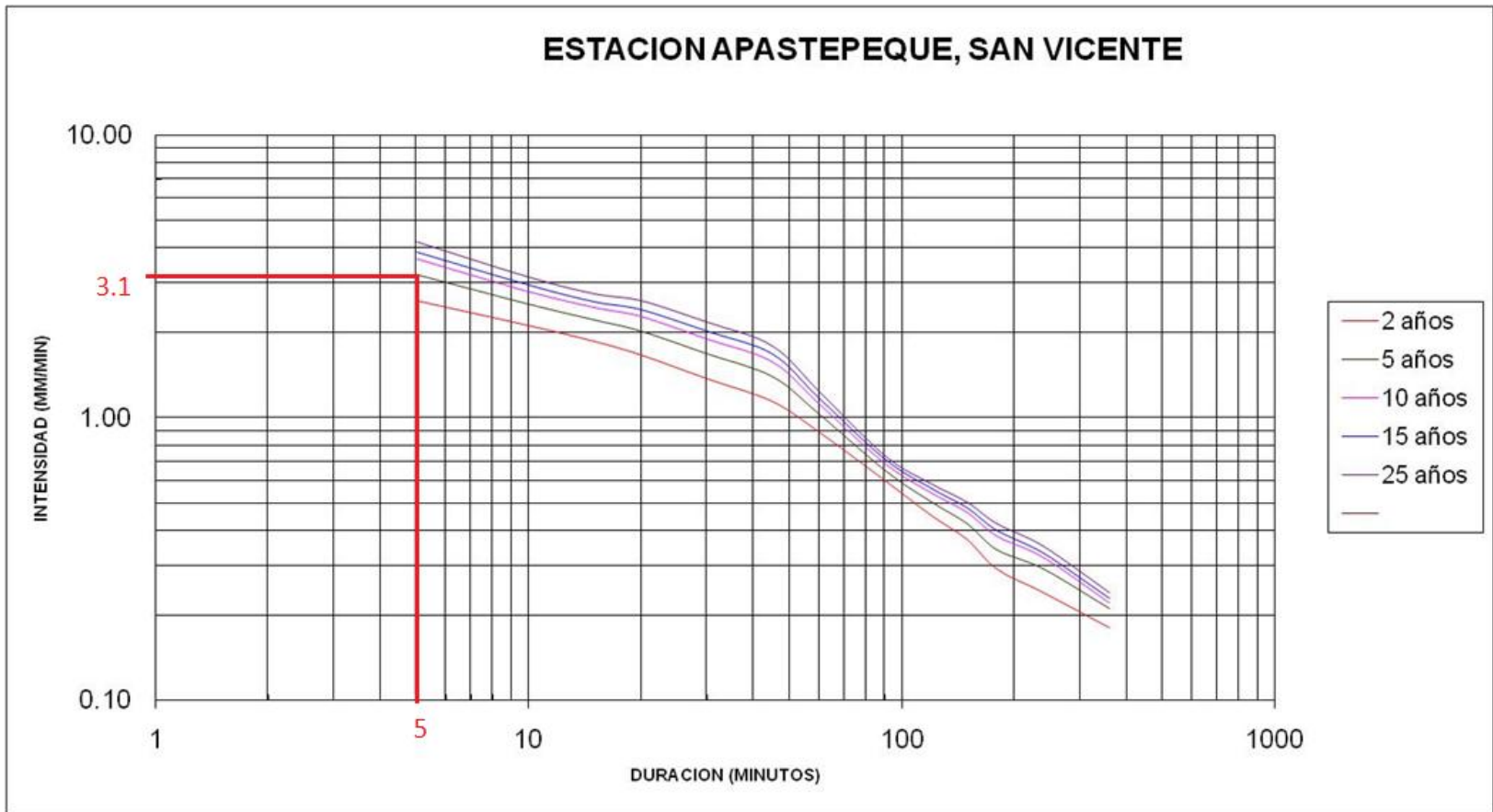


Figura 4.3.1. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia IDF.  
Fuente: SNET, 2011.



Fuente: CIAGRO - SNET (2004)

▲ Estación Meteorológica

Figura 4.3.2. Ubicación geográfica de la estación pluviométrica Apastepeque.  
Fuente: SNET, 2011.

### **4.3.3 Áreas tributarias (A)**

La determinación de las áreas tributarias para cada tramo de colector se realizó con la ayuda de un programa CAD en base a los planos del lugar y según la dirección del flujo como lo indiquen los perfiles de las calles y avenidas. Estas áreas se muestran en la hoja de cálculo 4.4.1 y 4.4.2.

## **4.4 Diseño de la red de alcantarillado pluvial con base a normativas**

El diseño del alcantarillado pluvial inicia con la disposición en planta de pozos y tragantes en calles y avenidas siguiendo los lineamientos del Reglamento del VMVDU, determinando en planta las distancias de cada tramo y la dirección del flujo según lo indiquen las curvas de nivel. Luego se elaboran los perfiles de calles y avenidas para determinar las pendientes del terreno, la profundidad de los pozos de visita y la pendiente necesaria de cada tramo de alcantarilla para lograr una adecuada funcionalidad del sistema de alcantarillado. La disposición en planta y en perfil de los sistemas de alcantarillado pluvial propuestos se presentan en los planos hidráulicos.

Con los caudales acumulados obtenidos para cada colector aplicando la fórmula racional, el diseño del alcantarillado pluvial consiste básicamente en determinar el diámetro necesario de alcantarilla para poder desaguar dicho caudal.

En la escogencia del diámetro de las tuberías de alcantarillado pluvial, se calcula el mínimo diámetro requerido y se selecciona el siguiente diámetro comercial disponible.<sup>1</sup>

Se ha elaborado una hoja de cálculo para el diseño del alcantarillado pluvial en el que se resumen los pasos anteriores. Los resultados se muestran en las tablas 4.4.1 y 4.4.2.

El contenido de la hoja de cálculo se explica a continuación:

Columna 1 (TRAMO): Indica el tramo entre pozos consecutivos.

Columna 2 (LONGITUD): Es la distancia horizontal que hay entre dos pozos medida en metros.

Columna 3 (AREA DE INFLUENCIA): Es el área de captación que le corresponde al tramo en estudio medida en metros cuadrados.

Columna 4 (COEFICIENTE DE ESCORRENTIA): Es el coeficiente de escorrentía ponderado calculado en la sección 4.3.1 y que es igual para todos los tramos.

Columna 5 (INTENSIDAD DE LLUVIA): Es el valor de la intensidad de lluvia en mm/min calculado en la sección 4.3.2 y que es igual para todos los tramos.

Columna 6 (CAUDAL PARCIAL): Es caudal en litros por segundos, se obtiene del producto de las columnas 3,4 y 5 dividido por 60.

Columna 7 (CAUDAL ACUMULADO): Es el caudal en litros por segundos que se obtiene de sumar el caudal parcial del tramo en estudio y el caudal de aporte antes de dicho tramo.

Columna 8 (PENDIENTE): Es el valor de la pendiente de diseño del tramo de alcantarilla en porcentaje obtenido del análisis de los perfiles topográficos.



Columna 9 (DIAMETRO TEORICO): Es el diámetro en pulgadas necesario para que se produzcan condiciones de flujo a tubo lleno con el caudal acumulado y la pendiente de diseño utilizando la formula de Manning.

Columna 10 (DIAMETRO COMERCIAL): Es el diámetro comercial inmediatamente superior al diámetro teórico.

#### **4.4.1 Ejemplo de diseño de un colector.**

Ya que el procedimiento de diseño de cada colector es repetitivo solo se presentara como ejemplo el diseño del colector entre los pozos 7 y 8 del sistema de alcantarillado pluvial en el barrio San Cayetano. Los resultados del diseño de los tres sistemas de alcantarillado pluvial se muestran en las tablas 4.4.1, 4.4.2 y 4.4.3.

Tramo P7-P8

Datos de diseño:

$$A_{\text{tributaria}} = 2577.81 \text{ m}^2$$

$$C_p = 0.56$$

$$I = 3.1 \text{ mm/min}$$

$$Q_{P6-P7} = 395.37 \text{ l/s}$$

$$S = 1.04 \%$$

$$n = 0.011 \text{ (Material PVC)}$$

El caudal superficial aportado a este tramo se calcula utilizando la formula racional obteniendo:

$$Q = \frac{CIA}{60}$$

$$Q = \frac{0.563 * 3.1 * 2577.81}{60}$$

$$Q = 74.98 \text{ l/s}$$

El caudal acumulado para el tramo P7-P8 es la suma del caudal del tramo anterior y el caudal superficial que aporta al tramo en estudio:

$$Q_{P7-P8} = 395.37 + 74.98$$

$$Q_{P7-P8} = 470.36 \text{ l/s}$$

Ahora con la pendiente propuesta, el coeficiente de Manning y el caudal del tramo P7-P8 se determina el mínimo diámetro requerido en condiciones de flujo a tubo lleno con la formula de Manning despejada para el diámetro<sup>2</sup>, con el caudal en metros cúbicos por segundo y el diámetro en metros.

$$\emptyset = \left( \frac{3.21 * Q * n}{\sqrt{S}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$\emptyset = \left( \frac{3.21 * 0.47036 * 0.011}{\sqrt{0.0104}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$\emptyset = 0.5063 \text{ m} * \frac{1 \text{ pulg}}{0.0254 \text{ m}}$$

$$\emptyset = 19.93 \text{ pulg}$$

Tomando el diámetro comercial inmediatamente superior al requerido se tiene que para el tramo P7-P8 del sistema de alcantarillado pluvial del barrio San Cayetano el diámetro de diseño será  $\emptyset = 24"$ .

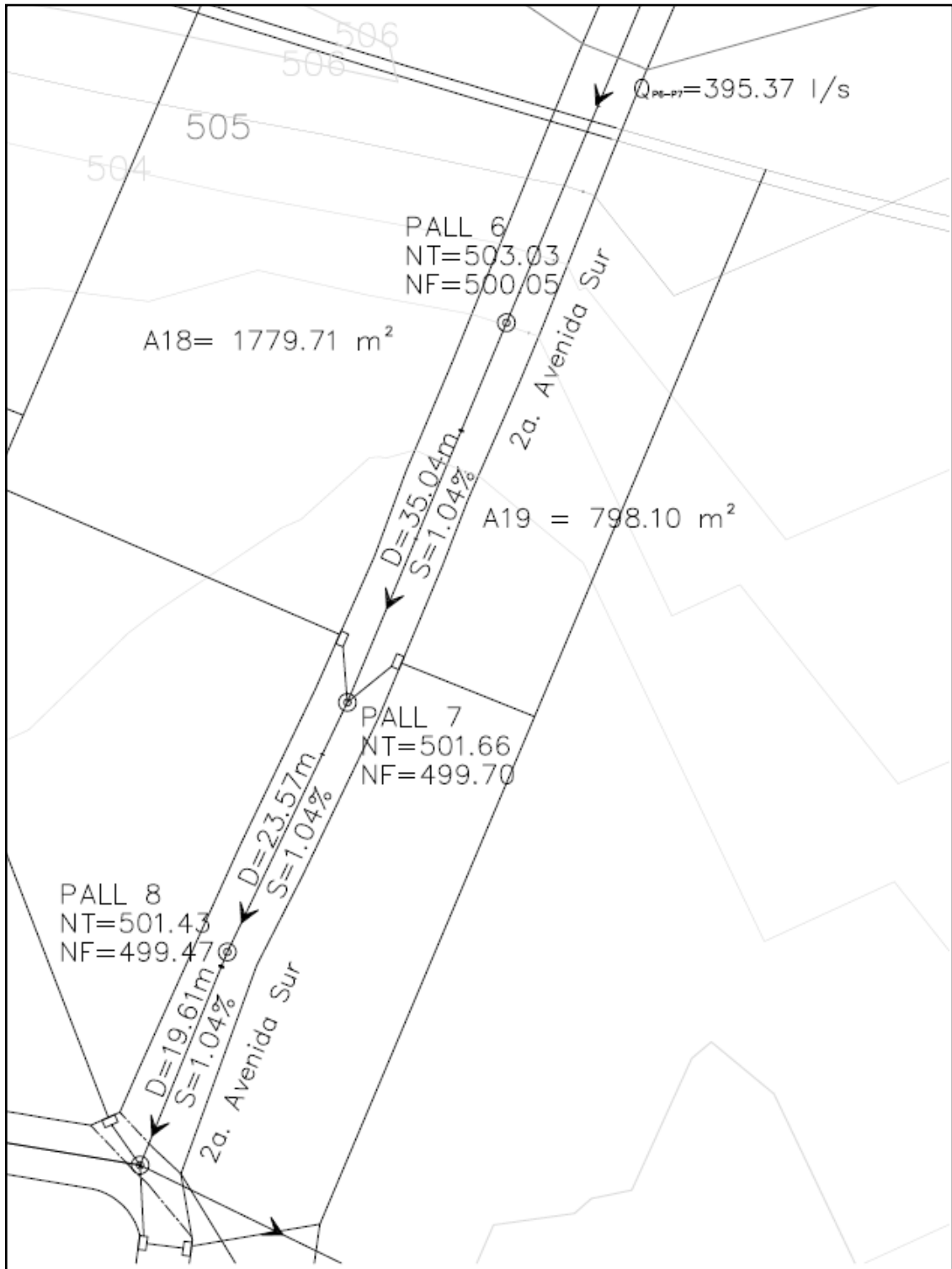


Figura 4.4.1. Tramo analizado para ejemplo de cálculo de diámetro de alcantarilla en barrio San Cayetano.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

<b>COLONIA LA ENTREVISTA SISTEMA 1</b>										
<b>(1)</b> <b>TRAMO</b>	<b>(2)</b> <b>LONGITUD</b> <b>(m)</b>	<b>(3)</b> <b>AREA DE</b> <b>INFLUENCIA</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(1)</b> <b>COEFICIENTE</b> <b>DE</b> <b>ESCORRENTIA</b>	<b>(1)</b> <b>INTENSIDAD DE</b> <b>LLUVIA "I"</b> <b>(mm/min)</b>	<b>(6)</b> <b>CAUDAL</b> <b>PARCIAL</b> <b>(l/s)</b>	<b>(7)</b> <b>CAUDAL</b> <b>ACUMULADO</b> <b>(l/s)</b>	<b>(8)</b> <b>PENDIENTE</b> <b>(%)</b>	<b>(9)</b> <b>DIAMETRO</b> <b>TEORICO</b> <b>(PULG)</b>	<b>(10)</b> <b>DIAMETRO</b> <b>COMERCIAL</b> <b>(PULG)</b>	<b>MATERIAL</b>
P1-P2	49.09	5264.78	0.55	3.10	149.61	149.61	0.50	14.88	<b>18</b>	PVC (Rib Loc)
P2-P3	47.18	2840.97	0.55	3.10	80.73	230.34	1.00	15.36	<b>18</b>	PVC (Rib Loc)
P3-P4	49.24	4121.47	0.55	3.10	117.12	347.46	1.00	20.14	<b>24</b>	Concreto
P4-P5	47.99	3681.30	0.55	3.10	104.61	452.07	2.33	18.97	<b>24</b>	Concreto
P5-P6	48.27	3310.51	0.55	3.10	94.07	546.14	2.33	20.36	<b>24</b>	Concreto
P7-P6	97.00	7999.37	0.55	3.10	227.32	227.32	0.50	19.56	<b>24</b>	Concreto
P6-P8	49.14	0.00	0.55	3.10	0.00	773.46	1.62	22.11	<b>24</b>	PVC (Rib Loc)
P8-P9	49.27	1631.70	0.55	3.10	46.37	819.82	1.62	22.59	<b>24</b>	PVC (Rib Loc)
P11-P10	55.61	1712.06	0.55	3.10	48.65	48.65	0.50	10.97	<b>18</b>	Concreto
P10-P9	31.65	3888.72	0.55	3.10	110.50	159.16	0.50	15.23	<b>18</b>	PVC (Rib Loc)
P9-P12	49.24	3220.55	0.55	3.10	91.52	1070.50	2.13	26.65	<b>30</b>	Concreto
P13-12	65.00	2689.83	0.55	3.10	76.44	76.44	0.50	13.00	<b>18</b>	Concreto
P12-P14	48.83	0.00	0.55	3.10	0.00	1146.93	0.72	33.51	<b>36</b>	Concreto
P14-DEACARGA	17.11	1811.56	0.55	3.10	51.48	1198.41	2.50	26.98	<b>36</b>	Concreto

Tabla 4.4.1. Hoja de cálculo para diseño hidráulico de colectores para el sistema 1 en la colonia la entrevista.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

<b>COLONIA LA ENTREVISTA SISTEMA 2</b>										
(1) TRAMO	(2) LONGITUD (m)	(3) AREA DE INFLUENCIA (m <sup>2</sup> )	(1) COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	(1) INTENSIDAD DE LLUVIA "I" (mm/min)	(6) CAUDAL PARCIAL (l/s)	(7) CAUDAL ACUMULADO (l/s)	(8) PENDIENTE (%)	(9) DIAMETRO TEORICO (PULG)	(10) DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	MATERIAL
P18-P19	59.61	2511.97	0.55	3.10	71.38	71.38	1.24	10.68	18	Concreto
P15-P19	59.10	1468.14	0.55	3.10	41.72	41.72	2.94	7.43	18	Concreto
P19-P21	42.88	7350.29	0.55	3.10	208.87	321.97	2.94	15.99	18	Concreto
P20-P21	25.84	3679.32	0.55	3.10	104.55	104.55	2.37	10.92	18	Concreto
P21-P22	15.00	1440.26	0.55	3.10	40.93	467.45	2.94	16.37	18	PVC (Rib Loc)
P16-P22	60.82	5006.92	0.55	3.10	142.28	142.28	0.50	16.41	18	Concreto
P22-P24	36.41	699.60	0.55	3.10	19.88	629.61	0.65	27.28	30	Concreto
P23-P24	54.98	2320.93	0.55	3.10	65.95	65.95	0.50	12.30	18	Concreto
P24-P25	24.14	637.10	0.55	3.10	18.10	713.67	0.80	27.50	30	Concreto
P17-P25	56.64	6387.77	0.55	3.10	181.52	181.52	0.50	16.00	18	PVC (Rib Loc)
P25-P26	57.75	735.80	0.55	3.10	20.91	916.10	1.30	27.57	30	Concreto
P26-P27	13.07	3178.21	0.55	3.10	90.31	1006.41	1.60	27.47	30	Concreto
P27-P28	25.32	0.00	0.55	3.10	0.00	1006.41	1.60	27.47	30	Concreto
P28-P29	24.52	0.00	0.55	3.10	0.00	1006.41	1.60	27.47	30	Concreto
P29-P30	94.64	2330.00	0.55	3.10	66.21	1072.62	2.42	26.04	30	Concreto
P30-P31	93.33	1700.00	0.55	3.10	48.31	1120.93	1.50	25.78	30	PVC (Rib Loc)
P31-P32	90.15	4800.00	0.55	3.10	136.40	1257.33	1.52	26.84	30	PVC (Rib Loc)
P32-P33	19.49	1700.00	0.55	3.10	48.31	1305.64	2.09	25.65	30	PVC (Rib Loc)

Tabla 4.4.2. Hoja de cálculo para diseño hidráulico de colectores para sistema 2 en la colonia la entrevista.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

SAN CAYETANO										
(1) TRAMO	(2) LONGITUD (m)	(3) AREA DE INFLUENCIA (m <sup>2</sup> )	(1) COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	(1) INTENSIDAD DE LLUVIA "I" (mm/min)	(6) CAUDAL PARCIAL (l/s)	(7) CAUDAL ACUMULADO (l/s)	(8) PENDIENTE (%)	(9) DIAMETRO TEORICO (PULG)	(10) DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	MATERIAL
P1-P2	49.98	2253.49	0.56	3.10	65.55	65.55	1.09	10.60	<b>18</b>	Concreto
P2P3	78.54	2206.47	0.56	3.10	64.18	129.73	1.35	13.16	<b>18</b>	Concreto
P3-P4	65.79	1619.24	0.56	3.10	47.10	176.83	5.00	11.56	<b>18</b>	Concreto
P4-P5	26.58	4749.04	0.56	3.10	138.14	314.98	5.00	14.35	<b>18</b>	Concreto
P5-P6	47.68	2763.87	0.56	3.10	80.40	395.37	0.50	21.43	<b>24</b>	PVC (Rib Loc)
P6-P7	35.04	0.00	0.56	3.10	0.00	395.37	1.04	20.98	<b>24</b>	Concreto
P7-P8	23.57	2577.81	0.56	3.10	74.98	470.36	1.04	19.93	<b>24</b>	PVC (Rib Loc)
P8-P9	19.61	0.00	0.56	3.10	0.00	470.36	1.04	19.93	<b>24</b>	PVC (Rib Loc)
P10-P11	34.63	2745.50	0.56	3.10	79.86	79.86	2.56	9.73	<b>18</b>	Concreto
P11-P12	27.64	12707.93	0.56	3.10	369.65	449.51	2.56	16.55	<b>18</b>	PVC (Rib Loc)
P12-P13	10.77	0.00	0.56	3.10	0.00	449.51	2.56	16.55	<b>18</b>	PVC (Rib Loc)
P13-P14	19.95	0.00	0.56	3.10	0.00	449.51	3.91	15.29	<b>18</b>	PVC (Rib Loc)
P14-P15	17.07	2979.07	0.56	3.10	86.66	536.17	3.91	16.33	<b>18</b>	PVC (Rib Loc)
P15-P16	48.70	0.00	0.56	3.10	0.00	536.17	3.91	16.33	<b>18</b>	PVC (Rib Loc)
P16-P9	72.17	3711.85	0.56	3.10	107.97	644.14	0.50	25.73	<b>30</b>	PVC (Rib Loc)
P9-P17	93.01	7292.28	0.56	3.10	212.12	1326.62	1.30	31.68	<b>36</b>	Concreto
P17-DESCARGA	17.01	0.00	0.56	3.10	0.00	1326.62	1.30	31.68	<b>36</b>	Concreto

Tabla 4.4.3. Hoja de cálculo para diseño hidráulico de colectores para el sistema en el barrio San Cayetano.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

## **4.5 Obras de descarga**

### **4.5.1 Descarga en la quebrada de la colonia La Entrevista**

La descarga del sistema 1 en la colonia la entrevista se realizará en una quebrada de invierno que bordea la parte sur de la colonia, el punto de descarga será al final de la calle principal de la colonia, en el extremo oriente (Ver planimetría hidráulica del alcantarillado pluvial hoja 1/1), la tubería cruzará un terreno que es parte de la zona verde de la Colonia y luego descargará por medio de un cabezal de descarga.

### **4.5.2 Descarga en el río Acahuapa**

Como ya se mencionó el alcantarillado pluvial de la parte norte de la colonia la entrevista tendrá su descarga sobre el río Acahuapa siendo este el sistema 2.

#### **4.5.2.1 Descripción del sistema de descarga**

La calle que conduce hacia el río Acahuapa lo atraviesa a nivel de el lecho del río (Ver figura 4.5.1) y luego continúa hacia un lugar conocido como Caserillo “Los mangos”.

De acuerdo al Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, en las descargas hacia los ríos o quebradas se debe procurar que estas lleguen a una altura mayor que el nivel de aguas máximo en el río, para evitar que en una avenida la salida del agua se obstruya, por entrevistas realizadas a los habitantes de la zona se averiguó que el nivel de aguas máximo que se ha tenido del río es hasta aproximadamente una altura de 1.80m sobre el nivel del río, por lo que no se puede sacar la tubería a nivel del lecho del río.



Para que la salida del agua esté a una altura mayor de 1.80 m se propone que a partir del pozo 33 se transporte el agua lluvia por medio de un canal cerrado de concreto armado que tendrá una longitud de 26 m aproximadamente, el cual estará apoyado sobre una rampa de mampostería de piedra y a partir de los 13.60 m después del pozo 33 (último pozo antes de llegar al río), el canal irá al costado de la calle junto al muro perimetral del Beneficio del café, de manera superficial.



Figura 4.5.1. Fotografías que ilustran el nivel al que llegan las calles al río Acahuapa.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

Este canal se conectará a un cabezal con gradas disipadoras las cuales disminuirán la energía que llevará el agua lluvia y serán la obra de protección para el río.

#### 4.5.2.2. Diseño del canal cerrado

##### Consideraciones de diseño:

- El canal cerrado que se diseñará será de tipo rectangular.
- El caudal que llega al pozo 33 y que conducirá el canal será  $Q_d = 1042.14$  l/s.
- El ancho (b) que se propone para el canal será de 60 cm para no robar mucho espacio al ancho de la calle.
- La pendiente del canal será de 1.5%
- El coeficiente de rugosidad de Manning será de 0.015 por ser el canal de concreto armado.

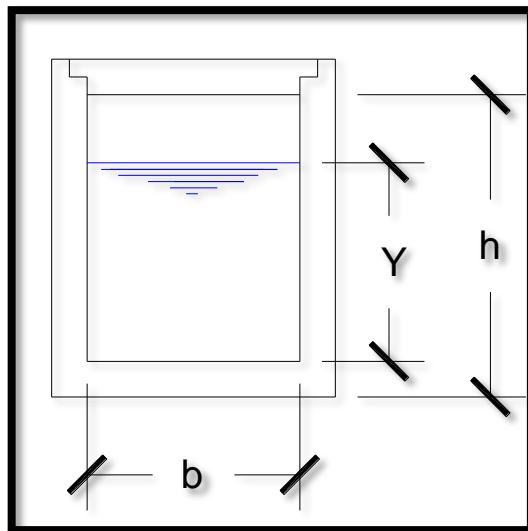


Figura 4.5.2. Sección transversal del canal cerrado.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

## Determinación del tirante (Y)

Utilizando el programa HCanales se escoge la opción Tirante-Normal del menú principal, luego se escoge la sección, que en este caso será una sección rectangular y se abre una ventana (Figura 4.5.3) en donde se introducen los datos de caudal, ancho de solera (b), coeficiente de rugosidad, pendiente y se obtiene el tirante dando click en el botón Calcular.

Datos:	
Caudal (Q):	1.04214 m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	0.6 m
Talud (Z):	
Rugosidad (n):	0.015
Pendiente (S):	0.015 m/m

Resultados:	
Tirante normal (y):	0.6180 m
Area hidráulica (A):	0.3708 m <sup>2</sup>
Espejo de agua (T):	0.6000 m
Número de Froude (F):	1.1415
Tipo de flujo:	Supercrítico
Perímetro (p):	1.8360 m
Radio hidráulico (R):	0.2020 m
Velocidad (v):	2.8106 m/s
Energía específica (E):	1.0206 m-Kg/Kg

Figura 4.5.3. Ventana del programa HCanales para calcular el tirante normal.  
Fuente: Hcanales V 2.0.

El tirante normal que se obtuvo fue de 0.618, por razones de diseño se elige una sección transversal de 0.60 x 0.75 para evitar que el canal pueda rebalsarse.

La obra de protección que se propone es un cabezal de descarga y unas gradas disipadoras cuyos detalles se muestran en la figura 4.5.4.

#### **4.5.3 Descarga en la quebrada del Barrio San Cayetano**

La descarga en el Barrio San Cayetano se hará por medio de una tubería que saldrá del pozo 17 de 30 pulgadas de diámetro (Ver planimetría hidráulica del alcantarillado pluvial hoja 2/16), la tubería recorrerá aproximadamente 112 m atravesando terrenos que actualmente son privados, para posteriormente descargar a una quebrada sin nombre.

Los terrenos donde pasara la alcantarilla de aguas lluvias para realizar la descarga, actualmente son privados y tienen problemas pues las aguas lluvias de la Avenida 2 del Barrio San Cayetano van a parar a estos terrenos causando la socavación del suelo antes de llegar a una quebrada sin nombre que nace ahí y que sirve de límite entre los terrenos. Además de la descarga de las aguas lluvias, algunas aguas grises también van a parar a estos en donde se encharcan causando malos olores y criaderos de sancudos. Por lo descrito anteriormente, la alcaldía piensa en la compra de una franja de estos terrenos que sirva además para acceso al terreno destinado para la planta de tratamiento de las aguas residuales del municipio, ya que por la topografía de la zona este es el lugar más indicado para ello.

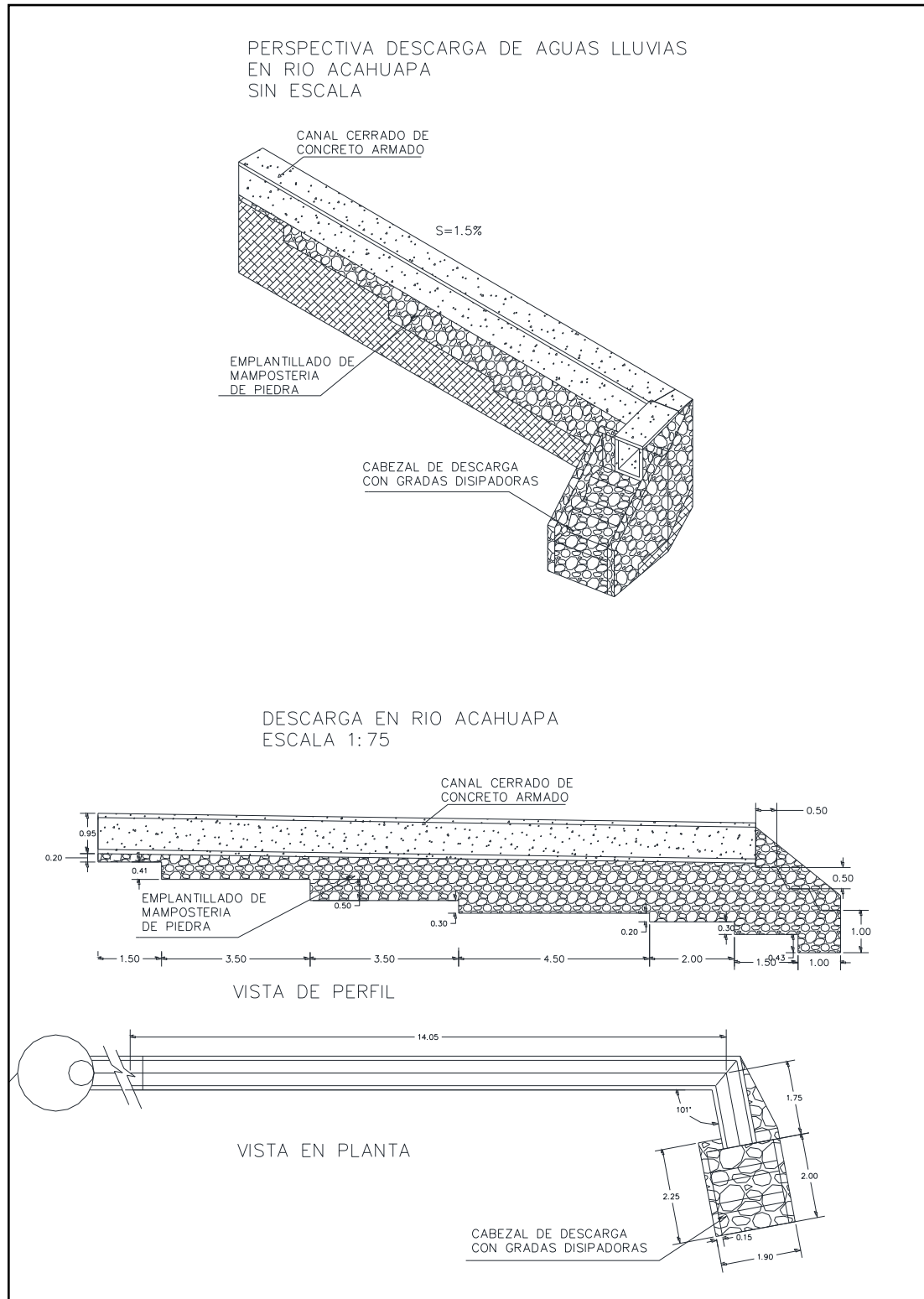


Figura 4.5.4. Obra de protección y descarga en el río Acahuapa.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

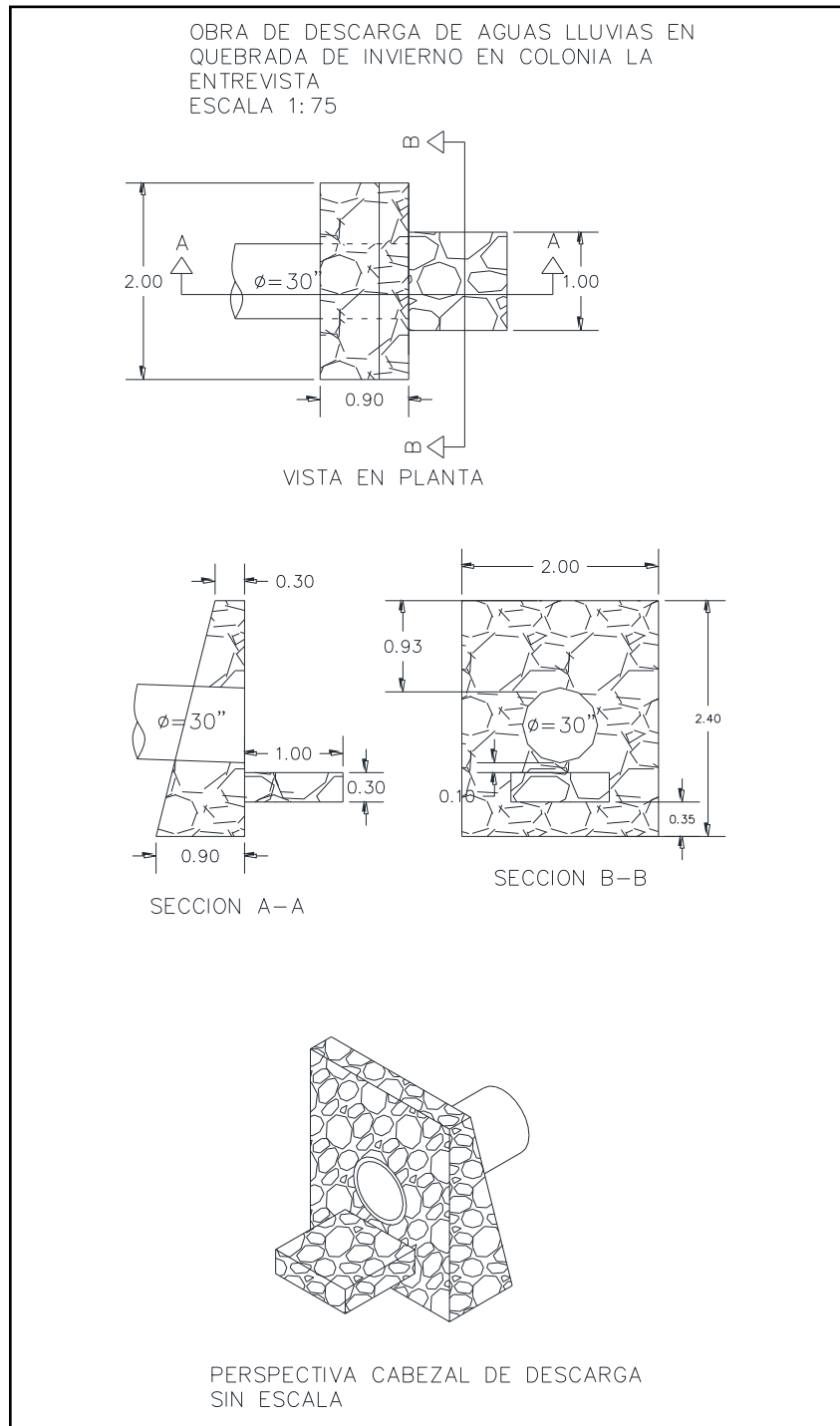


Figura 4.5.5. Obra de protección y descarga en quebrada de la Colonia la Entrevista.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

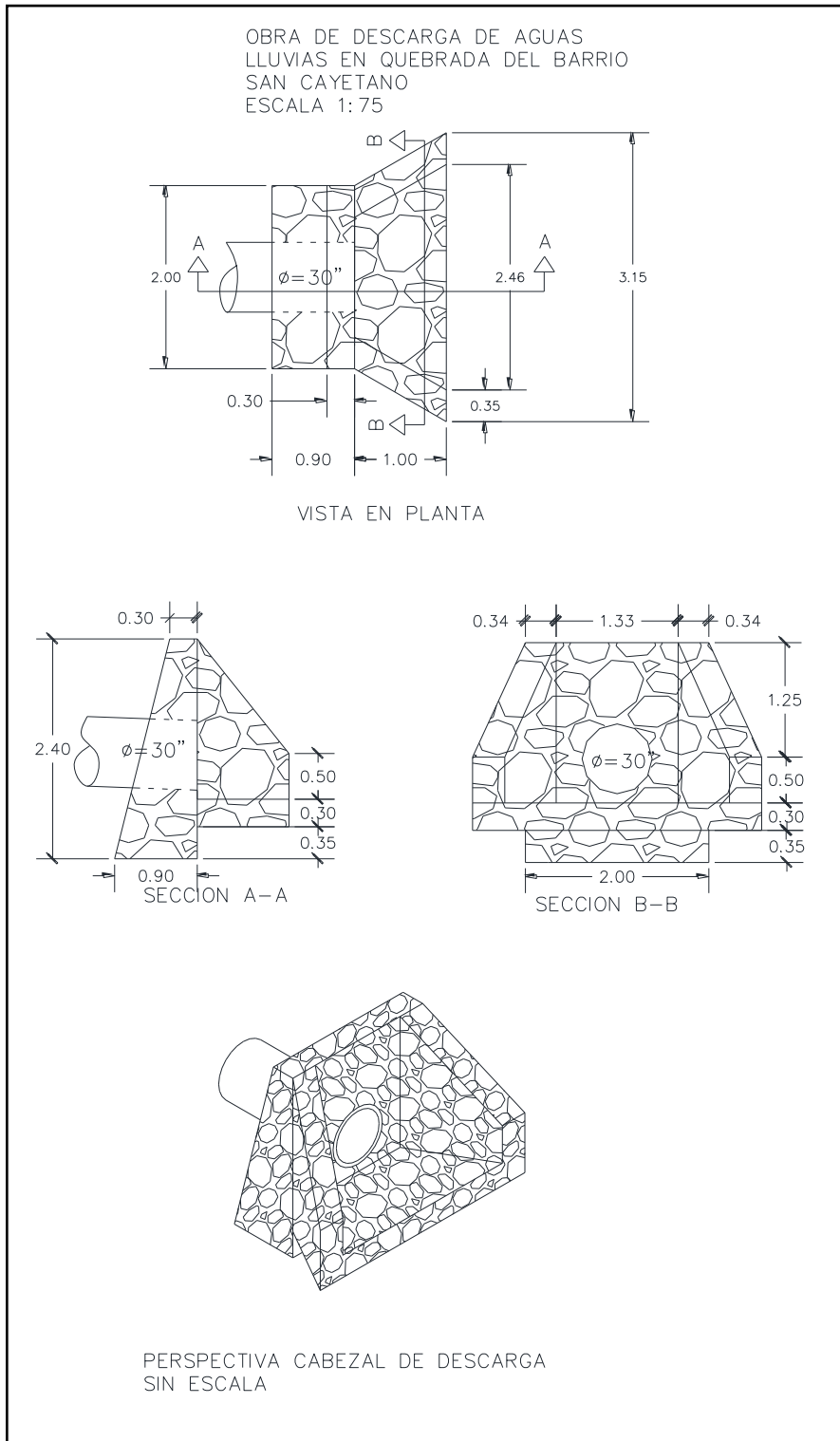


Figura 4.5.6. Obra de protección y descarga en quebrada del Barrio San Cayetano.  
 Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

## **Referencias bibliográficas**

- <sup>1 y 2</sup> Hidrología Aplicada. Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays.  
McGraw-Hill 1994. Página 515.



## **CAPITULO 5**

# **ALCANTARILLADO SANITARIO**

## 5.1 Consideraciones para el diseño del alcantarillado sanitario

- ✓ El diseño del alcantarillado sanitario será de tipo “separado de las aguas lluvias” es decir que será capaz de transportar únicamente las aguas residuales generadas por el uso doméstico.
- ✓ El alcantarillado será diseñado para que trabaje a gravedad aprovechando la topografía de la zona y los colectores serán diseñados para que trabajen como canales abiertos.
- ✓ El material de las tuberías utilizado para la presente propuesta de diseño es policloruro de vinilo (PVC) Rib loc.
- ✓ El diseño de la red de alcantarillado sanitario se realizará en base a la normativa de A.N.D.A. tomando en cuenta los siguientes aspectos:
  - a. La proyección de la población se realizará por medio del método geométrico por ser más desfavorable que el método aritmético.
  - b. La tasa de crecimiento poblacional que utilizaremos será la que corresponde al municipio de San Cayetano Istepeque, la cual es de 2.19%.
  - c. El período de diseño será de 20 años.
  - d. El caudal de diseño será igual al 80% del consumo máximo horario, sumando a este un caudal por infiltraciones incontroladas.
  - e. El factor que se usará para determinar el caudal máximo horario será de 2.4
  - f. Se usará la fórmula de Chezy – Manning:  $V = \left( R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \right) / n$

Donde:

V: Velocidad en m/s.

R: Radio hidráulico en m.

S: Pendiente en m/m.

N: coeficiente de rugosidad (adimensional)

- g. El coeficiente de rugosidad para PVC es  $n=0.011$
- h. La dotación que utilizaremos será de 125 l/p/d.
- i. La velocidad mínima real en colectores primarios y secundarios  
 $V_{\text{mínima real}} = 0.5\text{m/s}$
- j. La velocidad máxima con el caudal de diseño será 5.0 m/s la cual corresponde a las tuberías de PVC.
- k. El factor de seguridad que se utilizará para tuberías de  $8'' \leq \phi \leq 12''$  será de 2
- l. La distancia máxima entre pozos será de 100 m
- m. La pendiente mínima que se usará será de 1%, pero en tramos donde se necesite, se hará excepciones y se justificará la aplicación de pendientes mínimas no menores de 0.50% siempre y cuando sea PVC el que se utilice y en tramos no iniciales.
- n. El diámetro mínimo que se utilizará será de 8 pulgadas pues es el menor diámetro permisible para pasajes y calles con circulación de vehículos.

## **5.2 Disposición de la red de alcantarillado sanitario**

### **5.2.1 Descripción de la distribución del sistema**

Las aguas residuales serán conducidas por el alcantarillado sanitario hacia un único punto para su posterior tratamiento y disposición final.

El sistema empezará en la Colonia Entrevista en donde el agua será colectada por las tuberías y pozos de visita para ser conducidas hasta la calle asfaltada que conecta la colonia la Entrevista con el barrio Istepeque, luego la tubería recorrerá por el Barrio Istepeque, en este tramo se conectarán otros usuarios provenientes de la “calle vieja” de Istepeque. Además la tubería atravesará una bóveda que está sobre el río Istepeque el cual divide el Barrio San Cayetano del Barrio Istepeque, para lo cual será necesario proponer la respectiva obra de paso respetando el Nivel de Aguas Máximo (NAM) del río Istepeque que se obtuvo en el estudio hidrológico elaborado en el capítulo 3.

Después el colector recorrerá el Barrio San Cayetano recogiendo las aguas que la topografía del lugar permita recolectar y bajará por la primera y la segunda avenida sur del Barrio San Cayetano para luego será transportada frente al pasaje pilpil y luego por medio de servidumbres se llevará hasta el terreno propuesto para ubicar la planta de tratamiento.

## **5.2.2 Ubicación de los colectores**

Las tuberías estarán ubicadas al sur de las calles y al oeste de las avenidas a una distancia de 1.5 m del cordón, en las calles de tierra sin cordones se propone un ancho para las calles y en base al cordón propuesto se mide esta distancia.

Los colectores estarán a una profundidad mínima de 1.20 m sobre la corona de la tubería y una profundidad máxima de 3.00 m sobre la cabeza de la tubería, en los tramos en donde el colector esté a profundidades mayores de 3.00 m se habrán colectores paralelos para las conexiones domiciliarias.

La red de alcantarillado se proyectará de manera que en las intersecciones con los colectores de agua lluvia, exista entre ellos una separación mínima de 0.15 m libres.

### **5.2.3 Ubicación de los pozos de visita**

Los pozos de visita estarán ubicados en los siguientes lugares:

- Al inicio de los colectores
- En la intersección entre colectores
- En los puntos en donde haya cambios fuertes de dirección y pendiente.

Se usarán pozos de visita con caja de sostén cuando entrante alcance al pozo a más de 1m sobre el nivel del fondo. Cuando la caída exceda los 4m hasta los 7.50m se usarán pozos con cajas dobles.

## **5.3 Diseño de red alcantarillado sanitario con base a normas de ANDA**

### **5.3.1 Población de diseño**

La población de diseño será el 100% de la población futura proyectada al final del período de diseño.

#### ***5.3.1.1 Población de diseño para la colonia La Entrevista***

Datos:

Población inicial (Po): 562 personas

Índice de crecimiento (i): 2.19%

Período de diseño (n): 20 años

Evaluando los datos en la fórmula del método geométrico para la población final (Pf):

$$Pf = Po \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n$$

$$Pf = 562 (1 + 0.0219)^{20}$$

$$Pf = 867$$

### **5.3.1.2 Población de diseño para barrio Istepeque**

Datos:

Población inicial (Po): 1050 personas

Índice de crecimiento (i): 2.19%

Período de diseño (n): 20 años

Evaluando los datos en la fórmula del método geométrico para la población final (Pf):

$$Pf = Po \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n$$

$$Pf = 1050 (1 + 0.0219)^{20}$$

$$Pf = 1620$$

### **5.3.1.3 Población de diseño para barrio San Cayetano**

Datos:

Población inicial (Po): 1896 personas

Tasa de crecimiento (i): 2.19%

Período de diseño (n): 20 años

Evaluando los datos en la fórmula del método geométrico para la población final (Pf):

$$Pf = Po \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n$$

$$Pf = 1896 (1 + 0.0219)^{20}$$

$$Pf = 2925$$

Así se obtuvieron las poblaciones que se presentaron en el capítulo 3 Tabla 3.7.1 Proyecciones de crecimiento para la población del municipio de San Cayetano Istepeque. Además se van a considerar los aportes de caudal presentados a continuación:

Institución	Dotación	Alumnos/Area/ Consultorio	Qmd	Qmh	Qd
CENTRO ESCOLAR JUSTO AGUILAR	40 L/alumno/día	445	0.2060	0.4944	0.7911
CENTRO ESCOLAR COLONIA ENTREVISTA	40 L/alumno/día	114	0.0528	0.1267	0.2027
CENTRO ESCOLAR FRANCISCO E. GALINDO	40 L/alumno/día	144	0.0667	0.1600	0.2560
JUZGADO	61 l/m <sup>2</sup> /d	130	0.0918	0.2203	0.3524
ALCALDIA	61 l/m <sup>2</sup> /d	180	0.1271	0.3050	0.4880
UNIDAD DE SALUD	500 l/consultorio/d	3	0.0174	0.0417	0.0667

Tabla 5.3.1. Aportes de cauda adicional.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

### 5.3.2 Caudal de diseño

#### 5.3.2.1 Caudal de diseño para la colonia La Entrevista

- Caudal medio diario (Qmd)

Población (Pob): 867 personas

Dotación (Dot): 125 l/p/d

$$Qmd = \frac{Pob \times Dot}{86,400} (l/s)$$

$$Qmd = \frac{867 \times 125}{86,400} (l/s)$$

$$Qmd = 1.0035 (l/s)$$

- Caudal máximo horario (Qmh)

$$Qmh = 2.4 \times Qmd (l/s)$$

$$Qmh = 2.4 \times 1.0035 (l/s)$$

$$Qmh = 2.4083 (l/s)$$

- Caudal de diseño (Qd)

$$Qd (l/s) = [(0.8 \times Qmh) + 0.1 \text{ Area de infiltración en Ha (Ainf)}] \times \text{FACTOR}$$

$$Qd(l/s) = (0.8 \times 2.4083 + 0.1 \times 8.82) \times 2$$

$$Qd (l/s) = 1.9266 + 0.8822 = 5.6176$$

#### 5.3.2.2 Caudal de diseño para la el barrio Istepeque

- Caudal medio diario (Qmd)

Población (Pob): 1050 personas



Dotación (Dot): 125 l/p/d

$$Qmd = \frac{Pob \times Dot}{86,400} (l/s)$$

$$Qmd = \frac{1050 \times 125}{86,400} (l/s)$$

$$Qmd = 1.8750 (l/s)$$

- Caudal máximo horario (Qmh)

$$Qmh = 2.4 \times Qmd (l/s)$$

$$Qmh = 2.4 \times 1.8750$$

$$Qmh = 4.50 (l/s)$$

- Caudal de diseño (Qd)

$$Qd (l/s) = [(0.8 \times Qmh) + 0.1 \text{ Area de infiltración en Ha (Ainf)}] \times \text{FACTOR}$$

$$Qd(l/s) = [0.8 \times 4.5 + 0.1 \times (7.654)] \times 2$$

$$Qd(l/s) = (3.6 + .7654) \times 2 = 8.7308$$

### **5.3.2.3 Caudal de diseño para la el barrio San Cayetano**

- Caudal medio diario (Qmd)

Población (Pob): 1896 personas

Dotación (Dot): 125 l/p/d

$$Qmd = \frac{Pob \times Dot}{86,400} (l/s)$$

$$Q_{md} = \frac{1896 \times 125}{86,400} \text{ (l/s)}$$

$$Q_{md} = 3.3854 \text{ (l/s)}$$

- Caudal máximo horario (Qmh)

$$Q_{mh} = 2.4 \times Q_{md} \text{ (l/s)}$$

$$Q_{mh} = 2.4 \times 3.3854$$

$$Q_{mh} = 8.1250 \text{ (l/s)}$$

- Caudal de diseño (Qd)

$$Q_d \text{ (l/s)} = [(0.8 \times Q_{mh}) + 0.1 \text{ Area de infiltración en Ha (Ainf)}] \times \text{FACTOR}$$

$$Q_d \text{ (l/s)} = (0.8 \times 8.1250 + 0.1 \times 5.638) \times 2$$

$$Q_d \text{ (l/s)} = (6.50 + 0.5638) \times 2 = 14.1276$$

### 5.3.3 Diseño de los colectores

Para el diseño de los colectores se utilizará una hoja de cálculo cuyo funcionamiento se indica a continuación:

- Luego de haber determinado los caudales de diseño de toda la población, se determina el caudal por lote o por casa  $Q_{\text{lote/casa}}$ , en base al número de lotes o casas que se tengan mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{lote/casa}} = \frac{0.8 \times Q_{mh}}{\text{n}^\circ \text{ de lotes o casas}}$$

- Se introduce el número de lotes en la celda N° de lotes y la hoja calcula el caudal del tramo aportado por las casas de ese tramo ( $Q_{\text{tramo}}$ )
- Se introduce el área tributaria y la hoja calcula el caudal de infiltración ( $Q_{\text{inf}}$ )
- Se celdas que corresponden a los caudales de diseño de tramos que tributan al tramo que se está analizando y se determina el caudal acumulado ( $Q_{\text{acum}}$ )
- Al tener los tres caudales, la hoja calcula el caudal de diseño ( $Q_d$ ), multiplicando por el factor de seguridad (2.0) la suma de los caudales  $Q_{\text{tramo}}$  y  $Q_{\text{inf}}$  y sumando a este producto el caudal acumulado de los tramos que le aportan caudal.
- Con el caudal de diseño y considerando que la tubería trabaja a tubo lleno, usando la fórmula de Chezy - Manning para la determinación de la velocidad y la ecuación de continuidad para determinar el caudal, la hoja calcula el diámetro teórico necesario para transportar el caudal.
- Se introduce en otra celda el diámetro comercial inmediato superior al teórico y mediante la fórmula de Chezy y Manning y la ecuación de continuidad, se determina la velocidad a tubo lleno ( $V_{LL}$ ) y el caudal a tubo lleno ( $Q_{LL}$ ) para el diámetro propuesto.

Para el cálculo de la velocidad real se utiliza el software libre "HCanales", para ello se elige la opción Tirante normal de la ventana de inicio del programa, después se elige la opción Sección Circular, luego el programa despliega una ventana en la cual se introduce el caudal de diseño, la pendiente del tramo, el diámetro propuesto de la tubería y el coeficiente de rugosidad para el material de la tubería que se propone utilizar y se obtiene tanto la velocidad real y el tirante hidráulico real.(ver figura 5.3.1)

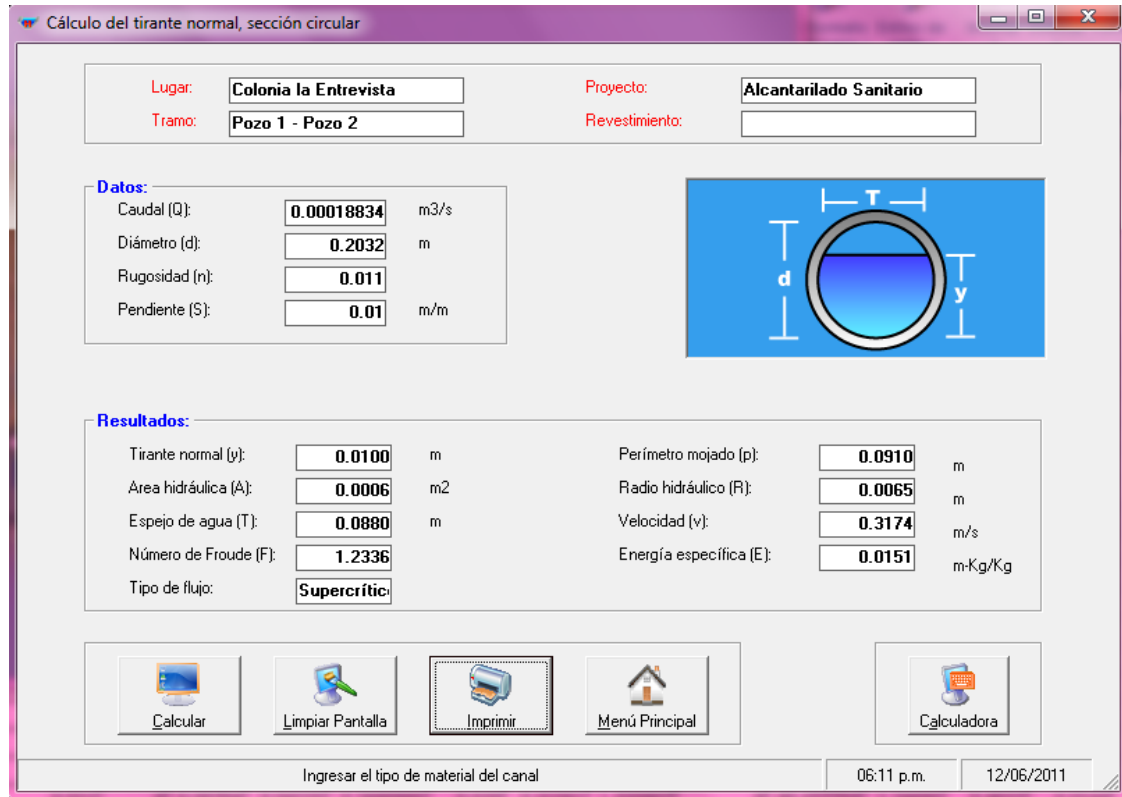


Figura 5.3.1. Determinación de la velocidad y tirante en colectores del alcantarillado sanitario.

Fuente: Hcanales V 2.0.

Tramo		Pendiente %	Rugosidad	N° de lotes	Q por lote (l/s)	Q tramo (l/s)	Q acum (l/s)	Q infilt. (l/s)	Qd (l/s)	Ø (pulg)	Ø comercial (pulg)	QLL (l/s)	VLL (m/s)	Vreal (m/s)	Y (m)
Desde	Hasta														
Pozo. 1	Pozo. 2	2.84	0.011	9	0.00704	0.06338	0.0000	0.0308	0.1883	0.88	8	68.1469	2.1014	0.4561	0.0078
Pozo 3	Pozo 4	2.08	0.011	8	0.00704	0.05634	0.0000	0.0284	0.1695	0.90	8	58.3202	1.7984	0.3964	0.0080
Pozo 5	Pozo 6	2.40	0.011	6	0.00704	0.04225	0.0000	0.0241	0.1327	0.79	8	62.6459	1.9318	0.3866	0.0069
Pozo 7	Pozo 8	1.00	0.011	4	0.00704	0.02817	0.0000	0.0188	0.0938	0.82	8	40.4378	1.2470	0.2566	0.0072
Pozo 9	Pozo 10	3.96	0.011	3	0.00704	0.02113	0.0000	0.0139	0.0701	0.57	8	80.4701	2.4814	0.3782	0.0046
Pozo 2	Pozo 4	2.25	0.011	9	0.00704	0.06338	0.1883	0.0193	0.3538	1.16	8	60.6566	1.8704	0.5098	0.0111
Pozo 4	Pozo 6	1.25	0.011	8	0.00704	0.05634	0.5233	0.0171	0.6702	1.65	8	45.2108	1.3941	0.5043	0.0173
Pozo 6	Pozo 8	1.00	0.011	9	0.00704	0.06338	0.8029	0.0181	0.9657	1.97	8	40.4378	1.2470	0.5209	0.0217
Pozo 8	Pozo 10	4.23	0.011	6	0.00704	0.04225	1.0596	0.0146	1.1733	1.62	8	83.1682	2.5646	0.9139	0.0169
Pozo 10	Pozo 11	4.02	0.011	10	0.00704	0.07042	1.3227	0.0184	1.5004	1.79	8	81.0775	2.5001	0.9671	0.0192
Pozo 15	Pozo 10	2.00	0.011	4	0.00704	0.02817	0.0000	0.0115	0.0793	0.68	8	57.1876	1.7635	0.4105	0.0047
Pozo 12	Pozo 13	1.00	0.011	15	0.00704	0.10563	0.0000	0.0447	0.3007	1.27	8	40.4378	1.2470	0.3659	0.0125
Pozo 13	Pozo 14	1.49	0.011	12	0.00704	0.0845	0.3007	0.0314	0.5324	1.46	8	49.3606	1.5221	0.5001	0.0149
Pozo 14	Pozo 15	6.16	0.011	2	0.00704	0.01408	0.0000	0.0116	0.0514	0.47	8	100.3639	3.0949	0.4010	0.0036
Pozo 14A	Pozo 15A	1.69	0.011	0	0.00704	0	0.5324	0.0000	0.5324	1.43	8	52.5691	1.6210	0.5225	0.0144
Pozo 15	Pozo 16	8.70	0.011	4	0.00704	0.02817	0.0000	0.0076	0.0715	0.50	8	119.2743	3.6780	0.5001	0.0039
Pozo 15A	Pozo 16A	1.40	0.011	0	0.00704	0	0.5838	0.0000	0.5838	1.53	8	47.8466	1.4754	0.5032	0.0158
Pozo 16	Pozo 17	1.00	0.011	10	0.00704	0.07042	0.6553	0.0409	0.8779	1.90	8	40.4378	1.2470	0.5062	0.0207
Pozo 18	Pozo 19	1.00	0.011	14	0.00704	0.09859	0.0000	0.0355	0.2681	1.22	8	40.4378	1.2470	0.3534	0.0118
Pozo 19	Pozo 20	1.00	0.011	6	0.00704	0.04225	0.2681	0.0290	0.4106	1.43	8	40.4378	1.2470	0.4022	0.0144
Pozo 26	Pozo 20	1.65	0.011	4	0.00704	0.02817	0.0000	0.0119	0.0802	0.71	8	51.9432	1.6017	0.2910	0.0060
Pozo 15	Pozo 20	4.52	0.011	4	0.00704	0.02817	0.0000	0.0120	0.0804	0.59	8	85.9719	2.6511	0.4131	0.0047
Pozo 20	Pozo 21	2.90	0.011	4	0.00704	0.02817	0.0000	0.0182	0.0927	0.67	8	68.8630	2.1235	0.3700	0.0056
Pozo 20A	Pozo 21a	1.13	0.011	0	0.00704	0	0.5712	0.0000	0.5712	1.58	8	42.9859	1.3255	0.4639	0.0164
Pozo 21	Pozo 22	4.24	0.011	5	0.00704	0.03521	0.6639	0.0109	0.7561	1.37	8	83.2664	2.5676	0.8006	0.0137
Pozo 22	Pozo 23	1.20	0.011	7	0.00704	0.04929	0.7561	0.0113	0.8772	1.84	8	44.2973	1.3660	0.5393	0.0198
Pozo 24	Pozo 25	2.25	0.011	17	0.00704	0.11971	0.0000	0.0471	0.3336	1.14	8	60.6566	1.8704	0.5194	0.0106

Tabla 5.3.2. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

Tramo		Pendiente %	Rugosidad	N° de lotes	Q por lote (l/s)	Q tramo (l/s)	Q acum (l/s)	Q infilt. (l/s)	Qd (l/s)	Ø (pulg)	Ø comercial (pulg)	QLL (l/s)	VLL (m/s)	Vreal (m/s)	Y (m)
Pozo 25	Pozo 26	2.25	0.011	0	0.00704	0	0.3336	0.0089	0.3514	1.16	8	60.6566	1.8704	0.5088	0.0111
Pozo 31	Pozo 26	2.29	0.011	4	0.00704	0.02817	0.0000	0.0119	0.0802	0.66	8	61.1934	1.8870	0.3260	0.0055
Pozo 31A	Pozo 26A	1.00	0.011	0	0.00704	0	0.2741	0.0000	0.2741	1.23	8	40.4378	1.2470	0.3558	0.0119
Pozo 26	Pozo 27	1.11	0.011	9	0.00704	0.06338	0.0000	0.0368	0.2003	1.07	8	42.6038	1.3137	0.3353	0.0101
Pozo 26A	Pozo 27A	1.20	0.011	0	0.00704	0	0.7057	0.0000	0.7057	1.69	8	44.2973	1.3660	0.5050	0.0179
Pozo 27	Pozo 28	4.00	0.011	8	0.00704	0.05634	0.0000	0.0183	0.1492	0.75	8	80.8755	2.4939	0.4784	0.0065
Pozo 27A	Pozo 28A	1.00	0.011	0	0.00704	0	0.9060	0.0000	0.9060	1.93	8	40.4378	1.2470	0.5110	0.0210
Pozo 28	Pozo 29	1.31	0.011	4	0.00704	0.02817	0.0000	0.0170	0.0903	0.77	8	46.2831	1.4272	0.2785	0.0067
Pozo 28A	Pozo 29A	1.00	0.011	0	0.00704	0	1.0552	0.0000	1.0552	2.04	8	40.4378	1.2470	0.5350	0.0226
Pozo 30	Pozo 31	1.26	0.011	9	0.00704	0.06338	0.0000	0.0297	0.1862	1.02	8	45.3913	1.3997	0.3427	0.0094
Pozo 30A	Pozo 31A	1.00	0.011	0	0.00704	0	0.1862	0.0000	0.1862	1.06	8	40.4378	1.2470	0.3162	0.0100
Pozo 32	Pozo 31	3.66	0.011	5	0.00704	0.03521	0.0000	0.0087	0.0879	0.63	8	77.3620	2.3856	0.3945	0.0052
Pozo 33	Pozo 34	2.60	0.011	15	0.00704	0.10563	0.0000	0.0361	0.2834	1.04	8	65.2039	2.0106	0.5010	0.0097
Pozo 11	Pozo 34	2.67	0.011	5	0.00704	0.03521	1.5004	0.0163	1.6034	1.98	8	66.0758	2.0375	0.8541	0.0218
Pozo 34	Pozo 17	1.00	0.011	0	0.00704	0	1.8867	0.0000	1.8867	2.53	8	40.4378	1.2470	0.6366	0.0299
Pozo 17	Pozo 36	1.00	0.011	5	0.00704	0.03521	2.7647	0.0115	2.8582	2.96	8	40.4378	1.2470	0.7201	0.0366
Pozo 35	Pozo 36	3.48	0.011	18	0.00704	0.12675	0.0000	0.0403	0.3341	1.05	8	75.4357	2.3262	0.5830	0.0098
Pozo 36	Pozo 23	5.03	0.011	1	0.00704	0.00704	3.1923	0.0000	3.2064	2.28	8	90.6924	2.7966	1.3142	0.0261
Pozo 23	Pozo 38	1.00	0.011	4	0.00704	0.02817	4.0836	0.0089	4.1577	3.41	8	40.4378	1.2470	0.7939	0.0431
Pozo 37	Pozo 38	2.63	0.011	7	0.00704	0.04929	0.0000	0.0183	0.1352	0.79	8	65.5790	2.0222	0.4014	0.0068
Pozo 38	Pozo 29	1.00	0.011	3	0.00704	0.02113	4.2930	0.0029	4.3409	3.46	8	40.4378	1.2470	0.8044	0.0441
Pozo 29	Pozo 40	4.15	0.011	5	0.00704	0.03521	0.0000	0.0147	0.0997	0.64	8	82.3780	2.5402	0.4284	0.0053
Pozo 29A	Pozo 40A	0.50	0.011	0	0.00704	0	5.4864	0.0000	5.4864	4.31	8	28.5938	0.8817	0.6329	0.0530
Pozo 39	Pozo 40	2.25	0.011	8	0.00704	0.05634	0.0000	0.0272	0.1672	0.88	8	60.6566	1.8704	0.4056	0.0078
Pozo 40	Pozo 42	3.62	0.011	2	0.00704	0.01408	0.0000	0.0137	0.0556	0.53	8	76.9381	2.3725	0.3415	0.0042
Pozo 40A	Pozo 42A	0.50	0.011	0	0.00704	0	5.7533	0.0000	5.7533	4.38	8	28.5938	0.8817	0.6440	0.0547
Pozo 41	Pozo 42	6.11	0.011	9	0.00704	0.06338	0.0000	0.0340	0.1948	0.77	8	99.9557	3.0823	0.6013	0.0067
Pozo 42	Pozo 43	1.00	0.011	2	0.00704	0.01408	6.2064	0.0394	6.3133	3.99	8	40.4378	1.2470	0.9072	0.0543

Tabla 5.3.3. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

Tramo		Pendiente %	Rugosidad	N° de lotes	Q por lote (l/s)	Q tramo (l/s)	Q acum (l/s)	Q infilt. (l/s)	Qd (l/s)	Ø (pulg)	Ø comercial (pulg)	QLL (l/s)	VLL (m/s)	Vreal (m/s)	Y (m)
Pozo 43	Pozo 44	1.00	0.011	2	0.00704	0.01408	6.3133	0.0394	6.4203	4.01	8	40.4378	1.2470	0.9116	0.0547
Pozo 44	Pozo 45	1.00	0.011	2	0.00704	0.01408	6.4203	0.0394	6.5272	4.04	8	40.4378	1.2470	0.9159	0.0552
Pozo 45	Pozo 46	1.00	0.011	2	0.00704	0.01408	6.5272	0.0197	6.5948	4.05	8	40.4378	1.2470	0.9186	0.0555
Pozo 46	Pozo 47	1.00	0.011	4	0.00704	0.02817	6.5948	0.0197	6.6905	4.07	8	40.4378	1.2470	0.9224	0.0559
Pozo 47	Pozo 48	1.00	0.011	3	0.00704	0.02113	6.6905	0.0394	6.8115	4.10	8	40.4378	1.2470	0.9272	0.0564
Pozo 48	Pozo 49	1.00	0.011	4	0.00704	0.02817	6.8115	0.0394	6.9466	4.13	8	40.4378	1.2470	0.9324	0.0570
Pozo 49	Pozo 50	1.00	0.011	4	0.03000	0.12	6.9466	0.0132	7.2131	4.19	8	40.4378	1.2470	0.9425	0.0581
Pozo 50	Pozo 51	1.00	0.011	3	0.03000	0.09	7.2131	0.0132	7.4195	4.24	8	40.4378	1.2470	0.9501	0.0589
Pozo 51	Pozo 52	1.00	0.011	0	0.03000	0	7.4195	0.0132	7.4459	4.24	8	40.4378	1.2470	0.9510	0.0591
Pozo 52	Pozo 53	1.00	0.011	6	0.03000	0.18	0.0000	0.0461	0.4523	1.48	8	40.4378	1.2470	0.4141	0.0151
Pozo 52A	Pozo 53A	0.50	0.011	0	0.03000	0	7.4459	0.0000	7.4459	4.83	8	28.5938	0.8817	0.7413	0.0708
Pozo 53	Pozo 54	2.31	0.011	4	0.03000	0.12	7.8982	0.0465	8.2312	3.76	8	61.4601	1.8952	1.3193	0.0502
Pozo 54	Pozo 55	0.50	0.011	8	0.03000	0.24	8.2312	0.0201	8.7515	5.13	8	28.5938	0.8817	0.7750	0.0771
Pozo 55	Pozo 56	1.00	0.011	22	0.03000	0.66	0.0000	0.0372	1.3945	2.26	8	40.4378	1.2470	0.5816	0.0258
Pozo 55A	Pozo 56A	1.00	0.011	0	0.03000	0	8.7515	0.0000	8.7515	4.51	8	40.4378	1.2470	0.9955	0.0642
Pozo 56	Pozo 57	1.00	0.011	13	0.03000	0.518	0.0000	0.0365	1.1089	2.08	8	40.4378	1.2470	0.5430	0.0231
Pozo 56A	Pozo 57A	1.00	0.011	0	0.03000	0	10.1460	0.0000	10.1460	4.76	8	40.4378	1.2470	1.0376	0.0694
Pozo 57	Pozo 58	3.62	0.011	11	0.03000	0.33	0.0000	0.0275	0.7151	1.38	8	76.9381	2.3725	0.7450	0.0139
Pozo 57A	Pozo 58A	1.00	0.011	0	0.03000	0	11.2549	0.0000	11.2549	4.95	8	40.4378	1.2470	1.0678	0.0733
Pozo 58	Pozo 59	3.15	0.011	9	0.03000	0.27	11.9700	0.0282	12.5665	4.16	8	71.7699	2.2131	1.6639	0.0575
Pozo 57	Pozo 65	1.00	0.011	2	0.03000	0.06	0.0000	0.0131	0.1462	0.97	8	40.4378	1.2470	0.2937	0.0089
Pozo 65	Pozo 66	1.00	0.011	2	0.03000	0.06	0.1462	0.0319	0.3301	1.32	8	40.4378	1.2470	0.3765	0.0130
Pozo 66	Pozo 67	1.87	0.011	6	0.03000	0.18	0.3301	0.0264	0.7429	1.59	8	55.2978	1.7052	0.5988	0.0165
Pozo 67	Pozo 68	10.51	0.011	1	0.03000	0.03	0.7429	0.0081	0.8191	1.19	8	131.0957	4.0425	1.1252	0.0115
Pozo 69	Pozo 68	1.03	0.011	2	0.03000	0.06	0.0000	0.0162	0.1524	0.98	8	41.0398	1.2655	0.3005	0.0090
Pozo 68	Pozo 70	3.97	0.011	6	0.03000	0.18	0.9715	0.0214	1.3743	1.74	8	80.5717	2.4845	1.8540	0.0568
Pozo 70	Pozo 59	12.59	0.011	2	0.03000	0.06	1.3743	0.0100	1.5143	1.45	8	143.4828	4.4245	1.4440	0.0147
Pozo 59	Pozo 60	3.97	0.011	4	0.03000	0.12	14.0808	0.0105	14.3418	4.19	8	80.5717	2.4845	1.8767	0.0580
Pozo 60	Pozo 61	2.03	0.011	7	0.03000	0.21	14.3418	0.0324	14.8265	4.81	8	57.6149	1.7766	1.4887	0.0703

Tabla 5.3.4. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

Tramo		Pendiente %	Rugosidad	N° de lotes	Q por lote (l/s)	Q tramo (l/s)	Q acum (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qd (l/s)	Ø (pulg)	Ø comercial (pulg)	Q <sub>LL</sub> (l/s)	V <sub>LL</sub> (m/s)	V <sub>real</sub> (m/s)	Y (m)
Pozo 61	Pozo 62	8.86	0.011	6	0.03000	0.18	14.8265	0.0446	15.2757	3.69	8	120.3660	3.7116	2.5438	0.0489
Pozo 62	Pozo 63	6.03	0.011	2	0.03000	0.06	15.2757	0.0313	15.4582	3.98	8	99.2992	3.0620	2.2260	0.0542
Pozo 63	Pozo 64	2.15	0.011	2	0.03000	0.06	15.4582	0.0012	15.5807	4.85	8	59.2934	1.8284	1.5410	0.0711
Pozo 64	Pozo 71	1.00	0.011	0	0.03289	0	15.5807	0.0009	15.5825	5.59	8	40.4378	1.2470	1.1659	0.0875
Pozo 71	Pozo 72	1.00	0.011	0	0.03289	0	15.5825	0.0000	15.5825	5.59	8	40.4378	1.2470	1.1660	0.0875
Pozo 72	Pozo 73	1.00	0.011	0	0.03289	0	15.5825	0.0036	15.5898	5.60	8	40.4378	1.2470	1.1661	0.0876
Pozo 73	Pozo 74	3.39	0.011	8	0.03289	0.26316	0.0000	0.0199	0.5662	1.28	8	74.4538	2.2959	0.6784	0.0126
Pozo 73A	Pozo 74A	1.00	0.011	0	0.03289	0	15.5898	0.0000	15.5898	5.60	8	40.4378	1.2470	1.1661	0.0876
Pozo 74	Pozo 75	1.00	0.011	4	0.03289	0.20625	0.0000	0.0157	0.4439	1.47	8	40.4378	1.2470	0.4119	0.0150
Pozo 74A	Pozo 75A	1.00	0.011	0	0.03289	0.61778	16.1559	0.0000	17.3915	5.83	8	40.4378	1.2470	1.2000	0.0931
Pozo 81	Pozo 75	4.32	0.011	5	0.03289	0.16447	0.0000	0.0143	0.3576	1.03	8	84.0483	2.5917	0.6417	0.0096
Pozo 75	Pozo 76	1.00	0.011	4	0.03289	0.13158	0.0000	0.0188	0.3008	1.27	8	40.4378	1.2470	0.3660	0.0125
Pozo 75A	Pozo 76A	1.00	0.011	0	0.03289	0	18.1930	0.0000	18.1930	5.93	8	40.4378	1.2470	1.2140	0.0955
Pozo 76	Pozo 77	1.00	0.011	22	0.03289	0.72368	0.0000	0.0356	1.5186	2.34	8	40.4378	1.2470	0.5967	0.0269
Pozo 76A	Pozo 77A	0.50	0.011	0	0.03289	0	18.4938	0.0000	18.4938	6.79	8	28.5938	0.8817	0.9376	0.1190
Pozo 80	Pozo 79	0.50	0.011	8	0.03289	0.26316	0.0000	0.0182	0.5627	1.83	8	28.5938	0.8817	0.3475	0.0198
Pozo 79	Pozo 78	1.00	0.011	9	0.03289	0.29605	0.0000	0.0236	0.6393	1.69	8	40.4378	1.2470	0.4599	0.0178
Pozo 79A	Pozo 78A	0.50	0.011	0	0.03289	0	0.5627	0.0000	0.5627	1.83	8	28.5938	0.8817	0.3475	0.0198
Pozo 78	Pozo 77	1.00	0.011	4	0.03289	0.13158	0.0000	0.0254	0.3139	1.29	8	40.4378	1.2470	0.3707	0.0127
Pozo 78A	Pozo 77A	0.50	0.011	0	0.03289	0	1.2020	0.0000	1.2020	2.44	8	28.5938	0.8817	0.4364	0.0284
Pozo 76	Pozo 82	1.00	0.011	1	0.03289	0.03289	0.0000	0.0146	0.0951	0.83	8	40.4378	1.2470	0.2576	0.0073
Pozo 82	Pozo 83	1.00	0.011	1	0.03289	0.03289	0.0951	0.0000	0.1609	1.01	8	40.4378	1.2470	0.3024	0.0093
Pozo 81	Pozo 83	1.93	0.011	4	0.03289	0.13158	0.0000	0.0174	0.2979	1.12	8	56.1779	1.7323	0.4586	0.0106
Pozo 83	Pozo 84	5.27	0.011	6	0.03289	0.19737	0.4587	0.0225	0.8984	1.41	8	92.8309	2.8626	0.9100	0.0141
Pozo 84	Pozo 85	2.00	0.011	3	0.03289	0.09868	0.8984	0.0114	1.1186	1.83	8	57.1876	1.7635	0.6936	0.0197
Pozo 85	Pozo 86	3.94	0.011	42	0.03289	1.38158	3.3057	0.0241	6.1170	3.05	8	80.2667	2.4751	1.4614	0.0380
Pozo 86	Pozo 87	3.07	0.011	8	0.03289	0.26316	6.1170	0.0243	6.6919	3.30	8	70.8527	2.1848	1.3739	0.0422
Pozo 77	Pozo 88	1.00	0.011	7	0.03289	0.23026	21.5283	0.0252	22.0392	6.37	8	40.4378	1.2470	1.2738	0.1070
Pozo 84	Pozo 88	3.20	0.011	4	0.03289	0.13158	0.0000	0.0187	0.3006	1.02	8	72.3373	2.2306	0.5483	0.0095
Pozo 88	Pozo 89	1.00	0.011	7	0.03289	0.23026	22.3398	0.0237	22.8478	6.46	8	40.4378	1.2470	1.2849	0.1093
Pozo 89	Pozo 90	1.14	0.011	14	0.03289	0.46053	22.8478	0.0468	23.8624	6.40	8	43.1757	1.3314	1.3646	0.1079

Tabla 5.3.5. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.



Tramo		Pendiente %	Rugosidad	N° de lotes	Q por lote (l/s)	Q tramo (l/s)	Q acum (l/s)	Q infilt. (l/s)	Qd (l/s)	Ø (pulg)	Ø comercial (pulg)	Q <sub>LL</sub> (l/s)	V <sub>LL</sub> (m/s)	V <sub>real</sub> (m/s)	Y (m)
Pozo 87	Pozo 90	0.50	0.011	7	0.03289	0.23026	6.6919	0.0230	7.1986	4.77	8	28.5938	0.8817	0.7344	0.0695
Pozo 90	Pozo 91	1.22	0.011	0	0.03289	0	31.0610	0.0000	31.0610	6.98	8	44.6650	1.3773	1.4881	0.1247
Pozo 93	Pozo 92	1.01	0.011	10	0.03289	0.32895	0.0000	0.0130	0.6839	1.73	8	40.6394	1.2532	0.4710	0.0183
Pozo 92	Pozo 91	1.00	0.011	8	0.03289	0.26316	0.6839	0.0178	1.2458	2.17	8	40.4378	1.2470	0.5623	0.0245
Pozo 94	Pozo 95	1.00	0.011	3	0.03289	0.09868	0.0000	0.0085	0.2143	1.12	8	40.4378	1.2470	0.3301	0.0106
Pozo 95	Pozo 96	1.00	0.011	18	0.03289	0.59211	0.2143	0.0088	1.4162	2.28	8	40.4378	1.2470	0.5843	0.0260
Pozo 96	Pozo 97	1.00	0.011	0	0.03289	0	1.4162	0.0042	1.4247	2.28	8	40.4378	1.2470	0.5854	0.0261
Pozo 97	Pozo 98	3.82	0.011	1	0.03289	0.03289	1.4247	0.0085	1.5074	1.81	8	79.0349	2.4371	0.9514	0.0195
Pozo 98	Pozo 99	1.00	0.011	0	0.03289	0	1.5074	0.0011	1.5096	2.33	8	40.4378	1.2470	0.5956	0.0268
Pozo 99	Pozo 100	3.15	0.011	4	0.03289	0.13158	1.5096	0.0094	1.7915	2.00	8	71.7699	2.2131	0.9369	0.0221
Pozo 100	Pozo 101	1.41	0.011	4	0.03289	0.13158	1.7915	0.0242	2.1031	2.48	8	48.0172	1.4807	0.7418	0.0290
Pozo 101	Pozo 102	3.46	0.011	1	0.03289	0.03289	2.1031	0.0091	2.1872	2.12	8	75.2186	2.3195	1.0280	0.0238
Pozo 102	Pozo 85	1.00	0.011	0	0.03289	0	2.1872	0.0010	2.1891	2.68	8	40.4378	1.2470	0.6654	0.0321
Pozo 91	Pozo 103	0.80	0.011	0	0.03289	0	32.3068	0.0152	32.3372	7.67	12	106.6372	1.4615	1.2813	0.0638
Pozo 103	Pozo 104	0.50	0.011	0	0.03289	0	32.3372	0.0152	32.3675	8.38	12	84.3041	1.1554	1.0793	0.1151

Tabla 5.3.6. Diseño de colectores para el alcantarillado sanitario.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

Nota: A los tramos sombreados se les ha incluido caudales adicionales al caudal por lote tales como: caudales que aportan las escuelas y oficinas.

## **5.4 Alternativa de Solución para los Sectores de Dificil Acceso al Sistema de Alcantarillado Sanitario**

Debido a que las condiciones topográficas en zonas como la 1ª y 2ª avenida norte de la colonia La Entrevista y la parte más baja de la 1ª avenida sur del barrio San Cayetano no permiten que se pueda realizar una conexión económica con el alcantarillado sanitario propuesto, es necesario diseñar una alternativa para la disposición de las aguas negras y grises provenientes de las viviendas de estos sectores.

La elección y diseño de los componentes de la alternativa de solución para las viviendas que se encuentran en sectores de difícil acceso al alcantarillado sanitario se realizara en base a la “GUIA TECNICA SANITARIA PARA LA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO INDIVIDUALES DE AGUAS NEGRAS Y GRISES” del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

### **5.4.1 Elección del sistema de tratamiento**

Para la elección del sistema de tratamiento de aguas negras y grises se toman en cuenta las siguientes condiciones que se presentan en las zonas de estudio del municipio de San Cayetano Istepeque:

- El nivel freático se encuentra alrededor de cuatro metros de profundidad en algunas zonas de la colonia La Entrevista.
- Todas las viviendas cuentan con acometida de agua potable.
- El área mínima de los lotes es de 250 m<sup>2</sup>.

Bajo estas condiciones y según las recomendaciones del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, se propone el uso de sistema de tratamiento compuesto por:

- Tanque séptico
- Trampa para grasas
- Caja de registro
- Zanja de infiltración o campo de riego

Este tipo de tecnología debe ser recomendado en las siguientes condiciones:

- Cuando se disponga de espacio requerido para su instalación.
- Cuando las condiciones hidrogeológicas no favorezcan la instalación de fosa séptica con pozo de absorción (nivel freático menor o igual a cinco metros medido en forma vertical y en época lluviosa).

Sin embargo en aquellas zonas en las que luego de realizar el estudio de suelos respectivo resulte una profundidad del nivel freático que permita utilizar pozo de absorción (separación vertical mínima de 3 metros entre el fondo del pozo y el nivel freático en época lluviosa), podrán utilizarse estos en lugar de zanja de infiltración.

En las siguientes figuras desde la 5.4.1 hasta la 5.4.3 se muestran en forma esquemática la distribución en planta y corte de los componentes del sistema de fosa séptica con zanjas de infiltración y de la 5.4.4 hasta la 5.4.6 el sistema de fosas séptica con pozo de absorción. También se muestran en las siguientes figuras los detalles típicos del tanque séptico, pozo de absorción y zanja de infiltración<sup>1</sup>.

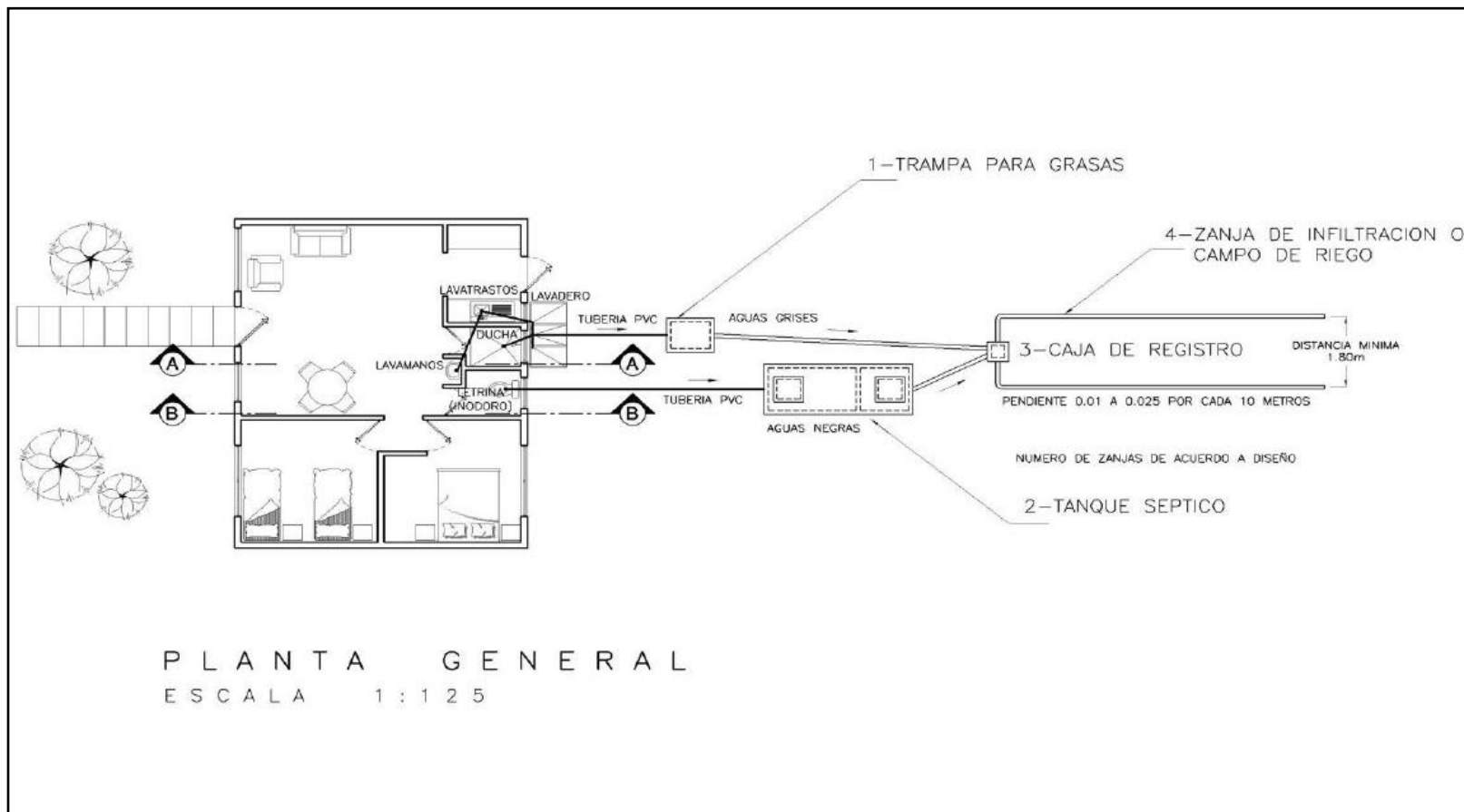


Figura 5.4.1. Vista en planta de sistema de fosa séptica, trampa de grasas y zanjas de infiltración.  
 Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

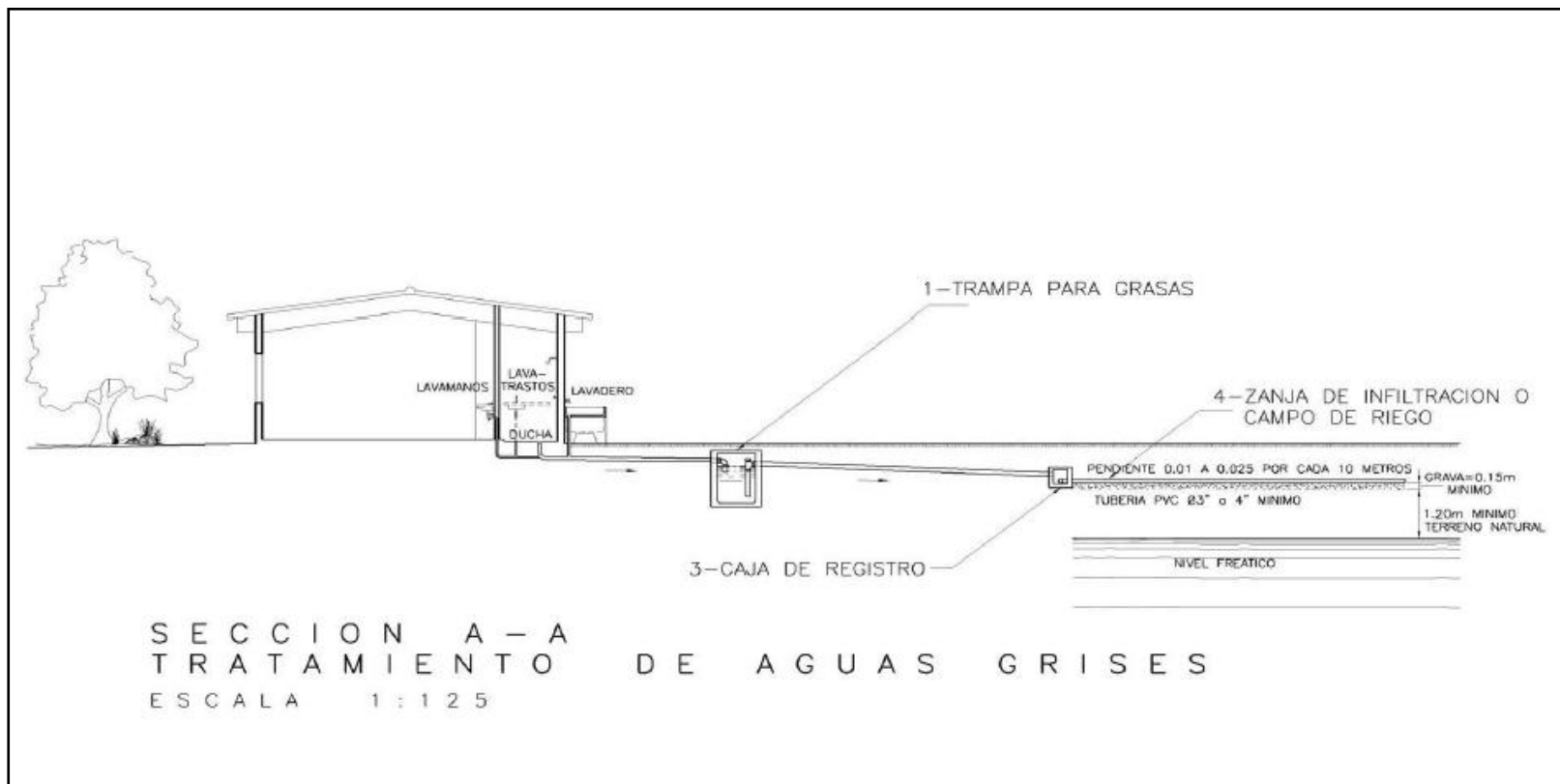


Figura 5.4.2. Vista en corte trampa de grasas y zanjas de infiltración.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

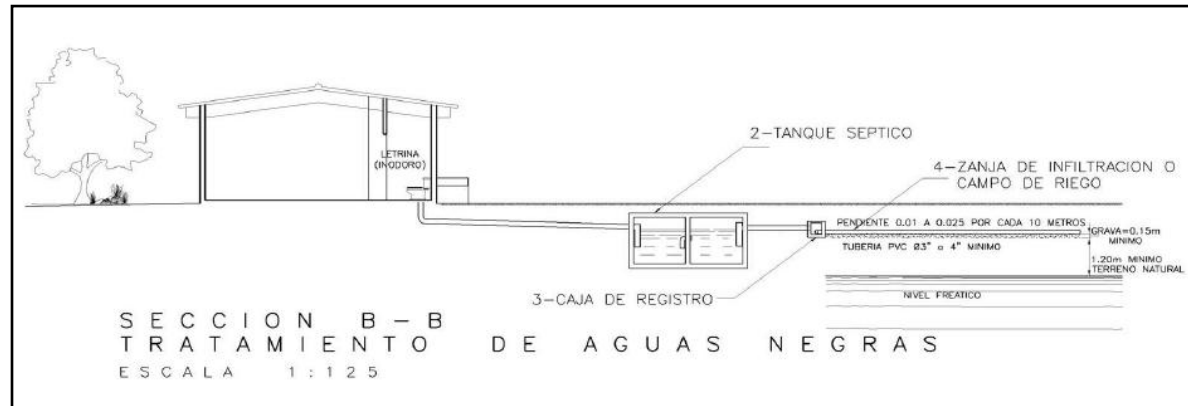


Figura 5.4.3: Vista en corte de fosa séptica y zanjas de infiltración.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

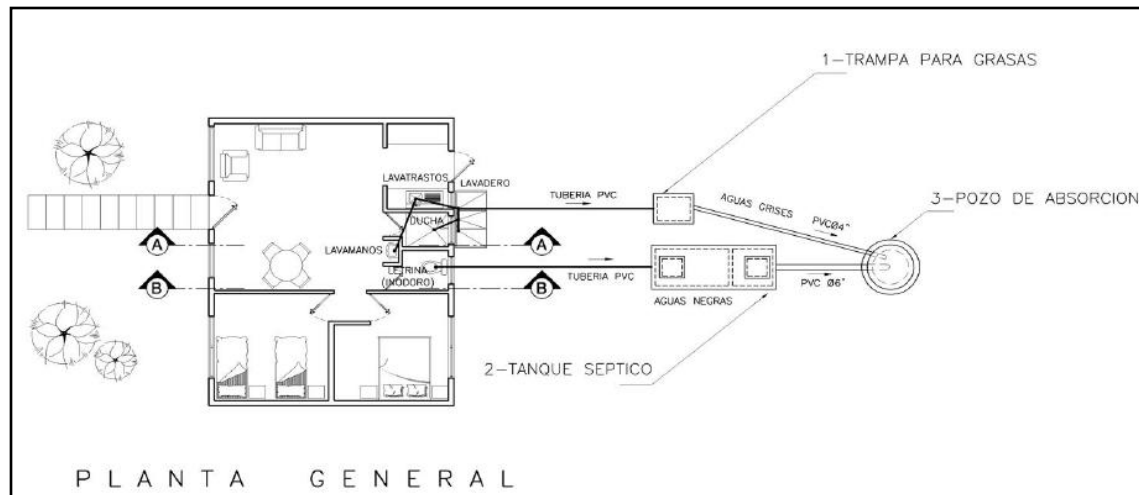


Figura 5.4.4. Vista en planta de de sistema de fosa séptica, trampa de grasas y pozo de absorción.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

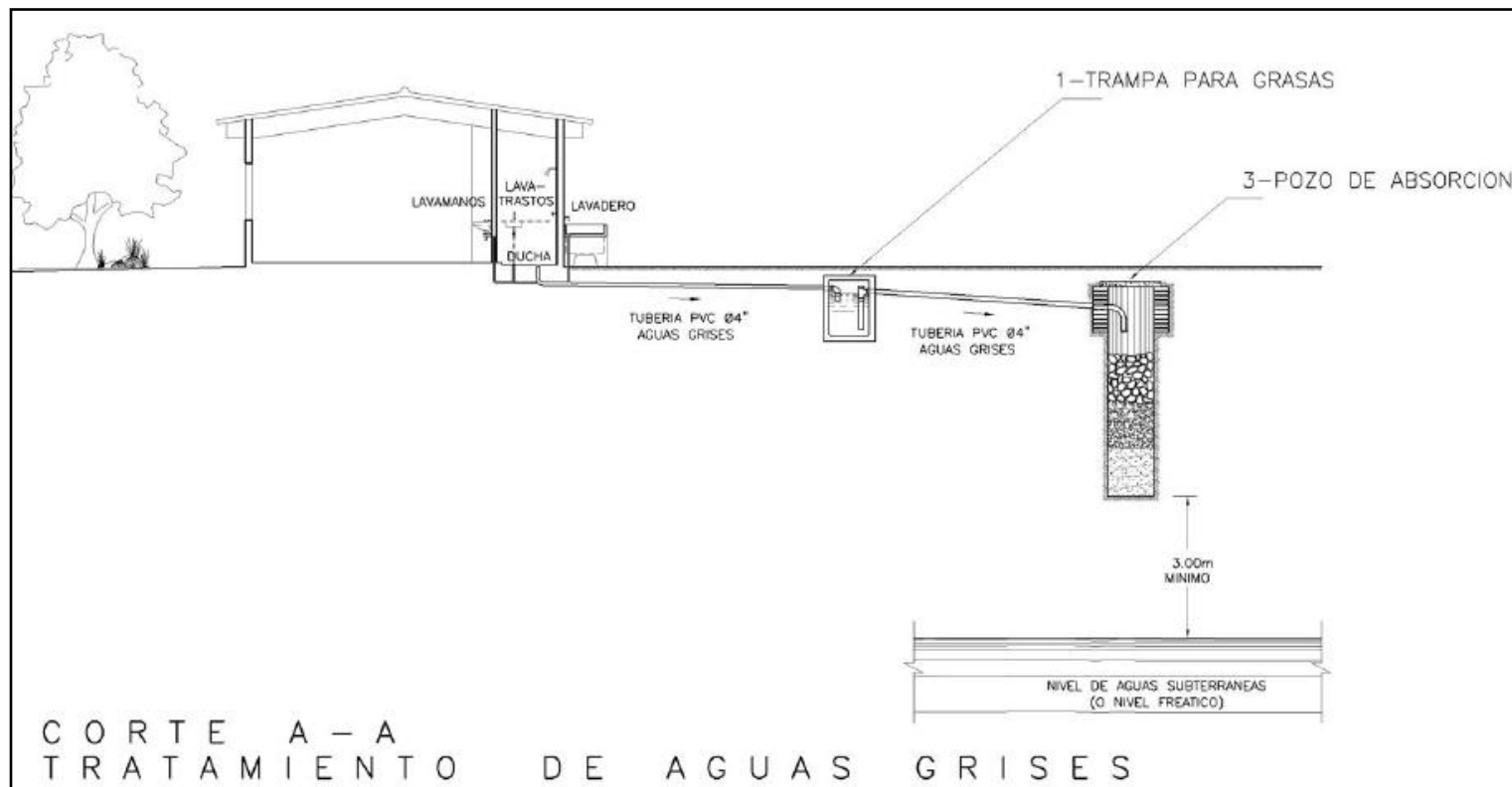


Figura 5.4.5. Vista en corte trampa de grasas y pozo de absorción.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

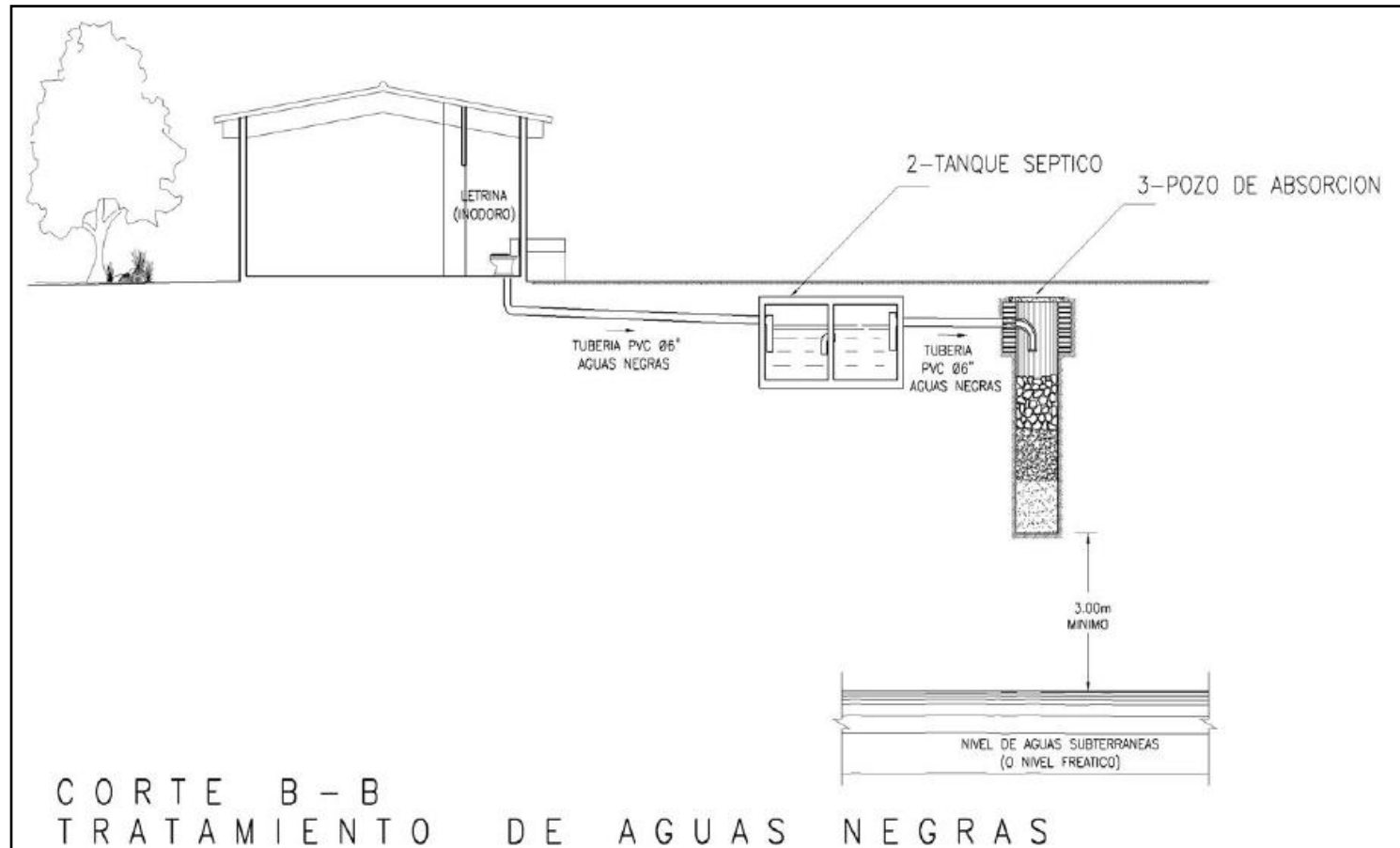


Figura 5.4.6. Vista en corte de fosa séptica y pozo de absorción.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.



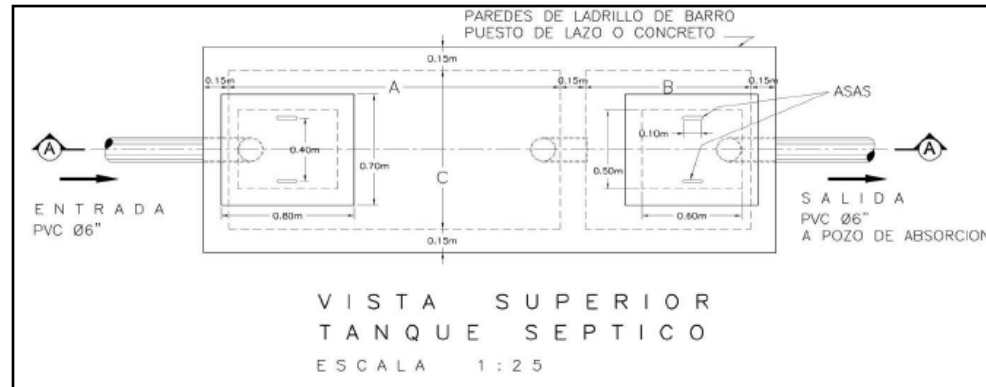


Figura 5.4.7. Vista en planta de fosa séptica.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

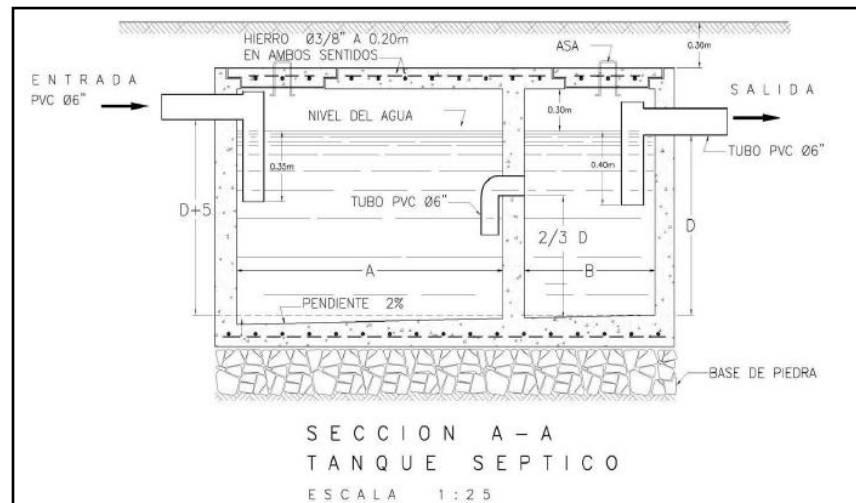


Figura 5.4.8. Vista en corte de fosa séptica.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

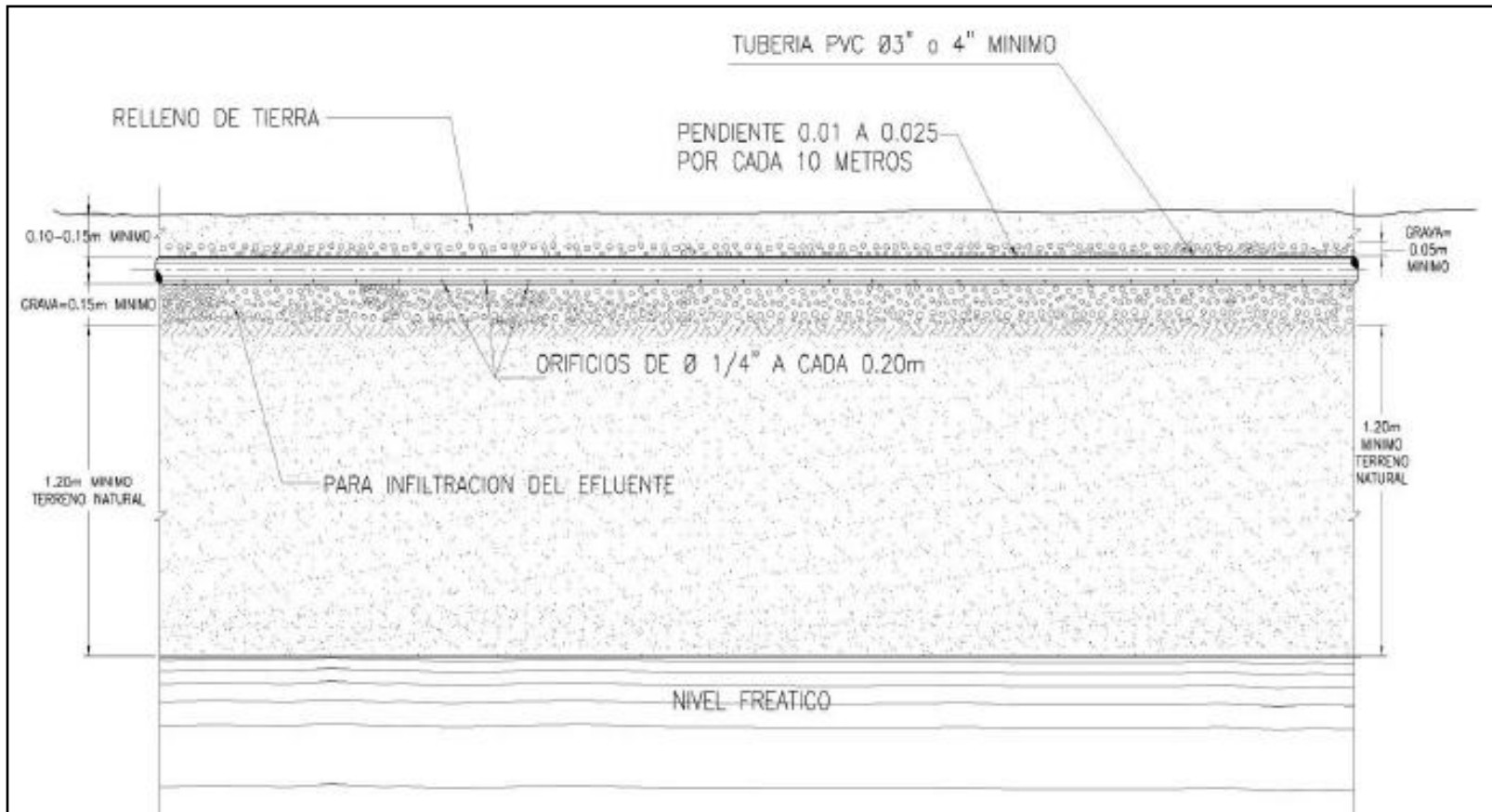


Figura 5.4.9. Vista lateral de zanjas de infiltración o campo de riego.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

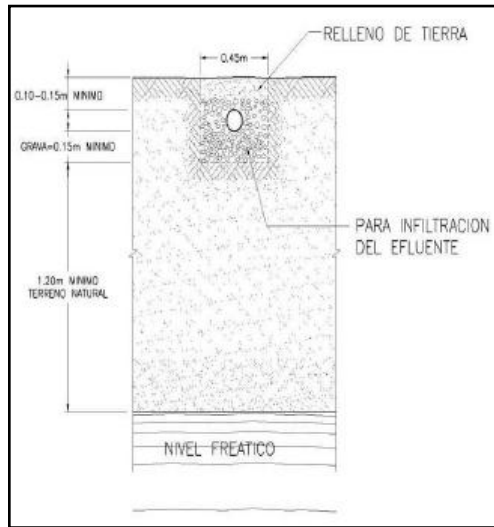


Figura 5.4.10. Vista de frente de zanjas de infiltración.  
 Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

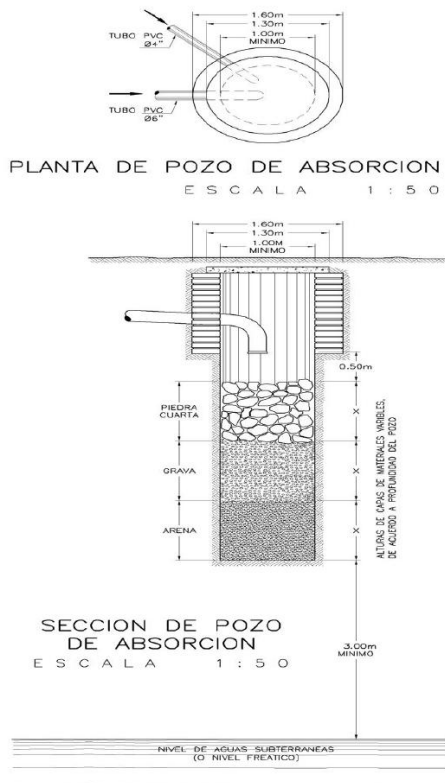


Figura 5.4.11. Vista en planta y sección de pozo de absorción.  
 Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

## 5.4.2 Dimensionamiento de los componentes del sistema de fosa séptica

### 5.4.2.1 Tanque séptico

El dimensionamiento del tanque séptico se realiza mediante la tabla 5.4.1. Si se considera un total de 6 personas por vivienda se obteniendo las dimensiones presentados en la primera fila de dicha tabla (tabla 5.4.1.)

No. personas	Dimensiones en metros (ver Diseño en Anexos)			
	A	B	C	D
6 ó menos	2,00	1,00	1,00	1,30
9	2,30	1,15	1,00	1,30
12	2,60	1,30	1,15	1,30
15	3,00	1,45	1,30	1,30
50	5,40	2,60	1,60	1,60
100	6,60	3,30	2,00	2,00

Tabla 5.4.1. Dimensiones del tanque séptico.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

### 5.4.2.2 Zanjas de infiltración

Para el dimensionamiento de las zanjas de infiltración se determina la tasa de infiltración en l/m<sup>2</sup>/día mediante la tabla 5.4.2. Utilizando un tiempo de infiltración

$$TI = 16 \frac{\text{min}}{\text{pulg}} \approx 6.25 \frac{\text{min}}{\text{cm}}, \text{ se obtiene una tasa de infiltración de } 49 \text{ l/m}^2/\text{día}.$$

TASA DE INFILTRACIÓN * (Minutos/centímetro)	TASA DE INFILTRACIÓN PARA PRUEBA DE INFILTRACIÓN UTILIZANDO POZOS DE PRUEBA DE 0,30 METROS DE DIAMETRO (Litros/metros <sup>2</sup> /día)
0,41	189
0,83	130
1,25	109
1,66	94
2,08	83
4,16	60
6,25	49
12, 50	34
18, 75	30
25,00	22

Tabla 5.4.2. Valores aproximados de tasa de infiltración par cálculo de zanjas de infiltración y de arena filtrante.

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

Conociendo la tasa de infiltración, el área de absorción se determina con base a la siguiente fórmula:

$$A = QP/R$$

Donde:

*A*: es el área de absorción en m<sup>2</sup>.

*Q*: es la aportación en litros/habitante/día

*P*: es el número de habitantes del inmueble

*R*: es la tasa de infiltración en litros/m<sup>2</sup>/día

Área de absorción: es el número necesario de metros cuadrados de suelo para infiltrar la aportación del efluente del tanque séptico.

$$A = \frac{(125 \text{ litros/habitante/día} * 6 \text{ habitantes})}{49 \text{ litros/m}^2/\text{día}}$$

$$A = 15.30 \text{ m}^2$$

El resultado anterior, servirá para calcular la longitud total de la tubería de drenaje, para lo cual se deberá sustituir este valor en el cálculo del área de la zanja (en metros):

$$\text{Área} = (\text{Ancho de Zanja}) * (\text{Longitud de Zanja})$$

Por tanto:

$$\text{Longitud de Zanja} = \text{Área} / \text{Ancho de Zanja}$$

Se propone utilizar un ancho de zanja de 70 cm con lo que la longitud necesaria de zanja será:

$$\text{Longitud de Zanja} = \frac{15.30 \text{ m}^2}{0.70 \text{ m}}$$

$$\text{Longitud de Zanja} = 21.85 \text{ m}$$

La longitud total obtenida podrá dividirse en ramales paralelos, para este caso se considera colocar 4 ramales paralelos obteniendo una longitud de 5.50 metros cada uno.

#### 5.4.2.2 Pozo de absorción

Para determinar la altura del pozo de absorción se considera un diámetro de 2 metros y se utilizara la ecuación siguiente:

$$H = (K1 \times N) / (\pi \times D)$$

Donde:

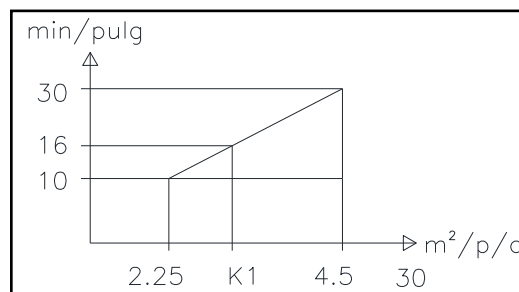
*H*: Profundidad efectiva del pozo en metros (altura total en la que se deposita el material filtrante; a esta altura se debe adicionar 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta hasta la caída del efluente más la altura del broquel del pozo)

*K1*: Coeficiente de absorción en m<sup>2</sup>/persona/día.

*N*: Número de habitantes del inmueble.

*D*: Diámetro medio del pozo en metros.

Interpolando los valores presentados en la tabla 5.4.3 para TI = 16  $\frac{\text{min}}{\text{pulg}}$ , se obtiene el coeficiente K1:



$$\frac{K1 - 2.25}{4.5 - 2.25} = \frac{16 - 10}{30 - 10}$$

$$K1 = 2.25 + (4.5 - 2.25) * \frac{6}{20}$$

$$K1 = 2.925$$

Tiempo en minutos para que el nivel del agua baje 2,5 centímetros	Superficie de filtración requerida por persona por día en metro <sup>2</sup> (k <sub>1</sub> )
1	0,88
2	1,08
5	1,44
10	2,25
30	4,5
Más de 30	Terreno inadecuado

Tabla 5.4.3. Coeficiente promedio de absorción del terreno.

Fuente: Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

$$H = (2.925 \times 6) / (\pi \times 2)$$

$$H = 2.793 \text{ m.}$$

Considerando la altura de broquel de 1 metro más 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta, la altura total del pozo es:

$$H_T = 2.793 + 1 + 0.50$$

$$H_T \approx 4.30 \text{ m}$$

## **Referencias bibliográficas**

- <sup>1</sup> Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.



## **CAPITULO 6**

# **PROPUESTA DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

## **6.1 Ubicación de la Planta de tratamiento**

La planta de tratamiento para las aguas residuales estará ubicada en un terreno al sureste del barrio San Cayetano, del municipio de San Cayetano Istepeque, este terreno actualmente es utilizado para sembrar caña de azúcar y colinda en su parte sur con el río Antón Flores que es el río donde se ha previsto la descarga de las aguas residuales luego de recibir el tratamiento propuesto (ver figura 6.1.1.).

El alcantarillado sanitario terminará de recoger las aguas residuales del casco urbano del municipio de San Cayetano Istepeque y de la colonia “La Entrevista” en un punto ubicado en la intersección del pasaje Pipil y la 2ª Avenida Sur del barrio San Cayetano (ver plano topográfico, hoja 1/17). Luego la tubería colectora pasará por 166 m de servidumbre hasta llegar al terreno donde se ubicará la planta de tratamiento el cual contara con 5128.68 m<sup>2</sup> de superficie.

## **6.2 Parámetros de diseño**

El sistema de tratamiento que se propondrá para las aguas residuales, será un sistema que garantice que el efluente de la planta quede apto para ser descargado al cuerpo receptor propuesto sin que lo altere de manera negativa, por lo cual se tomaran en cuenta los valores máximos permisibles de los diferentes contaminantes del agua presentado en la norma salvadoreña NSO 13.49.01:09 (AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR), debiendo ser los valores resultantes del diseño menores a los propuestos por dicha norma.

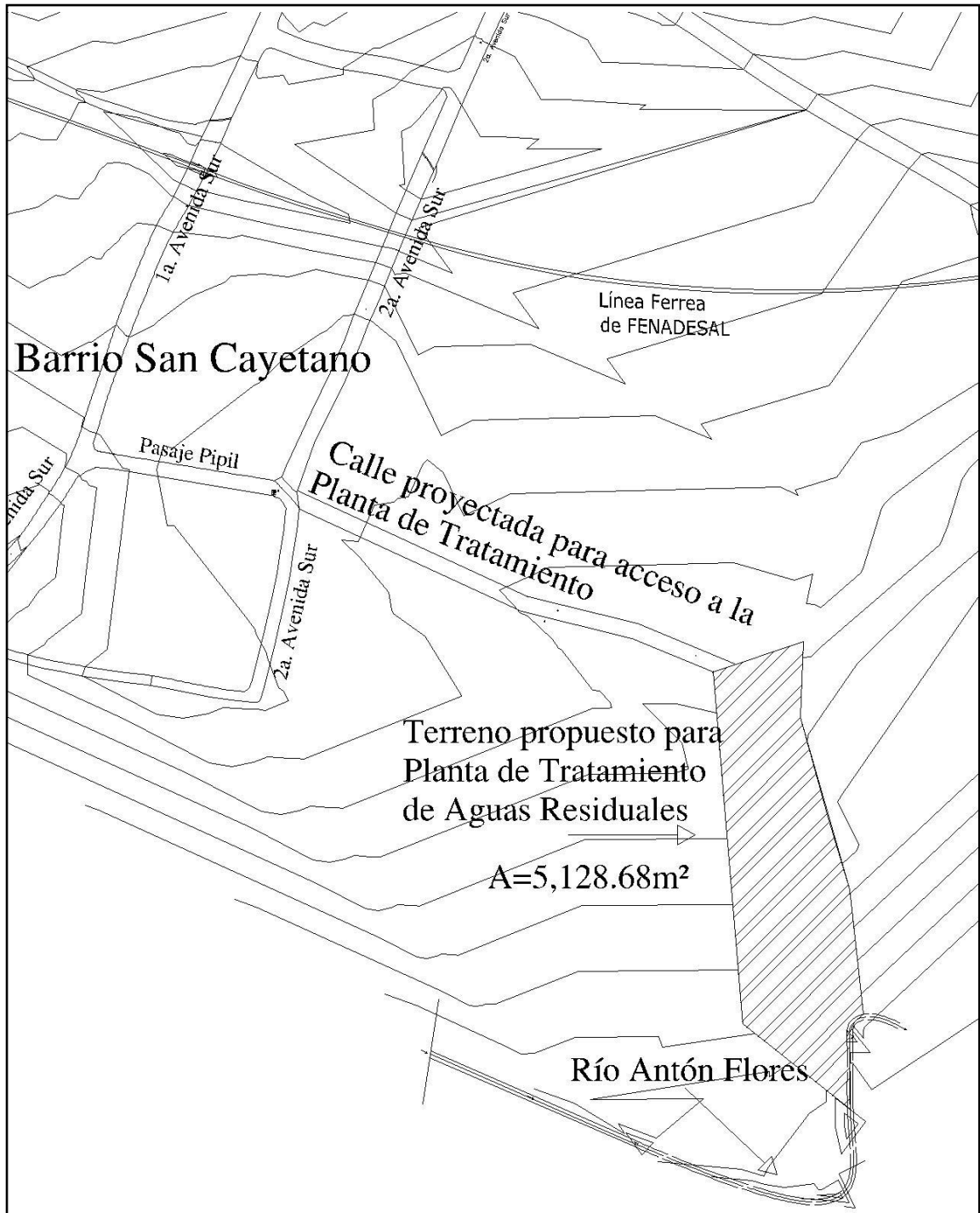


Figura 6.1.1. Ubicación de la planta de tratamiento con respecto al Barrio San Cayetano.

Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

El agua residual a tratar se clasifica como “de tipo ordinario” ya que es un agua residual generada por las actividades domésticas de los seres humanos, tales como uso de servicios sanitarios, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa y otras similares.<sup>1</sup>

Los valores máximos de los diferentes parámetros que se deben cumplir de acuerdo a esta norma son los siguientes:

PARAMETROS	VALORES MAXIMOS
DQO (mg/l)	150
DBO5 (mg/l)	60
Sólidos Sedimentables (mg/l)	1
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	60
Aceites y grasas (mg/l)	20

Tabla 6.2.1. Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor, NSO 13.49.01.09. AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR, 2009.

Debido a que en el municipio de San Cayetano Istepeque no se cuenta con alcantarillado sanitario no se pueden obtener una caracterización de las aguas residuales de esa zona, por esta razón se considerara para el diseño la caracterización de las aguas residuales del municipio de Atiquizaya<sup>2</sup> ya que la forma de vida y las características de esa población son similares a las del municipio en estudio.

La ciudad de Atiquizaya pertenece al departamento de Ahuachapán, posee una población total de 40, 772 habitantes (zona rural=22,492; zona urbana=18,280) su actividad económica principal es la agricultura y la ganadería. Los principales tipos de cultivos son granos básicos y caña de azúcar. Su infraestructura principal es: 1 Unidad de Salud , 1 Sede Alcaldía Municipal, 1 sede Cruz Roja, 1 Instituto Nacional, 5 escuelas públicas urbanas, 15 escuelas públicas rurales, 2 escuelas privadas, 1 Kinder garden, 1 sede Telecom, 1 sede P N C, 1 Sede Juzgado.<sup>3</sup> Si utilizamos las anteriores características como índices comparativos, podemos observar que a pesar de ser un municipio más grande y con más población, la infraestructura y la actividad económica son similares a las del municipio de San Cayetano Istepeque, por tanto podemos concluir que la forma de vida de las personas, la alimentación y el uso del agua es similar en ambos municipios.

La siguiente tabla presenta la caracterización de las aguas residuales para el municipio de Atiquizaya:

<b>Caracterización de las aguas residuales del municipio de Atiquizaya</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Valor que resultó de la caracterización</b>
DQO (mg/l)	722
DBO5 (mg/l)	300
Sólidos Sedimentables (mg/l)	7
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	870
Aceites y grasas (mg/l)	17

Tabla 6.2.2. Caracterización de las aguas residuales del municipio de Atiquizaya.

Fuente: TRABAJO DE GRADUACIÓN, DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE ATQUIZAYA, UES, 2000.

Como se puede observar todos los resultados de la caracterización sobrepasan los valores máximos que están en la norma del CONACYT (NSO 13.49.01.09) por lo tanto deberán diseñarse unidades cuyas eficiencias garanticen el cumplimiento de la norma.

Existe una gran variedad de sistemas de tratamiento para las aguas residuales los cuales se componen por diferentes etapas que pueden encontrarse combinadas de

diversas maneras. Algunas de las etapas de tratamiento más comunes se muestran en la tabla 6.2.3.

1	Lagunas anaeróbicas
2	Lagunas facultativas
3	Lagunas de maduración
4	Reactores anaeróbicos como UASB, RALF
5	Tanques Imhoffs
6	Fosas sépticas
7	Filtros percoladores
8	Biodiscos
9	Lagunas con aireación
10	Lodos activados
11	Precipitación
12	Lagunas de sedimentación
13	Pantanos artificiales
14	Lechos de infiltración
15	Desinfección
16	Filtros anaeróbicos
17	Filtros aireados
18	Sedimentadores primarios
19	Digestores para lodo
20	Laguna con un tiempo de detención $\geq 10$ días

Tabla 6.2.3. Etapas de tratamiento de las aguas residuales.  
Fuente: Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia, ANESAPA 2007.

Las etapas mostradas en la tabla anterior pueden encontrarse en una gran variedad de combinaciones las cuales dependerán de factores como el grado de depuración de las aguas crudas, de la disponibilidad de espacio, capacidad tecnológica, entre otros.

Además algunos tipos de plantas necesitan un pre tratamiento. El pre tratamiento puede componerse de:

Sistema de rejas gruesas (R)

Tamices o Rejas finas (T)

Desarenadores (D)

Las combinaciones más comunes de etapas de tratamiento y su respectiva nomenclatura se muestran en la tabla 6.2.4.

Etapas combinadas				Combinación	Pretratamiento necesario	
1	2	3		AT	R (D)	
2	3			T	R (D)	
4	3			UT	RD, TD	
4	10			UL	RD, TD	
5	7			IF	RD, TD	
5	8			IB	RD, TD	
5	10			IL	RD, TD	
9				LA	RD, TD	
1	9			ALA	RD, TD	
6	2	3	< 2000 Hab.	ST		
6	14		< 2000 Hab.	SI		
18	10	19		PLDS	RD, TD	
18	7	19		PFDS	RD, TD	
18	8	19		PBDS	RD, TD	
9	12			LALS	RD, TD	
4	3	15		UTD	RD,TD	
6	13			SP		
13				PL		
5	17			IFA	RD,TD	
10				L	RD,TD	
5	10	20		ILT*	RD,TD	
9	20			LAT*	RD,TD	
18	10	19	20	PLDST*	RD,TD	
18	7	19	20	PFDST*	RD,TD	
18	8	19	20	PBDST*	RD,TD	

Tabla 6.2.4. Combinaciones de las etapas de tratamiento más comunes

Fuente: Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia, ANESAPA 2007.

Debido al gran potencial que representan las aguas residuales tratadas para su reutilización en la agricultura y en especial en la zona donde se ubicará la planta de tratamiento, se considera que a futuro esta pueda ser aprovechada por los agricultores



de la zona. Es por esta razón que para la elección del sistema de tratamiento de las aguas residuales se tomará en cuenta la propuesta de calidad de los parámetros microbiológicos requerida para las aguas de riego, de la O.M.S, la cual es la siguiente<sup>3</sup>:

Categoría	Condiciones de aprovechamiento	Grupo expuesto	Nematodos intestinales (Medida aritmética n° de huevos por litro)	Coliformes fecales (Media geométrica N° por 100 ml)	Tratamiento requerido (para lograr la calidad microbiológica exigida)
A	Riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos.	Trabajadores, consumidores, público.	≤1	≤1000	Serie de estanques de estabilización que permitan lograr la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente.
B	Riego de cultivos de cereales, industriales y forrajeros, praderas y árboles.	Trabajadores.	<1	No se recomienda ninguna norma	Retención en estanques de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales.
C	Riego localizado en la categoría B, cuando ni los trabajadores ni el público están expuestos.	Ninguno	No se aplica	No se aplica	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego, pero no menos que sedimentación primaria.

Tabla 6.2.5. Recomendaciones de aguas residuales para uso en agricultura.

Fuente: OMS, Ginebra 1989.

Los cultivos predominantes en los terrenos cercanos a la ubicación propuesta para la planta de tratamiento son, maíz y caña de azúcar, de modo que la calidad del agua tratada debe cumplir con los límites que se indican en la categoría B de la tabla 6.2.5.

Para la elección del sistema de tratamiento utilizaremos a modo de guía la tabla 6.2.6, eligiendo de la fila superior los límites máximos que se quieren lograr con el tratamiento y en la 1ª columna se elige el tipo de tratamiento de acuerdo a las unidades que conforman el proceso. Si proponemos una planta de tratamiento convencional conformada por sedimentador primario, filtro percolador y digester de lodos, y la

confrontamos con los límites que da la OMS observamos que el tratamiento propuesto sí logra superar los límites pero posterior al tratamiento convencional se exige que reciba una desinfección con cloro antes de ser usada para el riego agrícola (ver tabla 6.2.6).

Se usará la Norma Peruana y Norma Nicaragüense para el dimensionamiento de los componentes de la planta de tratamiento. Se diseñará un sistema de tratamiento convencional el cual contará con los siguientes componentes:

#### **Tratamiento preliminar**

- Canal de entrada
- Sistema de rejas
- Desarenador
- Medidor de caudal tipo Parshall

#### **Tratamiento primario**

- Sedimentador primario tipo Dortmund

#### **Tratamiento secundario**

- Filtro percolador
- Sedimentador secundario tipo Dortmund

#### **Tratamiento de lodos**

- Digestor de lodos
- Patios de secado de lodos

	DBO <80 mg/l DQO <250 mg/l	DBO <80 mg/l DQO 250 mg/l NH4-N < 10 mg/l	DBO <80 mg/l DQO 250 mg/l NH4-N < 2 mg/l Coliformes fec. < 1000 CF/100 ml Helminetos < 1/11	DBO <80 mg/l DQO 250 mg/l Coliformes fec. < 1000 Helminetos < 1/11	DBO <80 mg/l DQO 250 mg/l NH4-N < 10 mg/l Remocion Nges > 80 %	DBO <80 mg/l DQO 250 mg/l NH4-N < 2 mg/l Remocion Nges > 80 %	DBO <80 mg/l DQO 250 mg/l NH4-N < 2 mg/l Coliformes fec. < 1000 CF/100 ml Helminetos < 1/11	DBO <80 mg/l DQO 250 mg/l NH4-N < 2 mg/l Remocion Nges > 80 %	DBO <80 mg/l DQO 250 mg/l NH4-N < 2 mg/l Coliformes fec. < 1000 CF/100 ml Helminetos < 1/11
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
AT	X			x					
T	X			x					
UT	X			x					
UL	X	x							
IF	X	x	x (D)						
IB	X	x	x (D)						
IL	X	x	x (D)		X(D)			x (P)	
LA	X								
ALA	X								
ST	X			x					
SI	X			x					
PLDS	X	x	x (D)		X(D)			x(P)	
PFDS	X	x	x (D)						
PBDS	X	x	x (D)						
LALS	X								
UTD	X		x						
SP	X			x					
PL	X			x					
IFA	X	x	x (D)	x					
L	X	x	x (D)	x	x(D)	x(D)	x(D)	X(P)	X(D,P)
ILT*	X	x	x (D)	x	x(D)	x(D)	x(D)	X(P)	X(D,P)
LAT*	X	x	x (D)	x	x(D)	x(D)	x(D)	X(P)	X(D,P)
PLDST*	X	x	x (D)	x	x(D)	x(D)	x(D)	X(P)	X(D,P)
PFDST*	X	x	x (D)	x	x(D)	x(D)	x(D)	X(P)	X(D,P)
PBDST*	X	x	x (D)	x	x(D)	x(D)	x(D)	X(P)	X(D,P)

D – Desinfección    P - Precipitación

**PFDS= Sedimentador primario, filtro percolador y digester de lodos**

Tabla 6.2.6. Capacidad de depuración de los contaminantes de acuerdo al sistema de tratamiento propuesto.

Fuente: Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia, ANESAPA 2007.

## 6.3 Caudales de diseño

### 6.3.1 Consideraciones para el cálculo de los caudales según normas de ANDA.

- Los caudales de diseño para la planta de tratamiento se calcularán con las poblaciones al final del período de diseño.
- El período de diseño será de 20 años
- Las poblaciones finales se calcularán con el método geométrico
- Las dotaciones utilizadas serán:

Vivienda mínima= 125 l/p/d

Escuelas = 40 l/alumno/día

Clínicas = 500 l/consultorio/día

Oficinas= 6 l/m<sup>2</sup>/día

- Los coeficientes de variación de consumo serán:

Coeficiente de variación diaria K1= 1.5

Coeficiente de variación horaria K2= 2.4

Coeficiente de variación mínima horaria K3= 0.3

### 6.3.2 Población de Diseño

Datos iniciales:

Población inicial (Po) = 3508 habitantes

Índice de crecimiento poblacional (i) = 2.19 %

Período de diseño (n) = 20 años

Fórmula a utilizar para el cálculo de la población final (Pf):  $Pf = Po * (1 + \frac{i}{100})^n$

Evaluando los datos se tiene:  $Pf = 3508 * (1 + \frac{2.19}{100})^{20}$

$$Pf = 5411 \text{ habitantes}$$

### 6.3.2 Caudales de diseño

Población (Pob)= 5411 personas

Dotación (Dot) = 125 l/p/d

Area de infiltración (Ainf) = 30.3 ha. Obtenida mediante el programa AUTOCAD

- Caudal medio diario (Qmd) en l/s:

$$Qmd = 0.80 \frac{Pob \times Dot}{86,400} + 0.1 Ainf$$

$$Qmd = 0.80 \left( \frac{5411 \times 125 + 695 \times 40 + 500 \times 3 + 6 \times 310}{86,400} \right) + 0.1 \times 30.3$$

$$Qmd = 9.7391(l/s)$$

- Caudal máximo diario (Qmaxd) en l/s:

$$Qmaxd = \left( 1.5 \times 0.80 \frac{Pob \times Dot}{86,400} \right) + 0.1 \times Ainf$$

$$Qmaxd = 1.5 \times 8.3878 + 0.1 \times 30.3(l/s)$$

$$Qmaxd = 13.0937 (l/s)$$

- Caudal máximo horario (Qmh)

$$Qmh = \left( 2.4 \times 0.80 \frac{Pob \times Dot}{86,400} \right) + 0.1 \times Ainf(l/s)$$

$$Qmh = 2.4 \times 8.3878 + 0.1 \times 30.3$$

$$Q_{mh} = 19.135 \text{ (l/s)}$$

- Caudal mínimo diario ( $Q_{mind}$ )

$$Q_{mind} = \left( 0.3 \times 0.80 \frac{Pob \times Dot}{86,400} \right) + 0.1 \times A_{inf} \text{ (l/s)}$$

$$Q_{mind} = 0.3 \times 8.3878 + 0.1 \times 30.3$$

$$Q_{mind} = 5.0427 \text{ (l/s)}$$

## 6.4 Diseño de los componentes de la Planta de Tratamiento

### 6.4.1 Tratamiento Preliminar

Para el diseño de los componentes del tratamiento preliminar en general se utilizará el caudal máximo horario como lo establece la Norma Técnica OS.090 - "Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

#### 6.4.1.2 Canal de entrada

Caudal de diseño:

$$Q = 19.135 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0.019135 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

La velocidad de aproximación en el canal de entrada debe encontrarse en un rango de 0.3 a 0.6 m/s, con el fin de obtener la menor área en el canal de entrada se utilizara una velocidad de 0.6 m/s, ésta se determina por continuidad:

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0.019135 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.60 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$A = 0.03189 \text{m}^2$$

Tomando un ancho  $b = 20\text{cm}$ , se tiene para una sección rectangular que el tirante (T) es:

$$A = b * T$$

$$T = \frac{A}{b}$$

$$T = \frac{0.03189 \text{ m}^2}{0.20 \text{ m}}$$

$$T = 0.159 \text{ m}$$

$$T = 15.9 \text{ cm}$$

Se considerará un borde libre alrededor de 40 cm obteniendo una profundidad total de canal de 60 cm.

Para la determinación de la pendiente se usara la formula de Manning:

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

Donde:

$v$ : Velocidad en el canal de entrada en m/s.

$R_h$ : Radio hidráulico en m  $\left(\frac{\text{área}}{\text{perímetro mojado}}\right)$ .

S: Pendiente del canal de entrada.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

$$S = \left(\frac{v * n}{R_h^{2/3}}\right)^2$$

$$S = \left(\frac{0.60 * 0.015}{\left(\frac{0.03189}{0.2 + 2 * 0.159}\right)^{2/3}}\right)^2$$

$$S = 0.00333$$

$$S = 0.33\%$$

#### **6.4.1.2 Sistema de rejas**

Las recomendaciones de la Norma Técnica peruana (SO.090) para el diseño de los sistemas de rejas son las siguientes:

- a) Se utilizarán barras de sección rectangular de 5 a 15 mm de espesor de 30 a 75 mm de ancho. Las dimensiones dependen de la longitud de las barras y el mecanismo de limpieza.
- b) El espaciamiento entre barras estará entre 20 y 50 mm. Para localidades con un sistema inadecuado de recolección de residuos sólidos se recomienda un espaciamiento no mayor a 25 mm.



- c) Las dimensiones y espaciamiento entre barras se escogerán de modo que la velocidad del canal antes de y a través de las barras sea adecuada. La velocidad a través de las barras limpias debe mantenerse entre 0,60 a 0,75 m/s (basado en caudal máximo horario).
- d) Determinada las dimensiones se procederá a calcular la velocidad del canal antes de las barras, la misma que debe mantenerse entre 0,30 y 0,60 m/s, siendo 0.45 m/s un valor comúnmente utilizado.
- e) En la determinación del perfil hidráulico se calculará la pérdida de carga a través de las cribas para condiciones de caudal máximo horario y 50% del área obstruida. Se utilizará el valor más desfavorable obtenido al aplicar las correlaciones para el cálculo de pérdida de carga. El tirante de agua en el canal antes de las cribas y el borde libre se comprobará para condiciones de caudal máximo horario y 50% del área de cribas obstruida.
- f) El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual será entre 45 y 60 grados con respecto a la horizontal.

Se consideraran las siguientes características de las rejillas para su diseño:

- Pletina de 3cm x 1cm
- Ancho de pletina propuesta  $w = 3$  cm.
- Espesor de pletina  $t = 1$  cm.
- Separación libre entre cada pletina  $a = 3$  cm.
- Ancho de canal de entrada,  $b=20$  cm.
- Inclinación  $\alpha=45^\circ$
- Factor de forma  $\beta=2.42$  (sección rectangular)<sup>4</sup>

- Velocidad entre barras  $v=0.75$  m/s

El procedimiento utilizado para el diseño de las rejillas es el siguiente<sup>5</sup>:

Para calcular el número de barras en las rejillas se debe determinar el ancho útil o ancho libre ( $b_u$ ) para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$b_u = b * E$$

Donde:

$b_u$ : Ancho útil.

E: Eficiencia (la eficiencia varía entre 0.60 a 0.85, siendo más común 0.75)

b: Ancho del canal de entrada en cm.

La eficiencia se determina de la siguiente manera:

$$E = \frac{a}{a + t}$$

Donde:

a: Separación de pletina en cm

t: Espesor de pletina en cm

$$E = \frac{3}{3 + 1}$$

$$E = 0.75$$

Luego considerando la eficiencia anterior se procede a determinar el ancho útil "b<sub>u</sub>".

$$b_u = 20 \text{ cm} * 0.75$$

$$b_u = 15 \text{ cm}$$

El ancho ocupado por las pletinas será "b<sub>p</sub>" y se determina así:

$$b_p = b - b_u$$

$$b_p = b - b_u$$

$$b_p = 20 \text{ cm} - 15 \text{ cm}$$

$$b_p = 5 \text{ cm}$$

Ahora se determina el número de pletinas a colocar en el ancho del canal:

$$\text{Num}_{\text{pletinas}} = \frac{b_p}{t}$$

$$\text{Num}_{\text{pletinas}} = \frac{5}{1}$$

$$\text{Num}_{\text{pletinas}} = \frac{5}{1}$$

$$\text{Num}_{\text{pletinas}} = 5$$

Para comprobar que las dimensiones propuestas son adecuadas se debe calcular la pérdida de carga debido a las rejillas teniendo que ser esta menor que 15 cm.

$$H_f = \beta * \left(\frac{t}{a}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{v^2}{2g} \text{sen } \alpha$$

Donde:

$H_f$ : Perdida de carga en m.

$\beta$ : Factor de forma (adimencional)

$t$ : Espesor de pletina en mm

$a$ : Separación entre pletinas en mm.

$v$ : Velocidad entre barras en m/s.

$\alpha$ : Inclinación de las rejillas en grados.

$$H_f = 2.42 * \left(\frac{10}{30}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0.75^2}{2 * 9.81} \text{sen}(45)$$

$$H_f = 0.0113 \text{ m}$$

$$H_f = 1.13 \text{ cm}$$

Considerando la condición en la que el 50% del área obstruida se obtiene que la disminución en el valor de “a” y el aumento de “t” son los siguientes respectivamente:

$$a_1 = 0.5 * a = 0.5 * 30 = 15 \text{ mm}$$

$$t_1 = 15 + t = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

$$H_f = 2.42 * \left(\frac{25}{15}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0.75^2}{2 * 9.81} \text{sen}(45)$$

$$H_f = 9.69 \text{ cm} < 15 \text{ cm OK}$$

### 6.4.1.3 Desarenador

Unas de las recomendaciones de la Norma Técnica peruana (SO.090) para el diseño de los sistemas de rejillas son las siguientes:

- a) Los desarenadores de flujo horizontal serán diseñados para remover partículas de diámetro medio igual o superior a 0,20 mm. Para el efecto se debe tratar de controlar y mantener la velocidad del flujo alrededor de 0.3 m/s con una tolerancia + 20%.
- b) A la salida y entrada del desarenador se preverá, a cada lado, por lo menos una longitud adicional equivalente a 25% de la longitud teórica.

Además se utilizará para el diseño el caudal máximo horario, que en nuestro caso es 19.135 l/s.

De continuidad, se obtiene que el área necesaria será:

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0.019135 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$A = 0.06378 \text{ m}^2$$

Tomando un ancho de 25 cm se obtiene la profundidad de flujo siguiente:

$$A = a * h$$

$$h = \frac{A}{a}$$

$$h = \frac{0.06378 \text{ m}^2}{0.25 \text{ m}}$$

$$h = 0.25 \text{ m}$$

Considerando un borde libre de 35 cm se obtendrá una profundidad de desarenado de 60 cm.

Longitud del desarenador.

Se obtiene mediante la relación siguiente:

$$L = \frac{h * v_c}{v_s}$$

Donde:

L: Longitud teórica del desarenador en m.

$v_c$ : Velocidad crítica de arrastre en m/s.

$v_s$ : Velocidad de sedimentación en m/s.

h: Profundidad del líquido en el desarenador en m.

Para partículas de diámetro de 0.2 mm se tiene una velocidad de sedimentación<sup>6</sup>  
 $v_s = 2.58 \text{ cm/s}$ , obteniendo de esta manera la siguiente longitud del desarenador:

$$L = \frac{0.255 \text{ m} * 0.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.0258 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$L = 2.97 \text{ m}$$

Para asegurar un 75% de remoción de las partículas del tamaño escogido, se añade un 25% de longitud extra a la entrada y a la salida del desarenador obteniendo una longitud total igual a:

$$L = 2.97 * 1.5$$

$$L = 4.46 \text{ m}$$

$$L \approx 4.50 \text{ m}$$

Para el almacenamiento de arena en el fondo del desarenador se propone una cuneta de almacenamiento de 0.25\*0.20 m obteniéndose el siguiente volumen de almacenamiento:

$$V_{\text{almc}} = 0.25 \text{ m} * 0.2 \text{ m} * 4.50 \text{ m}$$

$$V_{\text{almc}} = 0.225 \text{ m}^3$$

Tomando una cantidad de material retenido de 30 litros de arena por cada 1000 m<sup>3</sup> de agua residual<sup>7</sup> y utilizando  $Q_d = 0.019135 \text{ m}^3/\text{s}$  se obtiene en un día:

$$V_{\text{aresidual}} = 0.019135 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86400 \frac{\text{s}}{\text{d}}$$

$$V_{\text{aresidual}} = 1,653.26 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

$$V_{\text{arena}} = \frac{30 \text{ l}}{1000 \text{ m}^3} * 1,653.26 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

$$V_{\text{arena}} = 49.6 \frac{\text{l}}{\text{d}}$$

Periodo de limpieza de la cuneta de almacenamiento:

$$\text{Dias} = \frac{V_{\text{almc}}}{V_{\text{arena}}}$$

$$t = \frac{0.225 \text{ m}^3}{0.0496 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}}$$

$$t = 4.5 \text{ d}$$

Con el resultado anterior se propone realizar la limpieza del desarenador cada cuatro días para obtener un correcto funcionamiento del desarenador.

#### **6.4.1.4 Diseño de medidor de caudal Parshall**

La selección del medidor de caudal Parshall se realizara utilizando la tabla 6.4.1 en la que se muestra los anchos de garganta y su respectiva capacidad en l/s.



Los caudales máximo y mínimo para el presente diseño son respectivamente 19.13 l/s y 5.04 l/s, por esta razón se utilizará un medidor Parshall con un ancho de garganta  $W=3''$ .

W (Garganta)		Capacidad L/S	
	CM.	MINIMO	MAXIMO
3''	7.6	0.9	53.8
6''	15.2	1.5	110.4
9''	22.9	2.6	251.9
1'	30.5	3.1	455.6
1.5'	45.7	4.3	696.2
2'	61.0	11.9	936.7
3'	91.5	17.3	1426.3
4'	122.0	36.8	1921.5
5'	152.5	62.8	2422.0
6'	183.0	74.4	2929.0
7'	213.5	115.4	3440.0
8'	244.0	130.7	3950.0
10'	305.0	220.0	5660.0

Tabla 6.4.1. Capacidades de los medidores Parshall con respecto a los anchos de garganta.

Fuente: "Manual de Hidráulica" Autor: J. M. Acevedo Neto y Guillermo Acosta Alvarez. Editorial Edgard Blucher. México – Harla. Sexta Edición 1975.

En la figura 6.4.1 se muestran las partes componentes del medidor Parshall y en la tabla 6.4.2 se establecen las dimensiones de cada una de ellas dependiendo del ancho de garganta  $W$  que para nuestro caso es  $3''$ .

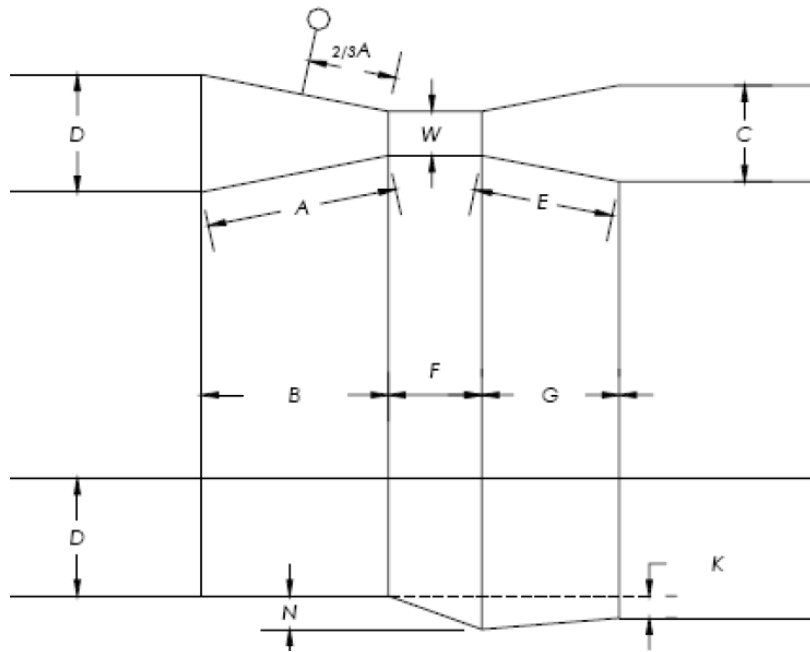


Figura 6.4.1. Dimensiones del medidor de caudal Parshall.  
 Fuente: "Manual de Hidráulica" Autor: J. M. Acevedo Neto y Guillermo Acosta Alvarez. Editorial Edgard Blucher. México – Harla. Sexta Edición 1975.

w		A	B	C	D	E	F	G	K	N
1"	2.5	36.3	35.6	9.3	16.8	22.9	7.6	20.3	1.9	2.9
3"	7.6	46.6	45.7	17.8	2.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7
6"	15.2	62.1	61.0	33.0	40.3	45.7	30.5	61.0	7.6	11.4
9"	22.9	88.0	86.4	38.0	57.5	61.0	30.5	45.7	7.6	11.4
1'	30.5	137.2	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
1 ½'	45.7	144.9	142.0	76.2	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
2'	61.0	152.5	149.6	91.5	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
3'	91.5	167.7	164.5	122.0	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
4'	122.0	183.0	179.5	152.5	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
5'	152.5	192.3	194.1	183.0	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
6'	183.0	213.5	209.0	213.5	266.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
7'	213.5	228.8	224.0	244.0	303.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
8'	244.0	244.0	239.2	239.2	340.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
10'	305.0	274.5	427.0	427.0	475.9	122.0	91.5	183.0	15.3	34.3

Tabla 6.4.2. Dimensiones del medidor de caudal Parshall.  
 Fuente: "Manual de Hidráulica" Autor: J. M. Acevedo Neto y Guillermo Acosta Alvarez. Editorial Edgard Blucher. México – Harla. Sexta Edición 1975.

La ubicación del punto para la medición (PM) del caudal se tomara a 2/3 de A como se mostraba en la figura anterior resultando el valor siguiente<sup>8</sup>:

$$PM = \frac{2}{3}A$$

$$PM = \left(\frac{2}{3}\right) * 46.6$$

$$PM = 31.066 \text{ cm}$$

$$PM \approx 0.31 \text{ m}$$

En este punto se realiza la medición la altura del flujo de agua residual y ya que los caudales mínimo y máximo se encuentran dentro de la capacidad del medidor Parshall, se tendrá descarga libre en el mismo obteniéndose el caudal con la siguiente fórmula propuesta por R. L. Parshall:

$$Q = KH^n$$

Donde:

*K*: Coeficiente que depende de la relación de estrechamiento.

*H*: Atura en la zona de medición en m.

*n*: Exponente que depende del tamaño del medidor.

Los valores de *n* y *K* se obtienen de la tabla 6.4.3. Resultando ser  $n = 1.547$  y  $K = 0.176$ , con lo que el caudal queda definido por:

$$Q = 0.176H^{1.547}$$

w		n	K	
Pulg., Pies	m		U. Métricas	U. Inglesas
3"	0.076	1.547	0.176	0.0992
6"	0.152	1.580	0.381	2.06
9"	0.229	1.530	0.535	3.07
1'	0.305	1.522	0.690	4.00
1 ½'	0.457	1.538	1.054	6.00
2'	0.610	1.550	1.426	8.00
3'	0.915	1.566	2.182	12.00
4'	1.220	1.578	2.935	16.00
5'	1.525	1.587	3.728	20.00
6'	1.830	1.595	4.515	24.00
7'	2.135	1.601	5.306	28.00
8'	2.440	1.606	6.101	32.00

Tabla 6.4.3. Valores n y k para el cálculo del caudal en los medidores Parshall.  
Fuente: "Manual de Hidráulica" Autor: J. M. Acevedo Neto y Guillermo Acosta Alvarez. Editorial Edgard Blucher. México – Harla. Sexta Edición 1975.

## 6.4.2 Tratamiento Primario

### 6.4.2.1 Sedimentador primario tipo Dortmund

Para el dimensionamiento del sedimentador primario se tomaron en cuenta las recomendaciones mostradas en la Tabla 6.4.4 de la Norma Técnica peruana para las aguas residuales (SO.090):

Parametro	Rangos	Valor tomado
Carga superficial	24-60 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	30m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d
Tiempo de retencion	1.5-2.5 horas	2 horas
Inclinacion del fondo	>60°	60°

Tabla 6.4.4. Valores recomendados para el diseño de sedimentadores.  
Fuente: Norma Técnica OS.090 - "Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, 2006.

El volumen necesario para el sedimentador primario es igual a la suma de los volúmenes de agua residual para un determinado tiempo de retención (dos horas en este caso) y de lodos producidos para un determinado periodo de evacuación de lodos. Para este diseño se considerara realizar limpiezas de lodos de una vez por semana.

El volumen de agua residual en el sedimentador queda determinado por la siguiente fórmula:

$$V_{agua\ res} = t_r * Q_m$$

Donde:

$V_{agua\ res}$ : Volumen de agua residual en  $m^3$ .

$t_r$ : Tiempo de retención en h.

$Q_m$ : Caudal medio diario en  $m^3/h$ .

$$V_{agua\ res} = (2\ h) * (0.00974 \frac{m^3}{s} * 3600 \frac{s}{h})$$

$$V_{agua\ res} = 70.13\ m^3$$

Para la determinación del volumen de lodos se utilizan los valores típicos de producción de lodos que se muestran en la tabla 6.4.5. Además consideraremos que la limpieza del sedimentador se hará una vez a la semana para hacer de esta una actividad periódica y práctica. Por tanto de la tabla 6.4.5. Se obtiene que para sedimentación primaria sin digerir se producen  $2.95\ m^3$  de lodos por cada  $1000\ m^3$  de

agua residual tratada, con lo que se obtiene para 7 días de almacenamiento el volumen de lodos con la siguiente fórmula:

$$V_{lodos} = Q * t * \left(\frac{2.95}{1000}\right)$$

Donde:

$V_{lodos}$ : Volumen lodos en  $m^3$ .

$t$ : Periodo de remoción de lodos en días.

$Q_m$ : Caudal medio diario en  $m^3/d$ .

$$V_{lodos} = \left(0.00974 \frac{m^3}{s} * 86400 \frac{s}{d}\right) * 7d * \left(\frac{2.95}{1000}\right)$$

$$V_{lodos} = 17.38 m^3$$

El volumen necesario para el sedimentador primario se obtiene sumando los volúmenes calculados anteriormente:

$$V_{sedimentador} = V_{agua\ res} + V_{lodos}$$

$$V_{sedimentador} = 70.13 m^3 + 17.38 m^3$$

$$V_{sedimentador} = 87.51 m^3$$

El área superficial del sedimentador se determina mediante la siguiente fórmula:

$$A_s = \frac{Q}{C_s}$$

Donde:

$A_s$ : Área superficial del sedimentador en m.

$Q$ : Caudal medio en m<sup>3</sup>/d.

$C_s$ : Carga superficial en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xd

$$A_s = \frac{0.00974 \frac{m^3}{s} * 86400 \frac{s}{d}}{30 \frac{m^3}{m^2 * d}}$$

$$A_s = 28.05 m^2$$

Procesos de Tratamiento	Cantidad Normal de Fango			Humedad (%)	Peso Específico de S. del Fango	Peso Específico del Fango	Sólidos Secos	
	M3/miles de m3 de A.R.	litros de m3 de A.R.	M3/1000 personas y día				Kg/miles de m3 de A.R.	Kg/1000 personas y día
<b>Sedimentación Primaria</b>								
Sin Digerir	2.950	3.300	1.090	95.0	1.4	1.02	150	56
Digeridos en Tanques Separados	1.450	1.650	0.530	94.0	-	1.03	90	34
Digendo y deshidratado en lechos de arena	-	0.250	0.160	60.0	-	-	90	34
Digendo y deshidratado en filtro de vacío	-	0.360	0.120	72.5	-	1	90	34
<b>Filtro Percolador</b>	0.745	0.830	0.270	92.5	1.33	1.025	57	22
<b>Precipitación Química</b>	5.120	5.800	1.900	92.5	1.93	1.03	396	150
Deshidratado en filtro de vacío	-	1.580	0.550	72.5	-	-	396	150
<b>Sedimentación Primaria y fango activado:</b>								
Sin Digerir	6.900	7.800	2.550	96.0	-	1.02	280	106
Sin digenir y deshidratado en filtro de vacío	1.480	1.650	0.560	80.0	-	0.95	280	106
Digendo en tanque separado	2.700	3.000	1.000	94.0	-	1.03	168	63
Digendo y deshidratado en lechos de arena	-	0.450	0.500	60.0	-	-	168	63
Digendo y deshidratado en filtros de vacío	-	0.920	0.330	80.0	-	0.95	168	63
<b>Fango Activado</b>								
Fango Húmedo	19.400	20.000	7.200	96.5	1.25	1.005	270	102
Deshidratado en filtro de vacío	-	1.500	0.530	80.0	-	0.95	270	102
Secado por calentadores térmicos	-	0.300	0.080	4.0	-	1.25	270	102
Fosas Séptica, digerido	0.900	-	0.320	90.0	1.4	1.04	97	37
Tanque Imhoff, digerido	0.500	-	0.180	85.0	1.27	1.04	83	31

Tabla 6.4.5. Cantidad típica de lodos producidos por los diferentes tipos de tratamiento.  
Fuente: "Ingeniería de aguas residuales", Metcalf & Eddy. Mc Graw Hill. 3ª Edición (1995), pág.613.

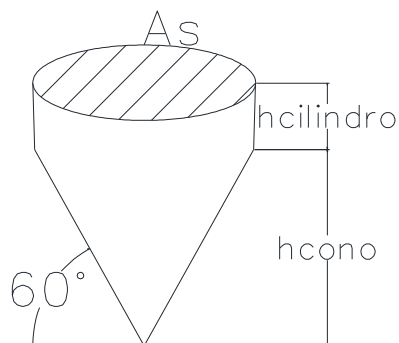


Figura 6.4.2. Componentes del sedimentador primario.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.



Considerando que la sección del sedimentador es circular, el diámetro correspondiente es:

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4A_s}{\pi}}$$

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 * 28.05}{\pi}}$$

$$\varnothing = 5.98 \text{ m}$$

El diámetro efectivo se determina considerando el espesor de dos pantallas deflectoras de 15 cm de espesor cada una por lo que el diámetro del sedimentador se tomara de  $\varnothing = 6.30 \text{ m}$ .

La parte cónica del sedimentador tendrá una inclinación con respecto a la horizontal de  $60^\circ$  por la altura de esta será:

$$h_{cono} = \frac{\varnothing}{2} \tan 60$$

$$h_{cono} = \frac{6.3 \text{ m}}{2} \tan 60$$

$$h_{cono} = 5.45 \text{ m}$$

El volumen del cono del sedimentador primario es:

$$V_{cono} = \frac{1}{3} \left( \frac{\pi * \varnothing^2}{4} \right) * h_{cono}$$

$$V_{cono} = \frac{1}{3} \left( \frac{\pi * (6.3 \text{ m})^2}{4} \right) * 5.45 \text{ m}$$

$$V_{cono} = 56.63 \text{ m}^3$$

Ya que el volumen del cono es menor al volumen necesario para el sedimentador, se debe incluir una zona cilíndrica adicional para contrarrestar este volumen el cual se determina a continuación:

$$V_{cilindro} = V_s - V_{cono}$$

$$V_{cilindro} = 87.51 \text{ m}^3 - 56.63 \text{ m}^3$$

$$V_{cilindro} = 30.88 \text{ m}^3$$

Altura del cilindro:

$$h_{cilindro} = \frac{V_{cilindro}}{A_s}$$

$$h_{cilindro} = \frac{30.88}{\frac{\pi * (6.3)^2}{4}}$$

$$h_{cilindro} = \frac{30.88}{\frac{\pi * (6.3)^2}{4}}$$

$$h_{cilindro} = 0.99 \text{ m} \approx 1.00 \text{ m}$$

El porcentaje de remoción de DBO y SST puede estimarse con la siguiente tabla 6.4.6.

PERIODO DE RETENCION NOMINAL (HORAS)	DBO 100 A 200 mg/l		DBO 200 A 300 mg/l	
	DBO %	SS* %	DBO %	SS* %
1,5	30	50	32	56
2,0	33	53	36	60
3,0	37	58	40	64
4,0	40	60	42	66

SS\* = sólidos en suspensión totales.

Tabla 6.4.6. Porcentaje de remoción de DBO y sólidos suspendidos totales.  
Fuente: Norma Técnica OS.090 - "Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

De esta manera las concentraciones de DBO y sólidos a la salida del tanque de sedimentador primario serán:

$$C_{DBO} = 300 - 300 * 0.36$$

$$C_{DBO} = 192 \text{ mg/l}$$

$$C_{SS} = 870 - 870 * 0.60$$

$$C_{SS} = 348 \text{ mg/l}$$

## 6.4.3 Tratamiento Secundario

### 6.4.3.1 Diseño del Filtro Percolador

Debido a que por la topografía de la zona no se cuenta con mucho desnivel en el terreno para la planta de tratamiento, se realizara el diseño de un solo filtro percolador de tasa intermedia. Para el diseño de este se tomaron en cuenta los parámetros presentados en la tabla 6.4.7

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE FILTROS PERCOLADORES						
	Tasa baja	Tasa intermedia	Tasa alta	Tasa superalta	Rugoso	Dos etapas
Medio filtrante	Roca escoria	Roca escoria	Roca	Plástico	Plástico, madera roja	Roca, plástico
Carga hidráulica, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .d)	0.9 – 3.7	3.7 – 9.4	9.4 – 37.4	14.0 – 84.2	46.8 – 187.1 (no incluye recirculación)	9.4 – 37.4 (no incluye recirculación)
Carga orgánica kgDBO <sub>5</sub> /(m <sup>3</sup> .d)	0.1 – 0.4	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	0.5 – 1.6	1.6 – 8.0	1.0 – 1.9
Profundidad, m	1.8 – 2.4	1.8 – 2.4	0.9 – 1.8	3.0 – 12.2	4.6 – 12.2	1.8 – 2.4
Tasa de recirculación	0	0 – 1	1 – 2	1 – 2	1 – 4	0.5 – 2
Eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub> ,%	80 – 90	50 – 70	65 – 85	65 – 80	40 – 65	85 – 95
Efluente	Bien nitrificado	Parcialmente nitrificado	Poca nitrificación	Poca nitrificación	No hay nitrificación	Bien nitrificado
Desprendimiento	Intermitente	Intermitente	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo

Tabla 6.4.7. Características de diseño para filtros percoladores.

Fuente: “Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales”, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

Para la descarga del agua residual tratada a un cuerpo receptor la norma de CONACYT NSO 13.49.01:06 exige una concentración máxima de DBO<sub>5</sub> de 60 mg/l, por lo que la eficiencia remoción requerida en el filtro percolador es:

$$E = \frac{DBO_{5INICIAL} - DBO_{5FINAL}}{DBO_{5INICIAL}}$$

$$E = \frac{192 - 60}{192}$$

$$E = 0.6875$$

$$E = 68.75\%$$

La eficiencia del filtro percolador queda dada por la siguiente fórmula:

$$E = \frac{100}{1 + 0.4425 * \sqrt{\frac{W}{V * F}}}$$

Donde:

*E*: Eficiencia del filtro percolador

*W*: Carga de DBO<sub>5</sub> en kg DBO<sub>5</sub>/d.

*V*: Volumen del filtro percolador en m<sup>3</sup>.

*F*: Factor de recirculación (adimensional).

La carga de DBO<sub>5</sub> se determina con la siguiente expresión:

$$W = \frac{C_{DBO} * Q_{md}}{1000}$$

Donde:

*W*: Carga de DBO<sub>5</sub> en kg DBO<sub>5</sub>/d.

*C<sub>DBO</sub>*: Concentración de DBO<sub>5</sub> en mg/l.

*Q<sub>md</sub>*: Caudal medio diario de agua residual en m<sup>3</sup>/d

$$W = \frac{192\text{mg/l} * \left(0.00974 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86,400 \frac{\text{s}}{\text{d}}\right)}{1000}$$

$$W = 161.58 \text{ kg DBO}_5/\text{d}$$

Ya que el sistema no será mecanizado el factor de recirculación se determina considerando recirculación R=0:

$$F = \frac{1 + R}{\left(1 + \frac{R}{10}\right)^2}$$

$$F = \frac{1 + 0}{\left(1 + \frac{0}{10}\right)^2}$$

$$F = 1$$

Luego considerando que se tendrá una carga orgánica de  $0.5 \text{ kg DBO}_5 / (\text{m}^3 * \text{d})$  para el filtro de tasa intermedia (ver tabla 6.4.7.), se calcula su respectivo volumen:

$$\frac{W}{V} = 0.5 \text{ kg DBO}_5 / (\text{m}^3 * \text{d})$$

$$V = \frac{W}{0.5 \text{ kg DBO}_5 / (\text{m}^3 * \text{d})}$$

$$V = \frac{161.58 \text{ kg DBO}_5/\text{d}}{0.5 \text{ kg DBO}_5 / (\text{m}^3 * \text{d})}$$

$$V = 323.16 \text{ m}^3$$

Considerando una altura  $h = 2 \text{ m}$ , el área superficial del filtro será:

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{323.16 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}$$

$$A = 161.58 \text{ m}^2$$

Proponiendo un filtro rectangular de  $13 \text{ m} \times 13 \text{ m}$  se obtiene el área y volumen siguientes:

$$A = 13 \text{ m} * 13 \text{ m}$$

$$A = 169 \text{ m}^2$$

$$V = 169 \text{ m}^2 * 2 \text{ m}$$

$$V = 338 \text{ m}^3$$

La eficiencia final del filtro percolador es la siguiente:

$$E = \frac{100}{1 + 0.4425 * \sqrt{\frac{161.58}{338 * 1}}}$$

$$E = 76.58 \%$$

Corroborando que la carga hidráulica este dentro del rango permitido:

$$\frac{Q}{A} = \frac{0.00974 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86,400 \frac{\text{s}}{\text{d}}}{169 \text{ m}^2}$$

$$\frac{Q}{A} = 4.98 \frac{m^3}{m^2 * d}$$

$$3.7 \frac{m^3}{m^2 * d} < 4.98 \frac{m^3}{m^2 * d} < 9.4 \frac{m^3}{m^2 * d}, \text{ dentro del rango}$$

La concentración de DBO<sub>5</sub> a la salida del filtro percolador será:

$$C_{DBO} = 192 - 192 * .7658$$

$$C_{DBO} = 44.97 \text{ mg/l}$$

#### **6.4.3.2 Diseño del sedimentador secundario tipo Dortmund**

Al igual que en el sedimentador primario, el volumen necesario para el sedimentador secundario es igual a la suma de los volúmenes de agua residual y de lodos para un tiempo de retención y periodo de limpieza de lodos respectivamente. Para nuestro caso se considerara un tiempo de retención de 1.5 horas y limpiezas de lodos una vez por semana.

El volumen de agua residual en el sedimentador secundario será:

$$V_{\text{agua res}} = t_r * Q_m$$

$$V_{\text{agua res}} = (1.5 \text{ h}) * (0.00974 \frac{m^3}{s} * 3600 \frac{s}{h})$$

$$V_{\text{agua res}} = 52.6 \text{ m}^3$$

Para la determinación del volumen de lodos se utilizan los valores típicos de producción de lodos que se muestran en la tabla 6.4.5. De esta tabla se obtiene que para tratamiento con filtro percolador se producen 0.745 m<sup>3</sup> de lodos por cada 1000 m<sup>3</sup>



de agua residual tratada, con lo que se obtiene para 7 días de almacenamiento el volumen de lodos con la siguiente fórmula:

$$V_{lodos} = Q * t * \left(\frac{0.745}{1000}\right)$$

$$V_{lodos} = \left(0.00974 \frac{m^3}{s} * 86400 \frac{s}{d}\right) * 7d * \left(\frac{0.745}{1000}\right)$$

$$V_{lodos} = 4.39m^3$$

El volumen necesario para el sedimentador secundario se obtiene sumando los volúmenes calculados anteriormente:

$$V_{sedimentador} = V_{agua\ res} + V_{lodos}$$

$$V_{sedimentador} = 52.6 m^3 + 4.39 m^3$$

$$V_{sedimentador} = 56.99 m^3$$

El área del sedimentador secundario puede calcularse con la carga superficial mostrada en la tabla 6.4.8 Se tomara una carga superficial de  $24 \frac{m^3}{m^2*d}$ .

VALORES RECOMENDADOS DE CARGA SUPERFICIAL		
Tipo de tratamiento	Tasa de carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d)	
	Caudal promedio	Caudal pico
Sedimentación siguiendo un proceso de lodos activados (excluyendo aireación extendida)	16 – 32	40 – 48
Sedimentación siguiendo un proceso de lodos activados con oxígeno	16 – 32	40 – 48
Sedimentación siguiendo un proceso de aireación extendida	8 – 16	24 – 32
Sedimentación seguida por filtros percoladores	16 – 24	40 – 48
Sedimentación seguida por biodiscos	16 – 32	40 – 48
Efluente secundario	16 – 32	40 – 48
Efluente nitrificado	16 – 24	32 – 40

Tabla 6.4.8. Recomendaciones para valores de carga superficial.

Fuente: “Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales”, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

El área superficial del sedimentador se determina mediante la siguiente fórmula:

$$A_s = \frac{Q}{C_s}$$

$$A_s = \frac{0.00974 \frac{m^3}{s} * 86400 \frac{s}{d}}{24 \frac{m^3}{m^2 * d}}$$

$$A_s = 35.06 m^2$$

Considerando que la sección del sedimentador es circular, el diámetro correspondiente es:

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4A_s}{\pi}}$$

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4 * 35.06}{\pi}}$$

$$\emptyset = 6.68 \text{ m}$$

El diámetro efectivo se determina considerando el espesor de dos pantallas deflectoras de 15 cm de espesor cada una por lo que el diámetro del sedimentador se tomara de  $\emptyset = 7.00 \text{ m}$ . La parte cónica del sedimentador tendrá una inclinación con respecto a la horizontal de  $60^\circ$  por la altura de esta será:

$$h_{cono} = \frac{\emptyset}{2} \tan 60$$

$$h_{cono} = \frac{7 \text{ m}}{2} \tan 60$$

$$h_{cono} = 6.06 \text{ m}$$

$$h_{cono} \approx 6.10 \text{ m}$$

El volumen del cono del sedimentador secundario es:

$$V_{cono} = \frac{1}{3} \left( \frac{\pi * \emptyset^2}{4} \right) * h_{cono}$$

$$V_{cono} = \frac{1}{3} \left( \frac{\pi * (7.0 \text{ m})^2}{4} \right) * 6.10 \text{ m}$$

$$V_{cono} = 78.25 \text{ m}^3$$

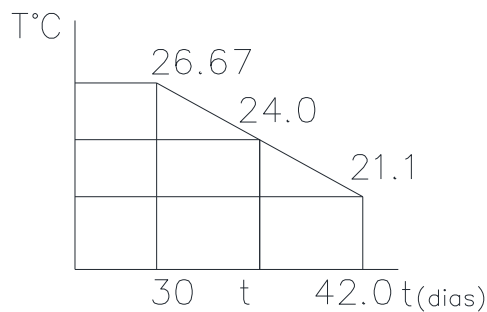
Ya que el volumen del cono es mayor al volumen necesario para el sedimentador, no es necesario incluir zona cilíndrica.

## 6.4.4 Tratamiento de Lodos

### 6.4.4.1 Diseño del digestor de lodos

Como se vio en el diseño de los sedimentadores primario y secundario las cantidades de lodos producidos son de 2.95 y 0.745 m<sup>3</sup> por cada 1000 m<sup>3</sup> de agua residual tratada respectivamente, teniéndose un total de 3.695 m<sup>3</sup> por cada 1000 m<sup>3</sup> de agua residual tratada.

El periodo de digestión de los lodos en el digestor puede obtenerse de la tabla 6.4.9. En la zona de estudio se tienen temperaturas son mayores a 24°C como se explicaba en el capítulo 3. Considerando una temperatura de 24°C e interpolando los datos de la tabla 6.4.9 para temperaturas de 21.1°C y 26.7°C, se obtiene el siguiente tiempo:



$$\frac{t - 30}{26.7 - 24} = \frac{42 - 30}{26.7 - 21}$$

$$t = 30 + \left(\frac{12}{5.7}\right) * 2.7$$

$$t = 35.58 d$$

$$t \approx 36 \text{ días}$$

Temperatura (°F)	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0
Temperatura (°C)	10.0	15.6	21.1	26.7	32.2	37.8
Período de Digestión, días	75.0	56.0	42.0	30.0	25.0	24.0
Tipo de Digestión	Mesofílica					

Tabla 6.4.9. Digestión discontinua de los lodos de sedimentación libre a diferentes temperaturas.

Fuente: Fair, Geyer, Okun, Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Tomo II Purificación de Aguas y Tratamiento de Aguas Residuales. Año 1998.

El volumen del digestor de lodos será:

$$V_d = \left( 0.00974 \frac{m^3}{s} * 86400 \frac{s}{d} \right) * \frac{3.695 m^3}{1000 m^3} * 36d$$

$$V_d = 111.94 m^3$$

Considerando una profundidad de 2.5 metros, el área y diámetro del digestor serán:

$$A = \frac{V_d}{h}$$

$$A = \frac{111.94 m^3}{2.5 m}$$

$$A = 44.78 m^2$$

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4 * 44.78}{\pi}}$$

$$\emptyset = 7.55 m$$

Tomando una relación vertical-horizontal de 1:6 en el fondo del digestor, la altura del cono será:

$$h_{cono} = \frac{\phi}{2} * \frac{1}{6}$$

$$h_{cono} = \frac{7.55 \text{ m}}{2} * \frac{1}{6}$$

$$h_{cono} = 0.63 \text{ m}$$

$$h_{cono} \approx 0.65 \text{ m}$$

#### **6.4.4.2 Patios de secado de lodos**

Para sedimentación primaria con digestión en tanque separado se tiene 1.45 m<sup>3</sup> de lodos por cada 1000 m<sup>3</sup> de agua residual tratada y para tratamiento con filtro percolador se producen 0.745 m<sup>3</sup> de lodos por cada 1000 m<sup>3</sup> de agua residual tratada (ver tabla 6.4.5). Con esto se tiene un total de 2.195 m<sup>3</sup> de lodos por cada 1000 m<sup>3</sup> de agua residual tratada.

El volumen de lodos a colocar en los patios de secado para un periodo de 36 días será:

$$V = \left( 0.00974 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86400 \frac{\text{s}}{\text{d}} \right) * \frac{2.195 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3} * 36 \text{ d}$$

$$V = 66.5 \text{ m}^3$$

Las normas del Perú, apartado 5.9.6.3 recomiendan espesores de capa de lodo entre 20 y 40 cm. Considerando un espesor de 40 cm el área requerida para la disposición de los lodos será:

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{66.5 \text{ m}^3}{0.4 \text{ m}}$$

$$A = 166.245 \text{ m}^2$$

Colocando dos patios de secado y considerando un ancho de 5 m, cada uno estos tendrán la longitud siguiente:

$$L = \frac{A}{a}$$

$$L = \frac{\frac{166.245}{2} \text{ m}^2}{5 \text{ m}}$$

$$L = 16.63 \approx 17 \text{ m}$$

Para el tratamiento de las aguas drenadas en el patio de secado de lodos se usara un tanque séptico con un tiempo de retención de 24 horas. De la tabla 6.4.5 se observa que el porcentaje de humedad de lodos provenientes de digestión en tanques separados y después de filtro percolador son 94.0% y 92.5% respectivamente, con estos valores obtenemos el volumen de agua a tratar por día en el tanque séptico.

$$V_{agua} = \left( 0.00974 \frac{m^3}{s} * 86400 \frac{s}{d} \right) \left( 0.94 * \frac{1.45 m^3}{1000 m^3} + 0.925 * \frac{0.745 m^3}{1000 m^3} \right)$$

$$V = 1.724 \frac{m^3}{dia}$$

Considerando que volumen de lodos es insignificante, el volumen del tanque séptico puede determinarse con la siguiente expresión:

$$V = 10^{-3} * V_{agua} * t_r$$

Donde:

$V$ : Volumen del tanque séptico

$V_{agua}$ : Volumen de agua a tratar por día en l/día

$t_r$ : Tiempo de retención en días

$$V = 10^{-3} * 1,724 \frac{l}{dia} * 1 dia$$

$$V = 1.724 m^3$$



## Referencias bibliográficas

- <sup>1</sup> AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR, NSO 13.49.01:09, CONACYT 2009.
- <sup>2</sup> TRABAJO DE GRADUACIÓN: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE ATQUIZAYA, RICARDO MENENDEZ Y OTROS, UES, 2000.
- <sup>3</sup> Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en Agricultura y Acuicultura. Informe de un Grupo Científico de la OMS / Organización Mundial de la Salud, Ginebra 1989.  
  
Recomendaciones con respecto a la elección de un sistema de plantas de tratamiento de agua residual apta para las empresas en Bolivia.
- <sup>4, 5 y 7</sup> TRABAJO DE GRADUACION: “MANUAL PARA EL DISEÑO DE UNIDADES DE TIPO BIOLÓGICO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL SALVADOR, CARLOS DURAN Y ELI DIAZ, UES, 2008”
- <sup>6</sup> Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores, CEPIS/OPS, lima 2005.
- <sup>8</sup> “Manual de Hidráulica” Autor: J. M. Acevedo Neto y Guillermo Acosta Alvarez. Editorial Edgard Blucher. México – Harla. Sexta Edición 1975

## **CAPITULO 7**

### **CARPETA TECNICA**

## 7.1 Introducción

El presente capítulo contiene el desarrollo de la carpeta técnica para el proyecto **“INTRODUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALCANTARILLADO PLUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA LA ENTREVISTA DEL MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE”**.

La carpeta técnica ha sido elaborada con el formato del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), con el objetivo que dicha carpeta sea una herramienta útil para que la municipalidad pueda solicitar financiamiento y así desarrollar el proyecto propuesto. Pero existen actividades que a pesar que tendrían que ser incluidas en esta carpeta, por limitantes como tiempo y dinero no se han podido realizar, pero a continuación se enlistan para que en su momento se efectúen y puedan complementar la presente carpeta:

- Censo poblacional de las familias beneficiadas con el proyecto, el cual debe de contener el nombre de un representante de la familia y el número de DUI
- Estudio de Impacto Ambiental para la planta de tratamiento de las aguas residuales
- Análisis físico químico del cuerpo receptor de las aguas residuales (Río Antón Flores)
- Aforo del Río Antón
- Estudio de suelos de el terreno donde se ubicará la planta de tratamiento para las aguas residuales.
- Factibilidad de conexión de agua potable y de energía eléctrica para la planta de tratamiento

## 7.2 Formatos del 1 – 8

### FORMATO No. 1

#### INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto: **INTRODUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALCANTARILLADO PLUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA “LA ENTREVISTA” DEL MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

1. Ubicación:

Cantón o Caserío: **BARRIO SAN CAYETANO, BARRIO ISTEPEQUE Y COLONIA LA ENTREVISTA**

Municipio: **SAN CAYETANO ISTEPEQUE**

Departamento: **SAN VICENTE**

2. Monto del Proyecto: \$1,308,331.29

3. Código del proyecto: No.: \_\_\_\_\_

4. Profesionales Responsables:

Formulador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Firma: \_\_\_\_\_

Realizador: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Supervisor: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

**FORMATO No. 2**

**FACTIBILIDAD DEL PROYECTO**

**1. DATOS BASICOS GENERALES**

a. Nombre del Proyecto

**INTRODUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALCANTARILLADO PLUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA “LA ENTREVISTA” DEL MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

b. Ubicación

**BARRIO SAN CAYETANO, BARRIO ISTEPEQUE Y COLONIA LA ENTREVISTA**

c. Departamento

**SAN VICENTE**

d. Municipio

**SAN CAYETANO ISTEPEQUE**

e. Urbano X Rural X

f. Tipo de Obra:

Tipo de Construcción:

Edificaciones		Nueva	<b>X</b>
Caminos		Ampliación	
Electrificación		Rehabilitación	
Acueductos y Drenajes	<b>X</b>	Finalización	
Obras de Paso y Protección	<b>X</b>	Otra	
Equipamiento			
Otras			

## 2. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PROBLEMA

### 2.1 Definición del problema

Actualmente el municipio de San Cayetano Istepeque no posee el servicio de alcantarillado sanitario por lo que todas las aguas grises que resultan del uso doméstico se descargan directamente a las calles y luego pasan; sin ningún tratamiento previo, a las diferentes quebradas y ríos que hay en el municipio. Tampoco hay alcantarillado pluvial y el drenaje de las aguas lluvias no es adecuado. El Barrio San Cayetano está dividido por la carretera que conduce de San Vicente hacia Tepetitán en una zona sur y una zona norte; toda la parte norte drena superficialmente sin cunetas hacia la carretera y la parte sur posee cunetas para el drenaje superficial, pero no tienen una adecuada disposición de las aguas lluvias, el Barrio Istepeque cuenta solamente con drenaje superficial por medio de cunetas y no presenta problemas en invierno pues la topografía permite un adecuado drenaje hacia el río Istepeque; la colonia La Entrevista solamente posee un adecuado drenaje en la 3a avenida sur.

### 2.2 ¿Cómo afecta el problema a la comunidad?

En la colonia la Entrevista la falta de alcantarillado sanitario es un problema muy crítico pues las aguas grises son descargadas directamente a las calles donde se acumulan y provocando un ambiente insalubre en las calles ya que los charcos que se originan son potenciales criaderos de zancudos, además las excretas son depositadas en letrinas de hoyo seco en un 64% aproximadamente, un 23% tiene fosa séptica y el 13% restante no posee un servicio sanitario adecuado, el problema es que en esta zona de la entrevista el nivel freático es muy superficial(entre 4 a 5 metros), por lo que el agua puede contaminarse con las excretas muy fácilmente. Además las aguas lluvias también causan molestias a los habitantes ya al haber lluvias torrenciales estas se desbordan de las calles y se introducen a las viviendas por falta de un adecuado drenaje.

En el barrio San Cayetano la falta de drenaje de aguas lluvias ocasiona inundaciones en algunas casas cerca de la línea férrea, además las aguas grises que son dispuesta hacia las calles, se acumula en las zonas bajas de la 1ª y 2ª avenida sur, lo que causa malos olores para las casas que están cerca de estos charcos y son potenciales criaderos de zancudos. Tampoco se cuenta con alcantarillado sanitario.

El barrio Istepeque tampoco cuenta con alcantarillado sanitario y aunque aparentemente no les causa inconveniente, las aguas grises van a parar al río Istepeque, contaminándolo y dañando su calidad. La falta de alcantarillado pluvial no representa problema en este barrio.

### 2.3 ¿Cómo este proyecto contribuye a resolver el problema?

Con la ejecución de este proyecto se resolverá la problemática en su totalidad(en lo referente a aguas lluvias y aguas negras), pues solamente un pequeño porcentaje de la población de las tres zonas que abarca este proyecto no se podrá conectar al alcantarillado sanitario ya que la topografía de la zona no lo permite, pero estas casas recibirán una solución alternativa a la problemática de modo que la gran mayoría de casas serán conectadas al sistema de alcantarillado sanitario propuesto, el cual será conducido hacia un solo punto donde recibirá un adecuado tratamiento antes de ser dispuesto hacia el río Antón Flores. Además con el alcantarillado pluvial se resolverán los problemas de inundaciones pues los tragantes recogerán el aguas lluvia y siendo conducidas por tuberías colectoras hacia las quebradas o ríos más cercanos.

2.4 ¿Cómo está organizada y qué nivel de concientización tiene la población para afrontar este problema?

2.5 ¿En qué medida el proyecto resolverá el problema?

Con la realización de este proyecto se solucionará la problemática en más del 90% pues el alcantarillado pluvial evitará problemas con inundaciones y el alcantarillado sanitario y las soluciones alternativas evitarán la contaminación excesiva al ambiente y mejorará las condiciones de salubridad en la población de los lugares a los que beneficie el proyecto

### **3. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

(Explique brevemente en qué consiste el proyecto; indique las dimensiones principales de obra en M2, km, etc. Unidades de acuerdo al tipo de proyecto. Si es necesario en documento aparte adjunte la información conveniente.

El proyecto de alcantarillado pluvial en el barrio San Cayetano y en la Colonia La Entrevista, consiste en las siguientes actividades: BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL 1.00 S.G, TRAZO Y NIVELACION LINEAL PARA TUBERIAS 2246.05 M, LIMPIEZA (CHAPEO) 891.58 M2, EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO 7506.38 M3, RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA 4868.96 M3, RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO 1744.58 M3, ADEMADO EN ZANJA (AMBAS CARAS) 1406.88 M2, DEMOLICION DE PAVIMENTO(CONCRETO HIDRAULICO) 548.31 M2, DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO 414.83 M2, DEMOLICION DE EMPEDRADO FRAGUADO 240.42 M2, CONCRETO HIDRAULICO ESPESOR 10 CM F´C= 210 KG/CM2 HECHO EN OBRA 548.31 M2, PAVIMENTO CON MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE 29.03 M3, REEMPEDRADO FRAGUADO 240.42 M2, 679.36 M DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE DE 18", 277.54 M DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE DE 24", 325.09 M DE TUBERIA DE CEMENTO DE 30", 175.96 M DE TUBERIA DE CONCRETO ARMADO DE 36", 323.69 M DE TUBERIA RIB LOC 450 MM

(18"), 189.27 M DE TUBERIA RIB LOC DE 600 MM (24"), 275.14 M DE TUBERIA RIC LOC DE 30", CAJA TRAGANTE PARA A.LL. CON TAPADERA DE HO. FO. DE 0.8 MTS. DE ANCHO X 1.4 MTS. DE LONG. 85.00 U, POZOS DE VISITA 50 UNIDADES, MAMPOSTERIA PARA FUNDACIONES 12.00 M3, MAMPOSTERIA PARA MURO 6.11 M3, CAJON DE CONCRETO ARMADO 8.44 M3.

El proyecto de alcantarillado sanitario en la Colonia La Entrevista y el casco urbano de San Cayetano Istepeque consiste en:

BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL 1 S.G., TRAZO Y NIVELACION LINEAL PARA TUBERIAS 6638.73 M, EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO 10187.84 M3, RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA 8160.26 M3, RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO 1599.27 M3, ADEMADO EN ZANJA (AMBAS CARAS) 2595.61 M2, DEMOLICION DE PAVIMENTO (CONCRETO HIDRAULICO) 782.93 M2, DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO 1413.58 M2, DEMOLICION DE EMPEDRADO FRAGUADO 291.33 M2, CONCRETO HIDRAULICO ESPESOR 10 CM F´C= 210 KG/CM2 HECHO EN OBRA 782.93 M2, PAVIMENTO CON MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE 98.95 M3, REEMPEDRADO FRAGUADO 291.33 M2, 6638.73 M DE TUBERIA RIC LOB (200 MM) 8", 166 M DE TUBERIA RIC LOB (250 MM) 12" Y 102 POZOS DE VISITA.

El proyecto de la planta de tratamiento de las aguas residuales para el casco urbano del municipio de San Cayetano Istepeque y la colonia La Entrevista consiste en las siguientes actividades:

BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL 1 S.G., TALA Y REMOCION DE ARBOLES 8 UNIDADES, LIMPIEZA (CHAPEO) 3923.4 m<sup>2</sup>. CORTE EN TERRAZA (CON MAQUINARIA) MATERIAL BLANDO 9498.75 M3, RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO 130.38 M3, DESALOJO CON MAQUINARIA 9498.75 M3. UN SEDIMENTADOR PRIMARIO CON UNA CAPACIDAD DE 87.80 M3, UN FILTRO PERCOLADOR CON UN AREA SUPERFICIAL DE 169 M2; UN SEDIMENTADOR SECUNDARIO CON CAPACIDAD DE 78.25 M3, UN DIGESTOR DE LODOS CON CAPACIDAD DE 111.94, UN PATIO DE SECADO DE LODOS DE 85 M2 Y UNA CASETA PARA EL OPERADOR.

#### **4. BENEFICIARIOS**

Se debe anexar listado de beneficiarios

- a) Población Total en el área de influencia: 3481
- b) Beneficiarios directos:

1. No. de Familias \_\_\_\_\_ 551 \_\_\_\_\_

2. No. de Habitantes \_\_\_\_\_ 3508 \_\_\_\_\_



3. No. de Niños 1925

4. No. de Hombres 823

5. No. de Mujeres 760

c) Ingreso familiar mensual promedio de los beneficiados :**\$100.00**

#### **5. MODALIDAD DE EJECUCION :**

Licitación Pública

#### **6. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE CONSERVACION**

Los proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial no tendrán impactos ambientales negativos representativos en este proyecto. Para la implementación de la planta de tratamiento para las aguas residuales del municipio de San Cayetano Istepeque se requiere de un estudio de impacto ambiental para determinar los posibles impactos negativos y sus correspondientes medidas de conservación.

## FORMATO No. 3

### DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO

#### 1. Censo Familiar Total.

1. No. de familias	<u>551</u>
1. No. total de personas	<u>3508</u>
2. No. de Niños menores de 12 años :	<u>1087</u>
3.No. de Jóvenes mayores de 12 y menores de 18:	<u>838</u>
4. No. de Hombres:	<u>823</u>
5. No. de Mujeres:	<u>760</u>

2. Listado de familias beneficiadas con el proyecto: 551 familias.

3. Índice de crecimiento poblacional: 1.68.% (país)

2.19 % (municipio)

4. Población Futura beneficiada al final del período de diseño del proyecto: **5412 hab**

#### 5. Servicios Básicos existentes en la (s) Comunidad (es).

- Agua potable: Si.
- Alcantarillado: No
- Acceso / caminos: Si.
- Vivienda: Mixtas, adobe y lámina
- Energía Eléctrica: Si
- Transporte Colectivo: Si
- Infraestructura de Salud y Educativa: Si
- Infraestructura Económica y Municipal: Si (Municipalidad)

#### 6. Actividad Económica en la Zona.

- Utilización-uso y explotación de la tierra, costo de la tierra. Sí
- Producción Agrícola (Granos Básicos, hortalizas, agroindustria, etc.) Sí
- Producción Pecuaria (Vacuno, Bovino, Porcino, etc.) Sí
- Otro tipo de producción (Maquila, Apícola, Piscicultura, Hortalizas, etc.) No

**7. Actividades Socio Económicas principales de la Zona.**

- Empresas Agroindustriales. No
- Empresas Comerciales. No
- Empresas de Servicios. No

**8. Actividades Socio Económicas principales de la Población beneficiada.**

- Ventas en los mercados No
- Venta callejera y ambulante Sí
- Empleo eventual Sí
- Empleo permanente Sí

**9. Nivel de Ingreso de la Zona: \$100.00**

**10. Nivel de ingreso de las Comunidades: Bajo**

**FORMATO No. 4**

**TRAMITES**

**FACTIBILIDADES:**

<b>INSTITUCION</b>	<b>TIPO DE TRAMITE</b>	<b>ESTADO DEL TRAMITE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
CAEES	FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN	PENDIENTE	
ALCALDIA	FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN DE AGUA POTABLE	PENDIENTE	

**LINEA DE CONSTRUCCION:**

<b>INSTITUCION</b>	<b>TIPO DE TRAMITE</b>	<b>ESTADO DEL TRAMITE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
NO APLICA			

**CALIFICACION DE LUGAR:**

<b>INSTITUCION</b>	<b>TIPO DE TRAMITE</b>	<b>ESTADO DEL TRAMITE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
NO APLICA			

**PERMISO AMBIENTAL:**

<b>INSTITUCION</b>	<b>TIPO DE TRAMITE</b>	<b>ESTADO DEL TRAMITE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
MARN	PERMISO PARA CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO	PENDIENTE	

**OTROS:**

<b>INSTITUCION</b>	<b>TIPO DE TRAMITE</b>	<b>ESTADO DEL TRAMITE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>

## FORMATO No. 5



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
DIRECCION GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL

**FORMULARIO AMBIENTAL PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

No. de entrada: \_\_\_\_\_

No. de salida: \_\_\_\_\_

No. de base de datos: \_\_\_\_\_

### I. DEL TITULAR. PERSONA JURIDICA

NOMBRE DEL TITULAR, SEGUN COMO SE ESTABLECE EN LA ESCRITURA PUBLICA DE CONSTITUCION DE LA PERSONA JURÍDICA: \_\_\_\_\_

Y QUE SE PODRA ABREVIAR: \_\_\_\_\_

(\*) NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL, SEGUN CREDENCIAL DE LA JUNTA DIRECTIVA VIGENTE: \_\_\_\_\_

(\*) N7 DOCUMENTO UNICO DE IDENTIDAD (D.U.I.) DEL REPRESENTANTE LEGAL: \_\_\_\_\_

(\*) NOMBRE DEL APODERADO DE LA PERSONA JURÍDICA SEGUN PODER (De ser procedente): \_\_\_\_\_

(\*) N7 DE N.I.T. DE LA PERSONA JURÍDICA: \_\_\_\_\_

DOMICILIO PRINCIPAL DE LA PERSONA JURÍDICA: Calle/Avenida: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

Colonia: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

(\*) Debe anexar copia de la documentación legal.

### II. DEL TITULAR. PERSONA NATURAL

NOMBRE DEL TITULAR: José Eneo Mejía

(\*\*) N7 DOCUMENTO UNICO DE IDENTIDAD (D.U.I.) PENDIENTE

(\*) NOMBRE DEL APODERADO DE LA PERSONA NATURAL SEGUN PODER (De ser procedente): \_\_\_\_\_

DOMICILIO PRINCIPAL DE LA PERSONA NATURAL: Calle/Avenida: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

COLONIA: \_\_\_\_\_ MUNICIPIO San Cayetano Istepeque DEPARTAMENTO San Vicente

(\*\*) Debe anexar copia de la documentación legal.

### PARA LOS ROMANOS I Y II: DIRECCION, TELEFONO Y/O FAX PARA RECIBIR NOTIFICACIONES

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono y/o Fax: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

### III. DE LA DESCRIPCION Y UBICACION DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO. De requerirse cualquier ampliación al Formulario Ambiental utilizar hojas adicionales y anexarlas a éste.

1. NOMBRE DEL PROYECTO: **“INTRODUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALCANTARILLADO PLUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA LA ENTREVISTA DEL MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE”.**

2. UBICACION FISICA: Calle/Avenida: \_\_\_\_\_ Colonia: La Entrevista, Barrio San Cayetano, Barrio Istepeque

Carretera (km): \_\_\_\_\_ Caserío: \_\_\_\_\_ Cantón: \_\_\_\_\_

Municipio: San Cayetano Istepeque Departamento: San Vicente

3. UBICACION GEOGRAFICA. Coordenadas geográficas de al menos de cuatro puntos, información proporcionada por el Centro Nacional de Registro.

X1: 88°49'38.26"O X2: 88°49'30.86"O X3: 88°48'26.52"O X4: 88°48'25.56"O  
Y1: 13°39'6.36"N Y2: 13°39'25.67"N Y3: 13°39'2.62"N Y4: 13°38'46.47"N

4. AREAS: Total del terreno: Planta de tratamiento m<sup>2</sup> ó metros lineales

A desarrollar por el proyecto: Alcantarillado pluvial 2246.05 ml, Alcantarillado sanitario 6638.73 ml

5. DESCRIPCION DEL PROYECTO: Describir el proyecto, su finalidad, infraestructura con que contar- y obras de conservación y/o protección previstas, si se requieren.

EL PROYECTO CONSISTE EN LA CONSTRUCCION DE UNA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA COLONIA LA ENTREVISTA Y EL BARRIO SAN CAYETANO, CON TRES SITIOS DE DESCARGA Y SU RESPECTIVA OBRA DE PROTECCION, UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO QUE COLECTARÁ LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COLONIA LA ENTREVISTA LUEGO LAS DEL BARRIO ISTEPEQUE Y POSTERIORMENTE LAS DEL BARRIO SAN CAYETANO, PARA DESPUÉS SER LLEVADA HACIA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO QUE CONSISTIRÁ EN UN TRATAMIENTO PRELIMINAR, SEDIMENTADOR PRIMARIO, FILTRO PERCOLADOR, SEDIMENTADOR SECUNDARIO Y UN DIGESTOR DE LODOS Y UN PATIO DE SECADO DE LODOS.

6. TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCION DE LA ETAPA DE CONSTRUCCION: Alcantarillado Pluvial 4 meses, Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento 12 meses

7. AMBITO DE ACCION:  Urbano  Rural  Costeroñ Marino  área protegida

8. NATURALEZA:  Nuevo  Ampliación  Rehabilitación  Mejoramiento  Reconversión

9. TENENCIA DEL INMUEBLE DEL SITIO DONDE SE LOCALIZA EL SISTEMA (AGUA POTABLE O SANEAMIENTO):

Propiedad  Con opción de compra (terreno Planta de Tratamiento)  Arrendamiento  Otro: \_\_\_\_\_

10. DERECHOS DE SERVIDUMBRE Y DERECHOS DE PASO: Presentar copias de las certificaciones respectivas

11. REALIZÓ ANALISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE RUTAS Y/O SITIOS DE UBICACION:

Fuente de agua:  Si  No Sistema de Tratamiento:  Si  No Tuberías:  Si  No

12. SISTEMA ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Anexar factibilidad/autorización de conexión al sistema existente, emitido por la autoridad competente. Si es un autoabastecido presentar plano con localización y datos del aforo de la fuente.

Forma de Abastecimiento:  Conexión a sistema existente  Sistema autoabastecido

Fuente de agua a utilizar en el sistema autoabastecido:  Pozo Perforado  Manantial  Río

Laguna  Aguas lluvias

Fuente de agua a utilizar para el abastecimiento:  Existente  Nueva

Caudal diario a extraer calculado: Época seca: \_\_\_\_\_ Época de lluvia: \_\_\_\_\_

Abastecimiento:  Red Domiciliar  Cantareras: Número: \_\_\_\_\_

Punto de conexión previsto, en caso de conexión a sistema existente \_\_\_\_\_

Longitud de tubería a punto de conexión: \_\_\_\_\_ m Longitud de tubería total: \_\_\_\_\_ m

Diámetro promedio de la tubería a instalar:  Menos de 2 pulgadas  De 2 a 4 pulgadas  Más de 4 pulgadas

Volumen a transportar por día:  Menos de 16 m<sup>3</sup>  De 16 a 160 m<sup>3</sup>  De 160 a 800 m<sup>3</sup>  Más de 800 m<sup>3</sup>

Tiempo de servicio:  Permanente  Por horas: Número de horas: \_\_\_\_\_

Tanque de Almacenamiento:  No  Si Capacidad: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

Tratamiento:  Potabilización  Otro. Definir: \_\_\_\_\_

Población servida: \_\_\_\_\_ Cuota de abastecimiento calculado por día \_\_\_\_\_ litros/persona/día

Tipo de terreno para la ubicación de la tubería:

Por carretera asfaltada \_\_\_\_\_km  Por camino de tierra \_\_\_\_\_km  Otros \_\_\_\_\_

Requiere apertura de caminos:  No  Si: Permanente  \_\_\_\_\_km Transitorio  \_\_\_\_\_km

13. SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO: Anexar factibilidad/autorización de conexión al sistema existente emitido por la autoridad competente.

Aguas negras:  Letrina Abonera Familiar  Fosa Séptica y pozo de absorción  Letrina Solar  
 Letrina de Hoyo Modificada  Otros. Especifique: Red de alcantarillado

Aguas grises:  Pozo de absorción  Campo de riego  Otros. Especifique: \_\_\_\_\_

Aguas residuales ordinarias:  Conexión a alcantarillado sanitario existente  Planta de Tratamiento

Descripción del Sistema de tratamiento (Debe considerar los parámetros establecidos en los Art. 17 y 18 del Reglamento Especial de Aguas Residuales Ordinarias):

El sistema de tratamiento consistirá en un tratamiento preliminar compuesto por rejillas, un desarenador y un medidor parshall, un tratamiento primario compuesto por un sedimentador tipo Dortmund y un tratamiento secundario compuesto por un filtro percolador y un sedimentador secundario, además para los lodos se utilizará un digestor de lodos y un patio de secado de lodos

Capacidad de Diseño de la Planta: 0.0097391 m<sup>3</sup> /seg Caudal a tratar (Q): 0.0097391 m<sup>3</sup> /seg

Sitio de descarga final: Río Anton Flores

Población servida: 5412 al final del periodo de diseño Cuota de generación de aguas residuales: 100 litros/persona/día

Manejo y disposición Final de los lodos: Digestor de lodos y patio de secados, reutilizado para mejoramiento de suelos

Se considera el reuso de las aguas tratadas:  No  Si: Explique: Siempre y cuando se diseñe posteriormente un sistema de cloración para el efluente de la planta de tratamiento

Distancia entre el sistema de tratamiento (Planta) y la(s) viviendas más próxima(s): 150 metros

Diámetro promedio de la tubería a instalar:  Menos de 2 pulgadas  De 2 a 12 pulgadas  Más de 12 pulgadas

Volumen a transportar por día:  menos de 16 m<sup>3</sup>  de 16 a 160 m<sup>3</sup>  de 160 a 800 m<sup>3</sup>  más de 800 m<sup>3</sup>

Longitud y Tipo de terreno para la ubicación de la tubería: Longitud: Alcantarillado pluvial 2246.05 ml, Alcantarillado sanitario 6638.73 ml, ambos alcantarillados por terrenos semi blandos.

2355.96 ] Por carretera asfaltada \_km  2567.48 ] Por camino de tierra \_km  2100.52 ] Otros Concreto y empedrado

Requiere apertura de caminos:  No  Si: Permanente  0.2 km  
Transitorio  \_\_\_\_\_km

14. NECESIDADES DE RECURSO HUMANO. Detallar el número de personas que serán requeridas en las diferentes etapas.

Número Mano de obra	Construcción		Operation		Cierre
	Permanente	Temporal	Permanente	Temporal	Temporal

15. Manejo y disposición final de desechos sólidos en la etapa de construcción: Esta parte del numeral aplica para las actividades, obras o proyectos del Grupo A, categoría 1
- Tipo de desecho sólido y volumen estimado:  Material vegetativo (Desmonte) \_\_\_\_\_m<sup>3</sup>  Ripio \_\_\_\_\_m<sup>3</sup>
- Descapote \_\_\_\_\_m<sup>3</sup>  Material de Excavación \_\_\_\_\_m<sup>3</sup>  Otro \_\_\_\_\_m<sup>3</sup>
- Localización del sitio de disposición final: \_\_\_\_\_
- Anexar factibilidad/autorización de disposición emitido por la autoridad competente.
16. Descripción del manejo temporal del material de desalojo, previo y durante a su retiro del - rea del proyecto al sitio de disposición final: Esta parte del numeral aplica para las actividades, obras o proyectos del Grupo A, categoría 1
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

1. COLINDANTES DEL TERRENO DONDE SE LOCALIZA EL SISTEMA, ACTIVIDADES QUE DESARROLLAN Y TOPOGRAFÍA DOMINANTE ESTIMADA:
- % Pendiente dominante estimada
- Al Norte: San Lorenzo y San Esteban Actividad agricultura y comercio / 12.5%  
 Al Este: San Vicente y Apastepeque Actividad agricultura y comercio / 10.00%  
 Al Oeste: Tepetitán Actividad agricultura y comercio / 10.00%  
 Al Sur : San Vicente Actividad agricultura y comercio / 10.00%
2. ACCESO AL SITIO DEL PROYECTO:  Acceso por carretera asfaltada. Longitud en 3.5 km aprox.  
 Acceso por camino de tierra. Distancia en 0.3 km  Por agua. Distancia en \_\_\_\_\_ km  
 Requiere apertura de camino:  No  Si Distancia 0.3 km
3. DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE Y PENDIENTES DEL TERRENO.  
 Plano a Ligeramente inclinado (0 ñ 2%)  Ondulado suave a Ondulado (3 - 12%)  
 Alomado a Quebrado (13-35%)  Accidentado (36-70%)  Muy accidentado (>70%)
4. CONSTRUCCIONES EXISTENTES EN EL SITIO DEL PROYECTO:  NO  SI  
 área que ocupan: \_\_\_\_\_m<sup>2</sup> Requieren Demolición:  NO  SI: Volumen estimado \_\_\_\_\_m<sup>3</sup>
5. PROFUNDIDAD DEL MANTO FREÁTICO: Cuando sea determinado a través de un estudio hidrogeológico anexar copia del documento.  
 Profundidad: \_\_\_\_\_metros en época de lluvia Profundidad: \_\_\_\_\_metros en época seca  
 Determinado por:  Pozo existente en el sitio  Pozos aledaños  Perforaciones en el sitio  
 Estudio Hidrogeológico  Otro. Detallar: \_\_\_\_\_
6. COBERTURA VEGETAL  
 Cobertura vegetal menor:  Pasto  Matorral  Arbustivo  Cultivo: \_\_\_\_\_  
 Cobertura vegetal mayor (densidad):  Bosque ralo (≤50%)  Bosque denso (>50%)  
 Bosque de galería (en márgenes de ríos y quebradas)  
 Número aproximado de árboles por tipo especie: \_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_
7. EXISTENCIA EN EL TERRENO O EN UN PERÍMETRO DE 100 METROS DEL LINDERO, DE CUALQUIERA DE LAS ÁREAS Y ESTRUCTURAS SIGUIENTES:
- Ríos \_\_\_\_\_  Lagos \_\_\_\_\_  Mar \_\_\_\_\_  Estero \_\_\_\_\_  Manantiales \_\_\_\_\_  
 Quebradas  Manglares \_\_\_\_\_  Lugares Turísticos / Zonas de Recreo \_\_\_\_\_  
 Sitios o inmuebles con valor Cultural \_\_\_\_\_  Áreas naturales protegidas \_\_\_\_\_  
 Centro poblado \_\_\_\_\_  Viviendas Aisladas \_\_\_\_\_



Nombre los que han sido marcados Río Acahuapa y Anton Flores, Río Istepeque y Quebrada La Entrevista

8. PROFUNDIDAD PROMEDIO DEL RIO Y/O QUEBRADA. ...poca seca: 0.3 m ...poca de lluvia: 1.5 m  
Profundidad promedio: \_\_\_\_\_ metros Zona de protección. Ancho \_\_\_\_\_ metros  
 Muros  Conformación de Taludes  Obras de Paso  
 Guarda niveles  Disipadores energía  Otros. \_\_\_\_\_

Descripción de Obras de Protección: Para el proyecto de alcantarillado pluvial se realizarán obras de protección para las descargas que consistirán en cabezales de descarga, gradas disipadoras y plancha de mampostería de piedra

**V. ACTIVIDADES Y OBRAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.** Marque las acciones a ser realizadas en cada una de las etapas del proyecto.

1. ACTIVIDADES DEL PROYECTO A EJECUTARSE. Marcar las que apliquen.

- |                      |                                     |  |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Limpieza y chapeo    | <input checked="" type="checkbox"/> | Apertura de vías de circulación          | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Demolición           | <input checked="" type="checkbox"/> | Excavación                               | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Descapote            | <input checked="" type="checkbox"/> | Construcción de tanque de almacenamiento | <input type="checkbox"/>            |
| Tala y destronconado | <input checked="" type="checkbox"/> | Construcción de planta de tratamiento    | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Corte y relleno      | <input checked="" type="checkbox"/> | Edificaciones/Construcciones             | <input checked="" type="checkbox"/> |

2. Se prevee la generación y/o el establecimiento de muros y taludes dentro del proyecto NO  SI

Describir longitud de talud, altura, relación de talud (H:V), sistema de drenajes y tratamiento de taludes. Anexar plano con localización.

---

---

---

3. Riesgo a que es susceptible el sitio/proyecto:  No significativo  Deslizamientos  Derrumbes  inundación  
 Otros, \_\_\_\_\_

---

---

**VI. COMPONENTES DEL MEDIO NATURAL SUSCEPTIBLES A SER AFECTADOS POR LA EJECUCION DEL PROYECTO.** Marque lo pertinente a lo solicitado.

1. COBERTURA VEGETAL QUE SERA AFECTADA POR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO:

- Sitio de perforación del pozo:  No  Si:  Pastizales  Arbustos  Bosque  Cultivos  
Trazo de la Tubería:  No  Si  Pastizales  Arbustos  Bosque  Cultivos  
Sitio de descarga:  No  Si  Pastizales  Arbustos  Bosque  Cultivos  
Sitio de planta de tratamiento:  No  Si  Pastizales  Arbustos  Bosque  Cultivos

Número de árboles/arbustos a ser afectados con diámetro a la altura del pecho (DPA), igual o mayor a 25 centímetros:

No. 8 Total de árboles No. \_\_\_\_\_ Total de arbusto

Nombre común y número de árboles a ser afectados por el proyecto: Tihuilote

Incluir propuesta de revegetación que incluya especies arbóreas, arbustivas y herbáceas a plantar, de acuerdo al propósito de la plantación (ornamentación y/o protección), número de árboles por especie, sitio propuesto de plantación (localización: zonas verdes, zonas de protección u otras áreas), distanciamiento y mantenimiento previsto: fertilización, poda, riego, mano de obra, frecuencia.

2. De producirse los siguientes impactos, marque y explique las medidas ambientales a implementar:

Componente del medio	Impacto	Etapas del Proyecto				Descripción de la medida
		PS	Co	Fu	Ci	
Aire	Emisión de polvo		X			Riego
	Generación de ruido					
	Incremento del tráfico vehicular					
	Generación Olores/vapores					
Agua	Agotamiento del recurso hídrico					
	Contaminación por aguas residuales domésticas					
	Contaminación por aguas residuales industriales o lixiviados					
Suelo	Erosión					
	Disposición en el sitio del proyecto de desechos sólidos					
	Contaminación por derrames de aceite de vehículos					
Flora	Especies amenazadas y/o en peligro de extinción					
	Tala de vegetación					
Fauna	Especies amenazadas y/o en peligro de extinción					
Socio económico	Pérdida de fuente de empleo					
	Reubicación de personas					

	Pérdida de suelo con potencial agrícola					
<b>Cultural</b>	Monumentos históricos y/o vestigios arqueológicos					
<b>Paisaje</b>	Visibilidad					
<b>Otros</b>						

Cualquier ampliación anexarla al formulario en hojas adicionales.

**VII. POSIBLES ACCIDENTES, RIESGOS Y CONTINGENCIAS**

INDIQUE LOS POSIBLES ACCIDENTES, RIESGOS Y CONTINGENCIAS QUE PUEDAN OCACIONARSE EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO (construcción, operación o cierre)

No existen riesgos dentro del proyecto

**VIII. MARCO LEGAL APLICABLE (A nivel Nacional, Sectorial y Municipal)**

NORMA TECNICA DE ANDA, REGLAMENTO DEL VICEMINISTERIO DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO

NOTA: En caso de existir en el marco legal (Nacional, Sectorial y Municipal), una norma que prohíba expresamente la ejecución de la actividad, obra o proyecto en el área propuesta, la tramitación realizada ante Este Ministerio quedará sin efecto.

**IX. DECLARACIÓN JURADA**

El suscrito José Eneo Mejía en calidad de titular del proyecto, doy fe de la veracidad de la información detallada en el presente documento, cumpliendo con los requisitos de ley exigidos, razón por la cual asumo la responsabilidad consecuente derivada de esta declaración, que tiene calidad de declaración jurada.

Lugar y fecha: San Cayetano Istepeque, San Vicente

José Eneo Mejía  
Nombre del titular (propietario)

\_\_\_\_\_  
Firma del titular (propietario)

Notas:

- La presente no tiene validez sin nombres y firmas; y sello si es persona jurídica.
- El Formulario Ambiental debe ser llenado con la información en forma completa y en donde la información solicitada no aplica a la actividad, obra o proyecto, favor indicar con la abreviación "n/a"

**FORMATO No. 6****COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO**Costo Total del Sub proyecto: **\$1, 308, 331.29**

(Monto FIS + Contraparte)

Cantidad Solicitada al FISDL: **\$1, 308, 331.29**

Total de Contraparte:

**\$ 00.00**

❖ Aporte de la Alcaldía Municipal

**\$ 00.00**

❖ Aporte de la Comunidad

**\$ 0.00**

❖ Aporte de Otros

**\$ 0.00**

## Presupuesto del Proyecto

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>A</b>	<b>ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>				
A-01	INSTALACIONES PROVISIONALES	S.G.	1	\$2,134.63	<b>\$2,134.63</b>
A-02	TERRACERIA Y DEMOLICIONES	S.G.	1	\$186,097.39	<b>\$186,097.39</b>
A-03	RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	S.G.	1	\$220,825.74	<b>\$220,825.74</b>
<b>B</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				
B-01	INSTALACIONES PROVISIONALES	S.G.	1	\$2,134.63	<b>\$2,134.63</b>
B-02	TERRACERIA Y DEMOLICIONES	S.G.	1	\$271,947.50	<b>\$271,947.50</b>
B-03	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	S.G.	1	\$212,742.92	<b>\$212,742.92</b>
B-04	SISTEMA DE FOSA SEPTICA	U	29	\$3,122.25	<b>\$90,545.11</b>

<b>C</b>	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>				
C-01	INSTALACIONES PROVISIONALES	S.G.	1	\$2,134.63	<b>\$2,134.63</b>
C-02	TERRACERIA Y DEMOLICIONES	S.G.	1	\$64,441.94	<b>\$64,441.94</b>
C-03	TUBERIA DE ENTRADA A LA PLANTA	S.G.	1	\$56,637.71	<b>\$56,637.71</b>
C-04	TRATAMIENTO PRELIMINAR	S.G.	1	\$2,797.55	<b>\$2,797.55</b>
C-05	SEDIMENTADOR PRIMARIO	S.G.	1	\$18,579.20	<b>\$18,579.20</b>
C-06	FILTRO PERCOLADOR	S.G.	1	\$57,804.33	<b>\$57,804.33</b>
C-07	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	S.G.	1	\$19,597.65	<b>\$19,597.65</b>
C-08	DIGESTOR DE LODOS	S.G.	1	\$13,082.78	<b>\$13,082.78</b>
C-09	PATIO DE SECADO DE LODOS	S.G.	1	\$20,385.40	<b>\$20,385.40</b>
C-10	TUBERIAS DE CONEXIÓN ENTRE ELEMENTOS DE LA	S.G.	1	\$20,028.90	<b>\$20,028.90</b>
C-11	CASETA DEL OPERADOR	S.G.	1	\$12,685.79	<b>\$12,685.79</b>
C-12	ACOMETIDAS	S.G.	1	\$6,967.77	<b>\$6,967.77</b>
C-13	OTROS	S.G.	1	\$26,759.75	<b>\$26,759.75</b>
			SUB-TOTAL	\$1220,908.43	<b>\$1308,331.29</b>

**FORMATO No. 7**  
**(OBRAS A LICITAR)**  
**PRESUPUESTO OFICIAL**  
PRESENTADO POR: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
PARA: FISDL  
FECHA: AGOSTO 2011

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
<b>A</b>	<b>ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>											
<b>A-01</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>											<b>\$2,134.63</b>
16 3 5	BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL	1	s.g.	572.44	429.33	429.33	1431.10	457.95	245.58	2134.63	\$2,134.63	
<b>A-02</b>	<b>TERRACERIA Y DEMOLICIONES</b>											<b>\$186,097.39</b>
1 3 5	TRAZO Y NIVELACION LINEAL PARA TUBERIAS	2246.05	M	0.20	0.15	0.15	0.50	0.16	0.09	0.75	\$1,675.10	
1 1 1	LIMPIEZA (CHAPEO)	891.58	M2	0.00	0.22	0.09	0.31	0.10	0.05	0.46	\$412.26	
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	7506.38	M3	0.00	0.65	0.65	2.17	0.69	0.37	3.24	\$24,296.44	
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	4868.96	M3	2.66	1.99	1.99	6.64	2.12	1.14	9.90	\$48,223.27	
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	1744.58	M3	9.56	7.17	7.17	23.90	7.65	4.10	35.65	\$62,192.91	
1 8 1	ADEMADO EN ZANJA(AMBAS CARAS)	1406.88	M2	3.28	2.46	2.46	8.19	2.62	1.41	12.22	\$17,186.73	
1 7 5	DEMOLICION DE PAVIMENTO(CONCRETO HIDRAULICO)	548.31	M2	3.00	2.07	0.89	2.96	0.95	0.51	4.42	\$2,420.87	
1 7 14	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO	414.83	M2	0.69	0.52	0.52	1.72	0.55	0.30	2.57	\$1,064.28	
1 7 25	DEMOLICION DE EMPEDRADO FRAGUADO	240.42	M2	4.39	3.29	3.29	10.98	3.51	1.88	16.38	\$3,937.49	
15 3 71	Concreto Hidraulico espesor 10 cm f'c= 210 Kg/cm2 hecho en obra	548.31	M2	4.00	11.31	4.85	16.16	5.17	2.77	24.10	\$13,216.63	
15 3 58	Pavimento con mezcla asfaltica en caliente	29.03	M3	82.05	61.54	61.54	205.13	65.64	35.20	305.97	\$8,882.36	
15 3 23	Reempedrado fraguado	240.42	M2	2.68	2.01	2.01	6.70	2.14	1.15	9.99	\$2,402.66	
1 6 3	DESALOJO CON MAQUINARIA	83.86	M3	0.60	0.45	0.45	1.49	0.48	0.26	2.22	\$186.38	
<b>A-03</b>	<b>RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>											<b>\$220,825.74</b>
14 1 1	Tuberia de concreto simple de 18"	679.36	M	8.92	6.69	6.69	22.31	7.14	3.83	33.28	\$22,607.47	
14 1 2	Tuberia de concreto simple de 24"	277.54	M	15.18	11.38	11.38	37.94	12.14	6.51	56.59	\$15,706.35	
14 1 3	Tuberia de cemento de 30"	325.09	M	14.44	10.83	10.83	36.10	11.55	6.19	53.85	\$17,505.04	
14 1 6	TUBERIA DE CONCRETO ARMADO DE 36"	175.96	M	28.65	21.49	21.49	71.62	22.92	12.29	106.83	\$18,797.52	
14 6 6	Tuberia rib loc 450 MM (18")	323.69	M	12.62	9.46	9.46	31.54	10.09	5.41	47.05	\$15,228.02	
14 6 7	Tuberia rib loc de 600 MM (24")	189.27	M	21.24	15.93	15.93	53.09	16.99	9.11	79.19	\$14,988.11	
14 6 18	Sum. e Inst. de Tuberia Ric loc de 30"	275.14	M	2.00	41.71	17.87	59.58	19.07	10.22	88.87	\$24,451.56	
14 2 49	Caja tragante para A.LL. con tapadera de Ho. Fo. de 0.8 mts. de ancho x 1.4 mts. de long.	85.00	U	104.96	78.72	78.72	262.39	83.96	45.03	391.38	\$33,267.38	
14 2 38	Cono de pozo diametro interior D= 1.10mts. con tapadera Ho.Fo.	50.00	U	136.40	102.30	102.30	341.01	109.12	58.52	508.65	\$25,432.53	
14 2 39	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 1.0 mts.	20.00	U	62.90	47.18	47.18	157.25	50.32	26.98	234.55	\$4,691.08	
14 2 40	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 1.50 mts.	13.00	U	89.54	67.16	67.16	223.85	71.63	38.41	333.89	\$4,340.63	

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
2 19 8	CONCRETO SIMPLE 210 KG/CM2 (HECHURA Y COLOCACION EN SC VIGAS Y LOSAS)	8.44	M3	52.72	92.27	39.54	131.81	42.18	22.62	196.61	\$1,659.37	
2 16 2	ACERO 3/8" FY=2800 KG/CM2	15.44	QQ	20.16	35.29	15.12	50.41	16.13	8.65	75.19	\$1,160.96	
14 2 41	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 2.0 mts.	7.00	U	116.81	87.61	87.61	292.03	93.45	50.11	435.59	\$3,049.14	
14 2 42	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 2.50 mts.	4.00	U	145.29	108.97	108.97	363.22	116.23	62.33	541.78	\$2,167.12	
14 2 43	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 3.0 mts.	6.00	U	174.66	130.99	130.99	436.64	139.72	74.93	651.29	\$3,907.75	
14 2 44	Fondo de pozo con manposteria de piedra diametro interior D= 1.10 mts.	50.00	U	54.12	40.59	40.59	135.29	43.29	23.22	201.80	\$10,089.93	
3 4 1	MAMPOSTERÍA PARA FUNDACIONES	12.00	M3	23.96	17.97	17.97	59.90	19.17	10.28	89.35	\$1,072.16	
3 4 2	MAMPOSTERÍA PARA MURO	6.11	M3	30.89	23.17	23.17	77.23	24.71	13.25	115.20	\$703.62	
<b>B</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>											
<b>B-01</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>											<b>\$2,134.63</b>
16 3 5	BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL	1	s.g.	572.44	429.33	429.33	1431.10	457.95	245.58	2134.63	\$2,134.63	
<b>B-02</b>	<b>TERRACERIA Y DEMOLICIONES</b>											<b>\$271,947.50</b>
1 3 5	TRAZO Y NIVELACION LINEAL PARA TUBERIAS	6638.73	M	0.20	0.15	0.15	0.50	0.16	0.09	0.75	\$4,951.17	
1 1 1	LIMPIEZA (CHAPEO)	164.51	M	0.00	0.22	0.09	0.31	0.10	0.05	0.46	\$76.07	
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	10187.84	M3	0.00	0.65	0.65	2.17	0.69	0.37	3.24	\$32,975.70	
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	8160.26	M3	2.66	1.99	1.99	6.64	2.12	1.14	9.90	\$80,821.00	
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	1599.27	M3	9.56	7.17	7.17	23.90	7.65	4.10	35.65	\$57,012.80	
1 8 1	ADEMADO EN ZANJA(AMBAS CARAS)	2595.61	M2	3.28	2.46	2.46	8.19	2.62	1.41	12.22	\$31,708.50	
1 7 5	DEMOLICION DE PAVIMENTO(CONCRETO HIDRAULICO)	782.93	M2	3.00	2.07	0.89	2.96	0.95	0.51	4.42	\$3,456.74	
1 7 14	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO	1413.58	M2	0.69	0.52	0.52	1.72	0.55	0.30	2.57	\$3,626.60	
1 7 25	DEMOLICION DE EMPEDRADO FRAGUADO	291.33	M2	4.39	3.29	3.29	10.98	3.51	1.88	16.38	\$4,771.39	
15 3 71	Concreto Hidraulico espesor 10 cm f'c= 210 Kg/cm2 hecho en obra	782.93	M2	4.00	4.85	4.85	16.16	5.17	2.77	24.10	\$18,871.93	
15 3 58	Pavimento con mezcla asfaltica en caliente	98.95	M3	82.05	61.54	61.54	205.13	65.64	35.20	305.97	\$30,275.92	
15 3 23	Reempedrado fraguado	291.33	M2	2.68	2.01	2.01	6.70	2.14	1.15	9.99	\$2,911.51	
1 6 3	DESALOJO CON MAQUINARIA	219.65	M3	0.60	0.45	0.45	1.49	0.48	0.26	2.22	\$488.17	
<b>B-03</b>	<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>											<b>\$212,742.92</b>
13 5 15	Tuberia ric lob (200 mm) 8"	6638.73	M	4.33	3.25	3.25	10.83	3.47	1.86	16.15	\$107,242.29	
13 6 1	Cono de pozo diam. interior 1.10 mts. c/ tapadera metalica	102.00	U	135.16	101.37	101.37	337.89	108.12	57.98	504.00	\$51,407.67	
13 6 2	Cilindro de pozo diametro interior 1.10 mts. H= 1.0 mts.	102.00	M	61.43	46.07	46.07	153.58	49.15	26.35	229.08	\$23,366.15	

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
13 6 3	Fondo de pozo diametro 2.0 mts.	102.00	U	53.32	39.99	39.99	133.31	42.66	22.88	198.85	\$20,282.21	
23 60 77	VIGA METALICA VM-A 4 ANGULOS 1 X 1/8" CELOSIA #4 A 60°	30.00	M	7.14	5.36	5.36	17.86	5.72	3.06	26.64	\$799.20	
13 6 11	Caja sosten	45.95	M	19.85	14.89	14.89	49.62	15.88	8.51	74.01	\$3,400.91	
<b>B-04</b>	<b>SISTEMA DE FOSA SEPTICA</b>	29.00	u								\$ 3,122.25	\$90,545.11
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	42.51	M2	0.09	0.15	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$13.95	
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	23.53	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$267.44	
3 4 1	MAMPOSTERIA PARA FUNDACIONES	1.35	M3	23.96	17.97	17.97	59.90	19.17	10.28	89.35	\$120.22	
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F'C=210	0.12	M3	163.34	122.51	122.51	408.35	130.67	70.07	609.09	\$73.70	
2 10 60	Losa densa e=0.15 m ref #4 @ 20 A.S. f'c= 280 kg/cm2 Incluye moldeado y curado	4.49	M2	19.19	14.39	14.39	47.98	15.35	8.23	71.57	\$321.34	
2 10 61	Losa de fundación e=0.15m ref #4 @20cm A.S. f'c=280 Kg/cm2 Incluye curado y encofrado	4.49	M2	13.40	10.05	10.05	33.51	10.72	5.75	49.98	\$224.43	
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	18.18	M2	6.19	10.84	4.64	15.48	4.95	2.66	23.09	\$419.78	
2 4 20	S.C. (15X15) 4 Ø3/8" + 1 Ø ¼" A.C. 15 CM. 1:2:2	8.90	M	4.02	7.04	3.02	10.05	3.22	1.72	14.99	\$133.42	
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 Ø3/8" + 1 Ø¼" @ 15 CM. 1:2:2	9.60	M	3.56	6.24	2.67	8.91	2.85	1.53	13.29	\$127.59	
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	18.10	M2	1.93	3.37	1.45	4.82	1.54	0.83	7.19	\$130.13	
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	5.41	M2	1.75	3.06	1.31	4.37	1.40	0.75	6.52	\$35.26	
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	18.10	M2	1.20	2.10	0.90	3.00	0.96	0.51	4.47	\$80.99	
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	5.41	M2	1.00	1.76	0.75	2.51	0.80	0.43	3.74	\$20.25	
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	21.39	M2	1.38	2.42	1.04	3.46	1.11	0.59	5.16	\$110.39	
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	19.65	M3	0.92	1.60	0.69	2.29	0.73	0.39	3.42	\$67.12	
13 8 7	Sum. y Coloc. de GRAVA	5.10	M3	14.01	10.51	10.51	35.02	11.21	6.01	52.24	\$266.40	
12 1 20	TUBERÍA PERFORADA P/CAMPO DE RIEGO 4" PVC 80 PSI	22.00	M	4.90	3.68	3.68	12.26	3.92	2.10	18.29	\$402.31	
13 1 3	TUBERÍA PVC 4" 80 PSI	8.20	M	2.62	1.97	1.97	6.56	2.10	1.13	9.78	\$80.24	
13 1 4	TUBERÍA PVC 6" 100 PSI	3.00	M	3.70	2.77	2.77	9.24	2.96	1.59	13.78	\$41.35	
13 3 13	CURVA DE 90 GRADOS PVC JC	3.00	U	4.14	3.10	3.10	10.34	3.31	1.77	15.42	\$46.27	
13 3 14	CURVA DE 90 GRADOS PVC JC	3.00	U	8.34	6.25	6.25	20.84	6.67	3.58	31.08	\$93.25	
13 3 8	YEE PVC 4PUL	2.00	U	6.22	4.67	4.67	15.56	4.98	2.67	23.21	\$46.42	
<b>C</b>	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>											
<b>C-01</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>											\$2,134.63
16 3 5	BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL	1.00	s.g.	572.44	429.33	429.33	1431.10	457.95	245.58	2134.63	\$2,134.63	



Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
<b>C-02</b>	<b>TERRACERIA Y DEMOLICIONES</b>											<b>\$64,441.94</b>
1 10 4	TALA Y REMOCION DE ARBOLES	8	U	0.00	18.88	8.09	26.97	8.63	4.63	40.23	\$321.83	
1 1 1	LIMPIEZA (CHAPEO)	3923.4	m².	0.00	0.22	0.09	0.31	0.10	0.05	0.46	\$1,814.16	
1 4 25	CORTE EN TERRAZA (CON MAQUINARIA) MATERIAL BLANDO	9498.75	M3	0.00	1.81	0.77	2.58	0.83	0.44	3.85	\$36,554.31	
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	130.18	M3	9.56	7.17	7.17	23.90	7.65	4.10	35.65	\$4,640.82	
1 6 3	DESALOJO CON MAQUINARIA	9498.75	M3	0.60	0.45	0.45	1.49	0.48	0.26	2.22	\$21,110.82	
<b>C-03</b>	<b>TUBERIA DE ENTRADA A LA PLANTA</b>											<b>\$56,637.71</b>
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	826.11	M2	0.09	0.07	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$271.09	
1 4 25	CORTE EN TERRAZA (CON MAQUINARIA) MATERIAL BLANDO	74.34	M3	0.00	1.81	0.77	2.58	0.83	0.44	3.85	\$286.08	
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	153.08	M3	3.05	2.29	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$1,739.91	
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	174.83	M3	9.56	7.17	7.17	23.90	7.65	4.10	35.65	\$6,232.56	
101	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	101.55	M3	2.66	1.99	1.99	6.64	2.12	1.14	9.90	\$1,005.77	
15 2 8	ESTABILIZACION DE SUB-BASE C/SUELO CEMENTO.	826.11	M2	1.14	0.85	0.85	2.84	0.91	0.49	4.24	\$3,499.52	
15 3 60	Pavimento de concreto hidraulico MR= 38 espesor=12 cm fc=210kg/cm2 Incluye moldeado	826.11	M2	9.99	7.49	7.49	24.97	7.99	4.28	37.25	\$30,768.68	
15 5 16	Cordon cuneta de piedra repellido y pulido	332	M	6.14	4.61	4.61	15.35	4.91	2.63	22.90	\$7,601.49	
13 5 16	Tuberia ric lob (250 mm) 12"	166.31	M	2.00	9.51	4.07	13.58	4.35	2.33	20.26	\$3,368.76	
13 6 1	Cono de pozo diam. interior 1.10 mts. c/ tapadera metalica	2.00	U	135.16	101.37	101.37	337.89	108.12	57.98	504.00	\$1,007.99	
13 6 2	Cilindro de pozo diametro interior 1.10 mts. H= 1.0 mts.	2.00	M	61.43	46.07	46.07	153.58	49.15	26.35	229.08	\$458.16	
13 6 3	Fondo de pozo diametro 2.0 mts.	2.00	U	53.32	39.99	39.99	133.31	42.66	22.88	198.85	\$397.69	
<b>C-04</b>	<b>TRATAMIENTO PRELIMINAR</b>											<b>\$2,797.55</b>
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	22.62	M2	0.09	0.15	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$7.42	
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO) RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO).	10.31	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$117.18	
1 5 2	COMPACTACION MANUAL	4.15	M3	16.26	28.45	12.19	40.64	13.00	6.97	60.62	\$251.57	
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F' C=210	1.05	M3	163.34	122.51	122.51	408.35	130.67	70.07	609.09	\$641.99	
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	9.36	M2	6.19	10.84	4.64	15.48	4.95	2.66	23.09	\$216.12	
3 2 9	PARED LADRILLO BARRO P/TRINCHERA 1A° BLOCK	2.93	M2	11.46	20.06	8.60	28.66	9.17	4.92	42.75	\$125.26	
2 4 20	S.C. (15X15) 4 Ø3/8" + 1 Ø ¼" A.C. 15 CM. 1:2:2	25.27	M	4.02	7.04	3.02	10.05	3.22	1.72	14.99	\$378.81	
2 4 18	SOLERA DE CORONA 30X15 4#4+2#3+EST#2@15 FÁ' C=210	0.21	M3	268.23	469.41	201.17	670.58	214.59	115.07	1000.24	\$210.05	
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 Ø3/8" + 1 Ø¼" @ 15 CM. 1:2:2	0.90	M	3.56	6.24	2.67	8.91	2.85	1.53	13.29	\$11.96	
2 19 7	CONCRETO SIMPLE 210 KG/CM2 (HECHURA Y COLOCACION NERVIOS COLUMNAS ALACRANES Y SI)	0.26	M3	51.20	89.61	38.40	128.01	40.96	21.97	190.94	\$49.84	
2 16 1	ACERO 1/4" FY=2800 KG/CM2	0.27	QQ	20.49	35.86	15.37	51.23	16.39	8.79	76.41	\$20.63	

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
2 16 2	ACERO 3/8" FY=2800 KG/CM2	0.62	QQ	20.16	35.29	15.12	50.41	16.13	8.65	75.19	\$46.62	
3 11 1	Pared de Concreto Ref. #3 @20 cms. A.S. FC=210KG/CM2 Incluye Moldeado	0.11	M3	111.29	194.76	83.47	278.23	89.03	47.74	415.01	\$45.65	
3 10 4	LOSA E=0.05 HO 1/4"A 10 A.S	0.23	M2	8.46	14.81	6.35	21.15	6.77	3.63	31.55	\$7.10	
23 17 24	Rejilla de Entrada desarenador No.4 @ 2.5 cm	1.00	U	10.91	19.10	8.18	27.28	8.73	4.68	40.69	\$40.69	
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	33.84	M2	1.93	3.37	1.45	4.82	1.54	0.83	7.19	\$243.29	
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	10.49	M2	1.75	3.06	1.31	4.37	1.40	0.75	6.52	\$68.38	
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	33.84	M2	1.20	2.10	0.90	3.00	0.96	0.51	4.47	\$151.43	
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	10.49	M2	1.00	1.76	0.75	2.51	0.80	0.43	3.74	\$39.27	
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	19.92	M2	1.38	2.42	1.04	3.46	1.11	0.59	5.16	\$102.81	
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRENTE	6.29	M3	0.92	1.60	0.69	2.29	0.73	0.39	3.42	\$21.49	
<b>C-05</b>	<b>SEDIMENTADOR PRIMARIO</b>											<b>\$18,579.20</b>
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	64.00	M2	0.09	0.15	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$21.00	
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	119.16	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$1,354.37	
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO) RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO).	51.07	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$580.46	
1 5 2	COMPACTACION MANUAL	16.89	M3	16.26	28.45	12.19	40.64	13.00	6.97	60.62	\$1,024.03	
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F'C=210	6.73	M3	163.34	122.51	122.51	408.35	130.67	70.07	609.09	\$4,100.43	
2 2 6	S.F. (20X20) 4 de 3/8" + 1 de 1/2" A.C. 15 CM. 1:2:2 Zapata 0.8x0.8x0.2 ref. #4 @ 15 cm A.S f'c=210 Kg/cm2 Incluye encofrado	43.35	M	3.31	5.79	2.48	8.27	2.65	1.42	12.34	\$534.79	
2 1 93	COLUMNA (25*25) 4 DE 5/8"+ 1 DE 3/8" @ 12 CMS	15.00	M	12.69	22.21	9.52	31.73	10.15	5.44	47.33	\$709.93	
2 5 40	VIGA (20*30) 5 DE 5/8"+ 1 DE 3/8" @ 10 CMS	7.20	M	13.02	22.79	9.77	32.56	10.42	5.59	48.57	\$349.68	
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 DE 3/8" + 1 DE 1/2" @ 15 CM. 1:2:2	24.20	M	3.56	6.24	2.67	8.91	2.85	1.53	13.29	\$321.62	
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	32.50	M2	6.19	10.84	4.64	15.48	4.95	2.66	23.09	\$750.38	
3 2 7	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 2° BLOCK M= 1:4	15.20	M2	7.47	13.07	5.60	18.67	5.97	3.20	27.85	\$423.21	
2 4 20	S.C. (15X15) 4 de 3/8" + 1 de 1/2" A.C. 15 CM. 1:2:2	43.35	M	4.02	7.04	3.02	10.05	3.22	1.72	14.99	\$649.84	
2 4 21	S.C. (15X20) 4#3+EST#2@15 CM. 1:2:2 (ML)	14.40	M	4.36	7.64	3.27	10.91	3.49	1.87	16.27	\$234.34	
9 3 12	REPELLO EN SUPERFICIES CURVAS	130.91	M2	2.64	4.63	1.98	6.61	2.12	1.13	9.86	\$1,290.66	
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	43.20	M2	1.93	1.45	1.45	4.82	1.54	0.83	7.19	\$310.59	
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	14.09	M2	1.75	1.31	1.31	4.37	1.40	0.75	6.52	\$91.84	
9 4 6	AFINADO EN SUPERFICIES CURVAS	130.91	M2	0.88	0.66	0.66	2.19	0.70	0.38	3.27	\$427.62	

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	43.20	M2	1.20	2.10	0.90	3.00	0.96	0.51	4.47	\$193.31	\$57,804.33
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	14.09	M2	1.00	1.76	0.75	2.51	0.80	0.43	3.74	\$52.75	
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	97.11	M2	1.38	2.42	1.04	3.46	1.11	0.59	5.16	\$501.18	
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	4.94	M	6.91	5.18	5.18	17.27	5.53	2.96	25.76	\$127.25	
13 3 42	Tapon Hembra PVC Liso 160 PSI DE 8"	1.00	U	30.08	22.56	22.56	75.20	24.06	12.90	112.17	\$112.17	
11 2 8	VM H= 30 CM 4<2 1/2 X 1/2" + CEL 2 # 5 @ 60 GRADOS	21.36	M	45.04	78.83	33.78	112.61	36.04	19.32	167.97	\$3,587.82	
11 6 13	PASAMANOS DE TUBO DE DIAMETRO 1 1/2"	21.36	M	1.38	2.42	1.04	3.45	1.10	0.59	5.15	\$109.92	
2 10 10	LOSETA E=0.05 HO.1/4 A 10 A.S.	8.43	M2	8.46	6.35	6.35	21.15	6.77	3.63	31.55	\$266.00	
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	71.50	M3	0.92	1.60	0.69	2.29	0.73	0.39	3.42	\$244.23	
<b>C-06</b>	<b>FILTRO PERCOLADOR</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	225.00	M2	0.09	0.07	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$73.83	
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	411.39	M3	0.87	0.65	0.65	2.17	0.69	0.37	3.24	\$1,331.58	
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO) RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO).	45.71	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$519.54	
1 5 2	COMPACTACION MANUAL	36.45	M3	16.26	12.19	12.19	40.64	13.00	6.97	60.62	\$2,209.55	
2 2 43	S.F.(0.3X1.00) 10 Ø3/8" + 1 Ø¼" A.C. 15 CM. 1:2:2	52.80	M	24.67	18.50	18.50	61.68	19.74	10.58	92.00	\$4,857.70	
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F'C=210	33.80	M3	163.34	122.51	122.51	408.35	130.67	70.07	609.09	\$20,587.41	
3 1 11	PARED BLOQUE 20X20X403/8"@ 20 1/4"@ 40 CM	190.08	M2	13.84	10.38	10.38	34.59	11.07	5.94	51.59	\$9,807.07	
2 3 25	SI con Bloque de 20x20x40 4#4 y estribos #2 @15cm f'c = 210 Kg/cm2	52.80	M	4.26	3.19	3.19	10.64	3.40	1.83	15.87	\$837.97	
2 4 1	SOLERA DE CORONA(20*15) 4#3+EST#2@15 F'C=210	1.58	M3	252.91	189.68	189.68	632.28	202.33	108.50	943.11	\$1,490.11	
2 5 56	Viga (30x25) 4# 5 + Est. # 2 @ 15 cm. F'c= 210 Kg/cm2Incluye Moldeado	12.68	M3	147.50	110.63	110.63	368.76	118.00	63.28	550.04	\$6,971.79	
2 5 1	VIGA 40X20 4#5+2#3+EST#3@15 F'C=210	1.01	M3	233.11	174.83	174.83	582.78	186.49	100.01	869.27	\$877.97	
2 1 12	ZAPATA (1.0*1.0*0.25) 1/2" @ 10 CMS. A.S.	3.00	U	20.12	15.09	15.09	50.29	16.09	8.63	75.01	\$225.04	
2 8 57	COLUMNA(30*40) 8#5+#2@15+#3@15CM F'C=210	0.72	M3	206.82	155.12	155.12	517.06	165.46	88.73	771.25	\$551.83	
2 9 16	Pedestal 0.4x0.4x1.5 8 No. 5 est No. 3 @ 15 cms. Fc=210 Kg/cm2 TENSOR (25X25) CMS. REF. 4#4 + EST. # 2 @ 20 CMS. CONCRETO Fc=210 KG/CM2	3.00	U	44.05	33.04	33.04	110.12	35.24	18.90	164.25	\$492.76	
2 14 24	KG/CM2	12.60	M	7.78	5.84	5.84	19.45	6.22	3.34	29.01	\$365.55	
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	9.42	M2	6.19	4.64	4.64	15.48	4.95	2.66	23.09	\$217.51	
2 10 5	LOSA E=10 3/8" A.S. CONCRETO 1:2:2.	18.50	M2	9.41	7.06	7.06	23.52	7.53	4.04	35.08	\$649.02	
9 3 1	REPELO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	192.40	M2	1.93	1.45	1.45	4.82	1.54	0.83	7.19	\$1,383.26	
9 3 5	REPELO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	195.78	M2	1.75	1.31	1.31	4.37	1.40	0.75	6.52	\$1,276.15	

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	192.40	M2	1.20	2.10	0.90	3.00	0.96	0.51	4.47	\$860.95	\$19,597.65
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	195.78	M2	1.00	1.76	0.75	2.51	0.80	0.43	3.74	\$732.98	
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	192.40	M2	1.38	2.42	1.04	3.46	1.11	0.59	5.16	\$992.96	
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	143.98	M3	0.92	1.60	0.69	2.29	0.73	0.39	3.42	\$491.80	
<b>C-07</b>	<b>SEDIMENTADOR SECUNDARIO</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	81.00	M2	0.09	0.15	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$26.58	
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	97.72	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$1,110.68	
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO) RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO).	41.88	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$476.01	
1 5 2	COMPACTACION MANUAL	14.60	M3	16.26	12.19	12.19	40.64	13.00	6.97	60.62	\$885.03	
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F'C=210	8.94	M3	163.34	122.51	122.51	408.35	130.67	70.07	609.09	\$5,447.14	
2 2 6	S.F. (20X20) 4 de 3/8" + 1 de 1/4" A.C. 1:2:2 Zapata 0.8x0.8x0.2 ref. #4 @ 15 cm A.S f'c=210 Kg/cm2 Incluye	25.65	M	3.31	5.79	2.48	8.27	2.65	1.42	12.34	\$316.41	
2 1 93	encofrado	4.00	U	14.06	24.61	10.55	35.16	11.25	6.03	52.44	\$209.78	
2 8 9	COLUMNA (25*25) 4 DE 5/8" + 1 DE 3/8" @ 12 CMS	15.60	M	12.69	22.21	9.52	31.73	10.15	5.44	47.33	\$738.32	
2 5 40	VIGA (20*30) 5 DE 5/8" + 1 DE 3/8" @ 10 CMS	7.20	M	13.02	22.79	9.77	32.56	10.42	5.59	48.57	\$349.68	
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 DE 3/8" + 1 DE 1/4" @ 15 CM. 1:2:2	19.20	M	3.56	6.24	2.67	8.91	2.85	1.53	13.29	\$255.17	
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	23.35	M2	6.19	10.84	4.64	15.48	4.95	2.66	23.09	\$539.15	
3 2 7	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 2° BLOCK M= 1:4	15.20	M2	7.47	13.07	5.60	18.67	5.97	3.20	27.85	\$423.21	
2 4 20	S.C. (15X15) 4 DE 3/8" + 1 DE 1/4" A.C. 1:2:2	48.11	M	4.02	7.04	3.02	10.05	3.22	1.72	14.99	\$721.20	
2 4 21	S.C. (15X20) 4#3+EST#2@15 CM. 1:2:2 (ML)	14.40	M	4.36	7.64	3.27	10.91	3.49	1.87	16.27	\$234.34	
9 3 12	REPELLO EN SUPERFICIES CURVAS	149.14	M2	2.64	4.63	1.98	6.61	2.12	1.13	9.86	\$1,470.47	
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	43.20	M2	1.93	1.45	1.45	4.82	1.54	0.83	7.19	\$310.59	
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ. CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	17.14	M2	1.75	1.31	1.31	4.37	1.40	0.75	6.52	\$111.71	
9 4 6	AFINADO EN SUPERFICIES CURVAS	149.14	M2	0.88	0.66	0.66	2.19	0.70	0.38	3.27	\$487.19	
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	43.20	M2	1.20	2.10	0.90	3.00	0.96	0.51	4.47	\$193.31	
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	17.14	M2	1.00	1.76	0.75	2.51	0.80	0.43	3.74	\$64.17	
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	110.43	M2	1.38	2.42	1.04	3.46	1.11	0.59	5.16	\$569.90	
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	5.54	M	6.91	5.18	5.18	17.27	5.53	2.96	25.76	\$142.71	
13 3 42	Tapon Hembra PVC Liso 160 PSI DE 8"	1.00	U	30.08	22.56	22.56	75.20	24.06	12.90	112.17	\$112.17	

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA	
				MATERIAL	M.O.	OTROS							
11 2 8	VM H= 30 CM 4<2 1/2 X 1/2" + CEL 2 # 5 @ 60 GRADOS	22.62	M	45.04	78.83	33.78	112.61	36.04	19.32	167.97	\$3,799.46	\$13,082.78	
11 6 13	PASAMANOS DE TUBO DE DIAMETRO 1 1/2"	22.62	M	1.38	2.42	1.04	3.45	1.10	0.59	5.15	\$116.40		
2 10 10	LOSETA E=0.05 HO.1/4 A 10 A.S.	9.11	M2	8.46	6.35	6.35	21.15	6.77	3.63	31.55	\$287.40		
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRENTE	58.40	M3	0.92	1.60	0.69	2.29	0.73	0.39	3.42	\$199.48		
<b>C-08 DIGESTOR DE LODOS</b>													
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	81.00	M2	0.09	0.07	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$26.58		
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	209.96	M3	0.87	0.65	0.65	2.17	0.69	0.37	3.24	\$679.59		
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	23.32	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$265.05		
1 5 2	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO). COMPACTAC	12.60	M3	16.26	12.19	12.19	40.64	13.00	6.97	60.62	\$763.79		
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F'C=210	4.50	M3	163.34	122.51	122.51	408.35	130.67	70.07	609.09	\$2,740.93		
2 2 85	Solera de Fundación de 0.70 x 0.30 Ref. long. 8 No4 estribo No.3 @15 cm concreto f'c210 kg/cm2	5.44	M3	82.20	61.65	61.65	205.51	65.76	35.27	306.54	\$1,667.57		
3 2 11	PARED CURVA LAD. BARRO P/TRINCHERA 1Å° BLOCK	33.39	M2	13.44	10.08	10.08	33.61	10.76	5.77	50.13	\$1,673.93		
3 2 12	PARED CURVA LAD. BARRO P/TRINCHERA 2Å° BLOCK	17.36	M2	14.36	10.77	10.77	35.90	11.49	6.16	53.55	\$929.49		
23 60 73	NERVIO N-2 30X30 cm 4 #5 ESTRIBO #2 @ 15 cm f'c=210 kg/cm2 SOLERA DE CORONAMIENTO 20 X 30 . RH 4 # 3 + Est. # 2 @ 20 cms. Fc=210 Kg/cm2	1.64	M3	158.50	118.88	118.88	396.26	126.80	68.00	591.06	\$970.29		
2 4 72	REPELLO EN SUPERFICIES CURVAS	63.54	M2	2.64	4.63	1.98	6.61	2.12	1.13	9.86	\$626.47		
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	52.16	M2	1.75	1.31	1.31	4.37	1.40	0.75	6.52	\$339.99		
9 4 6	AFINADO EN SUPERFICIES CURVAS	63.54	M2	0.88	0.66	0.66	2.19	0.70	0.38	3.27	\$207.56		
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	52.16	M2	1.00	0.75	0.75	2.51	0.80	0.43	3.74	\$195.28		
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	115.70	M2	1.38	1.04	1.04	3.46	1.11	0.59	5.16	\$597.12		
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	10.26	M	6.91	5.18	5.18	17.27	5.53	2.96	25.76	\$264.30		
13 3 42	Tapon Hembra PVC Liso 160 PSI DE 8"	1.00	U	30.08	22.56	22.56	75.20	24.06	12.90	112.17	\$112.17		
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRENTE	125.98	M3	0.92	1.60	0.69	2.29	0.73	0.39	3.42	\$430.32		
<b>C-09 PATIO DE SECADO DE LODOS</b>													
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	234.15	M2	0.09	0.07	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$76.84		
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	290.70	M3	0.87	0.65	0.65	2.17	0.69	0.37	3.24	\$940.93		
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	3.40	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$38.64		
1 5 2	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO). COMPACTAC	54.24	M3	16.26	12.19	12.19	40.64	13.00	6.97	60.62	\$3,287.95		
											\$20,385.40		

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
2 2 7	SOLERA DE FUNDACION 30X20CM 4#3 Y EST. #2@15CM	72.3	M	5.47	4.10	4.10	13.67	4.37	2.35	20.39	\$1,474.21	
3 1 1	PARED BLOQUE 15CM R.V.#4@40 R.H. #2@40	101.22	M2	9.61	7.21	7.21	24.03	7.69	4.12	35.84	\$3,628.04	
2 4 25	S.C. DE BLOQUE DE 15X20X40 2" @ 8" + 1" @ 4" @ 10 CM.	72.3	M	3.28	2.46	2.46	8.21	2.63	1.41	12.25	\$885.39	
13 8 6	Sum. y Coloc. de ARENA	42.5	M3	6.38	4.78	4.78	15.94	5.10	2.74	23.78	\$1,010.48	
13 8 7	Sum. y Coloc. de GRAVA	56.29	M3	14.01	10.51	10.51	35.02	11.21	6.01	52.24	\$2,940.35	
5 1 3	PISO CON BALDOSA CEMENTO 20X40	170	M2	4.24	3.18	3.18	10.61	3.40	1.82	15.83	\$2,690.40	
13 6 7	Caja 50 X 50 X 50 cms. repellada y afinada con tapadera de concreto	3	U	26.01	19.51	19.51	65.03	20.81	11.16	97.00	\$291.00	
12 1 20	TUBERÍA PERFORADA P/CAMPO DE RIEGO PVC 80 PSI	39.15	M	4.90	3.68	3.68	12.26	3.92	2.10	18.29	\$715.94	
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	8.15	M	6.91	5.18	5.18	17.27	5.53	2.96	25.76	\$209.94	
13 3 15	YEE TEE LISA DE 4" PVC JC	1	U	6.20	4.65	4.65	15.51	4.96	2.66	23.13	\$23.13	
13 3 13	CURVA DE 90 GRADOS PVC JC	1	U	4.14	3.10	3.10	10.34	3.31	1.77	15.42	\$15.42	
12 5 22	VALVULA DE HO.FO. DE 4" S/MATERIAL	1	U	46.15	34.61	34.61	115.37	36.92	19.80	172.09	\$172.09	
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	101.22	M2	1.93	1.45	1.45	4.82	1.54	0.83	7.19	\$727.72	
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	10.85	M2	1.75	1.31	1.31	4.37	1.40	0.75	6.52	\$70.72	
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	101.22	M2	1.20	2.10	0.90	3.00	0.96	0.51	4.47	\$452.94	
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	10.85	M2	1.00	1.76	0.75	2.51	0.80	0.43	3.74	\$40.62	
3 7 4	FOSA SEPTICA AMANCO 2.1 M3	1.00	U	122.63		91.97	306.57	98.10	52.61	457.28	\$457.28	
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	68.90	M3	0.92	1.60	0.69	2.29	0.73	0.39	3.42	\$235.35	
<b>C-10</b>	<b>TUBERIAS DE CONEXIÓN ENTRE ELEMENTOS DE LA PLANTA</b>											<b>\$20,028.90</b>
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	208.88	M	6.91	5.18	5.18	17.27	5.53	2.96	25.76	\$5,380.73	
13 6 1	Cono de pozo diam. interior 1.10 mts. c/ tapadera metalica	6.00	U	135.16	101.37	101.37	337.89	108.12	57.98	504.00	\$3,023.98	
13 6 2	Cilindro de pozo diametro interior 1.10 mts. H= 1.0 mts.	2.40	M	61.43	46.07	46.07	153.58	49.15	26.35	229.08	\$549.79	
13 6 3	Fondo de pozo diametro 2.0 mts.	6.00	U	53.32	39.99	39.99	133.31	42.66	22.88	198.85	\$1,193.07	
1 3 5	TRAZO Y NIVELACION LINEAL PARA TUBERIAS	167.10	M	0.20	0.15	0.15	0.50	0.16	0.09	0.75	\$124.63	
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	88.61	M3	2.66	1.99	1.99	6.64	2.12	1.14	9.90	\$877.61	
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	50.32	M3	9.56	7.17	7.17	23.90	7.65	4.10	35.65	\$1,793.87	
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	184.54	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$2,097.48	
12 5 47	VALVULA 8PUL HOFO JB C-160	5.00	U	249.94	437.39	187.45	624.84	199.95	107.22	932.01	\$4,660.06	
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	95.93	M3	0.92	1.60	0.69	2.29	0.73	0.39	3.42	\$327.67	

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
<b>C-11</b>	<b>CASETA DEL OPERADOR</b>											<b>\$12,685.79</b>
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	41.32	M2	0.09	0.07	0.07	0.22	0.07	0.04	0.33	\$13.56	
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	10.45	M3	2.66	1.99	1.99	6.64	2.12	1.14	9.90	\$103.50	
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	3.30	M3	9.56	7.17	7.17	23.90	7.65	4.10	35.65	\$117.64	
1 5 2	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO). COMPACTAC	3.50	M3	16.26	12.19	12.19	40.64	13.00	6.97	60.62	\$212.17	
2 2 36	SOLERA DE FUNDACIÃ"N 30X20CM 4#4 Y EST. #2@15CM	2.02	M3	76.21	57.16	57.16	190.53	60.97	32.69	284.19	\$572.94	
3 1 7	PARED BLOQUE 10X20X403/8"@ 40 1/4"@ 40 (HO.TEMP)	62.84	M2	9.29	6.97	6.97	23.22	7.43	3.98	34.63	\$2,176.46	
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 @/8" + 1 ¼" @ 15 CM. 1:2:2	2.40	M	3.56	2.67	2.67	8.91	2.85	1.53	13.29	\$31.90	
2 3 16	BLOQUE SOLERA 10X20X40CM REFUERZO 1#3 CORRIDA	20.85	M	2.46	1.84	1.84	6.14	1.96	1.05	9.16	\$190.95	
2 4 4	SOLERA DE CORONA(20*10) 2#3+GAN#2@15 FÃ'C=210	0.62	M	223.65	167.74	167.74	559.13	178.92	95.95	834.00	\$517.08	
9 6 1	CIELO FALSO FIBROCEMENTO 4'X2'X6MM SUSP.ALUM.	31.50	M2	3.47	2.60	2.60	8.67	2.77	1.49	12.93	\$407.36	
5 1 5	PISO DE LADRILLO DE CEMENTO 25X25 CMS.(COLOR ROJO)	25.75	M2	4.92	3.69	3.69	12.29	3.93	2.11	18.33	\$472.04	
5 3 18	ACERA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 E=0.1M	16.20	M2	4.93	3.70	3.70	12.33	3.95	2.12	18.39	\$297.94	
9 3 3	REPELLO DE CUADRADOS 0.2 M. DE ANCHO E=0.02 M 1:4	8.80	M	1.05	0.79	0.79	2.63	0.84	0.45	3.92	\$34.52	
9 4 8	AFINADO DE COLUMNA MENOR 1MT. DE PERIM.;M=1:1	8.80	M	1.16	0.87	0.87	2.90	0.93	0.50	4.33	\$38.07	
9 1 1	PINTURA DE AGUA (LATEX)	227.76	M2	1.30	0.98	0.98	3.26	1.04	0.56	4.86	\$1,107.51	
9 1 2	PINTURA DE AGUA EN CUADRADOS (LATEX)	8.80	M	0.26	0.20	0.20	0.66	0.21	0.11	0.98	\$8.66	
7 2 2	VENTANA CELOSIA VIDRIO MARCO ALUMIN.SIN ANOD	4.00	M2	10.62	7.96	7.96	26.54	8.49	4.55	39.59	\$158.35	
6 2 15	PUERTA METALICA 1X2.1M <11/2X1/8"TOGO 1"1 FORRO LAM.Ho 1/16"	1.00	U	60.13	45.10	45.10	150.33	48.11	25.80	224.23	\$224.23	
6 2 7	PUERTA DE LA MINA TROQUELADA (1.00 X 2.10)	3.00	U	20.98	15.74	15.74	52.45	16.78	9.00	78.23	\$234.70	
4 1 6	CUBIERTA DE FIBRO-CEMENTO 2 AGUAS	38.00	M2	4.56	3.42	3.42	11.40	3.65	1.96	17.00	\$646.16	
4 3 4	POLIN "C" DE 4" X2"X 1/16"	50.50	M	2.00	1.50	1.50	5.01	1.60	0.86	7.47	\$377.38	
4 1 24	CAPOTE ESTANDAR PERFIL 10	5.50	M	3.07	2.30	2.30	7.67	2.45	1.32	11.44	\$62.92	
10 1 3	INODORO COMPLETO T/ECONOMICO(INCL.TAPA)	1.00	U	30.74	23.06	23.06	76.85	24.59	13.19	114.63	\$114.63	
10 2 5	LAVAMANOS COMPLETO TIPO ECONÃ"mico	1.00	U	21.48	16.11	16.11	53.71	17.19	9.22	80.11	\$80.11	
10 2 1	GRIFO METALICO	1.00	U	4.16	3.12	3.12	10.41	3.33	1.79	15.53	\$15.53	
10 2 8	DUCHA CORRIENTE	1.00	U	10.57	7.93	7.93	26.42	8.45	4.53	39.41	\$39.41	
13 1 23	Tuberia 3" PVC JC 100 PSI	21.00	M	1.28	0.96	0.96	3.21	1.03	0.55	4.79	\$100.55	
13 3 1	SIFON CONTINUACION PVC @"	1.00	U	5.96	4.47	4.47	14.91	4.77	2.56	22.24	\$22.24	
12 1 2	TUBERÃ" PVC JC ½" 315 PSI	3.00	M	0.30	0.23	0.23	0.76	0.24	0.13	1.13	\$3.40	
8 2 2	LUMINARIA INCANDESCENTE 100W EN CAJA OCTOGONAL	4.00	U	15.90	11.92	11.92	39.74	12.72	6.82	59.28	\$237.10	
8 3 6	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZ.T/DADO PLACA ANODIZ.	2.00	U	11.32	8.49	8.49	28.30	9.06	4.86	42.21	\$84.42	
8 1 26	TABLERO 4ESPMONOF120/240(2-15+1-20)A/1P	1.00	U	28.04	21.03	21.03	70.10	22.43	12.03	104.56	\$104.56	

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
8 2 24	INTERRUPTOR DOBLEDADOANODIZADO	1.00	U	2.01	1.51	1.51	5.02	1.61	0.86	7.49	\$7.49	
8 2 23	INTERRUPTOR SENCILLADOANODIZADO	2.00	U	1.48	1.11	1.11	3.69	1.18	0.63	5.50	\$11.01	
8 10 40	Canalización 2 THHN 14 en tecnoducto de 1/2"	8.68	M	0.80	0.60	0.60	2.00	0.64	0.34	2.98	\$25.89	
8 10 43	Canalización 2 THHN-12 en tecnoducto de 1/2"	7.33	M	0.93	0.70	0.70	2.32	0.74	0.40	3.46	\$25.37	
8 10 49	Canalización 2 THHN-8 + 1 THHN-10 en tecnoducto de 1"	14.75	M	1.79	1.34	1.34	4.48	1.43	0.77	6.68	\$98.56	
3 4 4	MAMPOSTERIA DE MURO C/PIED.EXIST.S/EXCAV Y COMP.	17.88	M3	22.10	16.58	16.58	55.26	17.68	9.48	82.43	\$1,473.77	
<b>C-12</b>	<b>ACOMETIDAS</b>											<b>\$6,967.77</b>
8 4 1	ACOMETIDA ELÉCTRICA 3 HILOS(2 CABLES #8 1#10)	169.00	M	1.75	1.31	1.31	4.37	1.40	0.75	6.52	\$1,101.59	
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	99.78	M3	3.05	5.33	2.29	7.62	2.44	1.31	11.37	\$1,134.10	
12 1 13	Tubería PVC JR 3" 160 PSI	274.10	M3	3.63	6.35	2.72	9.07	2.90	1.56	13.53	\$3,708.25	
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	99.78	M3	2.66	1.99	1.99	6.64	2.12	1.14	9.90	\$988.24	
12 1 22	Acometida para agua potable PVC 3/4" en 2" L= 3.00 M	1.00	U	5.33	4.00	4.00	13.33	4.27	2.29	19.88	19.88	
12 6 10	GRIFO DE BRONCE S/MAT	3.00	U	1.40	1.05	1.05	3.51	1.12	0.60	5.24	15.71	
<b>C-13</b>	<b>OTROS</b>											<b>\$26,759.75</b>
15 5 43	Canaleta en "V" de piedra ligada con mortero superficie de concreto ancho = 0.65 m tirante=0.2m	130.00	M	5.18	3.89	3.89	12.95	4.14	2.22	19.32	\$2,511.11	
3 6 5	CERCO DE MALLA CICLÓN C/POSTES CONCRETO H=2.5 M PORTON DOS HOJAS H=2.40M Y L=6M (3 M POR C/HOJA). To.Go. DE 2" 3/4". C/PORTACANDADO.	361.16	M	6.80	11.90	5.10	17.00	5.44	2.92	25.36	\$9,158.01	
6 2 46	CONCRETO S/PIEDRA 4A.REF.3/8"A 0.25 A.S.	1.00	U	318.43	557.26	238.82	796.08	254.75	136.61	1187.43	\$1,187.43	
5 3 7	ENGRAMADO	229.07	M2	2.66	1.99	1.99	6.64	2.12	1.14	9.90	\$2,268.77	
19 1 1	GRIFO DE BRONCE S/MAT	2874.33	M2	1.08	0.81	0.81	2.71	0.87	0.47	4.04	\$11,618.72	
12 6 10	GRIFO DE BRONCE S/MAT	3.00	U	1.40	1.05	1.05	3.51	1.12	0.60	5.24	15.71	
	<b>IVA</b>	CIENTO CINCUENTA MIL QUINIENTOS QUINCE 99/100 DOLARES										\$150,515.99
	<b>VALOR DE LA OFERTA</b>	UN MILLON TRESCIENTOS OCHO MIL TRESCIENTOS TREINTA Y UNO 29/100 DOLARES										<b>\$1308,331.29</b>

TODOS LOS NÚMEROS EXPRESADOS IMPLICAN CANTIDADES O PRECIOS DEBERÁN SER CONSIGNADOS CON DOS DECIMALES.



**FORMATO No. 7a  
(OBRAS A LICITAR)  
PLAN DE OFERTA**

PRESENTADO POR: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PARA: FISDL

FECHA: AGOSTO 2011

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
<b>A</b>	<b>ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>											
<b>A-01</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>											
16 3 5	BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL	1	s.g.									
<b>A-02</b>	<b>TERRACERIA Y DEMOLICIONES</b>											
1 3 5	TRAZO Y NIVELACION LINEAL PARA TUBERIAS	2246.05	M									
1 1 1	LIMPIEZA (CHAPEO)	891.58	M2									
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	7506.38	M3									
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	4868.96	M3									
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	1744.58	M3									
1 8 1	ADEMADO EN ZANJA(AMBAS CARAS)	1406.88	M2									
1 7 5	DEMOLICION DE PAVIMENTO(CONCRETO HIDRAULICO)	548.31	M2									
1 7 14	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO	414.83	M2									
1 7 25	DEMOLICION DE EMPEDRADO FRAGUADO	240.42	M2									
15 3 71	Concreto Hidraulico espesor 10 cm f'c= 210 Kg/cm2 hecho en obra	548.31	M2									
15 3 58	Pavimento con mezcla asfaltica en caliente	29.03	M3									
15 3 23	Reempedrado fraguado	240.42	M2									
1 6 3	DESALOJO CON MAQUINARIA	83.86	M3									
<b>A-03</b>	<b>RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>											
14 1 1	Tuberia de concreto simple de 18"	679.36	M									
14 1 2	Tuberia de concreto simple de 24"	277.54	M									
14 1 3	Tuberia de cemento de 30"	325.09	M									
14 1 6	TUBERIA DE CONCRETO ARMADO DE 36"	175.96	M									
14 6 6	Tuberia rib loc 450 MM (18")	323.69	M									
14 6 7	Tuberia rib loc de 600 MM (24")	189.27	M									
14 6 18	Sum. e Inst. de Tuberia Ric loc de 30"	275.14	M									
14 2 49	Caja tragante para A.LL. con tapadera de Ho. Fo. de 0.8 mts. de ancho x 1.4 mts. de long.	85.00	U									
14 2 38	Cono de pozo diametro interior D= 1.10mts. con tapadera Ho.Fo.	50.00	U									
14 2 39	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 1.0 mts.	20.00	U									
14 2 40	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 1.50 mts.	13.00	U									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
2 19 8	CONCRETO SIMPLE 210 KG/CM2 (HECHURA Y COLOCACION EN SC VIGAS Y LOSAS)	8.44	M3									
2 16 2	ACERO 3/8" FY=2800 KG/CM2	15.44	QQ									
14 2 41	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 2.0 mts.	7.00	U									
14 2 42	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 2.50 mts.	4.00	U									
14 2 43	Cilindro de pozo diametro interior D= 1.10 mts. H= 3.0 mts.	6.00	U									
14 2 44	Fondo de pozo con manposteria de piedra diametro interior D= 1.10 mts.	50.00	U									
3 4 1	MAMPOSTERÍA PARA FUNDACIONES	12.00	M3									
3 4 2	MAMPOSTERÍA PARA MURO	6.11	M3									
<b>B</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>											
<b>B-01</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>											
16 3 5	BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL	1	S.g.									
<b>B-02</b>	<b>TERRACERIA Y DEMOLICIONES</b>											
1 3 5	TRAZO Y NIVELACION LINEAL PARA TUBERIAS	6638.73	M									
1 1 1	LIMPIEZA (CHAPEO)	164.51	M									
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	10187.84	M3									
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	8160.26	M3									
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	1599.27	M3									
1 8 1	ADEMADO EN ZANJA(AMBAS CARAS)	2595.61	M2									
1 7 5	DEMOLICION DE PAVIMENTO(CONCRETO HIDRAULICO)	782.93	M2									
1 7 14	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO	1413.58	M2									
1 7 25	DEMOLICION DE EMPEDRADO FRAGUADO	291.33	M2									
15 3 71	Concreto Hidraulico espesor 10 cm f'c= 210 Kg/cm2 hecho en obra	782.93	M2									
15 3 58	Pavimento con mezcla asfaltica en caliente	98.95	M3									
15 3 23	Reempedrado fraguado	291.33	M2									
1 6 3	DESALOJO CON MAQUINARIA	219.65	M3									
<b>B-03</b>	<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>											
13 5 15	Tuberia ric lob (200 mm) 8"	6638.73	M									
13 6 1	Cono de pozo diam. interior 1.10 mts. c/ tapadera metalica	102.00	U									
13 6 2	Cilindro de pozo diametro interior 1.10 mts. H= 1.0 mts.	102.00	M									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
13 6 3	Fondo de pozo diametro 2.0 mts.	102.00	U									
23 60 77	VIGA METALICA VM-A 4 ANGULOS 1 X 1/8" CELOSIA #4 A 60°	30.00	M									
13 6 11	Caja sosten	45.95	M									
<b>B-04</b>	<b>SISTEMA DE FOSA SEPTICA</b>	29.00	u									
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	42.51	M2									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	23.53	M3									
3 4 1	MAMPOSTERIA PARA FUNDACIONES	1.35	M3									
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. f'c=210	0.12	M3									
2 10 60	Losa densa e=0.15 m ref #4 @ 20 A.S. f'c= 280 kg/cm2 Incluye moldeado y curado	4.49	M2									
2 10 61	Losa de fundación e=0.15m ref #4 @20cm A.S. f'c=280 Kg/cm2 Incluye curado y encofrado	4.49	M2									
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	18.18	M2									
2 4 20	S.C. (15X15) 4 Ø3/8" + 1 Ø ¼" A.C. 15 CM. 1:2:2	8.90	M									
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 Ø3/8" + 1 Ø¼" @ 15 CM. 1:2:2	9.60	M									
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	18.10	M2									
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	5.41	M2									
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	18.10	M2									
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	5.41	M2									
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	21.39	M2									
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	19.65	M3									
13 8 7	Sum. y Coloc. de GRAVA	5.10	M3									
12 1 20	TUBERÍA PERFORADA P/CAMPO DE RIEGO 4" PVC 80 PSI	22.00	M									
13 1 3	TUBERÍA PVC 4" 80 PSI	8.20	M									
13 1 4	TUBERÍA PVC 6" 100 PSI	3.00	M									
13 3 13	CURVA DE 4" X 90 GRADOS PVC JC	3.00	U									
13 3 14	CURVA DE 6" X 90 GRADOS PVC JC	3.00	U									
13 3 8	YEE PVC 4PUL	2.00	U									
<b>C</b>	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>											
<b>C-01</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>											
16 3 5	BODEGA DE MATERIALES E INODORO PROVISIONAL	1.00	s.g.									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
<b>C-02</b>	<b>TERRACERIA Y DEMOLICIONES</b>											
1 10 4	TALA Y REMOCION DE ARBOLES	8	U									
1 1 1	LIMPIEZA (CHAPEO)	3923.4	m².									
1 4 25	CORTE EN TERRAZA (CON MAQUINARIA) MATERIAL BLANDO	9498.75	M3									
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	130.18	M3									
1 6 3	DESALOJO CON MAQUINARIA	9498.75	M3									
<b>C-03</b>	<b>TUBERIA DE ENTRADA A LA PLANTA</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	826.11	M2									
1 4 25	CORTE EN TERRAZA (CON MAQUINARIA) MATERIAL BLANDO	74.34	M3									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	153.08	M3									
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	174.83	M3									
101	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	101.55	M3									
15 2 8	ESTABILIZACION DE SUB-BASE C/SUELO CEMENTO.	826.11	M2									
15 3 60	Pavimento de concreto hidraulico MR= 38 espesor=12 cm fc=210kg/cm2 Incluye moldeado	826.11	M2									
15 5 16	Cordon cuneta de piedra repellido y pulido	332	M									
13 5 16	Tuberia ric lob (250 mm) 12"	166.31	M									
13 6 1	Cono de pozo diam. interior 1.10 mts. c/ tapadera metalica	2.00	U									
13 6 2	Cilindro de pozo diametro interior 1.10 mts. H= 1.0 mts.	2.00	M									
13 6 3	Fondo de pozo diametro 2.0 mts.	2.00	U									
<b>C-04</b>	<b>TRATAMIENTO PRELIMINAR</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	22.62	M2									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	10.31	M3									
1 5 2	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO). COMPACTACION MANUAL	4.15	M3									
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F' C=210	1.05	M3									
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	9.36	M2									
3 2 9	PARED LADRILLO BARRO P/TRINCHERA 1Â° BLOCK	2.93	M2									
2 4 20	S.C. (15X15) 4 Ø3/8" + 1 Ø ¼" A.C. 15 CM. 1:2:2	25.27	M									
2 4 18	SOLERA DE CORONA 30X15 4#4+2#3+EST#2@15 FÁ' C=210	0.21	M3									
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 Ø3/8" + 1 Ø¼" @ 15 CM. 1:2:2	0.90	M									
2 19 7	CONCRETO SIMPLE 210 KG/CM2 (HECHURA Y COLOCACION NERVIOS) COLUMNAS ALACRANES Y SI)	0.26	M3									
2 16 1	ACERO 1/4" FY=2800 KG/CM2	0.27	QQ									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
2 16 2	ACERO 3/8" FY=2800 KG/CM2	0.62	QQ									
3 11 1	Pared de Concreto Ref. #3 @20 cms. A.S. FC=210KG/CM2 Incluye Moldeado	0.11	M3									
3 10 4	LOSA E=0.05 HO 1/4"A 10 A.S	0.23	M2									
23 17 24	Rejilla de Entrada desarenador No.4 @ 2.5 cm	1.00	U									
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	33.84	M2									
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	10.49	M2									
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	33.84	M2									
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	10.49	M2									
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	19.92	M2									
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	6.29	M3									
<b>C-05</b>	<b>SEDIMENTADOR PRIMARIO</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	64.00	M2									
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	119.16	M3									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	51.07	M3									
1 5 2	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO). COMPACTACION MANUAL	16.89	M3									
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F' C=210	6.73	M3									
2 2 6	S.F. (20X20) 4 de 3/8" + 1 de 1/4" A.C. 15 CM. 1:2:2 Zapata 0.8x0.8x0.2 ref. #4 @ 15 cm A.S f'c=210 Kg/cm2 Incluye encofrado	43.35	M									
2 1 93		4.00	U									
2 8 9	COLUMNA (25*25) 4 DE 5/8"+ 1 DE 3/8" @ 12 CMS	15.00	M									
2 5 40	VIGA (20*30) 5 DE 5/8"+ 1 DE 3/8" @ 10 CMS	7.20	M									
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 DE 3/8" + 1 DE 1/4" @ 15 CM. 1:2:2	24.20	M									
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	32.50	M2									
3 2 7	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 2° BLOCK M= 1:4	15.20	M2									
2 4 20	S.C. (15X15) 4 de 3/8" + 1 de 1/4" A.C. 15 CM. 1:2:2	43.35	M									
2 4 21	S.C. (15X20) 4#3+EST#2@15 CM. 1:2:2 (ML)	14.40	M									
9 3 12	REPELLO EN SUPERFICIES CURVAS	130.91	M2									
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	43.20	M2									
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	14.09	M2									
9 4 6	AFINADO EN SUPERFICIES CURVAS	130.91	M2									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	43.20	M2									
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	14.09	M2									
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	97.11	M2									
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	4.94	M									
13 3 42	Tapon Hembra PVC Liso 160 PSI DE 8"	1.00	U									
11 2 8	VM H= 30 CM 4<2 1/2 X 1/2" + CEL 2 # 5 @ 60 GRADOS	21.36	M									
11 6 13	PASAMANOS DE TUBO DE DIAMETRO 1 1/2"	21.36	M									
2 10 10	LOSETA E=0.05 HO.1/4 A 10 A.S.	8.43	M2									
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	71.50	M3									
<b>C-06</b>	<b>FILTRO PERCOLADOR</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	225.00	M2									
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	411.39	M3									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	45.71	M3									
	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO).											
1 5 2	COMPACTACION MANUAL	36.45	M3									
2 2 43	S.F.(0.3X1.00) 10 Ø3/8" + 1 Ø¼" A.C. 15 CM. 1:2:2	52.80	M									
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F'C=210	33.80	M3									
3 1 11	PARED BLOQUE 20X20X403/8"@ 20 1/4"@ 40 CM	190.08	M2									
			M									
2 3 25	SI con Bloque de 20x20x40 4#4 y estribos #2 @15cm f'c = 210 Kg/cm2	52.80	M									
2 4 1	SOLERA DE CORONA(20*15) 4#3+EST#2@15 F'C=210	1.58	M3									
			M3									
2 5 56	Viga (30x25) 4# 5 + Est. # 2 @ 15 cm. F'c= 210 Kg/cm2Incluye Moldeado	12.68	M3									
2 5 1	VIGA 40X20 4#5+2#3+EST#3@15 F'C=210	1.01	M3									
2 1 12	ZAPATA (1.0*1.0*0.25) 1/2" @ 10 CMS. A.S.	3.00	U									
2 8 57	COLUMNA(30*40) 8#5+#2@15+#3@15CM F'C=210	0.72	M3									
2 9 16	Pedestal 0.4x0.4x1.5 8 No. 5 est No. 3 @ 15 cms. Fc=210 Kg/cm2	3.00	U									
	TENSOR (25X25) CMS. REF. 4#4 + EST. # 2 @ 20 CMS. CONCRETO Fc=210											
2 14 24	KG/CM2	12.60	M									
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	9.42	M2									
2 10 5	LOSA E=10 3/8" A.S. CONCRETO 1:2:2.	18.50	M2									
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	192.40	M2									
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	195.78	M2									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	192.40	M2									
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	195.78	M2									
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	192.40	M2									
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	143.98	M3									
<b>C-07</b>	<b>SEDIMENTADOR SECUNDARIO</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	81.00	M2									
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	97.72	M3									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	41.88	M3									
	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO).		M3									
1 5 2	COMPACTACION MANUAL	14.60	M3									
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F'C=210	8.94	M3									
2 2 6	S.F. (20X20) 4 de 3/8" + 1 de 1/2" A.C. 15 CM. 1:2:2	25.65	M									
	Zapata 0.8x0.8x0.2 ref. #4 @ 15 cm A.S f'c=210 Kg/cm2 Incluye		U									
2 1 93	encofrado	4.00	U									
2 8 9	COLUMNA (25*25) 4 DE 5/8" + 1 DE 3/8" @ 12 CMS	15.60	M									
2 5 40	VIGA (20*30) 5 DE 5/8" + 1 DE 3/8" @ 10 CMS	7.20	M									
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 DE 3/8" + 1 DE 1/2" @ 15 CM. 1:2:2	19.20	M									
3 2 6	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 1° BLOCK M= 1:4	23.35	M2									
3 2 7	PARED LADRILLO DE BARRO P/LAZO 2° BLOCK M= 1:4	15.20	M2									
2 4 20	S.C. (15X15) 4 DE 3/8" + 1 DE 1/2" A.C. 15 CM. 1:2:2	48.11	M									
2 4 21	S.C. (15X20) 4#3+EST#2@15 CM. 1:2:2 (ML)	14.40	M									
9 3 12	REPELLO EN SUPERFICIES CURVAS	149.14	M2									
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	43.20	M2									
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ. CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	17.14	M2									
9 4 6	AFINADO EN SUPERFICIES CURVAS	149.14	M2									
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	43.20	M2									
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	17.14	M2									
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	110.43	M2									
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	5.54	M									
13 3 42	Tapon Hembra PVC Liso 160 PSI DE 8"	1.00	U									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
11 2 8	VM H= 30 CM 4<2 1/2 X 1/2" + CEL 2 # 5 @ 60 GRADOS	22.62	M									
11 6 13	PASAMANOS DE TUBO DE DIAMETRO 1 1/2"	22.62	M									
2 10 10	LOSETA E=0.05 HO.1/4 A 10 A.S.	9.11	M2									
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRENTE	58.40	M3									
<b>C-08</b>	<b>DIGESTOR DE LODOS</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	81.00	M2									
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	209.96	M3									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	23.32	M3									
1 5 2	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO). COMPACTAC	12.60	M3									
2 10 8	LOSA E=10 #3@15 A.S. F'C=210	4.50	M3									
2 2 85	Solera de Fundación de 0.70 x 0.30 Ref. long. 8 No4 estribo No.3 @15 cm concreto f'c210 kg/cm2	5.44	M3									
3 2 11	PARED CURVA LAD. BARRO P/TRINCHERA 1A° BLOCK	33.39	M2									
3 2 12	PARED CURVA LAD. BARRO P/TRINCHERA 2A° BLOCK	17.36	M2									
23 60 73	NERVIO N-2 30X30 cm 4 #5 ESTRIBO #2 @ 15 cm f'c=210 kg/cm2 SOLERA DE CORONAMIENTO 20 X 30 . RH 4 # 3 + Est. # 2 @ 20 cms.	1.64	M3									
2 4 72	Fc=210 Kg/cm2	1.48	M3									
9 3 12	REPELLO EN SUPERFICIES CURVAS	63.54	M2									
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	52.16	M2									
9 4 6	AFINADO EN SUPERFICIES CURVAS	63.54	M2									
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	52.16	M2									
9 2 3	IMPERMEABILIZANTE EN PARED	115.70	M2									
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	10.26	M									
13 3 42	Tapon Hembra PVC Liso 160 PSI DE 8"	1.00	U									
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRENTE	125.98	M3									
<b>C-09</b>	<b>PATIO DE SECADO DE LODOS</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	234.15	M2									
1 4 22	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA C/PALA 60CM.ANCHO	290.70	M3									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	3.40	M3									
1 5 2	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO). COMPACTAC	54.24	M3									



Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
2 2 7	SOLERA DE FUNDACION 30X20CM 4#3 Y EST. #2@15CM	72.3	M									
3 1 1	PARED BLOQUE 15CM R.V.#4@40 R.H. #2@40	101.22	M2									
2 4 25	S.C. DE BLOQUE DE 15X20X40 2" + 1" @ 10 CM.	72.3	M									
13 8 6	Sum. y Coloc. de ARENA	42.5	M3									
13 8 7	Sum. y Coloc. de GRAVA	56.29	M3									
5 1 3	PISO CON BALDOSA CEMENTO 20X40	170	M2									
13 6 7	Caja 50 X 50 X 50 cms. repellada y afinada con tapadera de concreto	3	U									
12 1 20	TUBERÍA PERFORADA P/CAMPO DE RIEGO PVC 80 PSI	39.15	M									
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	8.15	M									
13 3 15	YEE TEE LISA DE 4" PVC JC	1	U									
13 3 13	CURVA DE 90 GRADOS PVC JC	1	U									
12 5 22	VALVULA DE HO.FO. DE 4" S/MATERIAL	1	U									
9 3 1	REPELLO DE SUPERFICIES VERTICALES E=0.02 M1:4	101.22	M2									
9 3 5	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZ.CARA SUPERIOR E=0.02 M1:4	10.85	M2									
9 4 1	AFINADO DE SUPERFICIES VERTICALES 1:1	101.22	M2									
9 4 5	AFINADO DE SUPERFICIES HORIZONTALES 1:1	10.85	M2									
3 7 4	FOSA SEPTICA AMANCO 2.1 M3	1.00	U									
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	68.90	M3									
<b>C-10</b>	<b>TUBERIAS DE CONEXIÓN ENTRE ELEMENTOS DE LA PLANTA</b>											
13 1 5	TUBERIA PVC 8" 100 PSI	208.88	M									
13 6 1	Cono de pozo diam. interior 1.10 mts. c/ tapadera metalica	6.00	U									
13 6 2	Cilindro de pozo diametro interior 1.10 mts. H= 1.0 mts.	2.40	M									
13 6 3	Fondo de pozo diametro 2.0 mts.	6.00	U									
1 3 5	TRAZO Y NIVELACION LINEAL PARA TUBERIAS	167.10	M									
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	88.61	M3									
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	50.32	M3									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	184.54	M3									
12 5 47	VALVULA 8PUL HOFO JB C-160	5.00	U									
1 6 2	DESALOJO MATERIAL SOBRANTE	95.93	M3									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
<b>C-11</b>	<b>CASETA DEL OPERADOR</b>											
1 3 1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	41.32	M2									
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	10.45	M3									
1 5 3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	3.30	M3									
1 5 2	RELLENO COMPACTADO SUELO-CEM. 20:1 (C/MAT.SELECTO). COMPACTAC	3.50	M3									
2 2 36	SOLERA DE FUNDACIÃ"N 30X20CM 4#4 Y EST. #2@15CM	2.02	M3									
3 1 7	PARED BLOQUE 10X20X403/8"@ 40 1/4"@ 40 (HO.TEMP)	62.84	M2									
2 7 11	NERVIO (15X15) 4 3/8" + 1 1/4" @ 15 CM. 1:2:2	2.40	M									
2 3 16	BLOQUE SOLERA 10X20X40CM REFUERZO 1#3 CORRIDA	20.85	M									
2 4 4	SOLERA DE CORONA(20*10) 2#3+GAN#2@15 FÃ'C=210	0.62	M									
9 6 1	CIELO FALSO FIBROCEMENTO 4'X2'X6MM SUSP.ALUM.	31.50	M2									
5 1 5	PISO DE LADRILLO DE CEMENTO 25X25 CMS.(COLOR ROJO)	25.75	M2									
5 3 18	ACERA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 E=0.1M	16.20	M2									
9 3 3	REPELLO DE CUADRADOS 0.2 M. DE ANCHO E=0.02 M 1:4	8.80	M									
9 4 8	AFINADO DE COLUMNA MENOR 1MT. DE PERIM.;M=1:1	8.80	M									
9 1 1	PINTURA DE AGUA (LATEX)	227.76	M2									
9 1 2	PINTURA DE AGUA EN CUADRADOS (LATEX)	8.80	M									
7 2 2	VENTANA CELOSIA VIDRIO MARCO ALUMIN.SIN ANOD	4.00	M2									
6 2 15	PUERTA METALICA 1X2.1M <11/2X1/8"TOGO 1"1 FORRO LAM.Ho 1/16"	1.00	U									
6 2 7	PUERTA DE LA MINA TROQUELADA (1.00 X 2.10)	3.00	U									
4 1 6	CUBIERTA DE FIBRO-CEMENTO 2 AGUAS	38.00	M2									
4 3 4	POLIN "C" DE 4" X2"X 1/16"	50.50	M									
4 1 24	CAPOTE ESTANDAR PERFIL 10	5.50	M									
10 1 3	INODORO COMPLETO T/ECONOMICO(INCL.TAPA)	1.00	U									
10 2 5	LAVAMANOS COMPLETO TIPO ECONÃ"mico	1.00	U									
10 2 1	GRIFO METALICO	1.00	U									
10 2 8	DUCHA CORRIENTE	1.00	U									
13 1 23	Tuberia 3" PVC JC 100 PSI	21.00	M									
13 3 1	SIFON CONTINUACION PVC 3"	1.00	U									
12 1 2	TUBERÃ" PVC JC 1/2" 315 PSI	3.00	M									
8 2 2	LUMINARIA INCANDESCENTE 100W EN CAJA OCTOGONAL	4.00	U									
8 3 6	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZ.T/DADO PLACA ANODIZ.	2.00	U									
8 1 26	TABLERO 4ESPMONOF120/240(2-15+1-20)A/1P	1.00	U									

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
8 2 24	INTERRUPTOR DOBLEDADOANODIZADO	1.00	U									
8 2 23	INTERRUPTOR SENCILLADOANODIZADO	2.00	U									
8 10 40	Canalización 2 THHN 14 en tecnoducto de 1/2"	8.68	M									
8 10 43	Canalización de 2THHN-12 en tecnoducto de 1/2"	7.33	M									
8 10 49	Canalización 2 THHN-8 + 1 THHN-10 en tecnoducto de 1"	14.75	M									
3 4 4	MAMPOSTERIA DE MURO C/PIED.EXIST.S/EXCAV Y COMP.	17.88	M3									
<b>C-12</b>	<b>ACOMETIDAS</b>											
8 4 1	ACOMETIDA ELÉCTRICA 3 HILOS(2 CABLES #8 1#10)	169.00	M									
1 4 1	EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	99.78	M3									
12 1 13	Tubería PVC JR 3" 160 PSI	274.10	M3									
1 5 17	RELLENO COMPACTADO DE MAT. EXISTENTE C/BAILARINA	99.78	M3									
12 1 22	Acometida para agua potable PVC 3/4" en 2" L= 3.00 M	1.00	U									
12 6 10	GRIFO DE BRONCE S/MAT	3.00	U									
<b>C-13</b>	<b>OTROS</b>											
15 5 43	Canaleta en "V" de piedra ligada con mortero superficie de concreto ancho = 0.65 m tirante=0.2m	130.00	M									
3 6 5	CERCO DE MALLA CICLÓN C/POSTES CONCRETO H=2.5 M PORTON DOS HOJAS H=2.40M Y L=6M (3 M POR C/HOJA). To.Go. DE 2" 3/4". C/PORTACANDADO.	361.16	M									
6 2 46		1.00	U									
5 3 7	CONCRETO S/PIEDRA 4A.REF.3/8"A 0.25 A.S.	229.07	M2									
19 1 1	ENGRAMADO	2874.33	M2									
12 6 10	GRIFO DE BRONCE S/MAT	3.00	U									
	<b>IVA</b>	CIENTO CINCUENTA MIL QUINIENTOS QUINCE 99/100 DOLARES										\$0.00
	<b>VALOR DE LA OFERTA</b>	UN MILLON TRESCIENTOS OCHO MIL TRESCIENTOS TREINTA Y UNO 29/100 DOLARES										<b>\$0.00</b>

TODOS LOS NÚMEROS EXPRESADOS IMPLICAN CANTIDADES O PRECIOS DEBERÁN SER CONSIGNADOS CON DOS DECIMALES.

**FORMATO No. 7-b**  
**APORTE DE LA ALCALDIA (NO APLICA)**

PRESENTADO POR: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 PARA: FISDL  
 FECHA: AGOSTO 2011

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
	IVA											
	VALOR DE LA OFERTA											

TODOS LOS NÚMEROS EXPRESADOS IMPLICAN CANTIDADES O PRECIOS DEBERÁN SER CONSIGNADOS CON DOS DECIMALES.

**FORMATO No. 7-C**

**APORTE DE LA COMUNIDAD (NO APLICA)**

PRESENTADO POR: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PARA: FISDL

FECHA: AGOSTO 2011

Código	DESCRIPCIÓN PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
				MATERIAL	M.O.	OTROS						
	IVA											
	VALOR DE LA OFERTA											

TODOS LOS NÚMEROS EXPRESADOS IMPLICAN CANTIDADES O PRECIOS DEBERÁN SER CONSIGNADOS CON DOS DECIMALES.

**FORMATO No. 8 (1/10)**  
**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**

**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**  
**ETAPA 1: ACTIVIDADES PREVIAS AL INICIO DE LA CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

<b>1. COSTO DIRECTO</b>					
<b>1.1 PERSONAL ASIGNADO AL PROYECTO *</b>	<b>ASIGNACION HORAS DIARIAS *</b>	<b>SUELDO MENSUAL</b>	<b>MES HOMBRE</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Ingeniero	4	\$1250	0.7	\$750.00	\$437.50
<b>TOTAL SUELDOS PERSONAL</b>					\$437.50
<b>1.2 PRESTACIONES</b> I.S.S.S. AFP Aguinaldo y Vacaciones Indemnización por despido Otros (Especifique)					
<b>TOTAL PRESTACIONES</b>					
<b>1.3 COSTOS DI-RECTOS NO SA-LARIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Transporte Fianzas Informes Fotocopias Fotografías Copias Heliog. Otros (Especifique)	VIAJE	9	\$ 35.00	\$ 315.00	\$315.00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS NO SALARIALES</b>					\$ 315.00
<b>1.4 CONSULTORIA DE SUELOS Y MATERIALES *</b>	<b>COMPROMISO HORAS DIARIAS *</b>	<b>PRECIO MENSUAL</b>	<b>MESES DE LABORATORIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
PERFORACIONES ESTANDAR			*MTS. X US\$		
<b>TOTAL COSTOS LABORATORIOS SUELOS Y MATERIALES</b>					

\*Listar personal necesario de acuerdo a las especialidades a supervisar.

**FORMATO No. 8 (2/10)**  
**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**  
**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL,**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS**  
**AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL**  
**MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**ETAPA 1: ACTIVIDADES PREVIAS AL INICIO DE LA CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

<b>1.5 SUBCONTRACTOS *</b>	<b>COMPROMISO HORAS DIARIAS *</b>	<b>PRECIO MENSUAL</b>	<b>MESES SUBCONTRACTOS</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
ESPECIFICAR					
<b>TOTAL DE SUBCONTRACTOS</b>					
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS ( 1.1 A 1.5 )</b>					<b>\$ 752.50</b>
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>\$0.00</b>
<b>2.1 SALARIOS Y PRESTACIONES PERSONAL ADMINISTRACION Y OFICINAS</b>		<b>SALARIO MENSUAL</b>	<b>MESES SALARIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Secretarias Contador Ordenanza Vigilantes Limpieza Viáticos Otros (Especifique) Prestaciones					
<b>TOTAL SALARIOS Y PRESTACIONES PERSONAL ADMINISTRATIVO Y OFIC.</b>					<b>\$0.00</b>
<b>2.2 GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		<b>GASTO MENSUAL</b>	<b>MESES GASTO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Servicio telefónico y fax		\$30.00	0.36	\$10.8	
Servicio de agua		\$15.00	0.36	\$540	
Servicio de electricidad		\$35.00	0.36	\$12.6	
Servicio de mantenimiento					
Depreciación		\$5.00	0.36	\$1.8	
Útiles de aseo		\$15.00	0.36	\$5.4	
Seguros					
Papelería y útiles de oficina					
Otros (Especifique)					
<b>TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>					<b>\$ 36.00</b>

\* Listar personal necesario de acuerdo a las especialidades a supervisar.

**FORMATO No. 8 (3/10)**

**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**

**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**ETAPA 1: ACTIVIDADES PREVIAS AL INICIO DE LA CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

<b>2.3 ALQUILERES</b>	<b>PRECIO MENSUAL</b>	<b>MESES DE ALQUILER</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>T O T A L</b>
Local oficina				
Equipo de computación				
Plotter				
Otros (Especifique)				
<b>TOTAL DE ALQUILERES</b>				
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS ( 2.1 A 2.3 )</b>				<b>\$36.00</b>
<b>3. TOTAL DE COSTOS DIRECTOS MAS INDIRECTOS</b>				<b>\$788.50</b>
<b>4. HONORARIOS ( ____% DE 3 )</b>				<b>\$0.00</b>
<b>5. TOTAL COSTOS MAS HONORARIOS ( 3 + 4 )</b>				<b>\$788.50</b>
<b>6. I. V. A. ( 13 % sobre 5 )</b>				<b>\$102.51</b>
<b>PRECIO TOTAL DE LA OFERTA ( 5 + 6 )</b>				<b>\$ 891.01</b>



**FORMATO No. 8 (4/10)**

**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**

**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL,  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS  
AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL  
MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**ETAPA 2: SUPERVISION DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

<b>1. COSTO DIRECTO</b>					
<b>1.1 PERSONAL ASIGNADO AL PROYECTO *</b>	<b>ASIGNACION HORAS DIARIAS *</b>	<b>SUELDO MENSUAL</b>	<b>MES HOMBRE</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
INGENIERO SUPERVISOR	8	\$ 1,250.00	16	\$ 20,000	\$ 20,000.00
<b>TOTAL SUELDOS PERSONAL</b>					<b>\$20,000.00</b>
<b>1.2 PRESTACIONES</b>					
I.S.S.S.				\$ 1200.00	
AFP				\$ 2800.00	
Aguinaldo y Vacaciones				\$2150.00	
Indemnización por despido				\$0.00	
Otros (Especifique)					
<b>TOTAL PRESTACIONES</b>					<b>\$ 6150.00</b>
<b>1.3 COSTOS DIRECTOS NO SALARIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Transporte	VIAJES	100	\$45.00	\$ 4,500	
Fianzas					
Informes	U	12	\$45.00	\$ 540.00	
Fotocopias	U	500	\$0.03	\$ 15.00	
Fotografías					
Copias Helio g.					
Otros (Especifique)					
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS NO SALARIALES</b>					<b>\$ 5055.00</b>
<b>1.4 CONSULTORIA DE SUELOS Y MATERIALES *</b>	<b>COMPROMISO HORAS DIARIAS *</b>	<b>PRECIO MENSUAL</b>	<b>MESES DE LABORATORIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
PERFORACIONES ESTANDAR			* MTS. X \$		
<b>TOTAL COSTOS LABORATORIOS SUELOS Y MATERIALES</b>					

**FORMATO No. 8 (5/10)**  
**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**  
**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL,**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS**  
**RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL**  
**MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**ETAPA 2: SUPERVISION DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

1.5 SUBCONTRATOS*	COMPROMISO HORAS DIARIAS *	PRECIO MENSUAL	MESES SUBCONTRATOS	SUB-TOTAL	TOTAL
ESPECIFICAR					\$ 0.00
<b>TOTAL DE SUBCONTRATOS</b>					\$ 0.00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS ( 1.1 A 1.5 )</b>					<b>\$31,205.00</b>
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>					
2.1 SALARIOS Y PRESTACIONES PERSONAL ADMINISTRACION Y OFICINAS	SALARIO MENSUAL	MESES SALARIO	SUB-TOTAL	TOTAL	
Secretarias					
Contador	\$ 330.00	0.75	\$ 247.5		
Ordenanza	\$ 300.00	0.75	\$ 225.00		
Vigilantes	\$ 190.00	0.75	\$ 142.50		
Limpieza					
Viáticos					
Otros (Especifique)					
<b>TOTAL SALARIOS Y PRESTACIONES PERSONAL ADMINISTRATIVO Y OFIC.</b>					<b>\$ 615.00</b>
2.2 GASTOS ADMINISTRATIVOS	GASTO MENSUAL	MESES GASTO	SUB-TOTAL	TOTAL	
Servicio telefónico y fax	\$ 75.00	0.75	\$ 56.25		
Servicio de agua	\$ 20.00	0.75	\$ 15.00		
Servicio de electricidad	\$ 35.00	0.75	\$ 26.25		
Servicio de mantenimiento	\$ 30.00	0.75	\$ 22.50		
Depreciación	\$ 20.00	0.75	\$ 15.00		
Útiles de aseo	\$ 15.00	0.75	\$ 11.25		
Seguros	\$ 35.00	0.75	\$ 26.25		
Papelería y útiles de oficina	\$ 45.00	0.75	\$ 33.75		
Otros (Especifique)					
<b>TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>					<b>\$ 206.26</b>

\* Listar personal necesario de acuerdo a las especialidades a supervisar.

**FORMATO No. 8 (6/10)**  
**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**  
**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO**  
**SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO**  
**URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE,**  
**DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**ETAPA 2: SUPERVISION DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

<b>2.3 ALQUILERES</b>	<b>PRECIO MENSUAL</b>	<b>MESES DE ALQUILER</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>T O T A L</b>
Local oficina				
Equipo de computación				
Plotter				
Otros (Especifique)				
<b>TOTAL DE ALQUILERES</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS ( 2.1 A 2.3 )</b>				<b>\$ 821.26</b>
<b>3. TOTAL DE COSTOS DIRECTOS MAS INDIRECTOS</b>				<b>\$ 32,026.26</b>
<b>4. HONORARIOS ( 0% DE 3 )</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>5. TOTAL COSTOS MAS HONORARIOS ( 3 + 4 )</b>				<b>\$ 32,026.26</b>
<b>6. I. V. A. ( 13 % sobre 5 )</b>				<b>\$ 4163.42</b>
<b>PRECIO TOTAL DE LA OFERTA ( 5 + 6 )</b>				<b>36,189.68</b>

**FORMATO No. 8 (7/10)**  
**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**  
**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO**  
**SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO**  
**URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE,**  
**DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**ETAPA 3: LIQUIDACION DEL CONTRATO DE CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

<b>1. COSTO DIRECTO</b>					
<b>1.1 PERSONAL ASIGNADO AL PROYECTO *</b>	<b>ASIGNACION HORAS DIARIAS *</b>	<b>SUELDO MENSUAL</b>	<b>MES HOMBRE</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
UN INGENIERO SUPERVISOR	8	\$ 800.00	1.5	\$ 1200.00	\$ 1200.00
<b>TOTAL SUELDOS PERSONAL</b>					<b>\$ 1200.00</b>
<b>1.2 PRESTACIONES</b>					
I.S.S.S. AFP Aguinaldo y Vacaciones Indemnización por despido Otros (Especifique)					
<b>TOTAL PRESTACIONES</b>					<b>\$ 0.00</b>
<b>1.3 COSTOS DIRECTOS NO SALARIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Transporte Fianzas Informes Fotocopias Fotografías Copias Heliog. Otros (Especifique)	VIAJE	9	\$ 35.00	\$ 315.00	\$ 315.00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS NO SALARIALES</b>					<b>\$ 315.00</b>
<b>1.4 CONSULTORIA DE SUELOS Y MATERIALES *</b>	<b>COMPROMISO HORAS DIARIAS *</b>	<b>PRECIO MENSUAL</b>	<b>MESES DE LABORATORIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
PERFORACIONES ESTANDAR				* MTS. X \$	
<b>TOTAL COSTOS LABORATORIOS SUELOS Y MATERIALES</b>					

\* Listar personal necesario de acuerdo a las especialidades a supervisar.

**FORMATO No. 8 (8/10)**  
**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**  
**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO**  
**SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO**  
**URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE,**  
**DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**ETAPA 3: LIQUIDACION DEL CONTRATO DE CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

<b>1.5 SUBCONTRATOS *</b>	<b>COMPROMIS O HORAS DIARIAS *</b>	<b>PRECIO MENSUAL</b>	<b>MESES SUBCONTRATOS</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
ESPECIFICAR					\$ 0.00
<b>TOTAL DE SUBCONTRATOS</b>					\$ 0.00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS ( 1.1 A 1.5 )</b>					<b>\$ 1515.00</b>
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>2.1 SALARIOS Y PRESTACIONES PERSONAL ADMINISTRACION Y OFICINAS</b>		<b>SALARIO MENSUAL</b>	<b>MESES SALARIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Secretarias Contador Ordenanza Vigilantes Limpieza Viáticos Otros (Especifique) Prestaciones					
<b>TOTAL SALARIOS Y PRESTACIONES PERSONAL ADMINISTRATIVO Y OFIC.</b>					<b>\$ 0.00</b>
<b>2.2 GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		<b>GASTO MENSUAL</b>	<b>MESES GASTO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Servicio telefónico y fax Servicio de agua Servicio de electricidad Servicio de mantenimiento Depreciación Útiles de aseo Seguros Papelería y útiles de oficina Otros (Especifique)					
<b>TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>					<b>\$ 0.00</b>

\* Listar personal necesario de acuerdo a las especialidades a supervisar.

**FORMATO No. 8 (9/10)**  
**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**  
**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO**  
**SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO**  
**URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE,**  
**DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**ETAPA 3: LIQUIDACION DEL CONTRATO DE CONSTRUCCION**

EMPRESA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

<b>2.3 ALQUILERES</b>	<b>PRECIO MENSUAL</b>	<b>MESES DE ALQUILER</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>T O T A L</b>
Local oficina				
Equipo de computación				
Plotter				
Otros (Especifique)				
<b>TOTAL DE ALQUILERES</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS ( 2.1 A 2.3 )</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>3. TOTAL DE COSTOS DIRECTOS MAS INDIRECTOS</b>				<b>\$ 1515.00</b>
<b>4. HONORARIOS ( 0% DE 3 )</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>5. TOTAL COSTOS MAS HONORARIOS ( 3 + 4 )</b>				<b>\$ 1515.00</b>
<b>6. I. V. A. ( 13 % sobre 5 )</b>				<b>\$ 196.95</b>
<b>PRECIO TOTAL DE LA OFERTA ( 5 + 6 )</b>				<b>\$ 1,711.95</b>

**FORMATO No. 8 (10/10)**  
**PRESUPUESTO DE SUPERVISION**  
**SUBPROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO**  
**SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO**  
**URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE,**  
**DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

**CUADRO RESUMEN**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA:  
\_\_\_\_\_

<b>OTAL ETAPA 1 – ACTIVIDADES PREVIAS AL INICIO DE LA CONSTRUCCION</b>	<b>\$ 891.01</b>
<b>OTAL ETAPA 2 – SUPERVISION DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION</b>	<b>\$ 36189.68</b>
<b>OTAL ETAPA 3 – LIQUIDACION DEL CONTRATO DE CONSTRUCCION</b>	<b>\$ 1,711.95</b>
<b>RECIO TOTAL DE LA OFERTA</b>	<b>\$ 38,792.64</b>



### **7.3 MEMORIA DESCRIPTIVA**

El proyecto **“INTRODUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALCANTARILLADO PLUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA LA ENTREVISTA DEL MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE”** consiste en dos etapas:

La primera etapa comprende el alcantarillado pluvial en la Colonia La Entrevista y el Barrio Istepeque, para lo cual se propondrán tragantes y colectores de acuerdo a lo que estipula el reglamento del Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano. El alcantarillado pluvial estará dividido en tres sistemas (Ver planimetría hidráulica de alcantarillado pluvial, hoja 1/17) ; un sistema que colectará el agua de la parte sur de la colonia La Entrevista y descargará en una quebrada que se encuentra ubicada en la zona verde de la colonia (S-1), el otro sistema colectará la parte norte de las aguas de la colonia La Entrevista, y tendrá su descarga en el río Acahuapa (S-2) y el último sistema que colectará las aguas que se acumulan en la parte sur de la calle Morazán, la del parque y de las avenidas 1 y 2 del Barrio Istepeque y luego la tubería pasará por una calle que se proyecta que tiene que abrirse para descargar en una quebrada que esta al sur oriente del Barrio San Cayetano (S-3).

El proyecto de alcantarillado pluvial en el barrio San Cayetano y en la colonia la entrevista, consiste en las siguientes actividades: bodega de materiales e inodoro provisional 1.00 s.g, trazo y nivelación lineal para tuberías 2246.05 m, limpieza (chapeo) 891.58 m<sup>2</sup>, excavación con retroexcavadora c/pala 60cm.ancho 7506.38 m<sup>3</sup>, relleno compactado de mat. Existente c/bailarina 4868.96 m<sup>3</sup>, relleno compactado con

material selecto 1744.58 m<sup>3</sup>, ademado en zanja (ambas caras) 1406.88 m<sup>2</sup>, demolición de pavimento(concreto hidráulico) 548.31 m<sup>2</sup>, demolición de pavimento asfáltico 414.83 m<sup>2</sup>, demolición de empedrado fraguado 240.42 m<sup>2</sup>, concreto hidráulico espesor 10 cm f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> hecho en obra 548.31 m<sup>2</sup>, pavimento con mezcla asfáltica en caliente 29.03 m<sup>3</sup>, reempedrado fraguado 240.42 m<sup>2</sup>, 679.36 m de tubería de concreto simple de 18", 277.54 m de tubería de concreto simple de 24", 325.09 m de tubería de cemento de 30", 175.96 m de tubería de concreto armado de 36", 323.69 m de tubería rib loc 450 mm (18"), 189.27 m de tubería rib loc de 600 mm (24"), 275.14 m de tubería ric loc de 30", caja tragante para a.II. Con tapadera de ho. Fo. De 0.8 ms. De ancho x 1.4 ms. De long. 85.00 u, pozos de visita 50 unidades, mampostería •a para fundaciones 12.00 m<sup>3</sup>, mampostería •a para muro 6.11 m<sup>3</sup>, cajón de concreto armado 8.44 m<sup>3</sup>.

La segunda etapa consiste en la construcción de una red de alcantarillado que funcionará por gravedad, por lo tanto se conectarán al sistemas todas las casas que se adecúen al sistema por gravedad. Las casas que no se puedan conectar al sistema de alcantarillado recibirán una solución puntual a la problemática de disposición de aguas residuales. El sistema de alcantarillado iniciará en la colonia La Entrevista, las aguas residuales serán conducidas por colectores ubicados en los pasajes y avenidas y se conectarán posteriormente a un colector principal ubicado en la calle que de San Vicente conduce hacia Tepetitán, este colector principal recorrerá 1.0 km aproximadamente hasta llegar al Barrio Istepeque en donde recibirá a otro colector proveniente de la calle vieja del Barrio Istepeque y luego este colector principal recorrerá las aguas residuales provenientes del Barrio San Cayetano y todos los caudales se unirán en un solo punto que está ubicado entre el pasaje pipil y la avenida

2. Posteriormente el agua residual será conducida hacia una planta de tratamiento, la cual se propone también en este proyecto.

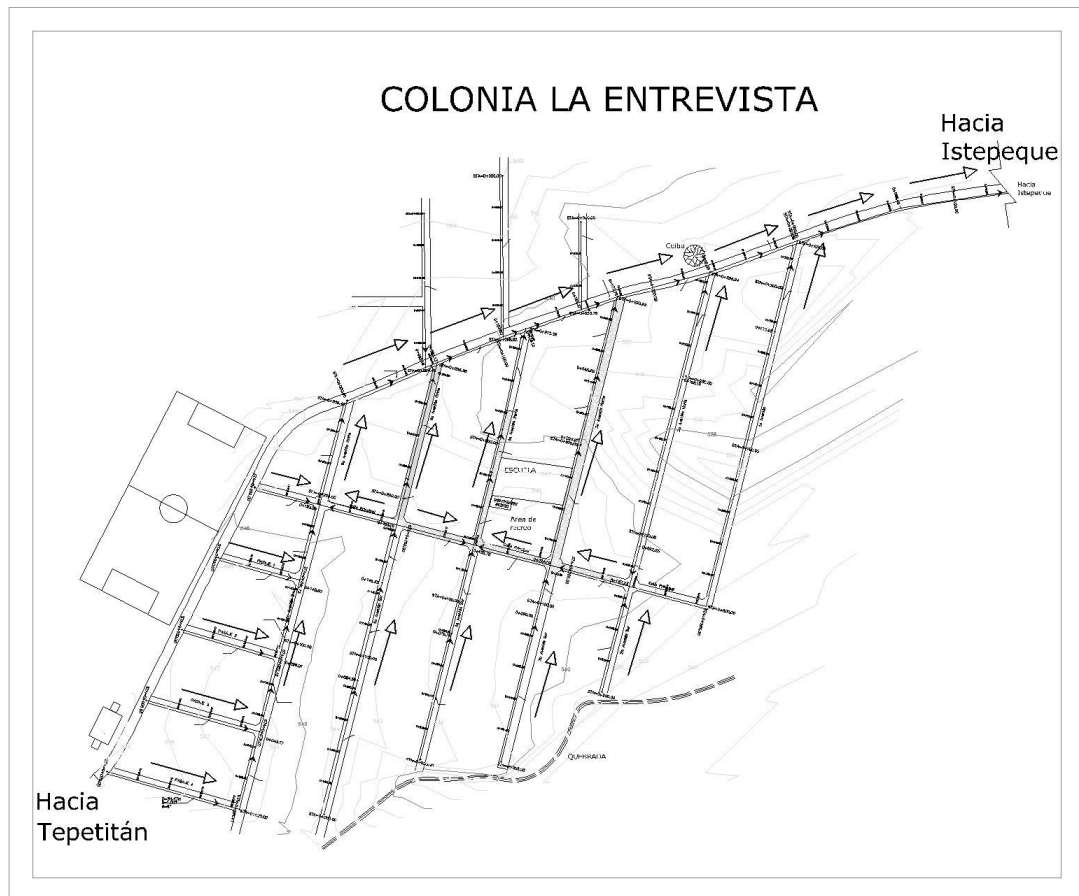


Figura 7.2.1. Alcantarillado sanitario en colonia La Entrevista.  
Fuente: Elaborado por equipo de Trabajo de Graduación.

El proyecto de alcantarillado sanitario en la colonia la entrevista y el casco urbano de san Cayetano Istepeque consiste en:

Bodega de materiales e inodoro provisional 1 s.g., trazo y nivelación lineal para tuberías 6638.73 m, excavación con retroexcavadora c/pala 60cm.ancho 10187.84 m<sup>3</sup>, relleno compactado de mat. Existente c/bailarina 8160.26 m<sup>3</sup>, relleno compactado con material selecto 1599.27 m<sup>3</sup>, ademado en zanja (ambas caras) 2595.61 m<sup>2</sup>, demolición de pavimento (concreto hidráulico) 782.93 m<sup>2</sup>, demolición de pavimento

asfáltico 1413.58 m<sup>2</sup>, demolición de empedrado fraguado 291.33 m<sup>2</sup>, concreto hidráulico espesor 10 cm f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> hecho en obra 782.93 m<sup>2</sup>, pavimento con mezcla asfáltica en caliente 98.95 m<sup>3</sup>, re empedrado fraguado 291.33 m<sup>2</sup>  
Desalojo con maquinaria m<sup>3</sup>, 6638.73 m de tubería ric lob (200 mm) 8", 166 m de tubería ric lob (250 mm) 12" y 102 pozos de visita.

El proyecto de la planta de tratamiento de las aguas residuales para el casco urbano del municipio de san Cayetano Istepeque y la colonia la entrevista consiste en las siguientes actividades:

Bodega de materiales e inodoro provisional 1 s.g., tala y remoción de 8 árboles, limpieza (chapeo) 3923.4 m<sup>2</sup>. Corte en terraza (con maquinaria) material blando 9485.00 m<sup>3</sup>, relleno compactado con material selecto 130.18 m<sup>3</sup>, desalojo con maquinaria 9485.00 m<sup>3</sup>. Un sedimentador primario con una capacidad de 87.80 m<sup>3</sup>, un filtro percolador con un área superficial de 169 m<sup>2</sup>; un sedimentador secundario con capacidad de 78.25 m<sup>3</sup>, un digestor de lodos con capacidad de 111.94, un patio de secado de lodos de 85 m<sup>2</sup> y una caseta para el operador.

## **7.4 ESTUDIOS ESPECIALES**

### **7.4.1 Topografía**

Ver planos topográficos y descripción en el capítulo 3, apartado 3.6 de este Trabajo de Graduación.

### **7.4.2 Estudio Hidrológico**

Ver apartado Capítulo 3, apartado 3.7 de este Trabajo de Graduación.

## **7.5 MEMORIA DE CALCULO**

Ver capítulo 4, 5 y 6 de este Trabajo de Graduación.

## **7.6 ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **7.6.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO**

#### ***7.6.1.1 Obras provisionales***

#### **ALCANCE:**

Se incluye en esta partida, todas las operaciones que el Contratista deberá realizar para el emplazamiento de todas las instalaciones temporales que sean necesarias en las obras, tales como bodegas, oficinas, servicios sanitarios, cercas protectoras, vallas, rótulos, servicios de energía eléctrica para fuerza y luz, drenajes provisionales, aguas lluvias, comedor para trabajadores y otros.

Todos los materiales y trabajos relacionados con las Instalaciones Provisionales incluidos en esta sección, o en cualquier otra parte de los documentos contractuales, serán por cuenta del Contratista y su costo se considera incluido dentro de las actividades consideradas dentro del contrato; por tanto, el pago será el estipulado en dicha partida bajo este concepto.

#### **TRABAJO INCLUIDO:**

##### **Bodega y oficinas del contratista.**

La bodega será utilizada para el albergue de materiales y herramientas bajo techo y deberá permitir un control efectivo de las existencias y condiciones de los mismos.

Se deberá construir con techo de lámina galvanizada o fibrocemento, paredes y estructuras de madera o lámina, piso de mortero de cemento y arena (en general, el diseño, los materiales de construcción, los implementos y el equipamiento de la bodega tendrán la capacidad, la resistencia y durabilidad acordes a la condición temporal de las mismas. En todo caso deberán tener la aprobación previa de la supervisión).

Los materiales se almacenarán en entramados de madera o metálicos y en tarimas. Las dimensiones de la bodega quedan a criterio del Contratista; pero su longitud deberá permitir almacenar materiales como las varillas de acero y tuberías PVC totalmente bajo techo.

Deberán construirse antes de empezar la construcción del edificio y se ubicará en un lugar donde no interfiera las labores de construcción de las obras, tal ubicación será aprobada por la Supervisión.

**Agua.**

El Contratista deberá suministrar, a su costo, toda el agua requerida para la operación de equipos y plantas, aparatos, control de polvo, asentamiento de material de relleno, o para cualquier otro uso que pueda requerirse para la terminación apropiada de las Obras. No se harán pagos por agua usada o requerida, y todos los costos relacionados con este rubro deberán incluirse en los Precios de Oferta. El Contratista deberá suministrar una cantidad suficiente de agua potable embotellada de una fuente aceptable, para el consumo de todos sus empleados y del personal del Supervisor. No se efectuará pago adicional alguno por concepto del agua usada o requerida, por lo que todos los costos incurridos por este concepto se considerarán dentro de los costos indirectos.

**Energía Provisional**

El Contratista, a su costo, deberá proveer toda la energía para las operaciones de su planta y equipos, o para cualquier otro uso. Si hay servicio público de energía disponible, el Contratista deberá hacer los arreglos necesarios con la compañía correspondiente para el suministro y pagar por el servicio requerido para energía e iluminación.

**Instalaciones Sanitarias Provisionales**

El Contratista, dentro del costo de las actividades propuestas, deberá suministrar instalaciones sanitarias temporales en el Sitio, como se estipula en estas Especificaciones, para atender las necesidades de todos los trabajadores de la construcción y otros que puedan encontrarse realizando trabajos o suministrando

servicios en el Proyecto. Las instalaciones sanitarias deberán ser de capacidad razonable, propiamente mantenida a lo largo del período de construcción y oculta de la vista pública en la mayor extensión posible. Si se usan servicios sanitarios tipo químico, deberá suministrarse al menos una unidad de servicio sanitario por cada 20 personas. El Contratista hará obligatorio el uso de tales instalaciones por parte de su personal en el Sitio.

#### **7.6.1.2 Trazo, nivelación y replanteo**

##### **ALCANCE:**

El trazo, nivelación y replanteo consisten, en situar en el terreno por medio de niveletas y con la ayuda del teodolito y nivel, los alineamientos y niveles del proyecto, tomando como base las magnitudes, niveles y referencias, indicadas en los planos.

Para los trabajos de trazo, nivelación y replanteo, se exige la permanencia de una comisión topográfica conformada por un topógrafo con matrícula y un cadenero, además de los equipos topográficos de precisión como teodolito, nivel y mira.

##### **TRABAJO INCLUIDO:**

El constructor deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de puntos ubicados en elementos inamovibles. Los niveles y cotas de referencia indicados en los planos se fijan de acuerdo a estos y después se verificarán las cotas del terreno, etc. El trazo preliminar consistirá en llevar al terreno los datos mostrados en los planos, fijando las zonas previstas para el trabajo y aquellas destinadas para



otros usos, de tal manera que puedan ejecutarse las actividades preparatorias tales como limpieza, desbroces, descapote, construcción de terrazas, y otras que faciliten realizar después el trazo definitivo.

El Contratista estará obligado a rehacer el trazo cuantas veces sea necesario, sin costo adicional, ya sea por correcciones efectuadas en el mismo o por condiciones propias de los procesos constructivos.

La supervisión revisará y aprobará, por escrito, el trazo preliminar antes de colocar las niveletas, comprobando que la distancia entre los puntos esté de acuerdo al plano.

El Contratista iniciará las excavaciones hasta que el Supervisor haya aprobado el trazo y niveles. Previo al inicio de cualquier trabajo que dependa del trazo, se deberá haber obtenido la aprobación de este último por parte de la Supervisión, debidamente escrito en la bitácora.

#### **FORMA DE PAGO:**

La unidad de medida y forma de pago será en metros lineales

#### ***7.6.1.3 Destronconado, limpieza y chapeo***

#### **ALCANCE:**

Consiste en la tala y destronconado de árboles, chapeo, retiro de toda vegetación existente, tronco, raíces, desperdicios y limpieza total del terreno. Todo el material removido deberá ser retirado y depositado en un lugar previamente señalado.

El Constructor será el responsable por el trámite de la tala de árboles ante las entidades correspondientes.

El Supervisor será quien indique el lugar de acopio internamente, pero si fuere necesario desalojarlo fuera de los límites del terreno, el Contratista, a través del Gerente de Control de Calidad, deberá presentar al Supervisor antes de iniciar el desalojo, los permisos correspondientes del propietario, del lugar donde se realizara el depósito de material y/o de las Instituciones Gubernamentales acreditadas.

**FORMA DE PAGO:**

La forma de pago para la tala y remoción de árboles es por unidad, y la limpieza y chapeo es en metros cuadrados.

**7.6.1.4 Excavación**

**ALCANCE:**

Este trabajo es aplicable a todo tipo de material, excepto roca. La profundidad de la excavación deberá ser conforme a las profundidades de desplante establecidas en los planos respectivos.

**TRABAJO INCLUIDO:**

La excavación será considerada utilizando maquinaria pesada, a excepción de las zonas donde, la profundidad a excavar este fuera del alcance de estas, en ese caso se considera que podría realizarse manualmente.

El material extraído de la zanja deberá ser adecuadamente depositado de manera que se eviten pérdidas de éste; si esto sucediese el material deberá reponerse. Asimismo si las excavaciones son realizadas en época lluviosa, se deberá proteger el material excavado con plástico para evitar la saturación del mismo.

La anchura de la zanja es función del diámetro nominal de la tubería, de la naturaleza del terreno, de la profundidad de colocación y del método de blindaje y compactación.

Diámetro de la tubería (pulg) ( $\emptyset$ )	Ancho de zanja (m)
$> 6 \leq 12$	$\emptyset + 0.20$
$> 12 \leq 18$	$\emptyset + 0.20$
$> 18 \leq 36$	$\emptyset + 0.30$

El material excavado deberá ser colocado a una distancia tal que no comprometa la estabilidad de la zanja y que no propicie su regreso a la misma, sugiriéndose una distancia del borde de la zanja equivalente a la profundidad del tramo no entibado, no menor de 30 cm.

Tanto la propia excavación como el asentamiento de la tubería deberán ejecutarse en un ritmo tal que no permanezcan cantidades excesivas de material excavado en el borde de la zanja, lo que dificultaría el tráfico de vehículos y de peatones.

Se considera el ademado de las zanjas ubicadas en todas las calles y avenidas, debido a que la mayoría de ellas, posee profundidades mayores o iguales a 1.50 m.

El fondo de las zanjas deberá quedar firme, perfectamente parejo, sin piedras o protuberancias de rocas y libre de lodo. En ellas la tubería deberá apoyarse completamente en todo la longitud.

Cuando en el fondo de las excavaciones se encuentren materiales inestables como son: basura, lodo, pantanos, materia orgánica, etc., estos deberán removerse y para ello se excavará hasta la profundidad que ordene la Supervisión, la cual no será menor de 50 cm. La estabilización correspondiente hasta el nivel de rasante, se realizará con material granular (arena) dispuesto en capas no mayores de 13 cm. de espesor, debidamente apisonado.

**FORMA DE PAGO:**

La forma de pago será en metros cúbicos

***7.6.1.5 Compactación***

**TRABAJO INCLUIDO:**

El relleno compactado deberá ser depositado en capas horizontales no mayores de 15 cm. de espesor compactado con vibro compactadora mecánica y no mayor de 10 cm. en compactación con apisonador manual.

Se especifica en general que cada capa alcance una densidad no menor del 90% de la máxima determinada en el ensayo Próctor según norma AASHTO - T-180 (ASTM-D 1557).

Inmediatamente después de instalada la tubería, se deberá rellenar los primeros 30 cm. sobre ella con material libre de basuras y piedras para evitar que materiales extraños y los cambios de temperatura perjudiquen las tuberías, dejando libres las juntas para poder observar si hay posibles fugas durante la prueba a las tuberías.

#### ***7.6.1.6 Compactación con suelo cemento 20:1 C/ arena limo***

##### **ALCANCE:**

Este trabajo consiste en la colocación de la mezcla de suelo cemento fluido como material de relleno en las estructuras de muro gavión, los cuales serán construidos en el lateral izquierdo del cauce del río como se indica en los planos.

##### **TRABAJO INCLUIDO:**

Esta actividad comprende la elaboración, transporte y colocación de una mezcla de suelo y cemento de consistencia fluida con una resistencia a la compresión mínima de 7 kg/cm<sup>2</sup> para rellenos en estructuras, a los 7 días de edad, utilizada como una alternativa para rellenos compactados.

##### **Materiales:**

Se usará el material (suelo) de un banco de material adecuado y de acuerdo a los requisitos de diseño, cemento y agua. El cemento debe ser fabricado bajo la norma ASTM C-1157.

##### **FORMA DE PAGO:**

La forma de pago será en metros cúbicos

### **7.6.1.7 Compactación con material selecto**

#### **TRABAJO INCLUIDO**

De acuerdo a los requerimientos del suelo la supervisión podrá autorizar compactaciones con material selecto para mejorar sus condiciones; siendo el contratante, con base a un estudio previo y la información recabada durante la inspección hecha al sitio de la obra, determinará de manera conjunta con el Ingeniero Supervisor del proyecto, el espesor a realizarse.

La capacidad soportante del suelo se supone 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, el Supervisor podrá autorizar mayor capacidad en función del estudio de suelos correspondiente, densidades de campo que se necesiten para garantizar el porcentaje de compactación que requiere la obra en construcción, así como la variación de las cimentaciones basadas en esos resultados.

La superficie conformada deberá compactarse hasta el 90% del máximo de compactación establecida en la Norma ASTM D-558 (AASHTO T-134) con humedades cercanas a las óptimas.

#### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La forma de pago será por metro cúbico (m<sup>3</sup>)

### **7.6.1.8 Albañilería**

#### **Materiales para morteros**

Los materiales a usarse en los morteros llenarán los siguientes requisitos:

- Cemento PORTLAND Tipo "I", según Especificaciones ASTM C-150-91

Se usará cemento "Portland" tipo I, de calidad uniforme que llene los requisitos de la norma ASTM C-150. El cemento será entregado en la obra en su empaque original y será almacenado bajo techo sobre plataformas que se encuentren 15 cm. por encima del suelo, asegurando protección contra la humedad. No se aceptará el cemento contenido en bolsas abiertas o rotas. El contratista deberá usar el cemento que tenga más tiempo de estar almacenado, antes de usar el almacenado recientemente.

El cemento en sacos no se almacenará en pilas de más de diez sacos y se dispondrán en forma tal que permita el fácil acceso para la correcta inspección e identificación.

- Arena conforme ASTM designación C-144-66T y C-40
- Agua, debe ser en el momento de usarse, limpia, libre de aceite, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias contaminantes.

#### **Morteros**

El mortero deberá mezclarse sólo en las cantidades necesarias para uso inmediato. El mortero deberá usarse en un período máximo de 30 minutos a partir del instante en que se le agregue el agua; después de este período será descartado. No se permitirá el retemple del mortero.

Los morteros tendrán las dosificaciones indicadas en la siguiente tabla:

Actividad donde será usado el mortero	Dosificaciones de los morteros	
	Partes de cemento	Partes de arena
Mampostería de piedra	1	4
Mampostería ladrillo de barro	1	3
Repellos	1	3
Afinados	1	1
Pulidos	Pasta de cemento	

Se aplicará en las paredes de los pozos. Las estructuras de concreto serán picadas, limpiadas y mojadas antes de la aplicación del repello. Todas las superficies deberán ser humedecidas antes de recibir el repello y éste tendrá un espesor máximo de 1.5 cm y será curado durante un período de tres (3) días continuos.

### **Mampostería de barro cocido**

Los ladrillos de barro cocido serán sólidos, hechos a mano o a máquina, tendrán las dimensiones indicados en los planos y cumplirán con las especificaciones AASHTO M-114-41 para la clase NW con la siguiente modificación.

Cara mínima de ruptura a compresión 50 kg/cm<sup>2</sup> determinada de conformidad a AASHTO T- 32-65 (ASTM C67-62)



Todos los ladrillos deberán ser duros, sanos, bien formados, de tamaño uniforme y sin grietas o escamas. Deberán colocarse en las paredes como se indica en los planos.

Las paredes de ladrillo se dejarán a plomo, alineados correctamente, con filas de ladrillos a nivel y equidistantes. Todo el trabajo en relación con su colocación se deberá realizar por obreros experimentados en la construcción. Antes de su colocación todos los ladrillos deberán humedecerse sumergiéndolos completamente en agua.

Los ladrillos tendrán la misma apariencia y calidad de la muestra que el Contratista ha presentado la Supervisión para su aceptación previa. Ladrillos rajados y alterados no se aceptarán para instalación.

#### **FORMA DE PAGO:**

La forma de pago será en metros cuadrados

#### **Repellos**

Se harán en las superficies indicadas en los planos. Cuando no se especifique de otra manera, la nervadura expuesta, tanto horizontal como vertical, será repellada, perfilando las aristas.

Las estructuras de concreto serán picadas antes de su repello y las superficies serán limpiadas y mojadas antes de la aplicación del repello; éste en ningún caso tendrá un espesor mayor de 1.5 cm ni menor de 1.0 cm y será necesario al estar terminado, curarlo durante un período de 3 días continuos.

Las paredes se repellarán usando el método de fajas de mezclas verticales a nivel, con una separación máxima entre ellas de 1.50 m, procediéndose luego a rellenar los espacios con mortero y emparejando la superficie por medio de reglas canteadas, apoyadas en las fajas previamente aplomadas.

Los repellos al estar terminados deben quedar nítidos, limpios, sin manchas, parejos, a plomo, sin grietas, depresiones, irregularidades y con las aristas vivas y/o esquinas perfiladas.

#### **FORMA DE PAGO:**

La forma de pago será en metros cuadrados

#### **Afinados**

Los afinados se harán con un acabado a llana de metal o madera, seguido de un alisado con esponja; para poder efectuar el afinado la pared debe estar bien repellada y mojada hasta la saturación. La pared a ser afinada deberá estar libre de grietas, fisuras, cortaduras, manchas y sopladuras en el repello. Antes de afinar las paredes deberán estar saturadas de agua, limpias de polvo, aceite, o cualquier otro elemento extraño.

El afinado de paredes interiores no podrá ejecutarse, hasta que la cubierta o las losas del entrepiso cuando las haya, estén colocadas, ni antes de que estén resanados los repellos e instalados todos los ductos embebidos en pared, así mismo deberán estar colocadas las cajas eléctricas.

Una vez efectuados los afinados, éstos se mantendrán húmedos por medio de rociado de agua constante por un mínimo de 3 días, estos gastos se incluyen en el precio unitario contratado.

La supervisión recibirá las paredes afinadas, las cuales deberán de mostrar los filos vivos, textura suave, lisa, tersa, uniforme y estar a plomo en toda la superficie. Cuando se hayan hecho perforaciones en paredes para colocar tuberías, aparatos sanitarios, etc., después del afinado, deberá de eliminarse el acabado en el paño y repetirse nuevamente todo el proceso sin costo adicional para el propietario, para evitar cualquier mancha o señal de reparación.

#### **FORMA DE PAGO:**

La forma de pago será en metros cuadrados

#### **Pozos de visita**

Se construyen con ladrillo de barro, tanto el cilindro como el cono, repellido y pulido hasta un metro desde su fundación para la prueba hidrostática. La parte cónica es excéntrica con respecto a su eje. La fundación debe tener un espesor de 0.40 m. Y está hecha de mampostería de piedra con un mortero arena-cemento de relación 1:5. Se colocaran estribos de hierro de 5/8. De diámetro en forma de escalera para habilitar

el acceso en caso de cualquier inspección. Las tapaderas pueden ser de hierro fundido para accesos vehiculares y de concreto armado en pasajes peatonales.

Los pozos de visita deben cumplir con las pruebas de infiltración y estanqueidad que efectuará la supervisión del proyecto.

Los pozos llevarán una base de mampostería de piedra no menor de 40 cm. de espesor con fondo de concreto de 10 cm. de espesor, siendo el resto del pozo de mampostería de ladrillo de barro de forma trapezoidal, colocado de trinchera. Para tuberías con un diámetro máximo de 48 pulgadas.

La parte interior del pozo tendrá un repello de 2 cm. de espesor y la proporción de este repello será de 1:3 (cemento-arena), con una mezcla para su afinado de 1:2.

#### **FORMA DE PAGO:**

La medición y forma de pago para los pozos de visita, será por metro lineal el cilindro y por unidad el cono.

#### **Cajas tragantes**

La sección de las cajas tragantes será rectangular. Se construirán sobre una fundación de mampostería de piedra y las paredes serán de ladrillo de calavera puesto de lazo. Las paredes interiores de las cajas tragantes se repellarán con mortero de proporción 1:3 (arena-cemento), y tendrá un espesor de 2 cm. En el fondo de la caja se tendrá una capa de 5 cm. de concreto simple con una resistencia de 1800 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Las parrillas de las cajas tragantes serán de H° F° y el contramarco se apoyara sobre una solera de concreto armado. Las parrillas para ser efectivas deberán tener una abertura paralela a la dirección del flujo.

**FORMA DE PAGO:**

La unidad de medida y forma de pago será por unidades

**Cajas de Registro**

Estas se construyen del mismo material que los pozos y tienen la misma función de ellos, sin embargo su utilización está sujeta a lo siguiente: En pasajes peatonales que tienen tuberías de aguas negras profundas y que por su ancho no puede hacerse el pozo.

Las dimensiones que corresponden a este elemento son de 1 metro por lado.

Las cajas de registro debelan cumplir con las pruebas de infiltración y estanqueidad que efectuara la supervisión del proyecto.

La medición y forma de pago para dichos elementos, será por metro lineal

**7.6.1.9 Concreto Hidráulico**

**ALCANCE:**

De acuerdo con estas especificaciones y según se muestra en los planos, El Contratista ejecutará en forma completa y adecuada toda la obra de concreto simple y reforzado y los trabajos conexos relacionados con el presente Contrato.

El Contratista proveerá: mano de obra, materiales, equipo y servicios necesarios para su fabricación, colocación, curado, resanado y retiro de moldes.

Cuando se especifique en cualquiera de los documentos, contractuales, el Contratista después de retirar los moldes, debe dar a las superficies el acabado indicado.

Se tomara como norma, tanto para el diseño como para los métodos de construcción, el “Reglamento de las construcciones de concreto reforzado” y “Practica recomendada para la medición, mezclado y colocación del concreto” del ACI.

#### **TRABAJO INCLUIDO:**

##### **Encofrados**

Se deben revisar planos de taller para encofrados antes de su autorización, preferiblemente con un diseño que garantice la resistencia estructural de los mismos.

Una vez instalados se debe verificar que sus dimensiones coincidan con la sección transversal de los elementos de concreto y que estén limpios interiormente.

Conviene recomendar ventanas en el fondo de los moldes para una mejor limpieza previa al colado.

Se deberá verificar la hermeticidad de los moldes antes de autorizar el colado.

En el desencontrado la atención de la supervisión debe centrarse en la observación de daños en el concreto, tales como colmenas y segregación (pérdida de helado). No debe permitirse ningún resane sin la aprobación escrita del supervisor. En caso de

daños importantes deben aplicarse los criterios que al respecto establezcan las especificaciones técnicas.

Se utilizará madera de pino o moldes metálicos, con una estructuración adecuada

y conforme un diseño basado en el ACI 347, de madera que soporten las cargas laterales del empuje del concreto, así como las gravitacionales ocasionadas por el peso de los materiales y la carga viva actuante durante el colado.

### **Diseño de la mezcla**

El concreto de los elementos estructurales primarios deberá ser premezclado y el suministrante garantizará la resistencia y calidad de concreto. Cuando se fabrica en la obra, las mezclas de concreto deberán ser diseñadas por un laboratorio designado por la supervisión para tal efecto, que tendrá a su cargo un control de la calidad del concreto colocado, tomando muestras cilíndricas y sometiéndolas a pruebas de compresión.

La resistencia cilíndrica a la compresión requerida por el proyecto es de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia promedio requerida para el diseño de las mezclas se determinará de acuerdo a la sección 5.3 del American Concrete Institute (ACI 318-95). Esta resistencia deberá ser comprobada por medio de especímenes preparados, curados y sometidos a prueba de conformidad con las normas American Society for Testing and Materials (ASTM) C 31,

C39, C 172. Por lo menos se harán tres cilindros por cada 12 metros cúbicos o de acuerdo con las necesidades de la obra. De las tres muestras una se someterá a la prueba de compresión a los 7 días y las otras dos se probarán a los 28 días, excepto

cuando se usare algún aditivo acelerante, en cuyo caso las edades de prueba serán 3 y 14 días respectivamente.

**Aprobación de las mezclas:**

La supervisión autorizará el uso de las mezclas, siempre y cuando, hayan sido satisfactorios los resultados de los ensayos de control y dosificación de mezclas. Para que estos resultados sean aprobados por la Supervisión, deberán estar bajo las normas del ACI (American Concrete Institute) en lo referente al control de resistencia de las mezclas de concreto.

Sin embargo, si el Contratista desee colocar concreto antes de obtener dichos resultados, la Supervisión podrá autorizarlo, quedando entendido que el Contratista asumirá la completa responsabilidad al efecto de las cláusulas de la sección.

**Agregados:**

Arena: La arena no deberá contener más de 1.5% de arcilla y deberá estar exenta de materia orgánica y otros elementos que perjudiquen el concreto; no menos del 85 % deberá pasar por la malla de 1/4, no más del 30 % deberá pasar por el cedazo # 50 y no más del 5 % deberá pasar por el cedazo # 100.

Grava: Consistirá en piedra triturada, libre de impurezas, proveniente de la fragmentación de roca sana y compacta y no deberá presentar aspecto laminar; su tamaño máximo será determinado de acuerdo con las condiciones de los elementos estructurales, de tal manera que, en general, no sea mayor de 1 1/2" ni mayor de 1/5 de la menor dimensión entre las paredes de la formaleta ni mayor que 3/4" del mínimo espacio libre entre barras de refuerzo. La granulometría de los agregados gruesos y



finos deberá quedar siempre dentro de los límites indicados en las especificaciones ASTM C-33. Cuando exista duda sobre la calidad de la grava, el Contratista a través del Gerente de Control de Calidad estará en la obligación de presentar carta del laboratorio que practicó las pruebas a los materiales o de la pedrera o bancos de donde provienen éstos, para garantizar la calidad de los materiales a usar.

Agua: Deberá ser limpia, libre de aceite, ácidos, sales, álcalis, materia orgánica y sustancias venenosas.

### **Mezclas de concreto**

Proporción de las mezclas: Las mezclas serán hechas según las proporciones indicadas o aprobadas por la Supervisión; pero, en general, estarán de acuerdo con la última versión de las normas ACI 211.1.

El contenido y las proporciones de los diferentes tamaños de agregados serán determinados por el diseño de la mezcla, a manera de obtener la resistencia y consistencia especificadas.

Si durante la construcción se hicieran cambios en cuanto a las fuentes de suministro de agregados finos o gruesos aprobados inicialmente, deberá hacerse nuevo diseño de mezcla y someterlo a aprobación.

En ningún momento las mezclas podrán contener agua en cantidad mayor de la establecida en el diseño. Se podrá usar mayor cantidad de agua, previa autorización escrita de la supervisión, únicamente cuando al mismo tiempo se aumente la cantidad de cemento en proporción tal que se conserve la misma relación agua/cemento y la resistencia especificada.

El concreto que se utilizará para el empotramiento de los sanitarios en las zonas de reos, será con concreto pobre de 140 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Preparación del concreto**

Se usarán mezcladoras de tipo apropiado y se preparará el concreto sólo en la cantidad que sea necesaria para el uso inmediato. No se usará el concreto retemplado que haya desarrollado un fraguado inicial.

Ninguna mezcladora se operará más allá de su capacidad indicada. El contenido total de la mezcladora deberá ser removido del tambor antes de que se coloquen allí los materiales para la carga siguiente. El tiempo de mezcla no será menor de 1.5 minutos después de que todos los materiales estén dentro del tambor y durante el período de mezcla el tambor deberá girar a la velocidad para la cual ha sido diseñado. El tiempo de mezcla no será mayor de 4 minutos.

El concreto premezclado se permitirá siempre y cuando se llenen los requisitos generales especificados, las normas ASTM y ASI y las normas adicionales que la supervisión estipule. Previo a su uso deberán realizarse las reuniones preparatorias correspondientes.

No se podrá usar el concreto que no haya sido colocado en su sitio a los 30 minutos de haberse agregado el agua al cemento en la mezcladora. El concreto premezclado que haya sido entregado en la obra en camiones mezcladores o agitadores podrá colocarse en el término de 50 minutos, calculados desde el momento en que se ha agregado el agua al cemento.

La mezcla a mano no podrá hacerse excepto en casos de emergencia y mediante la autorización por escrito de la supervisión.

### **Colocación del concreto**

El Gerente de Control de Calidad debe asegurarse que la metodología, equipo y mano de obra que se utilizará para la colocación del concreto, sea previamente revisado y aprobado por la supervisión. Incluyendo equipo o métodos alternativos que puedan ser utilizados en caso que fallen los procedimientos propuestos originalmente, tales como vibradores accionados por combustible en caso de tener problemas para utilizar vibradores accionados por energía eléctrica.

Todo el concreto será colocado a la luz del día; no podrá iniciarse un colado que no pueda completarse en estas condiciones, a menos de tener autorización por escrito de la supervisión y en este caso, es indispensable que exista un sistema adecuado de iluminación.

Previo a la colocación de concreto, el Gerente de Control de Calidad debe haber realizado una reunión preparatoria para obtener la aprobación de la supervisión de la profundidad y condición de las fundaciones, los encofrados y apuntalamientos y la colocación del refuerzo, según sea el caso.

El Gerente de Control de Calidad deberá realizar una reunión inicial para verificar que el método de colocación del concreto, aprobado previamente, sea tal que se evite la posibilidad de segregación o separación de los agregados. Si la calidad del concreto, cuando éste alcance su posición final, no fuese satisfactoria, se discontinuará o

ajustará el método usado en la colocación hasta que la calidad del concreto resultare satisfactoria. Con todo el Contratista responderá por los gastos que se ocasionen en descubrir elementos para garantizar la buena ejecución de estas.

El concreto en los moldes (encofrados) se colocará en capas no mayores de 50cms. Evitándose capas inclinadas y juntas de construcción inclinadas.

Donde las operaciones de colocación impliquen verter el concreto directamente desde una altura de más de dos metros, se deberá depositarlo a través de tubos o canales de metal u otro método aprobado; se usarán canaletas o tuberías mayores de diez metros únicamente con autorización por escrito de la Supervisión. Todos estos elementos deberán conservarse limpios y carentes de recubrimientos de concreto endurecido.

El concreto deberá colocarse tan cerca de su posición final como sea posible y no deberá depositarse una gran cantidad de él en un determinado punto para luego extenderlo y manipularlo a lo largo de las formaletas. Todo el concreto será colocado con la ayuda de vibradores mecánicos. La vibración será suficientemente intensa para afectar visiblemente el concreto dentro de un radio mínimo de 60 centímetros alrededor del punto de aplicación, pero no deberá prolongarse demasiado para evitar la segregación de los agregados. Se dispondrá de vibradores en número suficiente para que las operaciones de colocado procedan sin demoras. Los vibradores serán del tipo interno, aplicados directamente al concreto o al refuerzo. Las losas y pisos serán compactados de superficie (planchas y reglas vibratorias). Para garantizar superficies lisas y libres de colmenas, la vibración será integrada por manipulación y compactación con hurgones y pisones en las esquinas y los lugares poco accesibles mientras el concreto esté en condición plástica por la acción del vibrador. El Contratista deberá

tener disponibles, por cada colada, dos vibradores y uno adicional de reserva. Todas adecuadas para el caso y en buen funcionamiento, una planta generadora de energía eléctrica y/o vibradores de combustible en buen estado de funcionamiento.

Antes de colocar nuevo concreto sobre una superficie de concreto ya fraguado, esta superficie será cortada cuidadosamente para remover todas las partes porosas y sueltas y las materias foráneas, limpiada con cepillo metálico y con agua y/o aire a presión; será humedecida evitando empozamientos.

Las operaciones de colocación y compactación del concreto estarán encaminadas a formar una piedra artificial compacta, densa e impermeable, de textura uniforme y con superficies lisas en las caras expuestas.

Cualquier sección del concreto que se encuentre porosa o haya sido revocada o sea defectuosa en algún otro aspecto, deberá removerse y reemplazarse en todo o en parte, enteramente a costa del Contratista, según lo ordene la Supervisión.

Si la mezcladora se parase por un período de 20 minutos durante un colado, antes de renovar el funcionamiento deberá ser limpiada, removiendo los materiales de los mezclados anteriores. Permanentemente deberá disponerse de un mínimo de 2 mezcladoras, aunque no necesariamente sean usadas simultáneamente.

#### ADITIVOS:

Los aditivos deberán ser usados en las proporciones indicadas en los planos o en su defecto en las instrucciones de los fabricantes. La Supervisión autorizará caso por caso

el uso de los aditivos. No habrá pago adicional, cuando los aditivos sean usados a opción del Contratista o cuando sean requeridos por estas especificaciones, los planos o la Supervisión, como medida de emergencia para remediar las negligencias, errores o atrasos en el progreso de la obra imputables al Contratista.

Cuando tenga que agregarse cualquier tipo de aditivo al concreto PREMEZCLADO, el Contratista está en la obligación de someter previamente para la aprobación, el método o procedimiento planificado en conjunto con el proveedor para coordinar con este el agregado de cualquier aditivo al concreto a servir. Cuando se trate de concreto elaborado en la obra que requiera aditivo, este deberá agregarse frente al Supervisor de lo contrario no se autorizara su colocación y si este por alguna razón se hubiese colocado, deberá ser retirado por cuenta del Contratista sin ningún costo para el Propietario.

**FORMA DE PAGO:** La medición y forma de pago será en metros cúbicos

#### ***7.6.1.10 Suministro e instalación de tuberías***

##### **ALCANCE:**

Esta especificación se refiere al suministro, almacenamiento e instalación de las tuberías de PVC (Rib Loc).

Las tuberías y accesorios deberán cumplir las normas ASTM F 794, DIN 16961 1 y 2

##### **TRABAJO INCLUIDO**

###### **Almacenamiento:**

Verificar que el terreno sea uniforme, libre de piedras, troncos u objetos similares.

Los tubos deben quedar apoyados en toda su extensión. Se debe coordinar el plan de abastecimiento con base en la programación y rendimientos reales en obra, para así evitar almacenar tubería expuesta a la intemperie por espacio superior a 3 días. Caso contrario se debe acondicionar un sitio para proteger la tubería de la acción de los rayos ultravioleta (luz del sol), condición que aplica para cualquier marca y tipo de tubería y accesorios de PVC.

Almacene según el diámetro de la tubería, tal como se indica a continuación.

<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>	<b>Número de filas a almacenar</b>
160-325	4
350 - 525	3
550 - 900	2
> = 925	1

### **Instalación**

El óptimo comportamiento de las tuberías flexibles incluye respetar ciertos anchos de zanja mínimos.

<b>Diámetro de la tubería (pulg) (Ø)</b>	<b>Ancho de zanja (m)</b>
> 6 ≤ 12	Ø + 0.20 m
> 12 ≤ 18	Ø + 0.20 m
> 18 ≤ 36	Ø + 0.30 m

El objetivo está en lograr las mismas condiciones y grados de compactación en todo el contorno de la tubería.

En condiciones críticas tales como: profundidad y suelos de muy mala calidad, el ancho de la zanja se incrementará según las condiciones del sitio, hasta un máximo de dos veces el diámetro externo de la tubería. Anchos mayores no retribuyen beneficios adicionales en la respuesta estructural de la tubería.

La cimentación se debe elaborar colocando una capa continua de material selecto con un espesor mínimo de 10 cm, preferiblemente gravilla o triturado. Esto permite absorber o eliminar las irregularidades que siempre quedan en el fondo de la zanja al ejecutar su excavación.

En caso de que se encuentre un material poco consistente en el fondo de la zanja, se deberá sustituir por lo menos 20 cm, dependiendo de la magnitud del problema, con material granular hasta lograr una buena consistencia.

Se deberá compactar con material selecto hasta una altura sobre la corona de la tubería, esta altura dependerá del diámetro como lo indica la siguiente tabla

<b>Diámetro de la tubería (pulg) (Ø)</b>	<b>Altura de compactación con material selecto, sobre la corona de la tubería</b>
> 6 ≤ 12	0.15 m
> 12 ≤ 18	0.20 m
> 18 ≤ 36	0.30 m



**Unión:**

Se deberá utilizar cemento solvente de PVC, antes de realizar la unión, debe limpiarse el espigo y la campana con limpiador de PVC, como mecanismo para acondicionar la superficie.

Introduzca 1 cm el espigo en la campana, aplique una capa uniforme de cementante para tecnología RIB LOC y proceda a empujar la tubería, conformando así una unión soldada hermética.

**FORMA DE PAGO:** La medición y forma de pago será en metros lineales

**7.6.1.11 Prueba hidráulica de estanqueidad e infiltración**

La Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), comprobará la correcta instalación y estanqueidad de la tubería, juntas, derivaciones y demás accesorios instalados, aplicando al conjunto una presión hidrostática mínima equivalente a la carga que genera el pozo de mayor nivel con una carga de un metro de profundidad de agua, para lo cual deberá estar taponado el inferior y así sucesivamente ir probando los diferentes tramos que componen el proyecto, la cual deberá mantenerse sin variación por un lapso no menor de una hora. Durante la prueba, todas las instalaciones sometidas a ella, deberán estar visibles, a excepción de los tramos lisos (sin juntas, derivaciones o accesorios) de la tubería, los cuales deberán tener el relleno inicial (los primeros 30 cms.) con el objeto de darle firmeza al conjunto.

#### **7.6.1.12 Remoción y reparación de empedrados**

##### **TRABAJO INCLUIDO:**

En la remoción de empedrados, obligada por la construcción de la obra, se deberá remover el empedrado acopiando las piedras para su reutilización.

El empedrado reparado deberá quedar correctamente nivelado y las piedras debidamente acomodadas, y cuando menos en condiciones similares a las que tenía antes de su remoción.

**FORMA DE PAGO:** La forma de pago será en metros cuadrados

#### **7.6.1.13 Remoción y reparación de asfalto**

##### **TRABAJO INCLUIDO:**

Hasta que ya se tenga el trazo aprobado por la supervisión se procederá a la excavación y consecuente remoción del pavimento asfáltico.

Luego de terminar de rellenar la zanja con una compactación adecuada como lo indican estas especificaciones, se procederá a colocar la capa de asfalto de tal forma que el pavimento quede libre de desniveles en la superficie de la rodadura

##### **MEDICION Y FORMA DE PAGO:**

La medición y forma de pago será en metros cuadrados

#### **7.6.1.14 Mampostería de Piedra**

##### **ALCANCES**

Los trabajos de mampostería se refieren a la construcción de muros, cabezales, protecciones, cimientos, soportes, etc.,

Las obras de mampostería se realizarán después que la Supervisión o su representante hayan dado el visto bueno a las excavaciones y niveles de rasante.

##### **TRABAJO INCLUIDO**

###### **Materiales**

Las piedras a utilizar será piedra cuarta que tendrá una resistencia a la rotura no inferior a 150 Kg. /cm<sup>2</sup> y deberán estar libres de grietas, aceites, tierra u otros materiales que reduzcan su resistencia o impidan la adherencia del mortero. El tamaño de las piedras no podrá ser menor a 0.20 m. por lado (0.008 m<sup>3</sup>) serán preferiblemente de forma cúbica, pero en caso contrario su lado mayor no podrá ser superior a 1.5 veces el lado menor.

En general las piedras serán de cantera y de una dureza tal que no dé un desgaste mayor del 50 % al ser sometido a la prueba de Los Ángeles AASHTO designación T-96-65 (ASTM C131-64J).

El mortero a utilizar tendrá una proporción cemento-arena de 1:4. No se permitirá el uso del mortero que haya permanecido más de 30 minutos sin usar después de haber iniciado su preparación.

## **Construcción**

Las obras de mampostería de piedra se construirán de acuerdo a las dimensiones, elevaciones y pendientes indicadas en los planos.

Las piedras deberán colocarse en tal forma de no provocar planos continuos entre unidades adyacentes. Las juntas tendrán un espesor promedio de 3 cm. en ningún lugar las piedras quedarán en contacto directo. Inmediatamente después de la colocación y mientras el mortero esté fresco, todas las piedras visibles deberán limpiarse de las manchas del mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada. Cualquier trabajo de canteado de las piedras deberá hacerse antes de su colocación en el muro y no se permitirá ningún golpe o martilleo posterior a dicha colocación que pueda aflojar las piedras. La piedra deberá ser bien humedecida antes de recibir el mortero. La mampostería se deberá mantener mojada por lo menos 7 días después de terminada.

Donde se especifiquen repellos estos deberán ajustarse como en paredes, empleando una proporción cemento-arena 1:3 Cuando se trate de un muro de contención deberá dejarse un espacio no menor de 0.50 m., entre el corte y la mampostería.

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La medida y forma de pago será en metros cúbicos

## **7.7 PLANES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **7.7.1 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL ALCANTARILLADO PLUVIAL**

Las actividades de operación y mantenimiento para el alcantarillado pluvial consisten principalmente en:

- Limpieza periódica de pozos, cajas tragantes y colectores.
- Inspección del estado físico de pozos, cajas tragantes y colectores, para posibles reparaciones.

Por esta razón se consideraran las mismas condiciones expuestas en el plan de operación y mantenimiento para el alcantarillado sanitario las cuales que se presentan a continuación.

### **7.7.2 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL ALCANTARILLADO SANITARIO.<sup>1</sup>**

#### ***7.7.2.1. Requerimientos básicos***

##### **Registro de las redes de alcantarillado**

Los responsables de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberán disponer de planos actualizados de las redes, donde se pueda ver la ubicación de las tuberías y cámaras de inspección, tanto en planta como en perfil, además, deberán tener datos relacionados al material, diámetros, clase, fecha de instalación y cualquier otro detalle del sistema. Esta información deberá ser actualizada toda vez que se realicen trabajos de reparación o se conecten nuevos servicios al sistema.

## **Personal**

La cantidad de personas que se dedicarán a los trabajos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado debe ser adecuada a la extensión del sistema y al tipo de trabajo que se realizará. Se deberá seleccionar personal físicamente capacitado. Los exámenes físicos rutinarios son necesarios. Las lesiones físicas están ligadas con los peligros inherentes al trabajo que se desarrollan en las calles y en las zanjas.

El personal seleccionado deberá ser entrenado en la rutina diaria, haciéndole conocer todas las medidas de seguridad que deberá adoptar, para protegerse y evitar accidentes que dañen su integridad física o afecten a su salud.

Durante la operación se deberá tomar estrictas medidas para proteger a los trabajadores frente a posibles accidentes, enfermedades, asfixias, envenenamiento, explosiones, descargas eléctricas, etc.

## **Equipos y herramientas**

El grupo de personas encargadas de las tareas de los trabajos de mantenimiento, deberá contar como mínimo con los siguientes materiales:

- a) Bombas sumergibles para evacuar las aguas de los pozos atascadas y de las zanjas inundadas.
- b) Cable flexible de aleación de cobre, aproximadamente de 12 mm, en longitudes variables que se utilizará para “empujar” los materiales que normalmente producen las obstrucciones hacia abajo.

- c) Varillas de acero de 12 mm, aproximadamente 60 cm de largo, con uniones en los extremos, que enrosca una con otra para formar un cable largo. Puede ser de madera de 18 mm de diámetro con extremos de bronce hembra-macho para ser atornillada una a la otra.
- d) Picos, palas y herramientas para levantar las tapas, para reparar las tuberías.
- e) Cuerdas, linternas, escaleras de aluminio tipo telescópico o plegadizo.
- f) Indumentaria que incluya cascos, guantes largos, botas de hule tipo muslera y capas contra la lluvia.
- g) Equipo de seguridad que incluya detector de gases y mascarillas de seguridad.

Adicionalmente, si la entidad administradora del sistema cuenta con los recursos necesarios, sería muy beneficioso que el equipo de operación y mantenimiento pueda contar con equipos de limpieza específicos para la limpieza de tuberías de pequeño diámetro. Estos equipos consisten en varillas de limpieza manual con varios accesorios de limpieza, tales como: a) ganchos y tirapozos, b) raspadores de paredes, c) corta-raíces, d) guías para varillas y e) quebradoras de arena (véase figura 7.7.1 y 7.7.2).



Figura 7.7.1. Accesorios para limpieza, usados conectados a varillas de acción mecánica.



Figura 7.7.2. Accesorio especial para la eliminación de arena de las tuberías.

#### **7.7.2.2. Identificación de problemas**

El responsable de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberá estar familiarizado con los problemas más frecuentes que ocurren en las redes; estos básicamente estarán relacionados con obstrucciones, pérdida de capacidad,



roturas y malos olores. A continuación se describe brevemente cada uno de estos problemas.

## **Obstrucciones**

Una de las funciones más importantes en el mantenimiento de un sistema de alcantarillado es la remoción de obstrucciones. Las causas más frecuentes de estas son: grasas, trapos, plásticos, vidrios, raíces, arenas y piedras.

### **a) Grasas**

Normalmente las zonas aledañas a mercados y restaurantes presentan mayor incidencia de obstrucciones por esta causa. Las grasas cuando llegan a las redes de alcantarillado se endurecen y progresivamente forman tacos de sebo que obstruyen las tuberías. Se presenta con mayor incidencia en tramos de baja pendiente y en tuberías rugosas como las de concreto.

### **b) Trapos, plásticos y vidrios**

Estos materiales se encuentran a menudo obstruyendo las tuberías y su incidencia es mayor en aquellas zonas donde hacen mal uso del servicio de alcantarillado, por ejemplo, casas donde arrojan trapos, cartones y plásticos en la taza sanitaria o en la calle donde vierten la basura a los pozos de inspección.

### **c) Raíces**

Obstrucciones por raíces se presentan con mayor incidencia en zonas donde las redes de alcantarillado están ubicadas en zonas verdes con árboles. Las raíces penetran por las juntas o roturas de las tuberías y pueden llegar a causar

obstrucciones completas. Estas obstrucciones pueden removerse con equipos corta raíces y también con la aplicación de sulfato de cobre.

d) Arenas y piedras

Estos materiales penetran con mayor incidencia en las calles con superficies en tierra o lastre, donde por causa de tuberías rotas o pozos sin tapa éstas penetran al alcantarillado sanitario. También se forma arena y sedimento en tramos con muy poca pendiente debido a la descomposición que sufre la materia orgánica. Es necesario detectar los tramos con mayor incidencia de obstrucción por arenas a fin de limpiarlos periódicamente. Estos materiales tienen que ser necesariamente extraídos, por que el solo lavado, traslada y concentra el problema en otro sitio.

### **Pérdida de capacidad**

Generalmente se produce por la formación de una capa de sedimentos en la tubería que se da con mayor incidencia en aquellos tramos de baja pendiente o en tramos de baja velocidad del flujo por un bajo caudal de aguas servidas. En muchos casos, viviendas que cuentan con la conexión domiciliaria de alcantarillado, no hacen uso del servicio por influencia de hábitos y costumbres, como consecuencia el tramo transportará un bajo caudal. Muchas veces la solución de este problema, es el rediseño y cambio total del tramo afectado.

### **Roturas**

Las roturas y fallas que se presentan en las redes de alcantarillado frecuentemente pueden ser resultado de algunas de las siguientes causas:

a) Soporte inapropiado del tubo

Cuando las tuberías del alcantarillado se colocan en una zanja de fondo rocoso, o con piedras en el fondo, con toda seguridad la tubería fallará por falta de uniformidad en la cama de apoyo. Contrariamente, si las mismas tuberías se colocan sobre una cama de apoyo correctamente construida, la capacidad de la tubería para soportar cargas se incrementará.

El personal de operación y mantenimiento debe tener un conocimiento claro de estos aspectos a fin de que al realizar las reparaciones de las tuberías se cimienten apropiadamente.

b) Fallas debidas a cargas vivas

Las tuberías colocadas con un inapropiado recubrimiento, con frecuencia tienen grandes probabilidades de colapsar debido a la sobrecarga a la que está sometida, sobre todo si está ubicada en una zona de tráfico pesado. En este caso, el personal de operación y mantenimiento, cuando realice la reparación de la tubería afectada, deberá darle protección adecuada, envolviéndola completamente en concreto para evitar que colapsen nuevamente.

c) Movimiento del suelo

Se presenta durante un sismo e implica la reconstrucción total del tramo fallado.

La reposición de las tuberías rígidas por tuberías flexibles con uniones también flexibles soluciona el problema en muchos casos.

d) Daños causados por otras instituciones

Cuando se reparan calles o se colocan líneas de electricidad, es muy frecuente que se dañen las tuberías de alcantarillado. El personal de operación y mantenimiento

debe prever esta situación, indicando la ubicación y profundidad de las mismas a fin de evitar derramamientos de aguas negras.

e) Raíces

Cuando el problema de raíces se acentúa, éstas llegan a fracturar las tuberías por lo que es necesario cambiar los tramos afectados.

### **Vandalismo**

Los problemas asociados con el vandalismo son bien conocidos. La sustracción de tapas de hierro fundido dejan los pozos de inspección al descubierto causando problemas de obstrucción de los colectores. Este problema se acentúa en red de alcantarillado a campo traviesa o ubicada en las márgenes de los ríos, quebradas y acequias.

El personal de operación y mantenimiento deberá sellar las tapas con asfalto y arena o concreto si es necesario, a fin de evitar estos problemas. Además, deberá realizar un recorrido periódico y frecuente de estas líneas para la reparación de los daños con la premura del caso evitando daños mayores.

### **Conexiones cruzadas con pluviales**

Con frecuencia ocurren las conexiones clandestinas de aguas pluviales, haciendo el rebose del alcantarillado sanitario durante las lluvias. Esto representa un peligro inminente para la salud y la propiedad. El personal operativo deberá ubicar estas conexiones evaluando las redes de alcantarillado y las aguas arriba del lugar de ocurrencia de los reboses.

#### **7.7.2.5. Operación de las redes de alcantarillado**

La Municipalidad u organización operadora deberá ser responsable de la operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema de alcantarillado para asegurar un alto grado de confiabilidad.

Las labores de operación del sistema comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificando que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

El responsable de la operación del sistema (representante de la entidad administrativa), deberá realizar una inspección cuantitativa y cualitativa de las obras terminadas. La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas en el proyecto con las dimensiones reales obtenidas (dimensión longitudinal y transversal del alcantarillado, número y ubicación de las estructuras, etc.). La inspección cualitativa incluye la inspección de las pendientes, del enlucido, del aislamiento, etc., comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes.

#### **Puesta en marcha**

Antes de poner en funcionamiento las redes de alcantarillado éstas deberán ser limpiadas, eliminando los desperdicios y los residuos de concreto y yeso. Las alcantarillas inaccesibles se inspeccionan utilizando linternas y espejos.

Se deberá inspeccionar los pozos y cámaras y dispositivos simplificados de inspección, para asegurar el libre paso de la totalidad de la sección.

## **Inspección**

La finalidad de la inspección de las redes de alcantarillado es el de tener conocimiento del estado de conservación, a través del tiempo, de los diversos componentes que conforman las redes y en especial las tuberías de drenaje.

La inspección rutinaria debe dirigirse a los colectores colocados cruzando el campo o localizados en las márgenes de los ríos, quebradas y acequias y a las líneas de alcantarillado con mayor incidencia de problemas. La inspección ayudará a conocer lo siguiente:

- La vejez o antigüedad de la tubería.
- El grado de corrosión interna o externa.
- La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales.
- La penetración de raíces en la tubería.
- La limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.
- Existencia de tapas de pozos y estado de conservación interno del pozo.

La inspección interna de los colectores y pozos será en forma visual empleando linternas, espejos y el equipo de seguridad personal. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua. Normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana; sin embargo, en base al comportamiento local de la red podría tenerse otro horario más adecuado.

Como parte de las labores de inspección se debe verificar el estado de las tapas de los pozos y de las cajas de los registros domiciliarios (véase figura 7.6.1).



Figura 7.7.3. Verificación de cajas de los registros domiciliarios y de las tapas.

En base a la información obtenida en la inspección se programará las labores de mantenimiento de los colectores.

Se deberá tener especial cuidado al decidir que tramos se inspeccionarán, ya que resulta un desperdicio de esfuerzos y dinero el inspeccionar toda la red. Gran parte de ella no presenta problemas y no tiene sentido la inspección.

Las cuadrillas para la inspección deberán estar conformadas por lo menos por tres hombres. El responsable de la operación y mantenimiento deberá fijar una frecuencia de inspección que estará en función a las condiciones locales, disponibilidad de recursos, estado de conservación de colectores y toda la experiencia previa de inspección.

#### **7.7.2.6. Mantenimiento de las redes de alcantarillado**

En base a la información anterior, el responsable de la operación y mantenimiento deberá programar dos tipos de mantenimiento para cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado: Preventivo y Correctivo.

## **Mantenimiento preventivo**

La mayoría de las obstrucciones ocurren dentro de las casas o propiedades, en las instalaciones sanitarias, así como en las conexiones domiciliarias. Por tanto, las labores de mantenimiento preventivo comienzan en las viviendas de los usuarios.

Se debe hacer un uso apropiado del servicio de alcantarillado. Se debe seguir las siguientes recomendaciones para evitar la obstrucción de los colectores de menor tamaño (simplificados y condominiales):

- No verter a los lavaderos residuos de comida, papeles, plásticos, ni otro material que pudiera ocasionar atoros de la red.
- No arrojar al inodoro papeles, toallas higiénicas, trapos, vidrios, aguas de lavado o con contenido de grasas, ni otros objetos extraños al desagüe.
- Las viviendas que cuentan con trampas de grasas internas, deberán realizar la limpieza frecuente del recipiente de retención de grasas.

A continuación se explicará la forma como debe realizarse el mantenimiento de los componentes de los sistemas de alcantarillado.

### *Limpieza de la trampa de grasas.*

Retire la tapa de la trampa de grasas poniéndola a un costado con cuidado para no romperla.

- Retire las grasas sobrenadantes de la trampa de grasas con un recipiente pequeño (una vez a la semana).
- Con una escobilla pequeña retire las grasas que se encuentren en las paredes y en la tubería de entrada y salida de la trampa de grasas.



- Obstruya la salida de agua de la trampa de grasas con una esponja y retire el agua vertiéndola por la parte superior de la “T” de salida (véase figura 7.6.2).
- Retire los residuos que se hayan asentado en el fondo de la trampa de grasas y arrójelos a la bolsa de basura. Limpie con agua y esponja y vuelva a colocar la tapa.



Figura. 7.7.4. Retiro de la trampa de grasas de la cocina para la limpieza.

#### *Limpieza de los colectores*

- a) Se deberá identificar, en función a la antigüedad de la tubería y la pendiente de la misma, los tramos de la red críticos, que merece mantenimiento más frecuente, y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciados.
- b) La frecuencia de mantenimiento para los tramos críticos será de seis meses y para los no críticos un año.

- c) Se deberá realizar la limpieza de los tramos iniciales de los colectores con abundante chorros de agua (véase figura 7.6.3).



Figura 7.7.5. Limpieza de los tramos iniciales de los colectores.

- d) Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero de  $3/8"$  a  $1/2"$  de diámetro y de 1,0 m. de longitud. También pueden emplearse cables de acero de 12 mm. de longitud variable. En ambos casos se pueden adaptar ciertos dispositivos como cortadores de raíces y cortadores expandibles con cuchillas adaptables al diámetro de la tubería (véase figura 7.7.6).
- e) Se deberán abrir las tapas de los pozos aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas (véase figura 7.7.7).
- f) Cuando sea necesario, se deberá ocasionar el represamiento del flujo en una cámara de inspección, cerrando con compuertas manejadas a mano, el arranque de la tubería. Al levantarse dicha compuerta, el agua represada ingresa violentamente a través de la tubería arrastrando los depósitos aguas abajo. Esta práctica da muy buenos resultados en tuberías de diámetro de 150 a 200 mm.

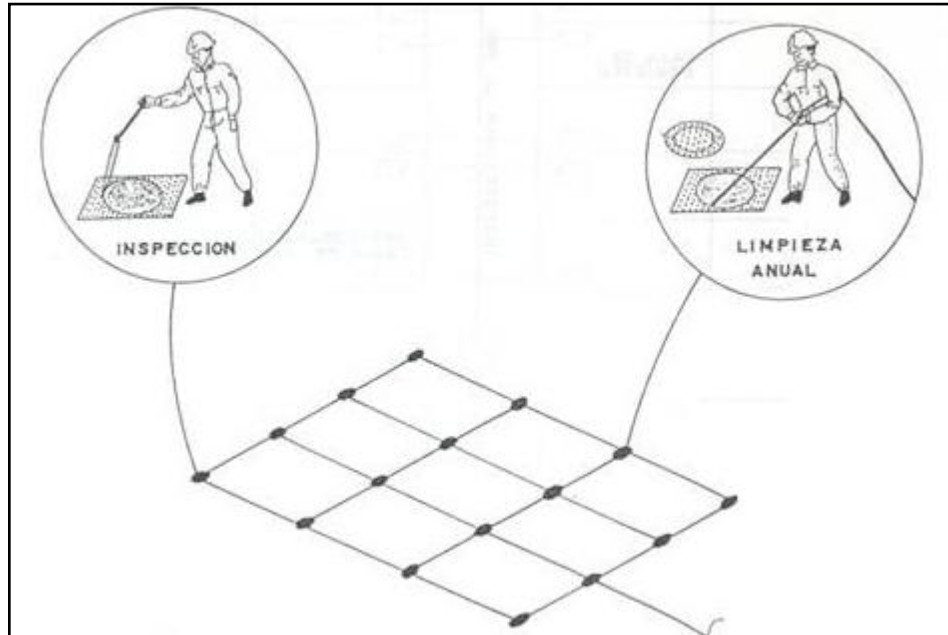


Figura 7.7.6. Limpieza manual de las alcantarillas.

Esperar 15 minutos por lo menos para ventilar la cámara.

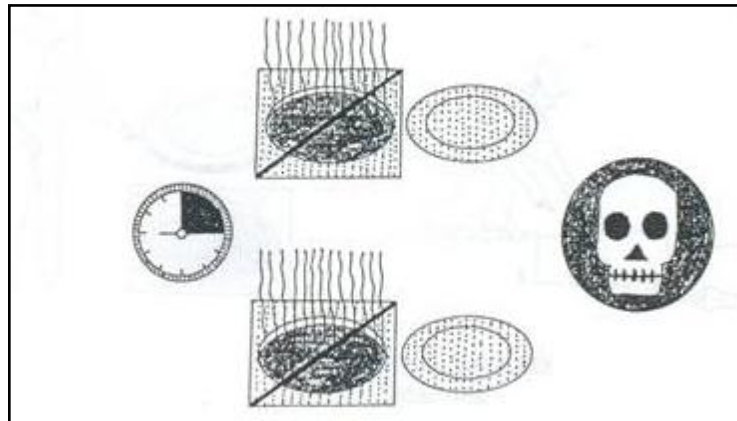


Figura 7.7.7. Ventilación de los gases venenosos.

#### **7.7.2.7. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo es el conjunto de trabajos necesarios a ejecutar para corregir algún problema que se presente durante el funcionamiento de los colectores.

El planteamiento de las principales actividades de mantenimiento correctivo, así como los materiales, accesorios y procedimientos que se mencionan en el presente manual sólo son de carácter de recomendación.

El mantenimiento correctivo comprende la intervención de los colectores en los siguientes casos:

- Atoros.
- Pique y desatoros.
- Rehabilitación de colectores.
- Construcción y reconstrucción de pozos.
- Cambio y reposición de tapa de pozos.

#### *Atoros*

Se produce cuando un tramo de tubería es obstruido por algún objeto o acumulación de sólidos que impiden en forma total o parcial el flujo normal de los desagües, y consecuentemente el represamiento de los desagües. Estas obstrucciones se deben generalmente al arrojado de materiales por la boca de los pozos al encontrarse sin tapa o la tapa deteriorada (rota) o la sedimentación de materiales por la poca velocidad de arrastre existente (véase figura 7.7.8).

El mantenimiento correctivo comprende la eliminación de estos obstáculos o elementos extraños de los colectores, mediante el empleo de varillas de desatoros y a través de las bocas de inspección de los pozos. Se utilizará también agua a presión.

El procedimiento para el desarrollo de esta actividad se describe a continuación:

- Procedimiento para el desatoro de tuberías
  - Ubicación del tramo de la tubería a ser desatorada.
  - Traslado de personal, equipo y herramienta a la zona de trabajo.
  - Señalización zona de trabajo.
  - Introducción de agua a presión.
  - Introducción de accesorios metálicos a la tubería, como varillas o toma sondas.
  - Si no se resolvió el problema efectuar las siguientes actividades:
- Determinar la longitud a partir del pozo, donde se estima se ubique la obstrucción de algún objeto.
- Excavar hasta encontrar la tubería donde se efectuó el atoro.
- Cortar la clave de la tubería en forma rectangular, para extraer el objeto obstruido.

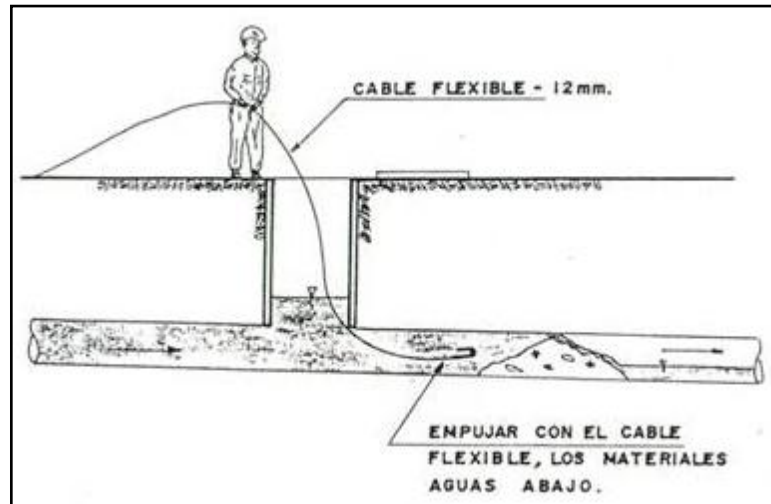


Figura 7.7.8. Atoros en una alcantarilla.

- Desatoros de ramales condominiales

Los trabajos de mantenimiento correctivo en ramales pueden ser de responsabilidad directa de los vecinos o alguna organización administradora, según lo acordado en la etapa de implantación del sistema:

Algunos de los materiales y equipamientos requeridos para su ejecución se detallan a continuación:

- Politubo de  $\text{Ø } \frac{3}{4}$  " L= 25 m.
- Waype = 2 Kgr.
- Alambre de amarre = 1 Kgr.
- Dos espejos pequeños
- Escoba pequeña
- Baldes de agua

Detectada la obstrucción del ramal condominial, el procedimiento para su desobstrucción será:

- a) En un extremo del politubo sujetar muy bien el huayper con la ayuda del alambre y tener mucho cuidado para evitar que esto se desprenda en el interior de la tubería.
- b) Introducir este extremo en el tramo obstruido; ejecutar movimientos repetitivos de empuje hacia el elemento obstructor, hasta lograr que esta pase al otro extremo de la cámara del ramal.
- c) Luego de extraído el elemento obstructor, circular abundante agua por la tubería, observando que no exista ningún punto de acumulación de líquido, de lo contrario regresar al paso b).
- d) Observar el interior de la tubería por medio de la prueba de espejos, asegurándose
- e) que la tubería esté nuevamente habilitada para el funcionamiento.
- f) Los pozos de inspección deben ser bien cerradas para evitar el ingreso de elementos ajenos al alcantarillado.

#### *Piques y desatoros*

Cuando ya no es posible solucionar el problema de atoro a través de las bocas de inspección con las varillas de desatoro, y se verifique que existe un colapso de la tubería y/o obstrucción de la misma por un material difícil de remover (que ha sido ubicado con las varillas), se procede a realizar una excavación denominada "PIQUE" en una longitud aproximada de 12 m aguas abajo del atoro, según la profundidad del colector y el material del terreno que se encuentre.

Descubierta la tubería, se procede a realizar dos orificios, el primero en la zona afectada para extraer los materiales acumulados, y el segundo a 2,50 m

aproximadamente del primero, el cual servirá para evacuar el desagüe represado. En todo momento se debe evitar que la zanja se inunde y se deba utilizar e introducir varillas más gruesas (de ½" a ¾") a partir del primer orificio realizado el desatoro respectivo en forma manual haciendo uso de lampones (mini lampas).

Luego de efectuada la limpieza, se deberá realizar la evaluación del estado del colector, a fin de determinar la necesidad de su rehabilitación (cambio y/o reforzamiento). A continuación, y si se verifica que la tubería se encuentra en buenas condiciones, se procede a repararla, sellando primeramente las aberturas colocando tuberías de PVC (media luna), vaciando a continuación un dado de concreto con una resistencia de 140 Kg/cm<sup>2</sup> relleno y compactando la zanja excavada y finalmente reponiendo el pavimento afectado (si lo hubiera). Si la tubería estuviera en malas condiciones, se procederá a rehabilitarla.

#### *Rehabilitación de colectores*

La rehabilitación de los colectores consiste en el reemplazo, reubicación y/o reforzamiento de la tubería en todo el tramo afectado. Para el caso del reforzamiento de la tubería en todo el tramo se siguen los siguientes pasos:

Se realizará la excavación hasta descubrir la tubería, dejando refinado la zanja. Se colocará el entibado y/o tablestacado de acuerdo a las características del terreno.

- El reforzamiento de la tubería se llevará a cabo utilizando Concreto ( $f_c = 140$  Kg/cm<sup>2</sup>), siendo necesario colocar un encofrado de madera o metálico que



coincida con la campana de la tubería. Este refuerzo de concreto generalmente tiene un espesor de 7,5 cm.

- En algunas oportunidades la tubería presenta grietas en su parte superior, cubriéndolo con tubería de PVC (media luna) y vaciando luego con concreto.
- Los siguientes pasos son los mismos que en una renovación de colectores, se rellena y compacta para luego reponer el pavimento según sea el caso.
- Concluido los trabajos se procede a realizar una limpieza general de las zonas afectadas.

A continuación, se describen los principales pasos para el reemplazo de colectores:

#### Procedimiento para reemplazo de colectores

- Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.
- Desvío de las aguas servidas (si fuera necesario, el agua residual deberá bombearse aguas abajo).
- Taponado del colector, en el pozo aguas arriba.
- Rotura de pavimento si lo hubiere.
- Excavación de zanja.
- Retiro de la tubería deteriorada.
- Refine y nivelación de fondo de la zanja.
- Colocación de puntos de nivel, con equipo topográfico, respetando la pendiente de diseño.
- Preparación de la cama de apoyo con arena compactada.

- Instalación de la tubería con elementos de unión, debidamente alineada tanto en la parte superior y al costado de la tubería.
- Destaponado del colector.
- Prueba Hidráulica.
- Relleno y compactación de zanja.
- Reposición de pavimento si lo hubiera.
- Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo.

#### *Construcción y reconstrucción de pozos*

Esta actividad se realizará cuando se detecten deterioros o averías en algunas partes constitutivas de los pozos y que pueden originar filtraciones o representar algún peligro para el tránsito y los transeúntes. Esta actividad podrá ser:

- Reconstrucción del pavimento.
- Reconstrucción de media caña.
- Reconstrucción de cuerpo de pozo.
- Reposición de techo de pozo.

A continuación, se describen los principales pasos para el mantenimiento correctivo de cuerpo y fondo de pozos.

#### Mantenimiento correctivo de cuerpo y fondo de pozo

- Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.
- Abrir las tapas de los pozos aguas arriba y aguas abajo del pozo afectado por lo menos 15 minutos antes de ingresar a realizar los trabajos.
- Taponado de llegadas de tuberías al pozo.

- Desvío de las aguas servidas (si fuese necesario, el agua residual deberá bombearse aguas abajo).
- Limpieza del fondo del pozo.

De acuerdo al estado del pozo, se efectuará una o varias de las siguientes actividades:

- Reconstrucción de Pavimento con mortero 1:2 y/o.
- Reconstrucción de media caña con mortero 1:2 y/o.
- Reconstrucción de cuerpo de pozo: (1) Mediante la demolición del cuerpo del pozo deteriorado. (2) Encofrado del cuerpo del pozo. (3) Reconstrucción del cuerpo del pozo con concreto ( $f'c= 175\text{kg/lcm}^2$ ). (4) desencofrado.
  - Después del fraguado, destaponado del colector.
  - Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo

#### *Cambio y reposición de tapa de pozos*

Los cambios y/o reposición de marcos y tapas para pozos generalmente se realizan por los siguientes motivos:

- Por deterioro debido al tiempo transcurrido.
- Por sustracción por terceras personas.
- Por el peso que debe soportar

En todos los casos deben ser cambiados todos los marcos para evitar riesgo que después pueden traer consecuencias que lamentar. A continuación, se describen los principales pasos para el mantenimiento correctivo de marcos y tapas de pozos

(Véase figura 7.6.7).

- Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.
- Rotura de pavimento, si lo hubiere.
- Si el marco y/o tapa y/o techo del pozo se encuentran en mal estado, efectuar una o todas de las siguientes actividades:
- Cambio de marco y tapa para pozo mediante: retiro del marco y/o tapa deteriorados y/o instalación de marco de fierro fundido con concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y/o colocación de tapa de concreto.
- Reposición de techo de pozo mediante: rotura del techo de pozo deteriorado y/o instalación de techo de pozo prefabricado y/o instalación de marco de hierro fundido.
- Reposición del pavimento si lo hubiere.
- Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo.
- Otras actividades.

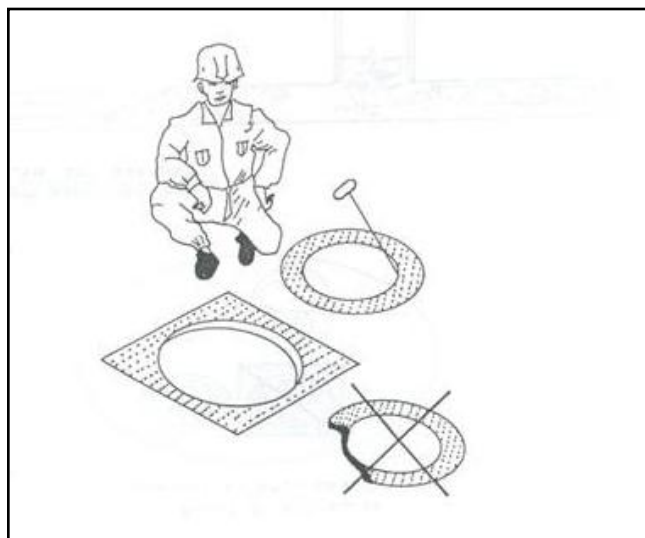


Figura 7.7.9. Mantenimiento correctivo de marcos y tapas de pozos.

### 7.7.3 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO.<sup>2</sup>

#### 7.7.3.1 Elementos Para El Tratamiento Preliminar

##### Rejillas

**Mantenimiento:** Este consiste principalmente en la limpieza y recolección de las basuras que se detienen en las rejillas, además de la disposición de estos desechos. Las actividades a realizar son las siguientes:

- **Diariamente:**

Limpiarlas por lo menos dos veces al día con un rastrillo metálico especial, por la mañana y por la tarde, la forma más recomendada de hacerlo es comenzar a limpiar desde el fondo hacia arriba y dejar escurrir estos desechos en la placa perforada.

Después de escurridos los desechos retirarlos y limpiar la placa perforada con una escoba plástica para evitar que queden restos que puedan dar origen a malos olores.

Colocar los sólidos escurridos en un depósito de basura o en un contenedor, y luego cubrirlos con cal para evitar malos olores y la proliferación de insectos.

También deben eliminarse los depósitos de arena u otros desechos que se depositan aguas arriba de las rejillas que pueden provocar reflujos o impedir el paso del agua. La arena puede ser barrida dejándola correr junto con el agua hacia los desarenadores, los desechos deben ser retirados con un rastrillo y ser depositados junto con los demás.

Después de efectuada la limpieza, lavar las rejillas, placa perforada y las paredes con agua a presión, para evitar los malos olores y la proliferación de insectos y roedores.

- **Una vez al año:**

Se deben revisar las rejillas y compuertas, si presentan corrosión, lijarlas y pintarlas; también deben revisarse la placa perforada, paredes y fondo del canal y en caso de encontrar muestras de deterioro, estos deben repararse siempre que sea posible. De esta manera se asegura que las estructuras duren más.

- **Importante:**

Recordar que en período de lluvia, la limpieza de la rejilla debe realizarse después de una tormenta, pues puede obstruirse. Los desechos recolectados en los depósitos de basura deben ser enterrados.

### **Desarenadores**

**Mantenimiento:** La limpieza de los desarenadores consiste básicamente en retirar las arenas que se sedimentan en su fondo y limpiar las paredes y compuertas.

Entre las actividades que deben realizarse están:

- **Diariamente:**

Los desarenadores deben limpiarse por lo menos una vez, de preferencia por la mañana. Las arenas deben retirarse con una pala, colocándolas en un depósito para luego trasladarlas a los patios de secado para su escurrimiento.

Los canales se alternarán diariamente, es decir, que mientras uno está en operación el otro se debe secar y limpiar, quedando libre de sedimentos o agua estancada.

- En caso de lluvias muy fuertes deben operarse los dos canales al mismo tiempo, cuando realice la limpieza de los desarenadores, en estas condiciones se debe limpiar comenzando del extremo final del canal, en el sentido contrario del flujo y utilizando una pala con perforaciones laterales que permita el drenado de arena.

- **Semanalmente:**

Recuerde lavar paredes y pisos con una escoba o cepillo plástico y así evitará que proliferen insectos y malos olores debido a los sedimentos que queden sobre éstos.

- **Mensualmente:**

Deben engrasarse los tornillos y aquellas partes que sirven para la abertura y cierre de las compuertas.

- **Anualmente:**

Se deberán revisar los canales desarenadores, si se encuentran daños repararlos, así como también las placas que trabajan como compuertas con el fin de que no se oxiden o se deformen, si se encuentran puntos de corrosión, deben lijarse y pintarse.

- **Disposición de desechos:**

Las arenas pueden ser depositadas en los lechos de secado para su escurrimiento, después deben enterrarse con los otros desechos.

## **Medidores de Caudal**

**Mantenimiento:** Este consiste en el aforo o medición diaria del caudal, la limpieza de las paredes y pisos del elemento. Las actividades a realizar serán las siguientes:

- **Diariamente:**

Se debe realizar dos mediciones del caudal instantáneo entrante, esto se hará una vez por la mañana y otra por la tarde.

- **Semanalmente:**

Recuerde limpiar las paredes, piso y cinta de medición para evitar la acumulación de sedimentos y residuos así como también la proliferación de insectos en estas, para esta actividad se podrá utilizar una escoba o un cepillo plástico de mango largo.

- **Anualmente:**

Revisar el dispositivo en general por si presenta deterioro, y así poder tomar las medidas correctivas adecuadas.

En caso que las paredes interiores de los canales desarenadores y del medidor se encuentren agrietadas o se desmoronen se podrán repellar con una mezcla fina de mortero, teniendo cuidado en no alterar las dimensiones originales de estos, para elaborar la mezcla, la arena debe colarse por la malla 1/16" conocida comúnmente como "cedazo", y utilizar una parte de arena por dos partes de cemento.



### **7.7.3.2 Elementos para el Tratamiento Primario**

#### **Tanque sedimentador primario tipo dortmund**

**Mantenimiento:** Este consiste en la limpieza constante del elemento, se deben realizar las siguientes actividades:

- **Diariamente:**

- Retirar las natas, espumas y sólidos flotantes que se acumulan en la superficie de la pantalla deflectora con un colador de malla de alambre galvanizado.
- Las natas y demás flotantes deben retirarse para evitar el desarrollo de insectos y olores desagradables.
- Los sólidos y natas recolectados deben ser trasladados a los patios de secado para su escurrimiento.
- Limpie con una escoba plástica el canal perimetral para evitar sedimentos y que éste se vuelva resbaloso.
- Recuerde realizar la extracción de lodos dos veces, una por la mañana y otra por la tarde con un período de espaciamiento de siete horas, es decir, si se realiza la extracción a las 9:00 de la mañana la siguiente debe hacerse a las 4:00 de la tarde.
- Durante las épocas de lluvia debe retirarse el agua que se filtra a las cajas de inspección y de visita y también la que se acumula en las tapaderas de éstas.

- **Semanalmente:**

Limpiar con agua a presión la caja de inspección, distribuidora y de conexión al digester así evitará obstrucciones en estas.

- **Una vez al año:**

- Para evitar que se corroa la pasarela del tanque debe revisarse, si se encuentran puntos de corrosión lijarlos y pintarlos.
- Revisar la estructura. En caso de canales no enterrados verificar que no hallan filtraciones; si los vertederos y/o pantalla deflectora son metálicos, deben localizarse los puntos de corrosión, lijarse y pintarse. Si alguno o todos los elementos mencionados son de concreto, y presentan fisuras, grietas o desmoronamiento deben repararse aplicando una mezcla fina de mortero.
- Verificar que las tapaderas de las cajas y pozos de inspección o de visita se encuentren en buen estado, si se observan puntos de corrosión deben ser lijados y pintados.

### ***7.7.3.3 Elementos Para El Tratamiento Secundario***

#### **Filtro Percolador Biológico Aeróbico**

**Mantenimiento:** En general, este consiste en la limpieza de las canaletas de distribución y recolección, así como también de las ventanas de aireación. Las actividades a realizar se describen a continuación:

- **Diariamente:**

Al comenzar las actividades diarias recuerde limpiar las canaletas de distribución y retirar los sólidos que se encuentren en ellos, de esta manera se evitará que se obstruyan, o el flujo no se distribuya de forma uniforme.

Recuerde mantener la superficie del medio filtrante libre de hierbas o cualquier acumulación de hojas u otras basuras, ya que estas pueden causar encharcamientos, además al podrirse pueden generar olores desagradables y criadero de insectos.

Limpiar los canales de entrada y salida, barriendo con una escoba y retirando con una pala las basuras que puedan encontrarse en estos. Los desechos recolectados de la limpieza se deben depositar en los patios de secado para escurrirse antes de su disposición final.

Observar que la distribución del agua sobre la superficie del lecho filtrante sea uniforme. Los indicadores de una mala distribución son los encharcamientos y las zonas muertas, en caso de que éstos se presenten deben notificarse al supervisor.

Eliminar con un chorro de agua a presión cualquier rastro de lodo en las canaletas de salida y en las aperturas de aireación.

- **Anualmente:**

Revisar la estructura para localizar posibles puntos de corrosión en los vertederos metálicos, de ser así, proceder a aplicar pintura anticorrosiva o repararlos. En caso de vertederos construidos de concreto, debe verificarse que no hayan grietas o fisuras, y en caso de encontrarlas proceder a aplicar una mezcla fina de mortero.

### **Tanque Sedimentador Secundario Tipo Dortmund**

La función de estos tanques es la misma que la del sedimentador primario, con la diferencia que nos proporciona una mayor clarificación del efluente reteniendo las partículas pequeñas que aun son sedimentables o que han sido formadas en los procesos anteriores.

**Mantenimiento:** Se realizan las mismas actividades que en los tanques primarios, las principales son:

- **Diariamente:**

- Retirar las natas, espumas y sólidos flotantes de la superficie con una malla de alambre galvanizado.
- Limpie el canal perimetral con una escoba plástica para evitar sedimentos y que este se vuelva resbaloso.
- Recuerde realizar la extracción de lodos dos veces una por la mañana y otra por la tarde con un período de espaciamiento de siete horas.
- En época de lluvia retire el agua que se acumula en las tapaderas de las cajas de inspección y de visita.

- **Semanalmente:**

Limpiar con agua a presión la caja de inspección, distribuidora y de conexión al digester y así evitara obstrucciones en estas.

- **Una vez al año:**

- Lijar y pintar el puente de inspección y evitar que se corroa.
- Revisar la estructura del tanque, localizar los puntos de corrosión de los vertederos, mampara deflectora y tolva central, lijar y pintar, en caso de que éstos sean metálicos; si uno o todos los elementos son de concreto, deben revisarse con el fin de detectar fisuras o grietas las cuales deben cubrirse con una capa fina de mortero.
- Verificar que las tapaderas de las cajas y pozos de inspección o de visita fabricadas de metal no estén corroídas, en caso contrario lijarlas y pintarlas.

## **Digestor de Lodos**

**Mantenimiento:** Consiste en la limpieza de los elementos de extracción por los cuales han sido extraído los lodos después de la disposición de que estos mismos ya se encuentran estabilizados. Limpieza de los canales de entrada del digestor, limpieza de la tubería de conducción, reparación en compuertas de caja derivadoras diseñadas.

Las actividades a realizar se detallan a continuación:

- **Actividades:**

- La evacuación de lodos debe hacerse cada 36 días. La cantidad debe ser determinada por el diseñador de la planta, y deben marcarse estos niveles en el tanque, con los cuales el operador pueda guiarse.
- Antes de realizar la evacuación de lodos deben prepararse los patios de secado y verificar que todas las compuertas a utilizar funcionen, además debe revisarse que las canaletas de transporte estén limpias.
- Después de realizada la purga de lodos deben limpiarse las tuberías o canaletas utilizadas para transportar el lodo del digestor a los patios.
- La limpieza de las canaletas debe hacerse barriendo el excedente de lodo con una escoba plástica y limpiando después con un chorro de agua.
- Después de cada descarga debe revirarse que no quede lodo en la tubería de la bomba.
- Revisar que las válvulas estén funcionando adecuadamente y que éstas no tengan fugas ni signos de corrosión.

### **IMPORTANTE:**

La observación de la superficie del digestor, especialmente de la capa superior de todos, sirve para determinar el funcionamiento del digestor, así como también da una

idea de si el volumen de lodos purgados desde los sedimentadores es el adecuado. La capa de lodos demasiado delgada indica que se está bombeando demasiada agua.

- **Anualmente:**

- Debe vaciarse el digestor con el fin de limpiarlo y revisar su estructura.
- También deben revisarse las canaletas, válvulas y tuberías, además de las escaleras. Cerca de protección de tanque, barandas, etc.

### **Patios de Secado de Lodos**

**Mantenimiento:** Este consiste en la remoción del lodo seco, así como la limpieza de los patios. Entre las actividades a realizar están:

- Limpiar los patios de secado antes de ser vaciado el lodo para evitar que se mezcle el lodo viejo con el fresco, también deben removerse las plantas que proliferen en ellos.
- Los lodos descargados deben esparcirse sobre los lechos de secado en capas de un espesor de 25 a 30 centímetros, y en época de lluvias, no deben ser mayores de 15 centímetros; para lograr esto pueden marcarse las paredes de los patios y verificar que la capa sea uniforme.
- Aproximadamente una semana después de haber esparcido los lodos en los patios de secado, éstos deben removerse hasta formar pequeños promontorios y luego dejar que se siga secando.
- Remover los lodos de los patios aproximadamente después de tres semanas de haber formado los promontorios o cuando éstos se agrieten.

- En caso que se observen encharcamientos en los patios de secado debe revisarse el lecho de arena, pues puede estar obstruido y si se encuentra muy sucia la arena debe cambiarse.

#### ***7.7.3.4 Programa de medición de parámetros de control***

El monitoreo de la calidad del agua que sale de la planta de tratamiento es importante para determinar el cumplimiento con las normas y reglamentos vigentes, para determinar la eficiencia de los procesos de tratamiento, para identificar problemas en el tratamiento y poder tomar acciones correctivas.

#### **Muestreo**

El punto del muestreo en la unidad de tratamiento deberá estar previamente definido desde el principio y debe ser aquel donde se observe una buena mezcla de las aguas residuales. Debiéndose cumplir las recomendaciones de la norma de aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor que establece los requerimientos para toma de muestras, recipientes para muestreo y preservantes de componentes en agua.

Para la toma de muestras y análisis de laboratorio, lo más práctico y confiable es contratar los servicios de un laboratorio especializado que esté autorizado por el CONACYT para la realización de este trabajo, el cual tendrá certificadas las pruebas a realizar.

Las características: temperatura, pH, sólidos sedimentables y caudal, no requieren ser practicados por un laboratorio acreditado; sin embargo, deberán estar incluidos en el informe operacional.

La frecuencia mínima de muestreo y análisis según caudal y componentes característicos, de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario, se realizará según se establece en la tabla presentada a continuación.

PARÁMETROS	CAUDAL m <sup>3</sup> / día		
	< 50	> 50	> 100
pH, sólidos sedimentables y caudal	mensual	semanal	diario
Grasa y aceites DBO <sub>5</sub> Sólidos suspendidos totales Coliformes fecales	anual trimestral anual trimestral	semestral trimestral semestral trimestral	trimestral trimestral trimestral trimestral

### Pruebas in Situ

Los parámetros que se deben medir regularmente son pH, sólidos sedimentables, caudal y temperatura.

Una prueba que se puede hacer en forma muy sencilla, en sitio, es la prueba de los conos Imhoff, con la que se cuantifica y se conoce de remoción de sólidos por sedimentación de esa agua. Para esto es necesario un cono Imhoff y su gradilla.



En lo que respecta a la toma de muestra de los sólidos sedimentables de las aguas residuales, el procedimiento es el siguiente:

- Llenar el cono Imhoff con la muestra a analizar hasta la marca de 1,000 ml.
- Colocar el cono en la gradilla, la cual deberá estar a nivel horizontal.
- Dejar 45 minutos para que se asienten los sólidos.
- Agitar para permitir que se vayan hasta el fondo los sólidos adheridos a las paredes del cono y esperar 15 minutos más.
- Anotar la lectura de los sólidos acumulados al fondo del cono.
- Después de cada procedimiento lavar el cono con agua limpia y secarlo con una franela. Para limpiarlo puede quitarse el tapón del fondo.
- No usar solventes, ni limpiadores abrasivos, puede usarse detergente suave.
- Almacenar el cono en un lugar apropiado y protegido.

### **Informes operacionales**

Los titulares deben elaborar y presentar al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales informes operacionales de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y de las condiciones de sus vertidos, que reflejen la frecuencia del muestreo.

El contenido de dichos informes operacionales periódicos deberá tener como mínimo la siguiente información:

- Registro de aforos.
- Registro de análisis de laboratorio efectuados por el titular y los efectuados por laboratorios acreditados, según la legislación pertinente.
- Registro de daños a la infraestructura, causados por situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y funcionamiento del sistema.
- Situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y el funcionamiento del sistema que originen descargas de aguas residuales con niveles de contaminantes que contravengan los límites permitidos por las normas técnicas respectivas.
- Evaluación del estado actual del sistema.
- Acciones correctivas y de control.

## 7.8 PROGRAMACION FISICA DE LOS SUBPROYECTOS

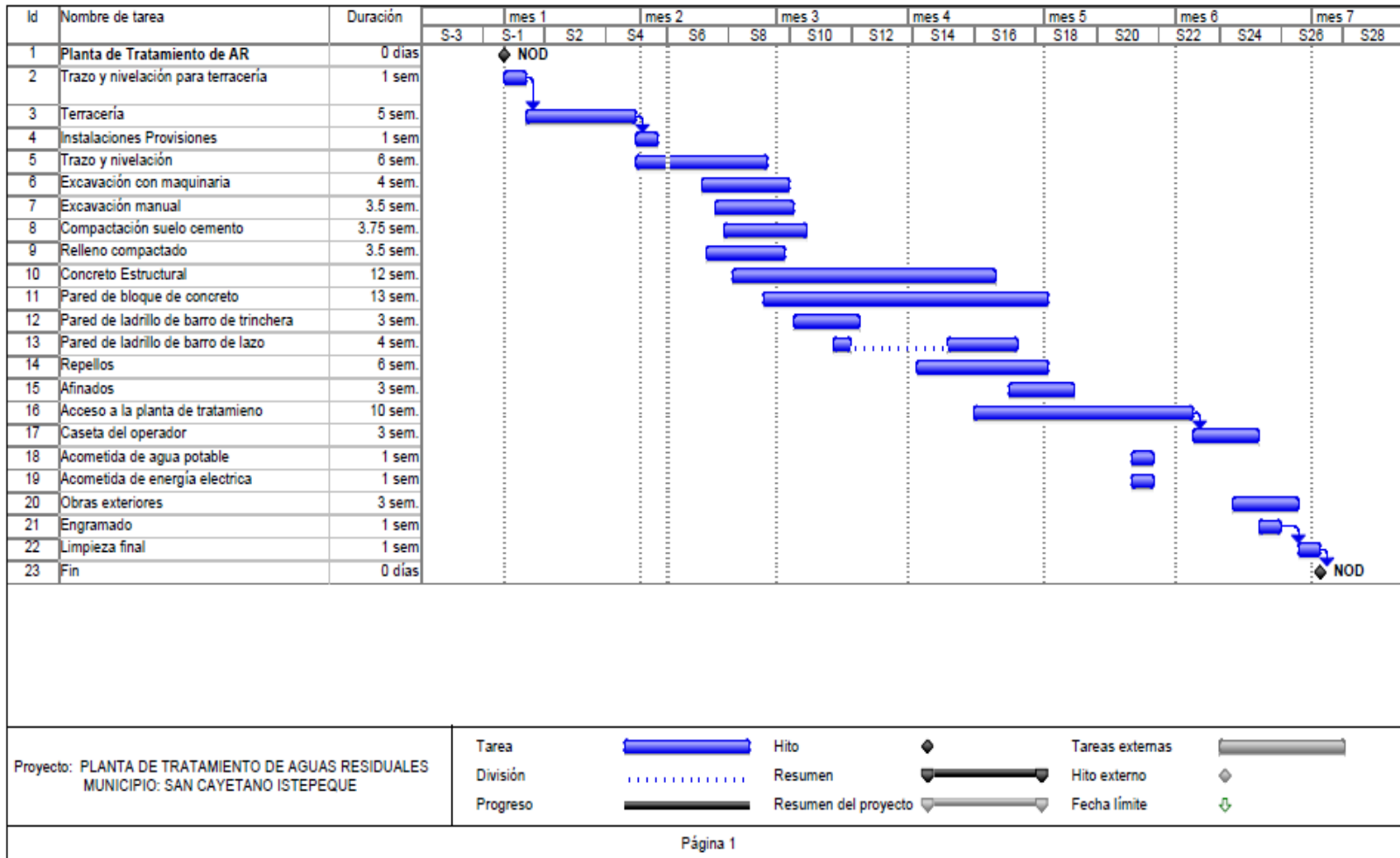


Figura 7.8.1. Programación física de la Planta de Tratamiento de las aguas residuales del municipio de San Cayetano Istepeque.

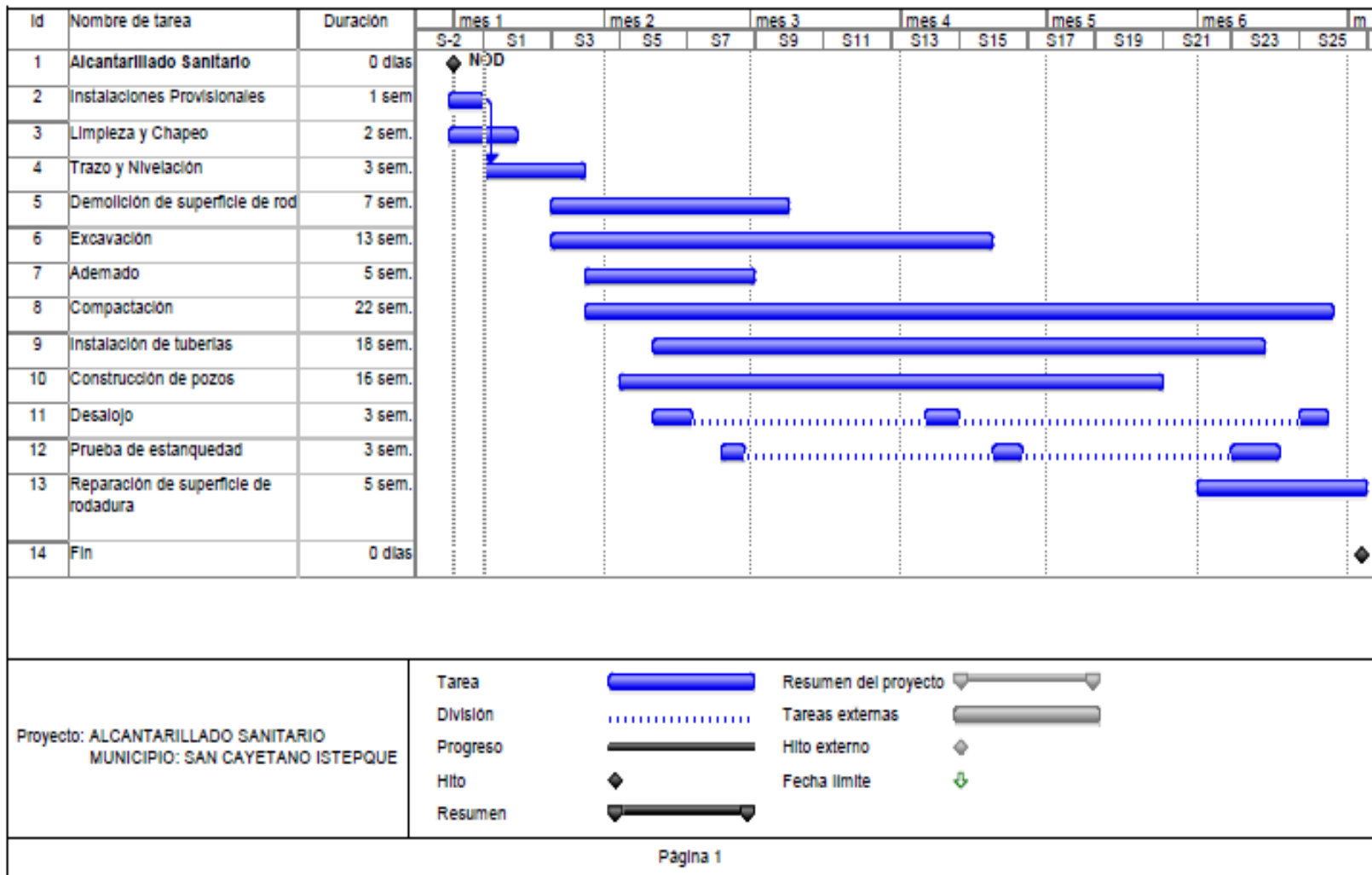


Figura 7.8.2. Programación física del Alcantarillado Sanitario para el municipio de San Cayetano Istepque.

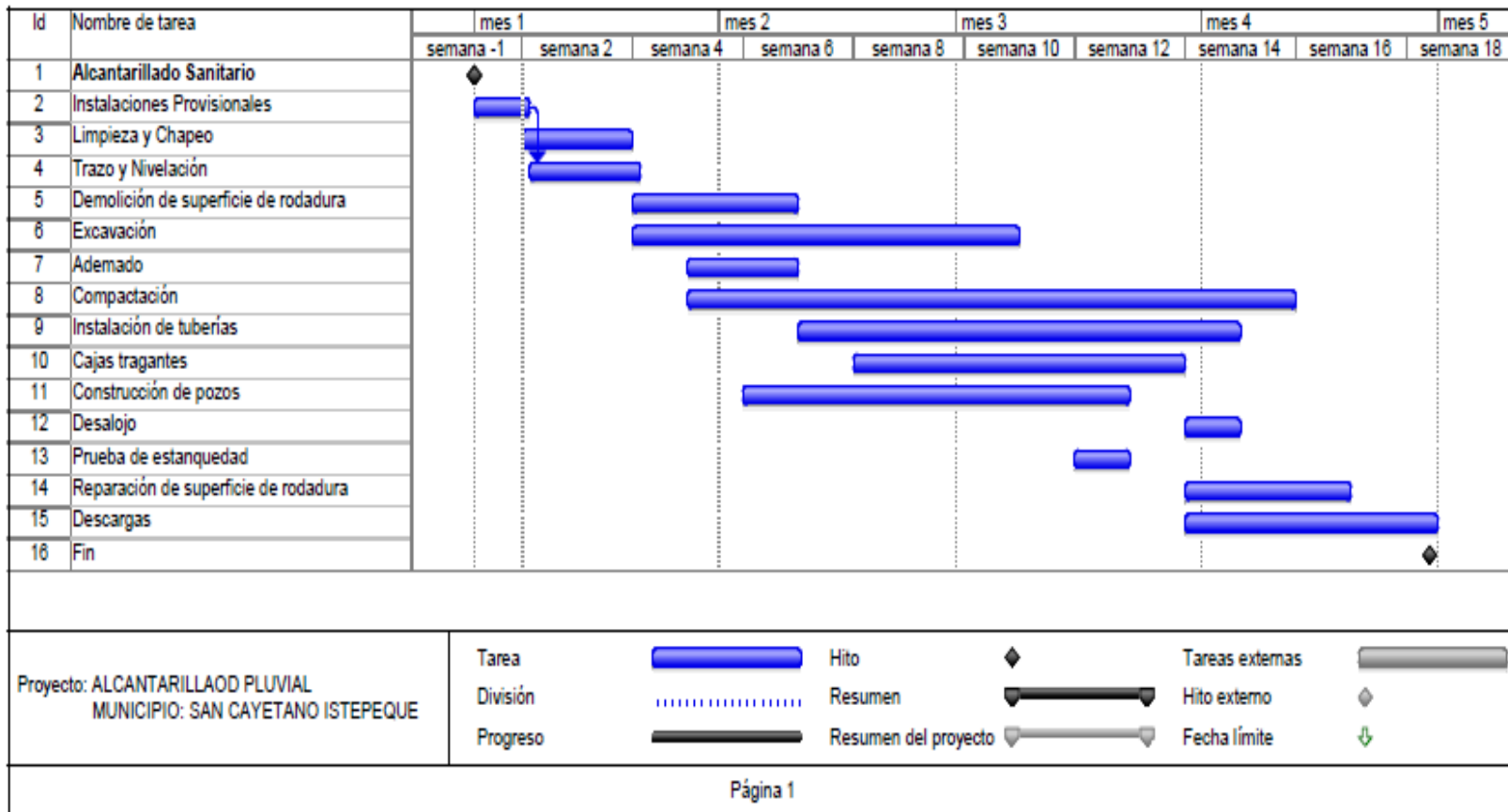


Figura 7.8.3. Programación física del Alcantarillado Pluvial para el municipio de San Cayetano Istepeque.

## 7.9 DESCRIPCION FOTOGRAFICA



Fotografía 7.9.1: 6ª Av. Sur colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.2: Pasaje 4 sobre 6a Av. sur colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.3: Formación de charco en Calle Principal de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.4: Calle Principal de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.5: 5ª Av. norte de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.6: 5ª Av. sur de colonia La Entrevista.





Fotografía 7.9.7: Caja tragante en 4ª Av. sur de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.8: Formación de charco en 4ª Av. norte de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.9: Calle Principal de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.10: 3ª Av. norte de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.11: 3ª Av. sur de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.12: 2ª Av. sur de colonia La Entrevista.



Fotografía 7.9.13: 3ª Av. norte de colonia La Entrevista.



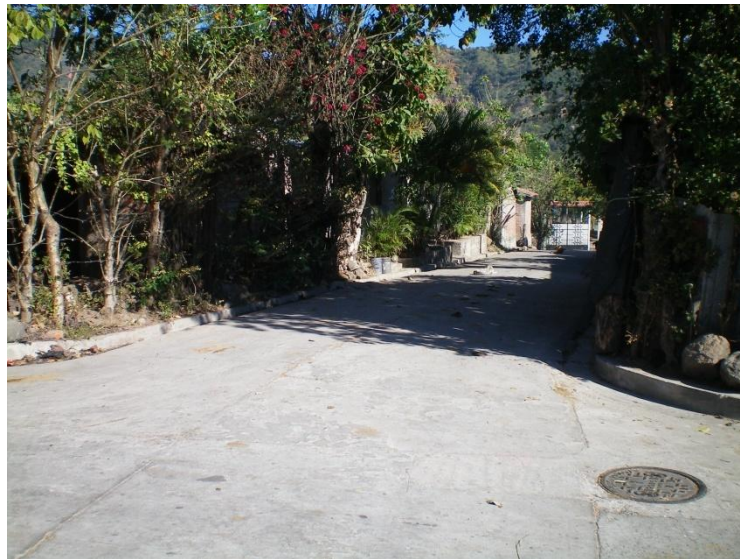
Fotografía 7.9.14: Calle de San Vicente a Tepetitán



Fotografía 7.9.15: Parque del Barrio Istepeque



Fotografía 7.9.16: Calle vieja en barrio Istepeque



Fotografía 7.9.17: Pozo de visita de agua potable en calle vieja del barrio Istepeque



Fotografía 7.9.18: Calle vieja en barrio Istepeque sobre Río Antón Flores.



Fotografía 7.9.19: Calle hacia el barrio San Cayetano antes de llegar a bóveda sobre el Río Istepeque.



Fotografía 7.9.20: Bóveda sobre Río Istepeque.



### **Referencias bibliográficas.**

1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL MEDIO RURAL. CEPIS, LIMA 2005.
2. Trabajo de graduación: “DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR CONSTRUIDAS DESDE 1990”. UES.
3. PLAN DE EMERGENCIA SANITARIO LOCAL , UNIDAD DE SALUD DE ATQUIZAYA, MSPAS, 2004

## **CAPITULO 8**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 8.1 CONCLUSIONES

- Se han diseñado tres sistemas independientes de alcantarillado pluvial, dos para la colonia La Entrevista, y uno para el barrio San Cayetano; en el barrio Istepeque no se diseñó alcantarillado pluvial pues este barrio presenta una topografía favorable para el funcionamiento del drenaje superficial existente (cordón-cunetas), y de acuerdo a entrevistas realizadas a los habitantes de este lugar este drenaje no presenta inconvenientes en época lluviosa.
- Con los sistemas de alcantarillado pluvial propuestos en cada localidad se logra solucionar los problemas de inundaciones y estancamientos causados por las aguas lluvias en su totalidad, mejorando así la comodidad de los habitantes de las zonas y logrando que las calles sean transitables y cómodas en tiempos de lluvia. Así también al reducir los estancamiento se disminuye la proliferación de vectores causantes de enfermedades como los zancudos.
- Los sistema de alcantarillado pluvial se han diseñado con sus descargas individuales y a cada descarga se le ha propuesto su respectiva obra de protección, logrando así una adecuada incorporación de las aguas lluvias a los cauces naturales y evitando con estas obras de protección posibles erosiones o alteraciones negativas en las quebradas y ríos donde se depositarán las aguas lluvias.
- Con el diseño del alcantarillado sanitario propuesto se ha logrado tener una cobertura cercana a un 95.00% de las viviendas que actualmente existen en la zona de estudio. Las viviendas que no se pueden incorporar al sistema tendrán una solución alternativa para la disposición de las aguas negras y grises (sistema de fosa séptica).

- La alternativa de tratamiento de las aguas negras y grises para las zonas de difícil acceso constan de tanque séptico, trampa de grasas y zanjas de infiltración o pozo de absorción, se construirán zanjas o pozos de absorción dependiendo las condiciones del nivel freático y la disponibilidad de espacio que haya en los terrenos.
- Con el sistema alcantarillado sanitario diseñado se evitará que los habitantes del municipio de San Cayetano Istepeque sigan descargando las aguas grises resultantes de las actividades domésticas hacia las calles y avenidas, disminuyendo considerablemente los estancamientos de estas aguas, asimismo se evitaran los malos olores y vectores causantes de enfermedades producidos por dichos estancamientos. De la misma forma el alcantarillado sanitario permitirá que las aguas grises ya no vayan a dar a los ríos o quebradas cercanas evitando su contaminación y que las aguas negras no contaminen el manto freático como actualmente ocurre en ciertas zonas de la colonia La Entrevista, donde el nivel freático es poco profundo e inunda los pozos de absorción.
- Para poder tener la mayor cobertura posible en la recolección de las aguas residuales y además para garantizar que; tanto el sistema del alcantarillado sanitario como la planta de tratamiento, funcionen por gravedad, se propuso un terreno para la planta de tratamiento que está ubicado a 166m al sureste del barrio San Cayetano con un área de 5128.68 m<sup>2</sup> (ver apartado 6.1 del capítulo 6). Además este terreno es propicio para realizar la descarga de las aguas residuales tratadas pues colinda al este con el río Antón Flores.

- Será necesario que la municipalidad gestione la compra de los terrenos propuestos tanto para el acceso de la planta de tratamiento como para la ubicación de la misma, debido a que se ha tomado en cuenta la propiedad de estos terrenos para diseñar los sistemas con la mayor cobertura posible, de no poder comprarlos habrá que rediseñar tanto el sistema de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial en el barrio San Cayetano como la distribución de los elementos en la planta de tratamiento.
- Para garantizar los menores costos de operación y mantenimiento, se diseñó una planta de tratamiento tipo convencional no mecanizado, que cuenta con un sistema de rejillas, desarenador y un canal tipo Parshall para el tratamiento preliminar; un sedimentador tipo Dortmund para el tratamiento primario, un filtro percolador y un sedimentador tipo Dortmund para el tratamiento secundario y un digestor de lodos y patio de secado como tratamiento para los lodos.
- De acuerdo al diseño propuesto se obtuvo un valor de  $DBO_5$  de 44.97 mg/l al final del tratamiento secundario con lo que se logra garantizar que el efluente de la planta de tratamiento cumpla con el límite máximo establecido por la Norma Técnica NSO - 13.49.01.09. AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR el cual es de 60 mg/l. El cumplimiento de los límites que establece la norma dependerán de que la planta reciba una adecuada operación y mantenimiento.
- De acuerdo a la calidad esperada del efluente de la planta de tratamiento, se considera que estas aguas tratadas pueden ser reutilizadas en el riego agrícola, siempre y cuando, reciba previamente una desinfección adecuada y se utilice

en cultivos que requieren un proceso industrial antes de su consumo como la caña de azúcar y cereales como el maíz, etc.

- Según el diseño propuesto, la suma de los montos de los tres sistemas de alcantarillado pluvial al momento de la elaboración del presente trabajo asciende a \$409,057.76.
- El monto final obtenido para el sistema de alcantarillado sanitario que se ha propuesto en el municipio de San Cayetano Istepeque al momento de la elaboración del presente trabajo asciende a \$576,570.96.
- El monto final obtenido para la planta de tratamiento de aguas residuales al momento de la elaboración del presente trabajo asciende a \$303,217.74.
- Los montos obtenidos para los sistemas propuestos son actuales y pueden variar con el paso del tiempo por lo que deben ser actualizados en el futuro al momento de realizar el proyecto.

## 8.2 RECOMENDACIONES

- Debido a que la magnitud del proyecto completo es grande y su costo es elevado, se recomienda que para su realización este se separe en dos etapas, una para el alcantarillado pluvial y otra para el alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento.
- Para la realización del presente proyecto se recomienda que la alcaldía de la municipalidad de San Cayetano Istepeque gestione la compra de los terrenos privados que son necesarios para la implementación de los tres sistemas (alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales). Cabe recalcar que la compra de los terrenos que están entre la ubicación de planta de tratamiento y el barrio San Cayetano servirá para el paso de la tubería de aguas residuales hacia la planta de tratamiento, para el paso del alcantarillado pluvial hacia su descarga y como acceso a la planta de tratamiento.
- Se recomienda que antes de la construcción de la planta de tratamiento se realice un estudio de impacto ambiental y se gestionen los permisos correspondientes ante las autoridades medio ambientales para determinar los posibles impactos negativos y las consecuentes medidas de mitigación.
- Para tener valores precisos de las profundidades y dimensiones de fundaciones de los elementos de la planta de tratamiento se recomienda realizar un estudio de suelos en el lugar propuesto para la construcción de la planta de tratamiento de las aguas residuales.

- Con la finalidad de dar posición al levantamiento topográfico respecto a la Red Geodésica Nacional, se recomienda a la municipalidad la obtención de la ubicación de Mojoneros Geodésicos con que cuenta la zona en estudio.
- Debido a que los costos de los materiales y de mano de obra varían con el paso del tiempo, es necesario realizar la actualización del presupuesto oficial antes de la construcción del presente proyecto para garantizar que el monto a licitar sea el más fiable posible.
- Para poder reutilizar las aguas residuales tratadas en el riego agrícola es necesario el diseño de un sistema de tratamiento complementario adecuado y además el diseño de un sistema de impulsión para las aguas residuales ya que los terrenos de uso agrícola se encuentran arriba del nivel de salida del efluente de la planta de tratamiento. Es por esto que se recomienda que otro grupo de trabajo de graduación pueda darle continuidad al presente trabajo.
- Para asegurar el funcionamiento correcto tanto del alcantarillado sanitario y pluvial como de la planta de tratamiento de las aguas residuales, se deben seguir las recomendaciones propuestas en el presente trabajo en cuanto a la operación y mantenimiento de estos sistemas. Especialmente la planta de tratamiento dependerá de las buenas prácticas de operación y mantenimiento para lograr los objetivos del diseño.



## BIBLIOGRAFIA

Presentación del Foro centroamericano y República Dominicana de agua potable y saneamiento, 2009.

Política municipal de apoyo a la microempresa de San Cayetano Istepeque, Asociación El Bálsamo, marzo de 2008.

Censo Poblacional realizado por la Unidad de Salud de San Cayetano Istepeque, diciembre de 2010.

Hidrología Aplicada. Ven Te Chow, David R. Maidment y Larry W. Mays. McGraw-Hill, 1994.

Sewage Treatment in Hot Climates. Mara, D. D., John W. Londres 1976.

Tópicos Avançados em Sistemas de Esgotos Sanitários, Mendonça, S.R. ABES, Rio de Janeiro, 1987.

Página web: <http://quimica.utn.edu.mx/contenido/temas/tema%206/tema6.html>

Norma Técnica OS.090 - "Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, 2006.

Página web de la alcaldía municipal de San Cayetano Istepeque  
<http://www.sancayetanosinsecretos.com>.

Perfil climatológico de San Cayetano Istepeque, Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), 2011.

Plan de Mitigación y Uso de Tierras en San Cayetano Istepeque; Comité de Emergencia Municipal (COEM), Comisión de Mitigación (CM). 2004.

Indicadores demográficos por departamento, Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC), 2006.

Página web: <http://www.ingenieroambiental.com>.

Obtenido de Sistema de Información Geográfica del departamento de San Vicente proporcionado por la cátedra de Topografía, Universidad de El Salvador.

Diagnóstico municipal Mercedes Umaña, Iniciativa Social para la Democracia (ISD), SalvaNATURA, 2001.

Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, MSPAS marzo de 2009.

AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR, NSO 13.49.01:09, CONACYT 2009.

TRABAJO DE GRADUACIÓN: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE ATQUIZAYA, RICARDO MENENDEZ Y OTROS, UES, 2000.

Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en Agricultura y Acuicultura. Informe de un Grupo Científico de la OMS / Organización Mundial de la Salud, Ginebra 1989.

Recomendaciones con respecto a la elección de un sistema de plantas de tratamiento de agua residual apta para las empresas en Bolivia, ANESAPA, 2007.

TRABAJO DE GRADUACION: “MANUAL PARA EL DISEÑO DE UNIDADES DE TIPO BIOLÓGICO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL SALVADOR”, CARLOS DURAN Y ELI DIAZ, UES, 2008.

Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores, CEPIS/OPS, lima 2005.

“Manual de Hidráulica” Autor: J. M. Acevedo Neto y Guillermo Acosta Alvarez. Editorial Edgard Blucher. México – Harla. Sexta Edición 1975

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL MEDIO RURAL. CEPIS, LIMA 2005.

Trabajo de graduación: “DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR CONSTRUIDAS DESDE 1990”. UES.

PLAN DE EMERGENCIA SANITARIO LOCAL , UNIDAD DE SALUD DE ATIQUIZAYA,  
MSPAS, 2004

TRABAJO DE GRADUACION: DISEÑO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES PARA  
LA CIUDAD DE SANTO TOMÁS DEL DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR,  
CARLOS ANTONIO FUNES HERNÁNDEZ Y OTROS, UNIVERSIDAD DE EL  
SALVADOR, 2005

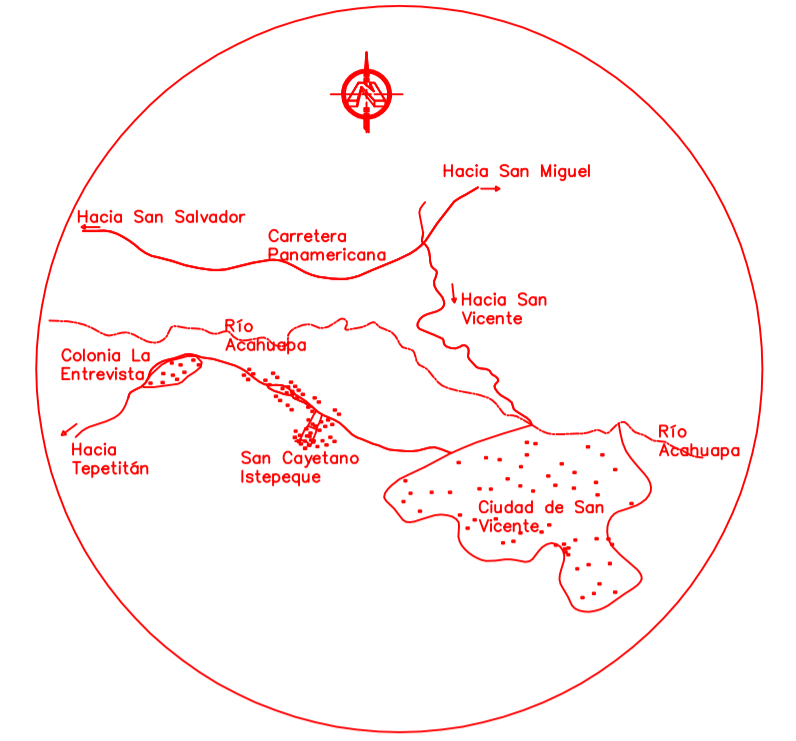
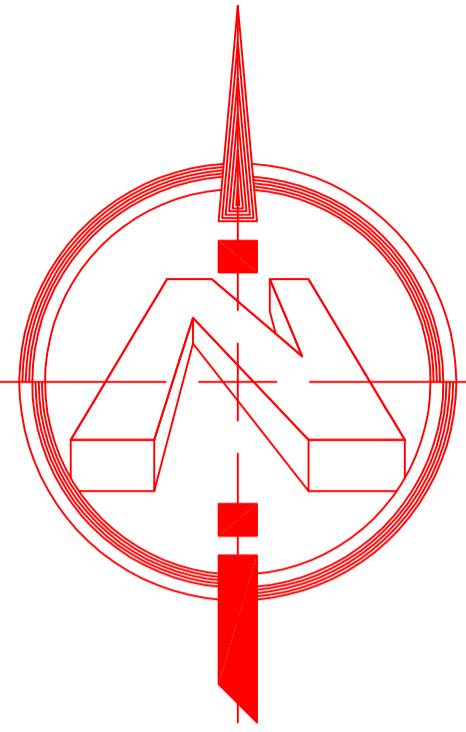
TRABAJO DE GRADUACIÓN: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO Y PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS  
RESIDUALES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE EL TRIUNFO, USULUTAN;  
EMILIO ANTONIO JOYA FUENTES Y OTROS, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, 2003

# **ANEXOS**

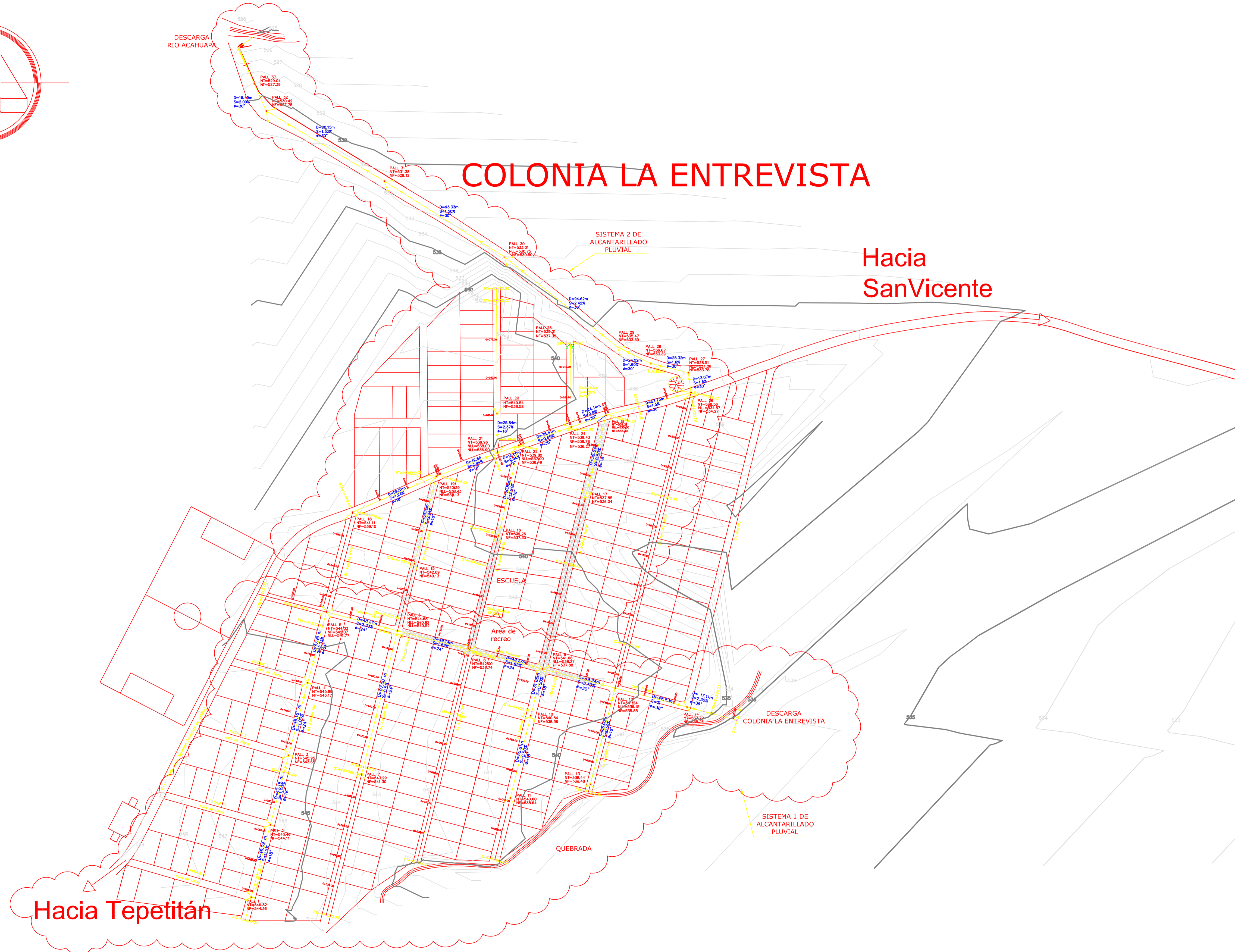
**ANEXO 1**

**PLANOS SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

**PLUVIAL**

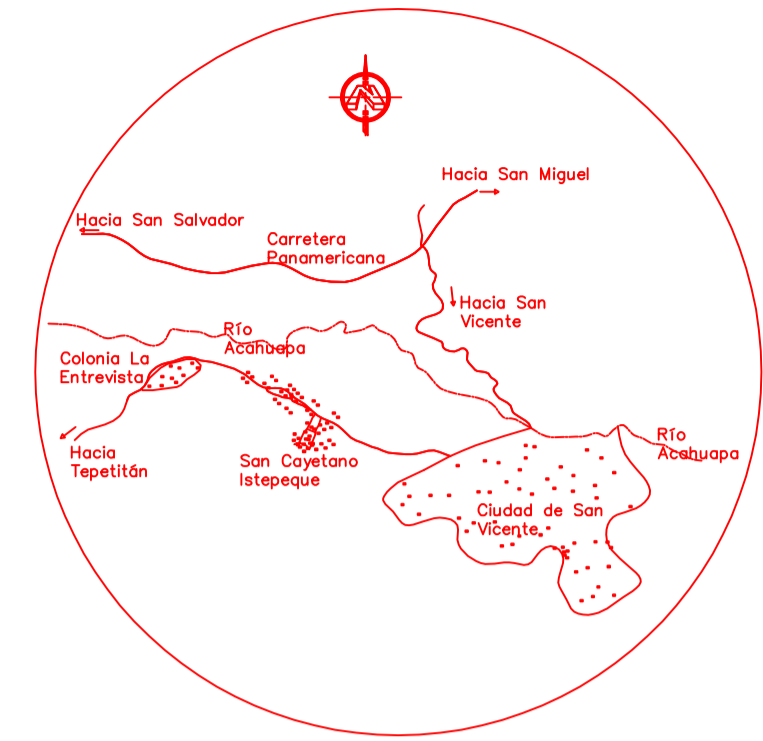
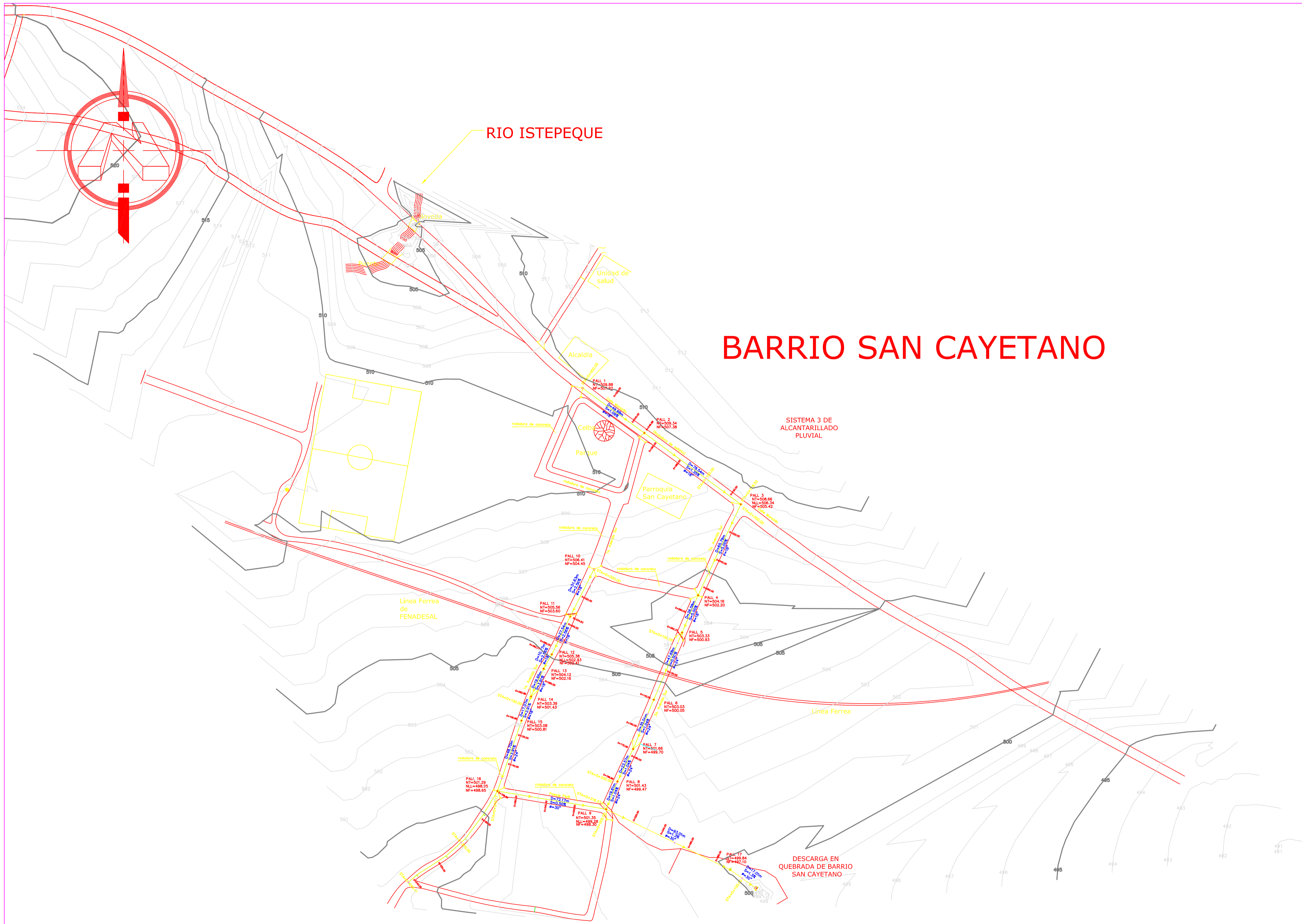


ESQUEMA DE UBICACION



# COLONIA LA ENTREVISTA

<b>PROYECTO:</b> PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE		
<b>UBICACION:</b> MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE		
<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		
<b>PRESENTA:</b> CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN		
<b>CONTENIDO:</b> PLANIMETRIA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA LA ENTREVISTA		
<b>ESCALA:</b> 1:1250	<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2011	<b>HOJA:</b> 1/17



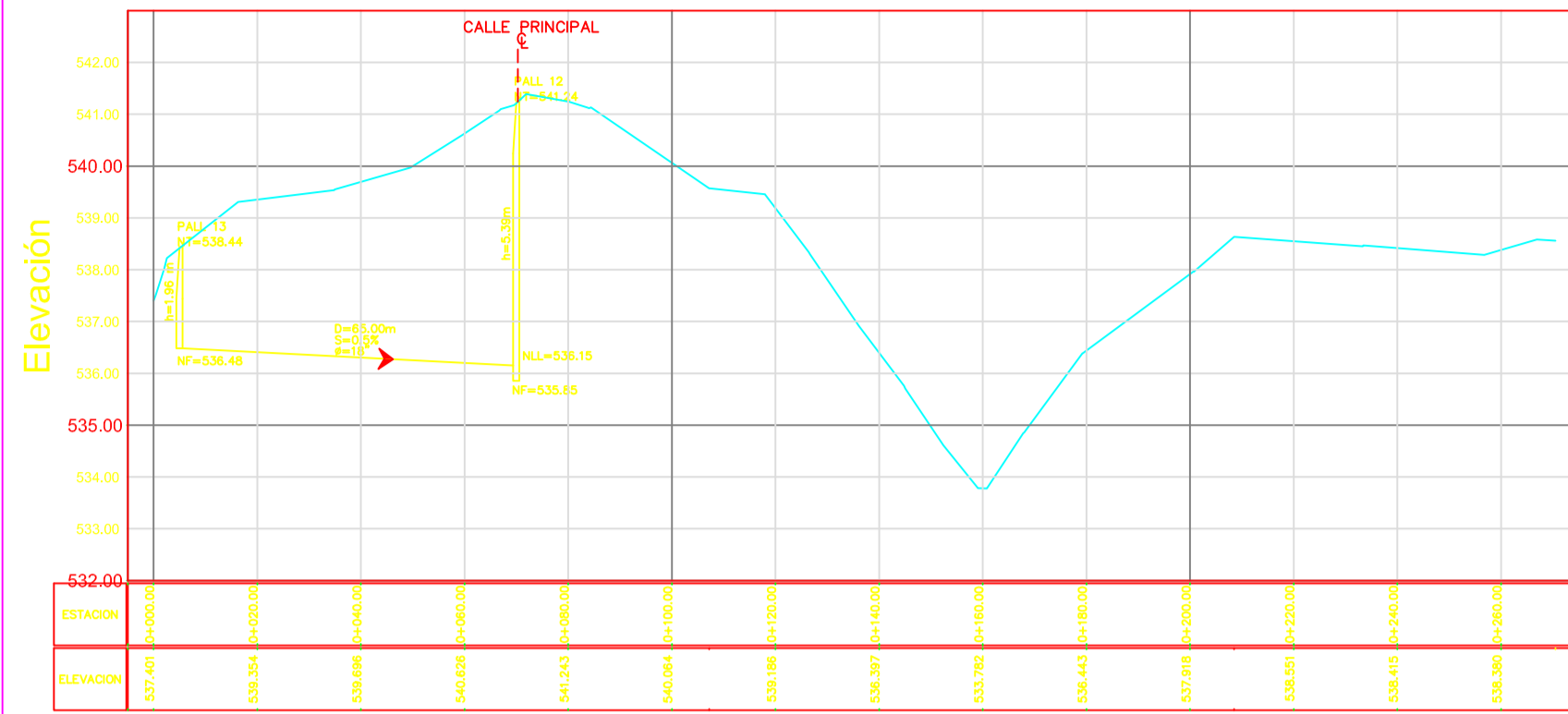
ESQUEMA DE UBICACION

# BARRIO SAN CAYETANO

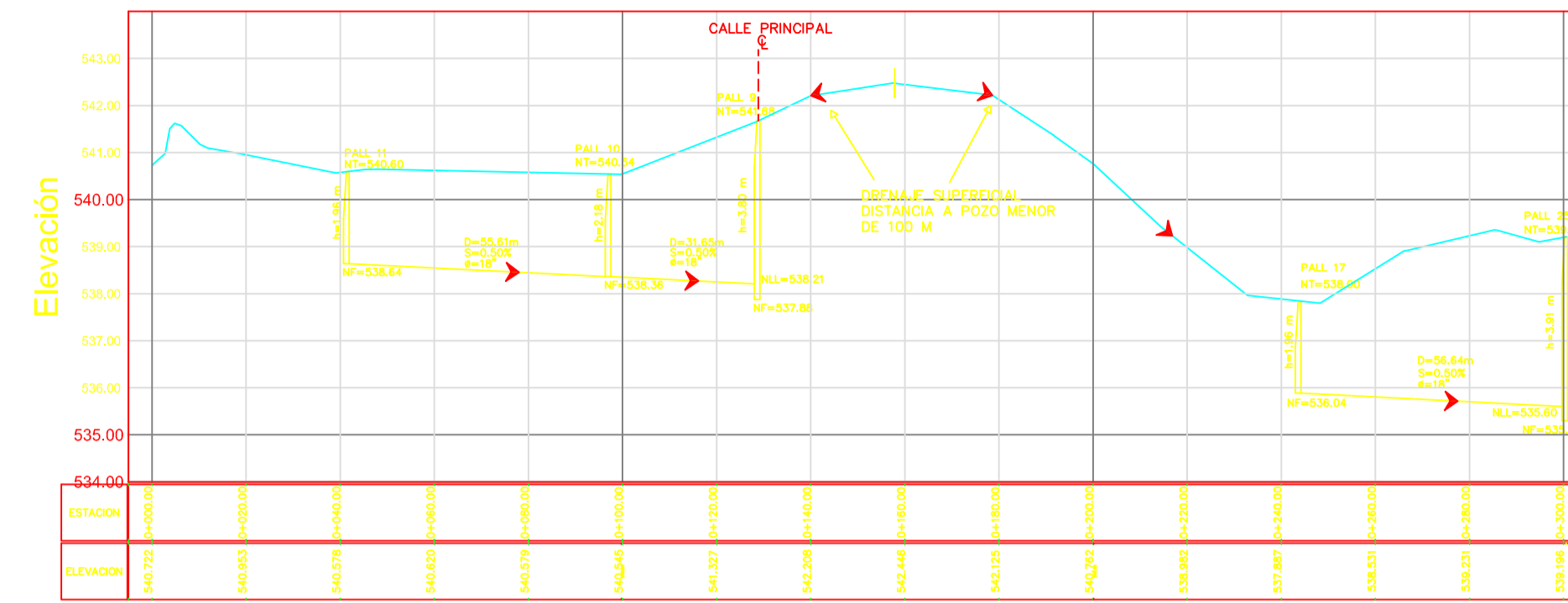
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE	
<b>UBICACION:</b>	MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE	
<b>PROPIETARIO:</b>	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
<b>PRESENTA:</b>	CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN	
<b>CONTENIDO:</b>	PLANIMETRIA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN BARRIO SAN CAYETANO	
<b>ESCALA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>HOJA:</b>
1:1250	AGOSTO DE 2011	2/17



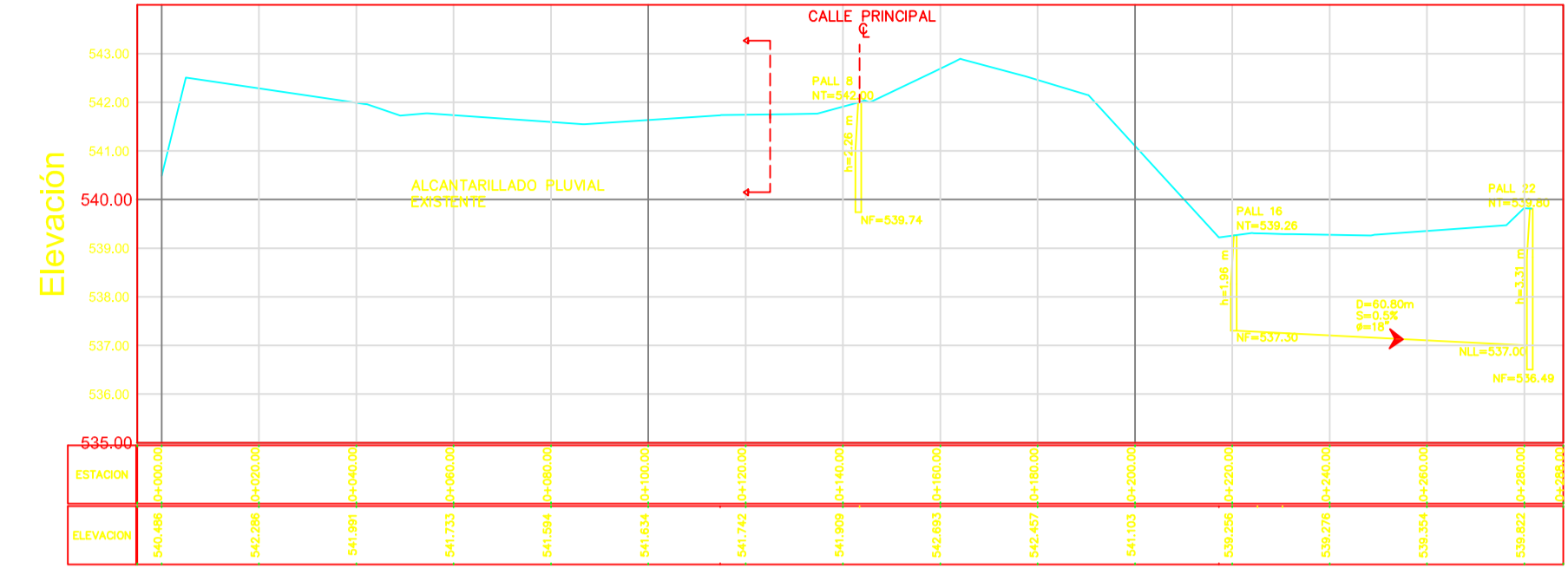
PERFIL Avenida 2  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



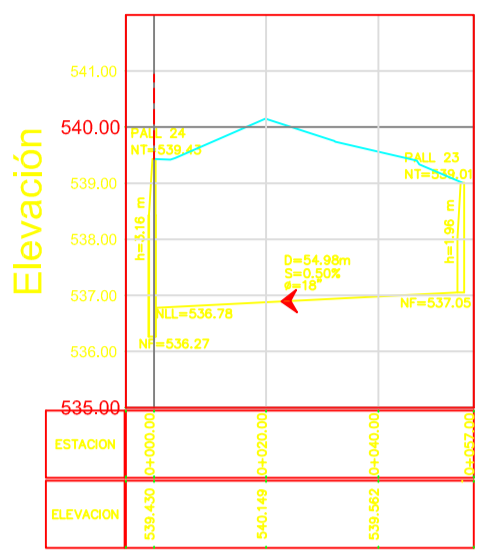
PERFIL Avenida 3  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



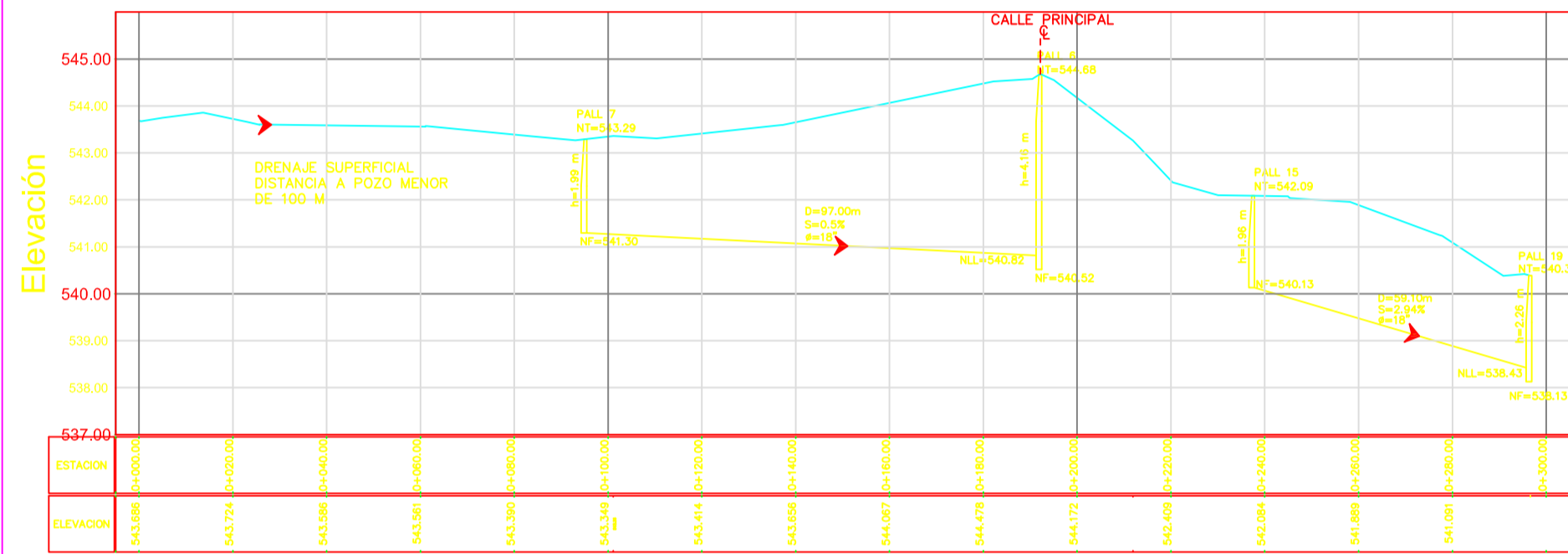
PERFIL Avenida 4  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



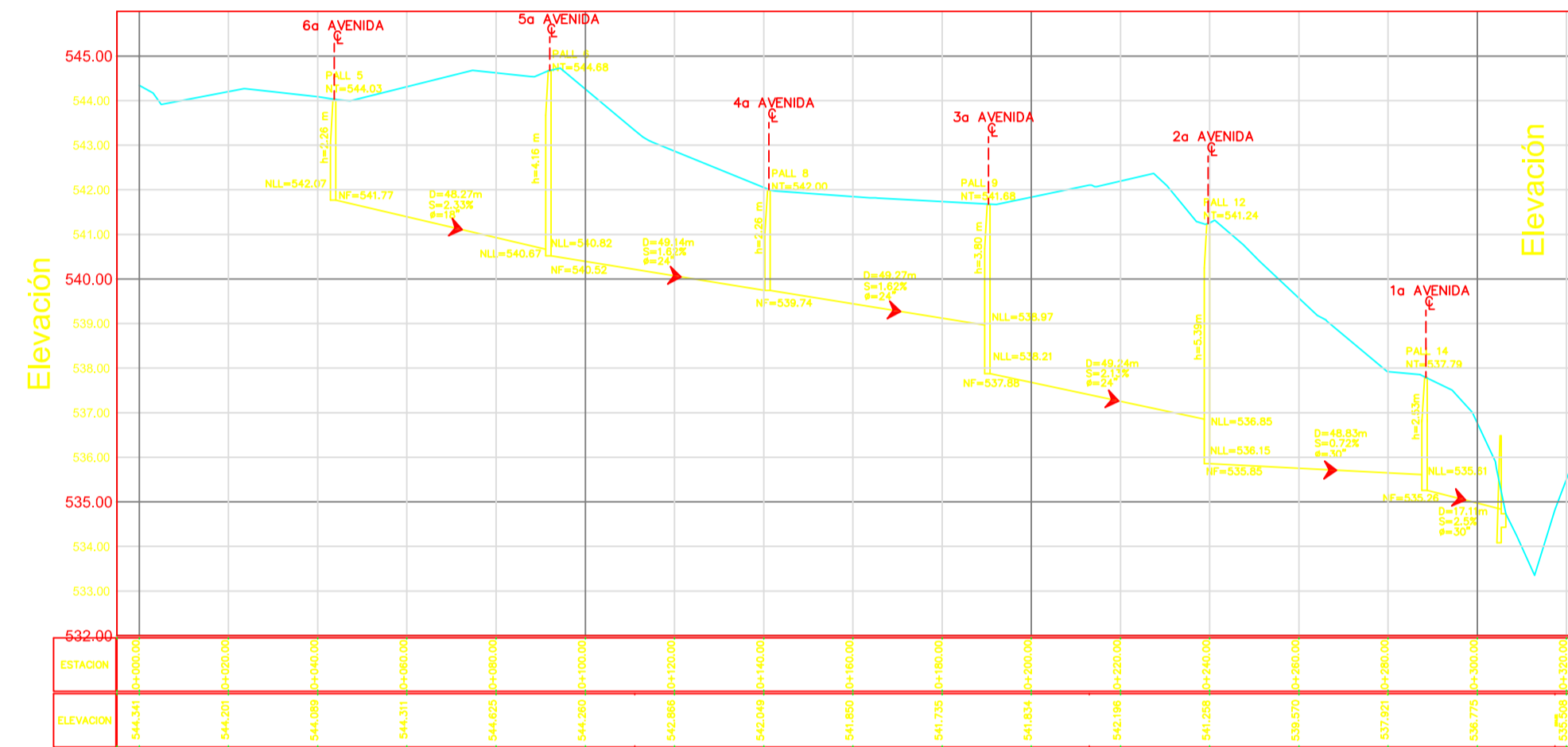
PERFIL Avenida 3A  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



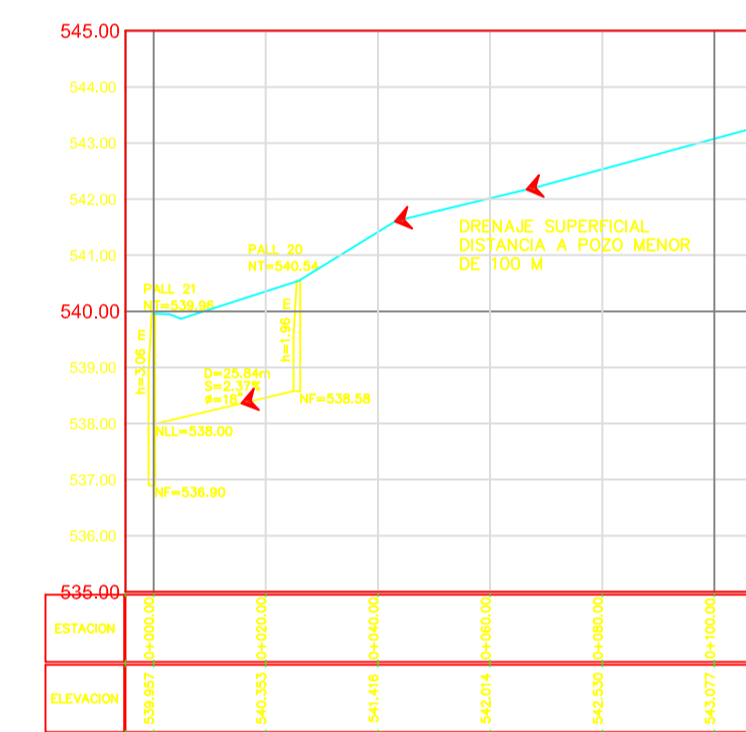
PERFIL Avenida 5  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



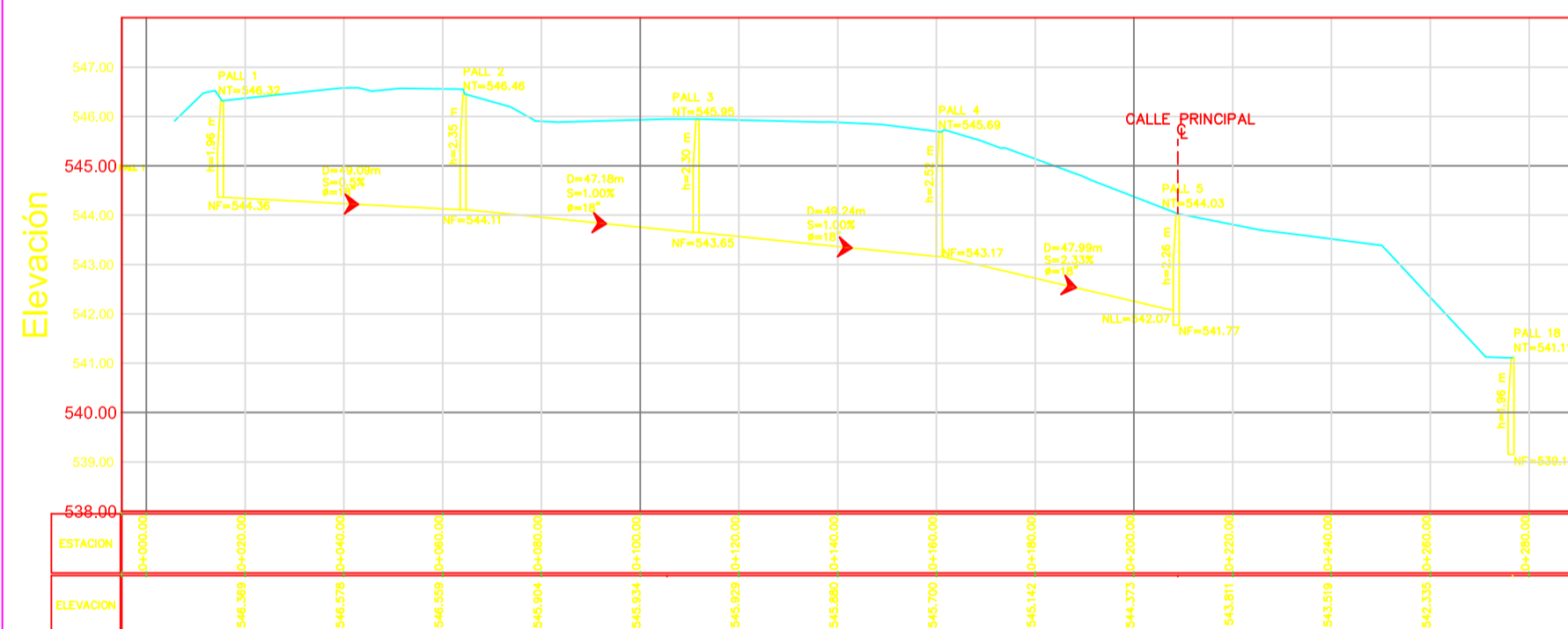
PERFIL Calle Principal  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



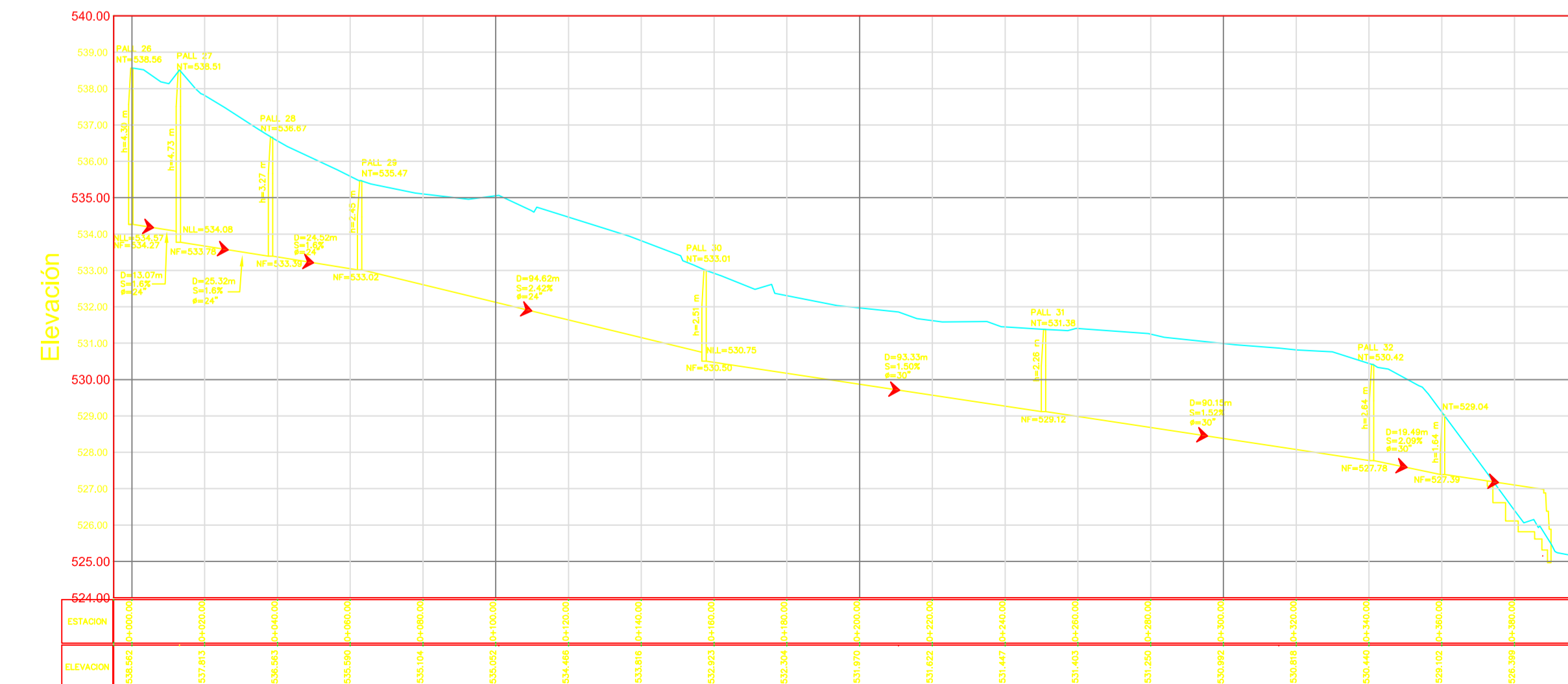
PERFIL Avenida 4A  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



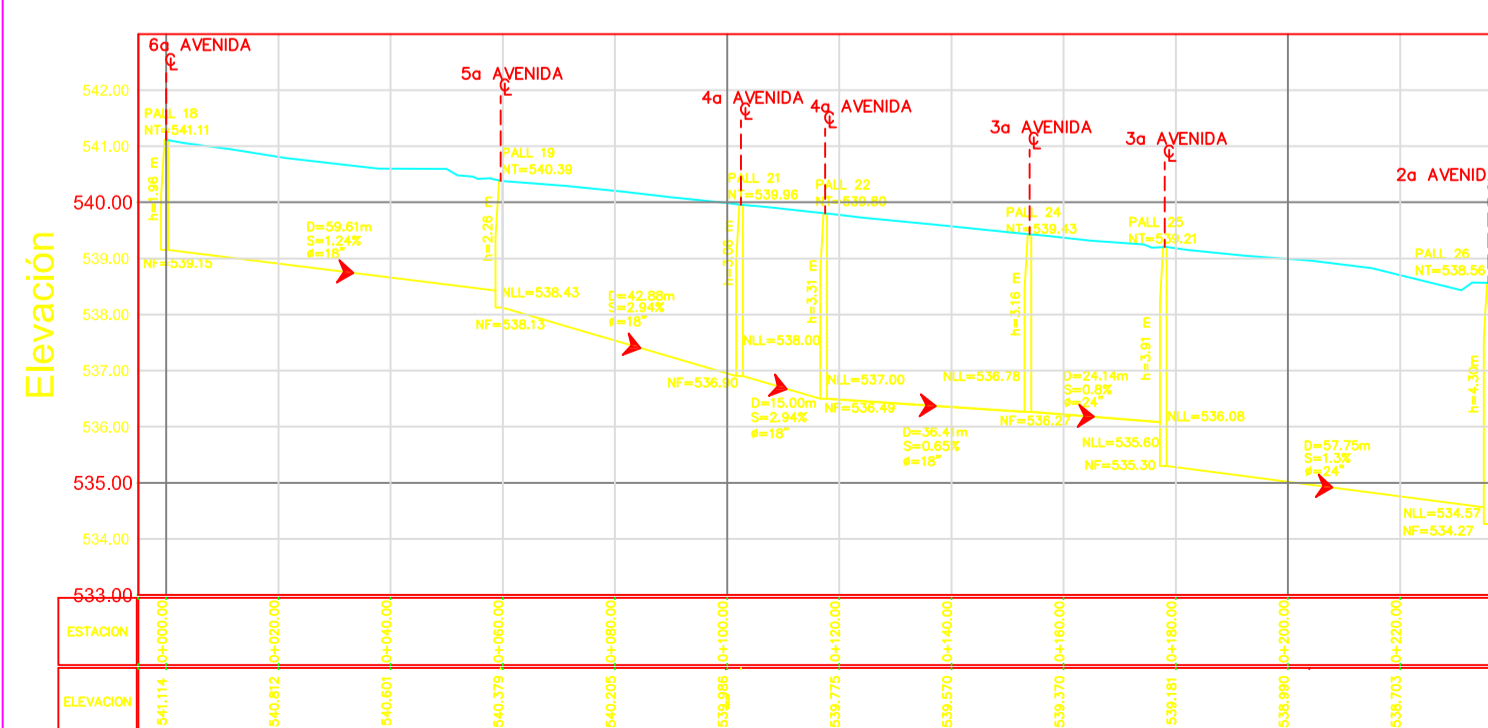
PERFIL Avenida 6  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



PERFIL Calle Beneficio  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



PERFIL Carretera asfaltada  
Esc. V:125  
Esc. H:1250



**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE

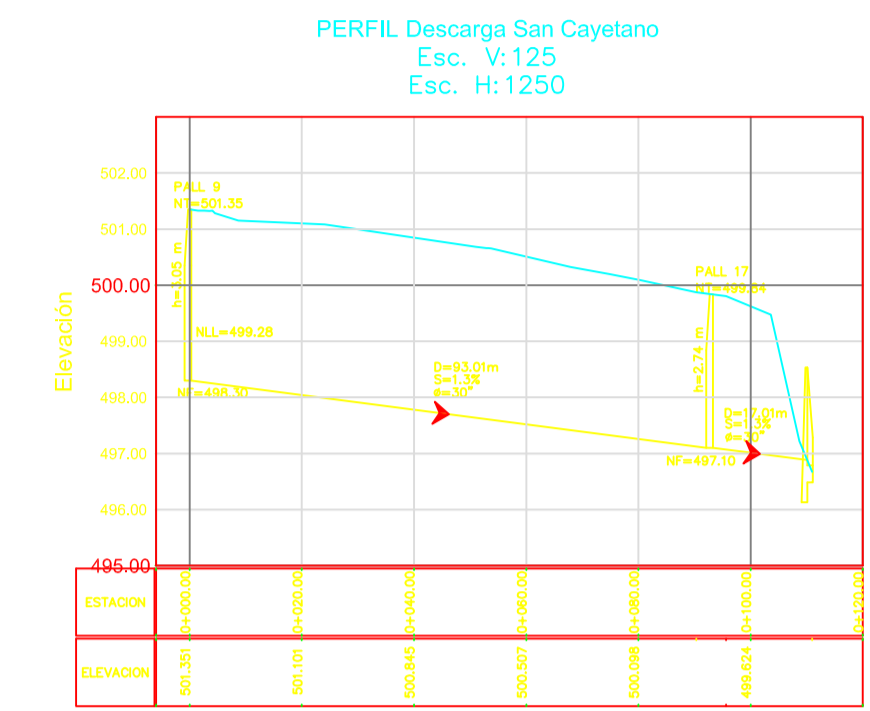
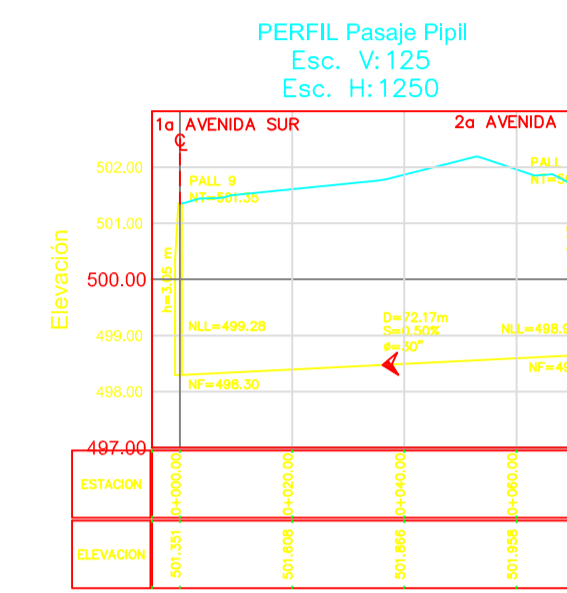
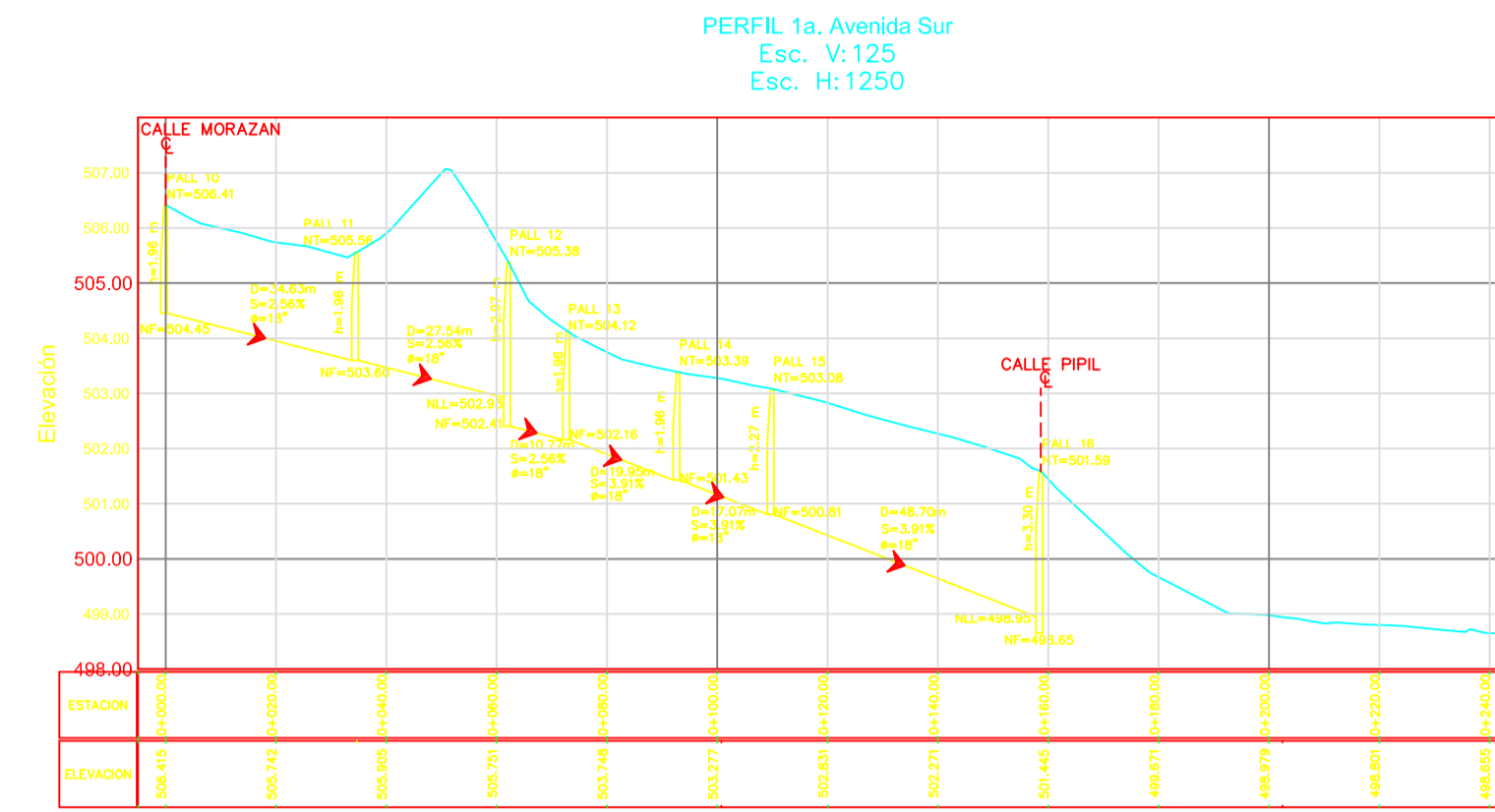
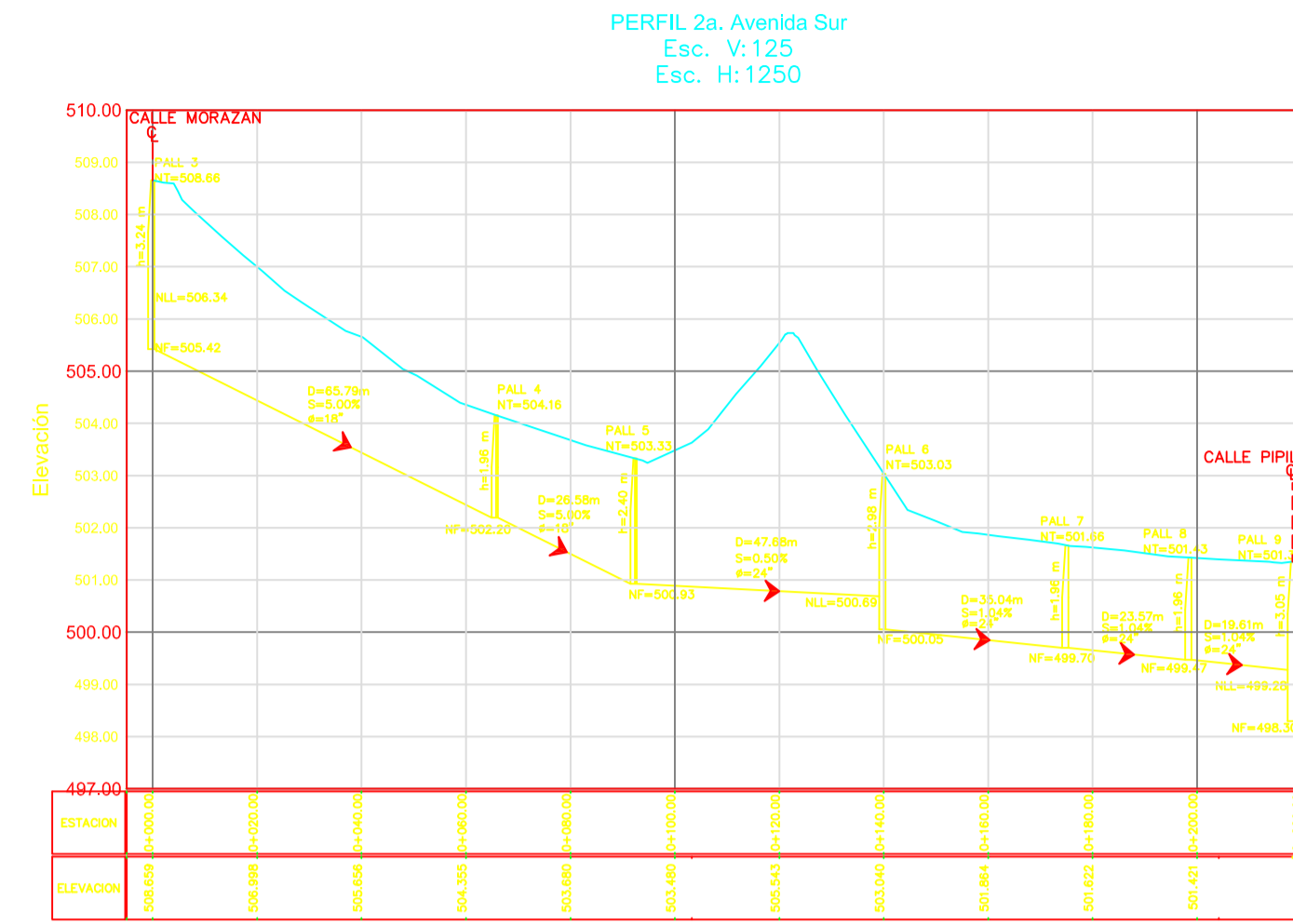
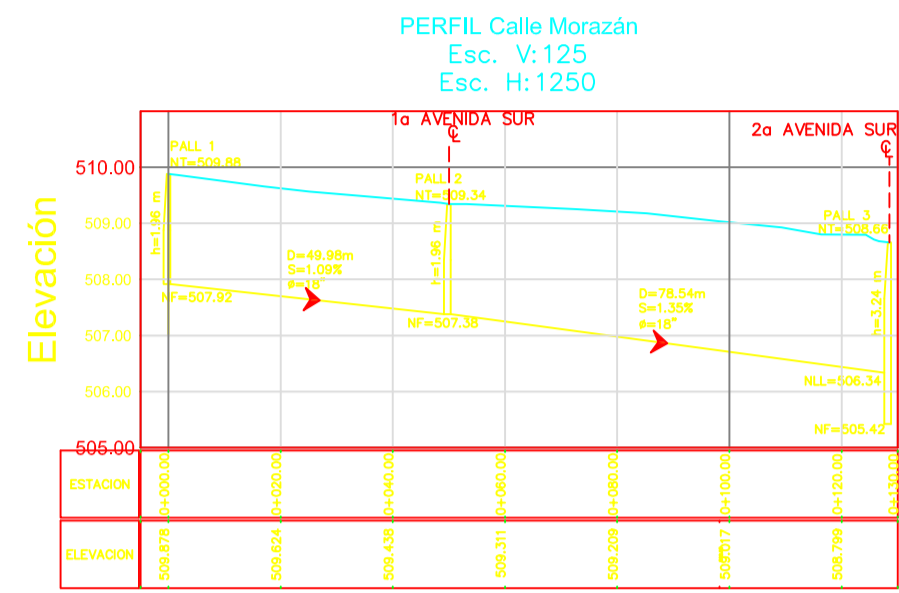
**UBICACION:**  
MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE

**PROPIETARIO:**  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

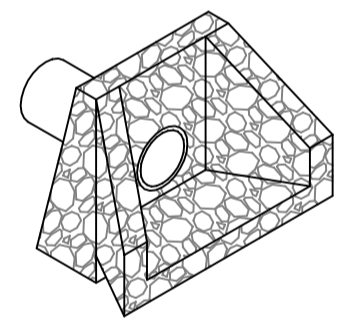
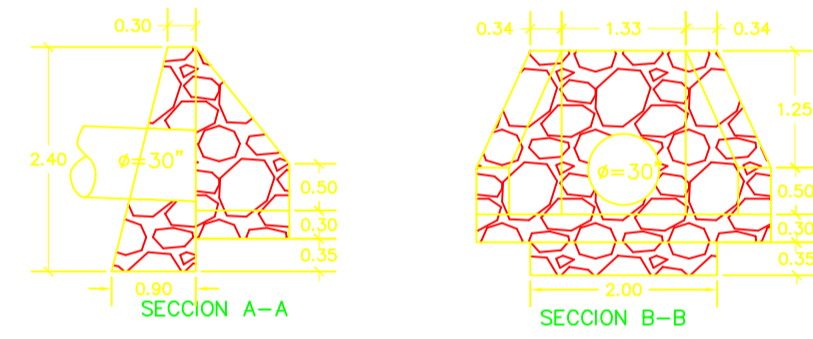
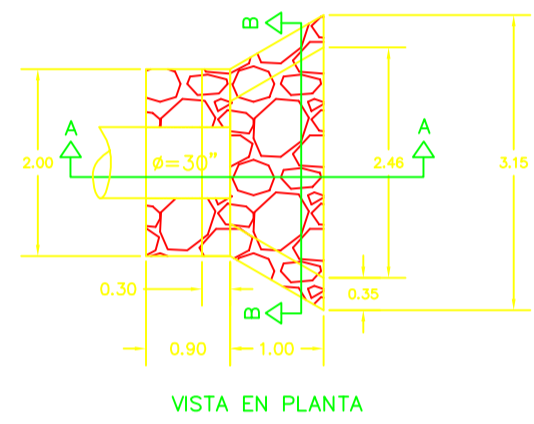
**PRESENTA:**  
CARPIO HENRY ANTONIO  
GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA  
TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN

**CONTENIDO:**  
PERFILES DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA LA ENTREVISTA

**ESCALA:** INDICADAS      **FECHA:** AGOSTO DE 2011      **HOJA:** 3/17

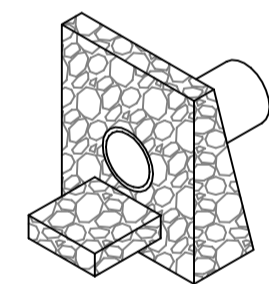
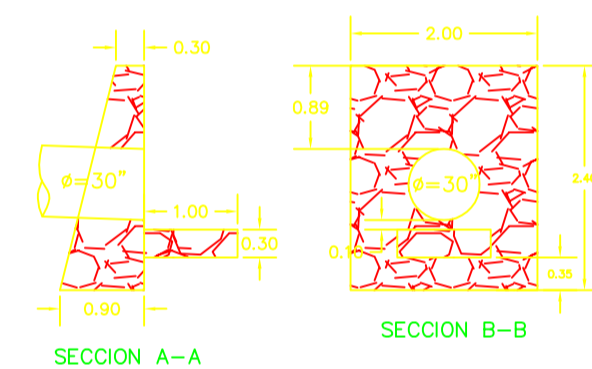
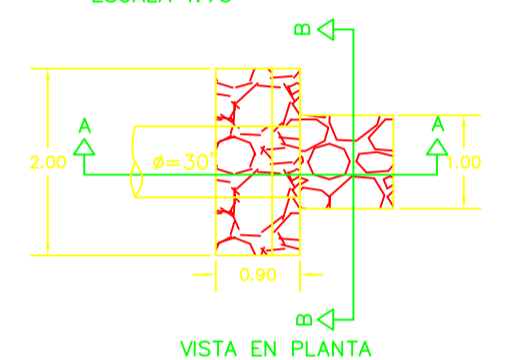


**OBRA DE DESCARGA DE AGUAS LLUVIAS EN QUEBRADA DEL BARRIO SAN CAYETANO**  
ESCALA 1:75



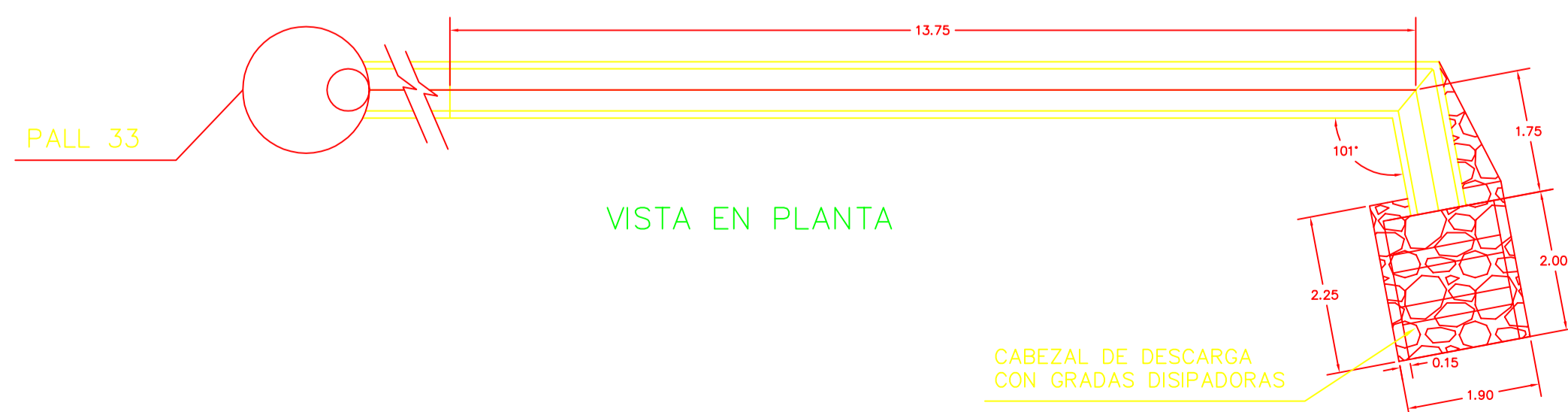
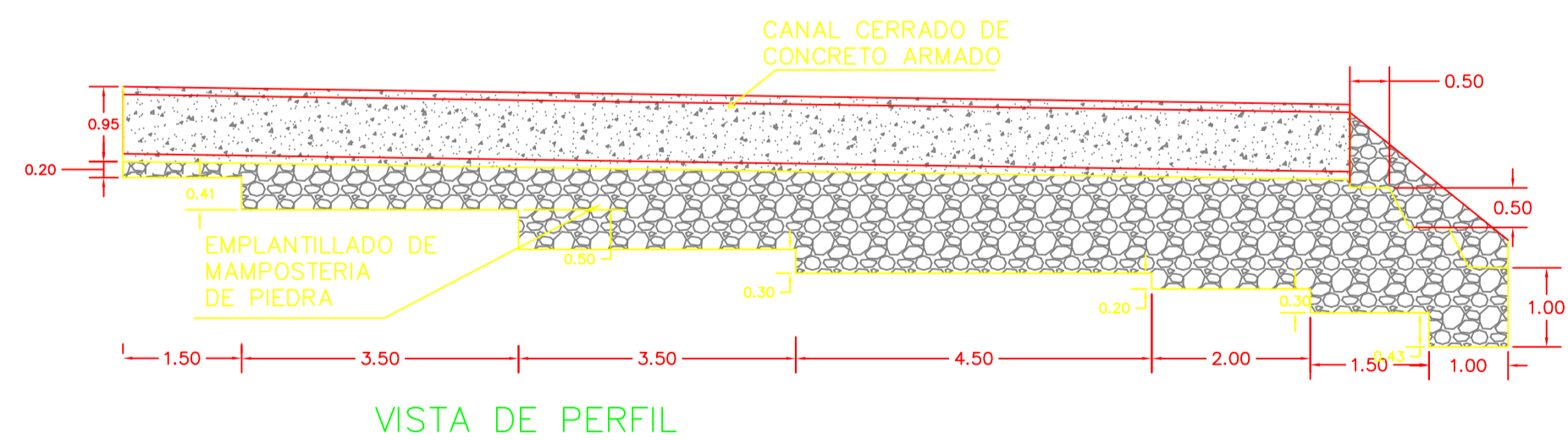
PERSPECTIVA CABEZAL DE DESCARGA SIN ESCALA

**OBRA DE DESCARGA DE AGUAS LLUVIAS EN QUEBRADA DE INVIERNO EN COLONIA LA ENTREVISTA**  
ESCALA 1:75

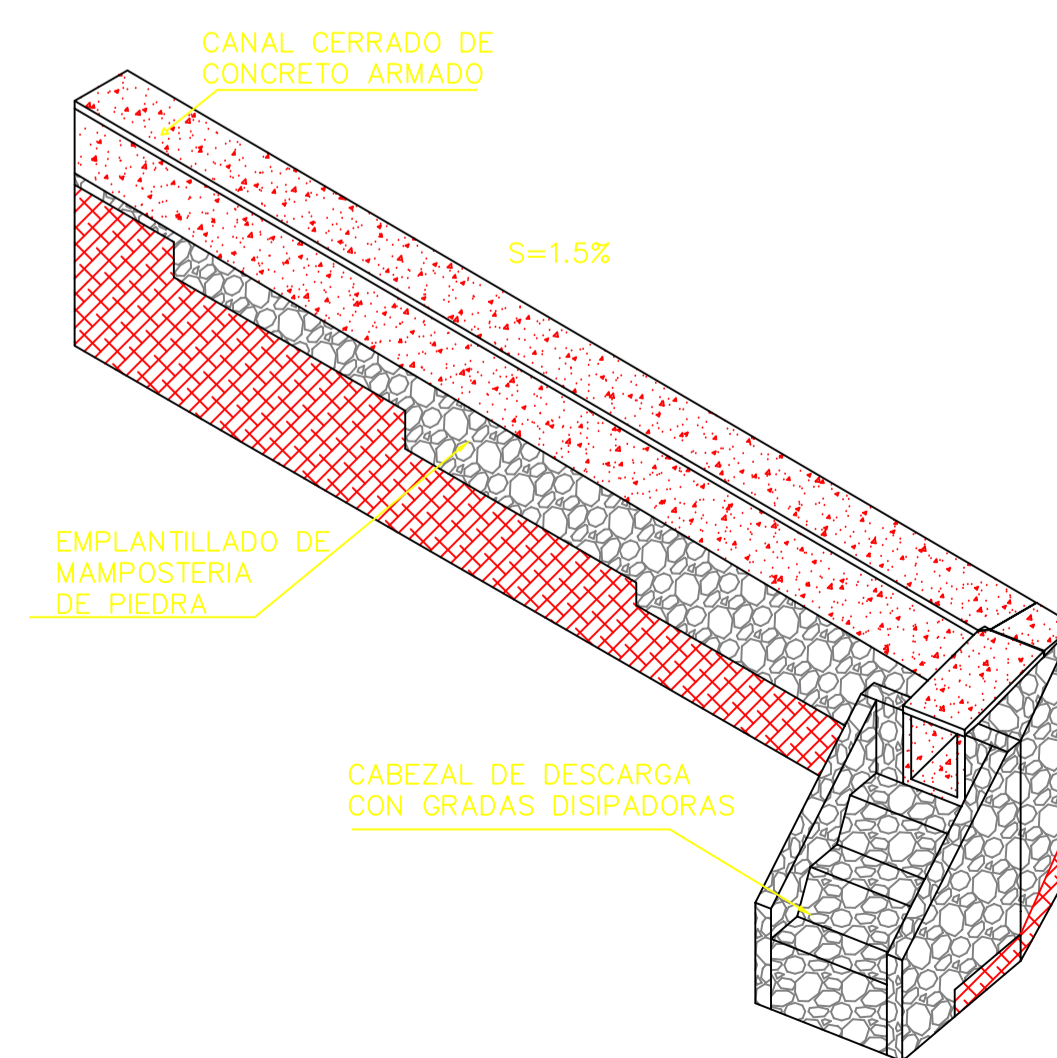


PERSPECTIVA CABEZAL DE DESCARGA SIN ESCALA

**DESCARGA EN RIO ACAHUAPA**  
ESCALA 1:75



**PERSPECTIVA DESCARGA DE AGUAS LLUVIAS EN RIO ACAHUAPA**  
SIN ESCALA

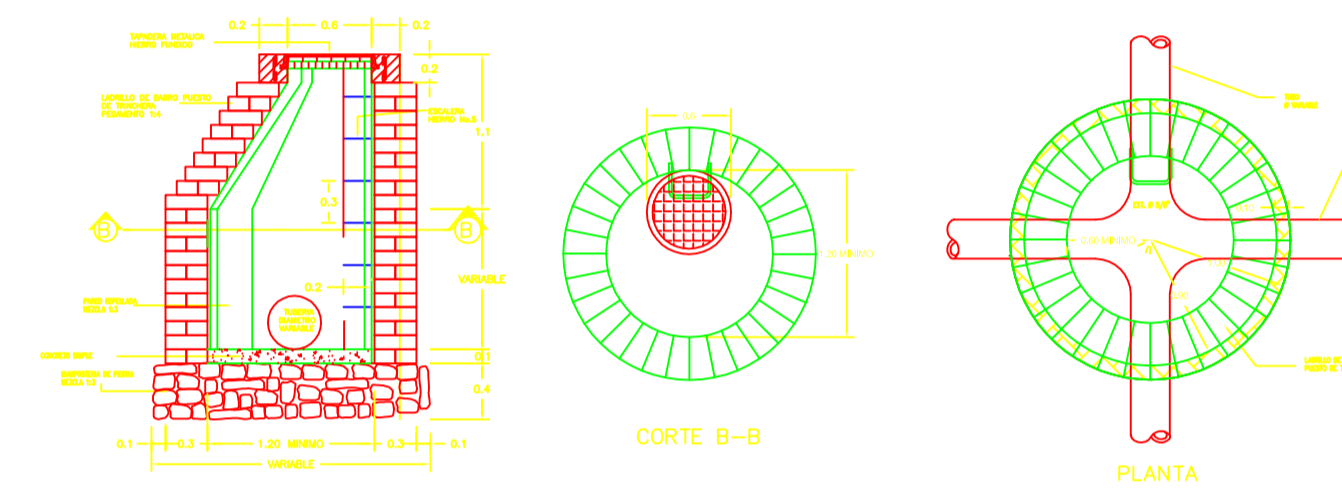


CANAL CERRADO DE CONCRETO ARMADO

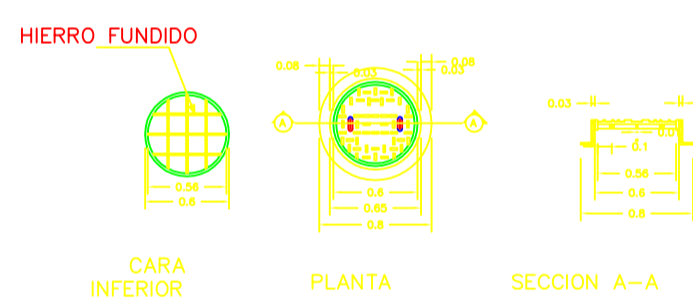
EMPLANTILLADO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA

CABEZAL DE DESCARGA CON GRADAS DISIPADORAS

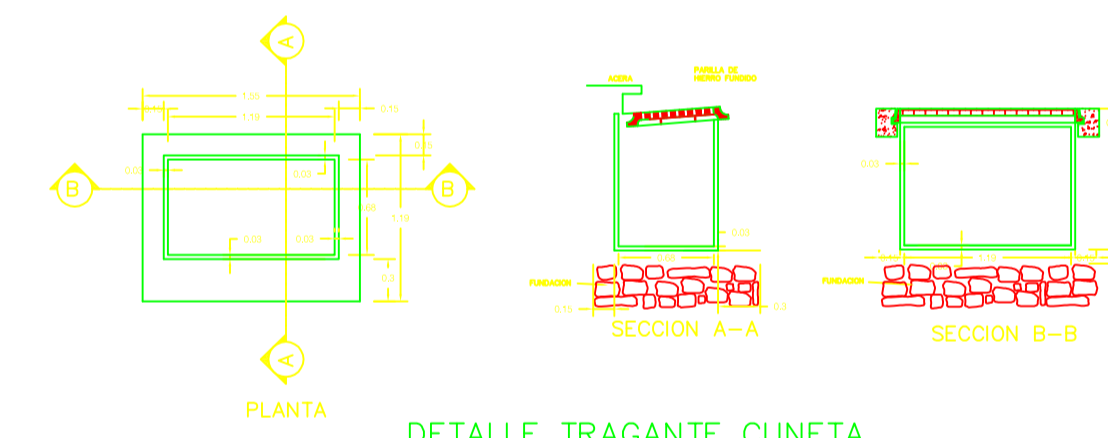
Ø de tubería (pulgadas)	Ø de pozo (m)
Hasta 24	1.2
30-36	1.8
42-48	2.2
60	2.8



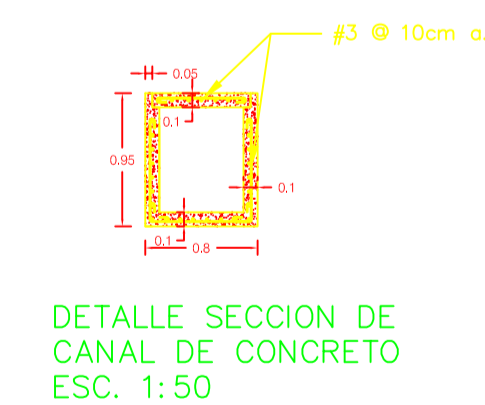
**DETALLE DE POZO DE VISITA**  
Escala 1:50



**DETALLE DE TAPADERA**  
Escala 1:50



**DETALLE TRAGANTE CUNETAS**  
Escala 1:50



**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE

**UBICACION:**  
MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE

**PROPIETARIO:**  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**PRESENTA:**  
CARPIO HENRY ANTONIO  
GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA  
TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN

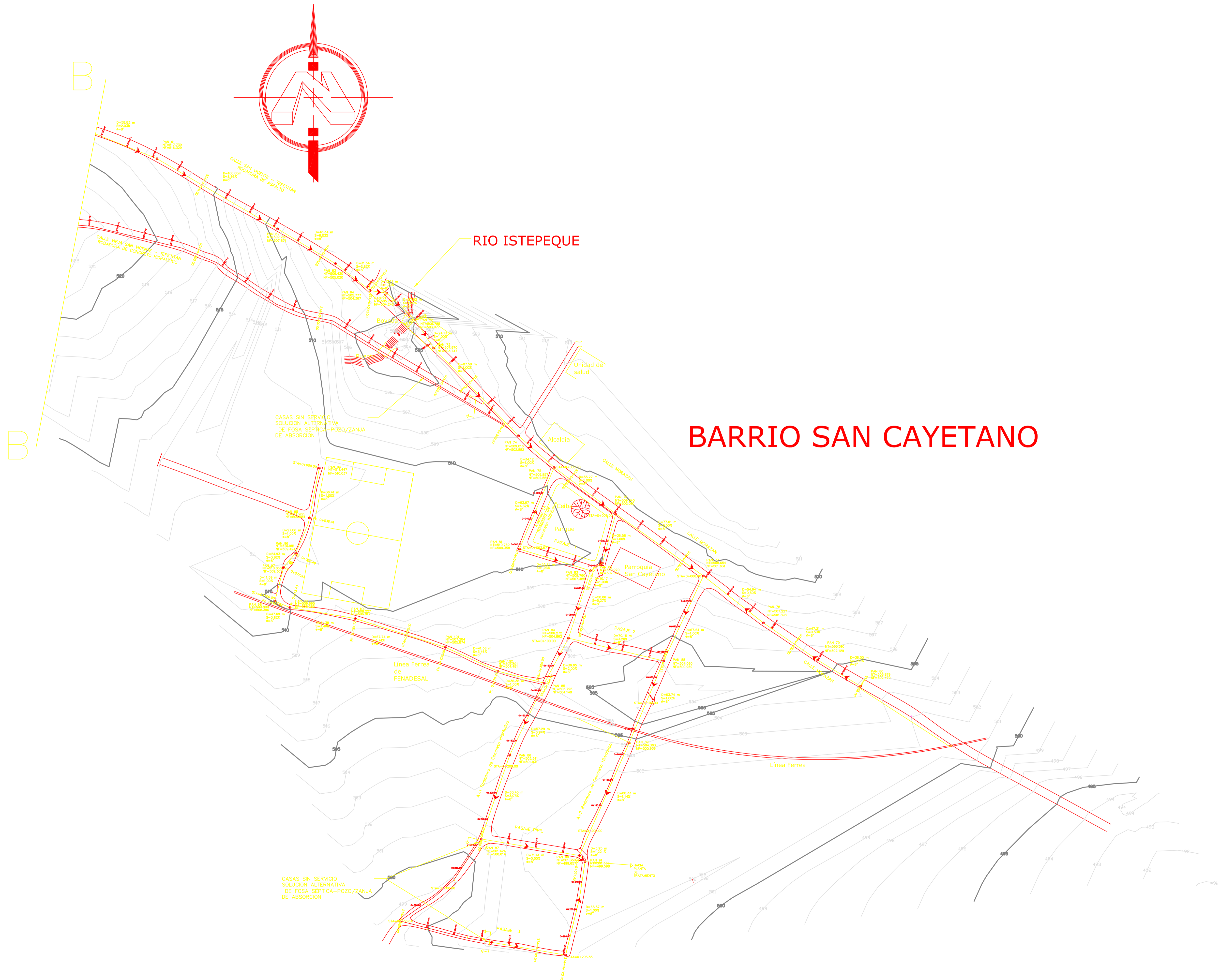
**CONTENIDO:**  
PERFILES DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA LA ENTREVISTA, POZOS DE VISITA Y OBRAS DE DESCARGA

**ESCALA:** INDICADAS      **FECHA:** AGOSTO DE 2011      **HOJA:** 4/17

**ANEXO 2**

**PLANOS DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

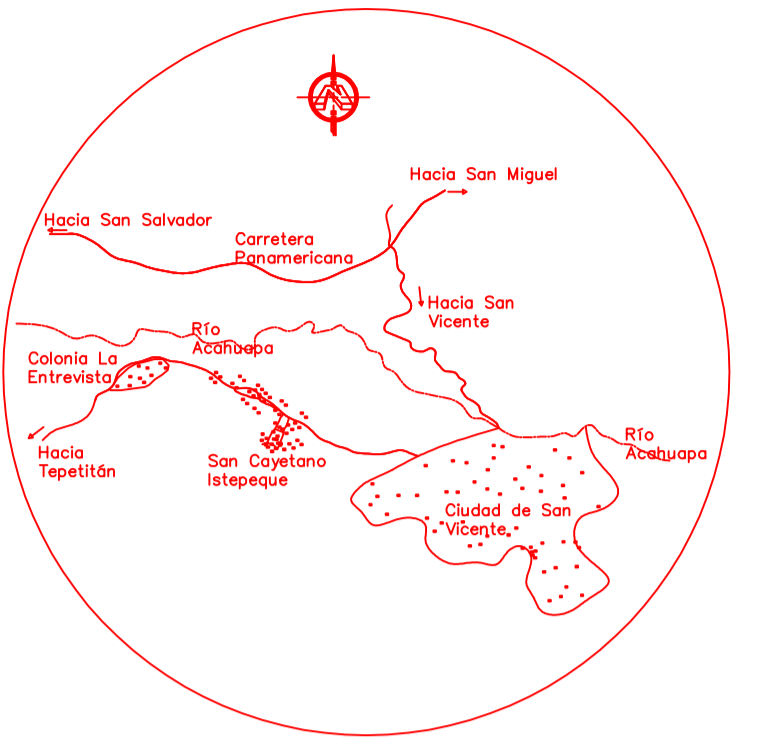
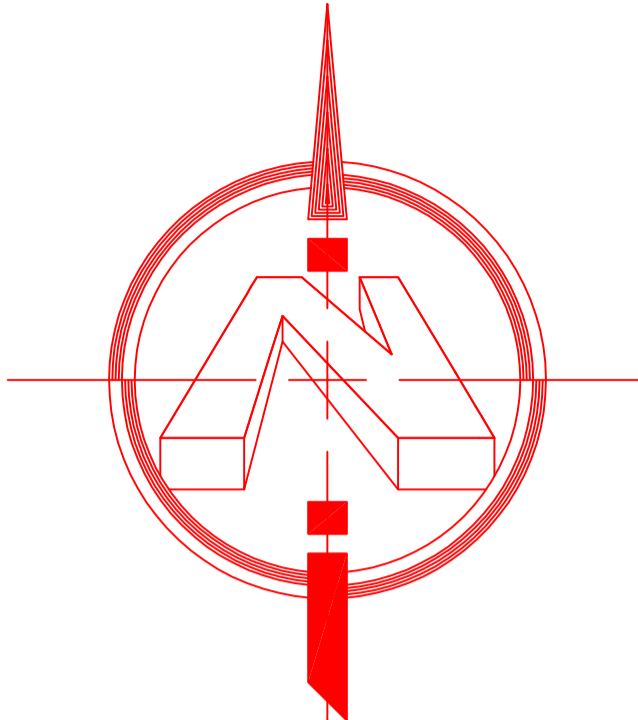
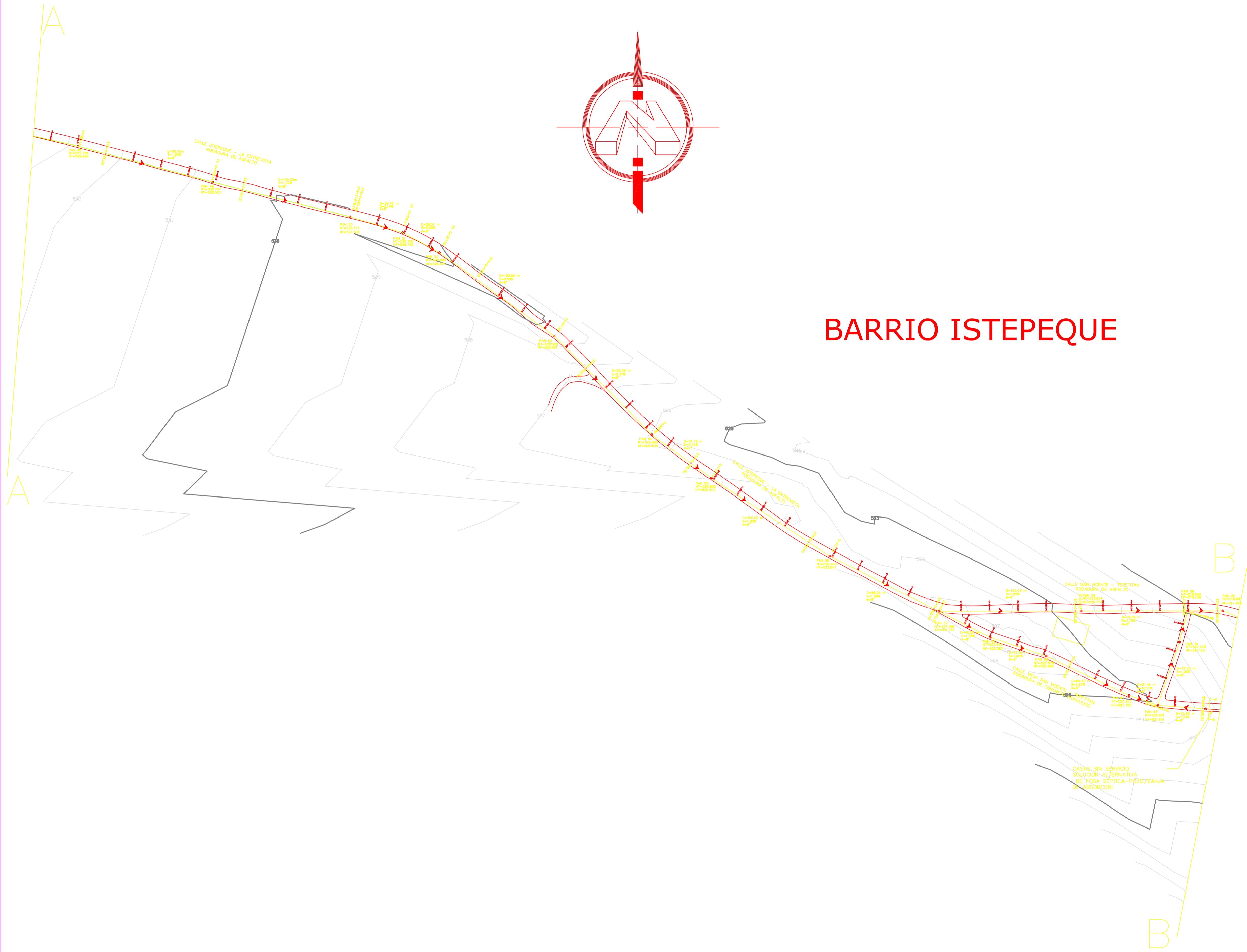
**SANITARIO**



ESQUEMA DE UBICACION

# BARRIO SAN CAYETANO

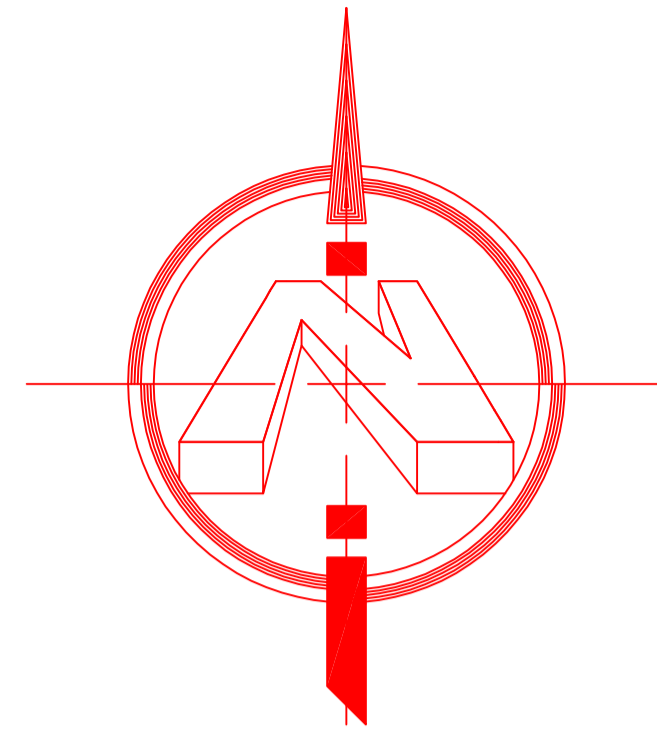
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAGE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE.
<b>UBICACION:</b>	MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE
<b>PROPIETARIO:</b>	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
<b>PRESENTA:</b>	CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN
<b>CONTENIDO:</b>	PLANIMETRIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN BARRIO SAN CAYETANO
<b>ESCALA:</b>	1:1250
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DE 2011
<b>HOJA:</b>	5/17



ESQUEMA DE UBICACION

# BARRIO ISTEPEQUE

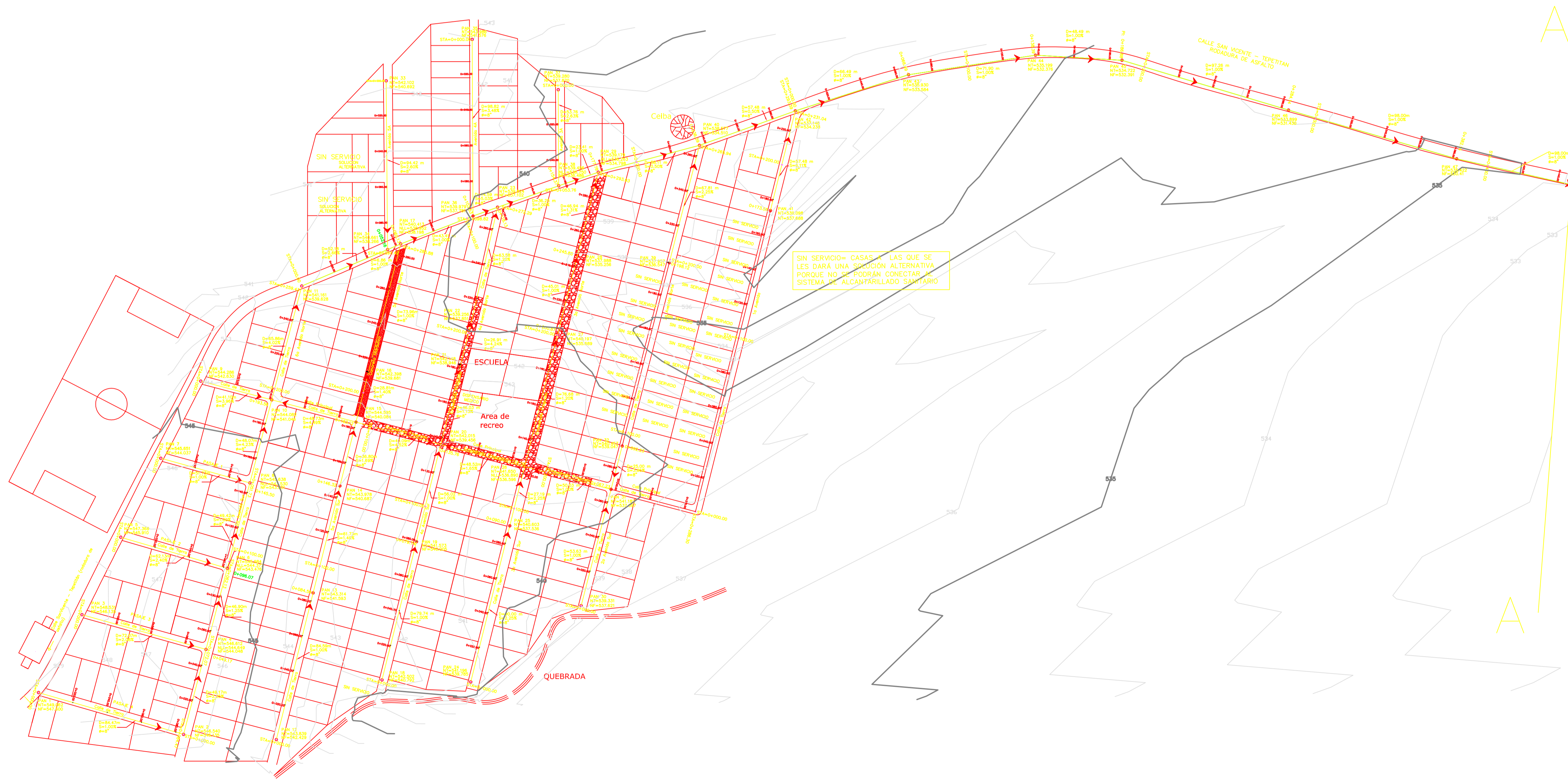
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE
<b>UBICACION:</b>	MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE
<b>PROPIETARIO:</b>	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
<b>PRESENTA:</b>	CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN
<b>CONTENIDO:</b>	PLANIMETRIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN BARRIO ISTEPEQUE
<b>ESCALA:</b>	1:1250
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DE 2011
<b>HOJA:</b>	6/17



# COLONIA LA ENTREVISTA

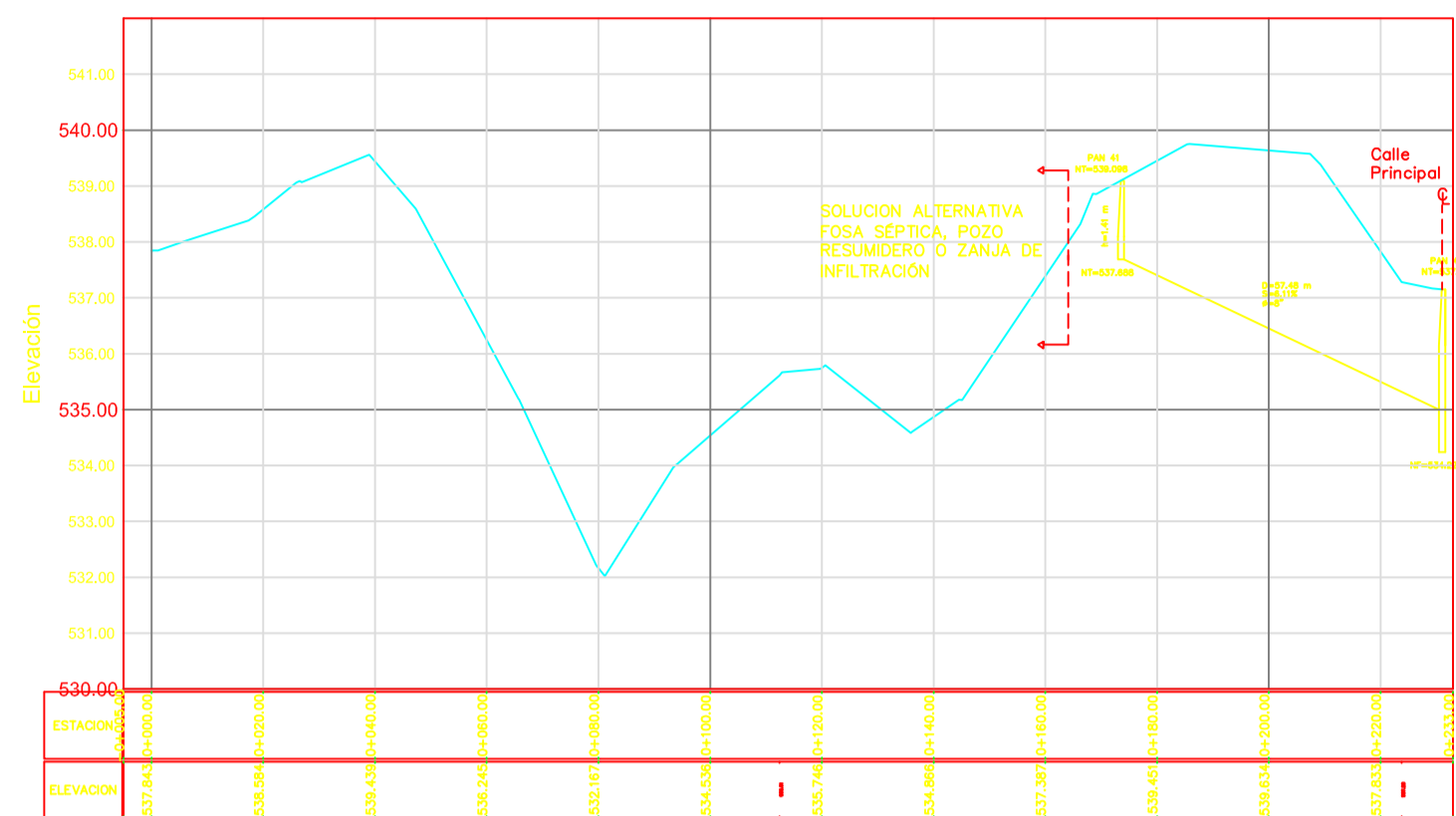


ESQUEMA DE UBICACION

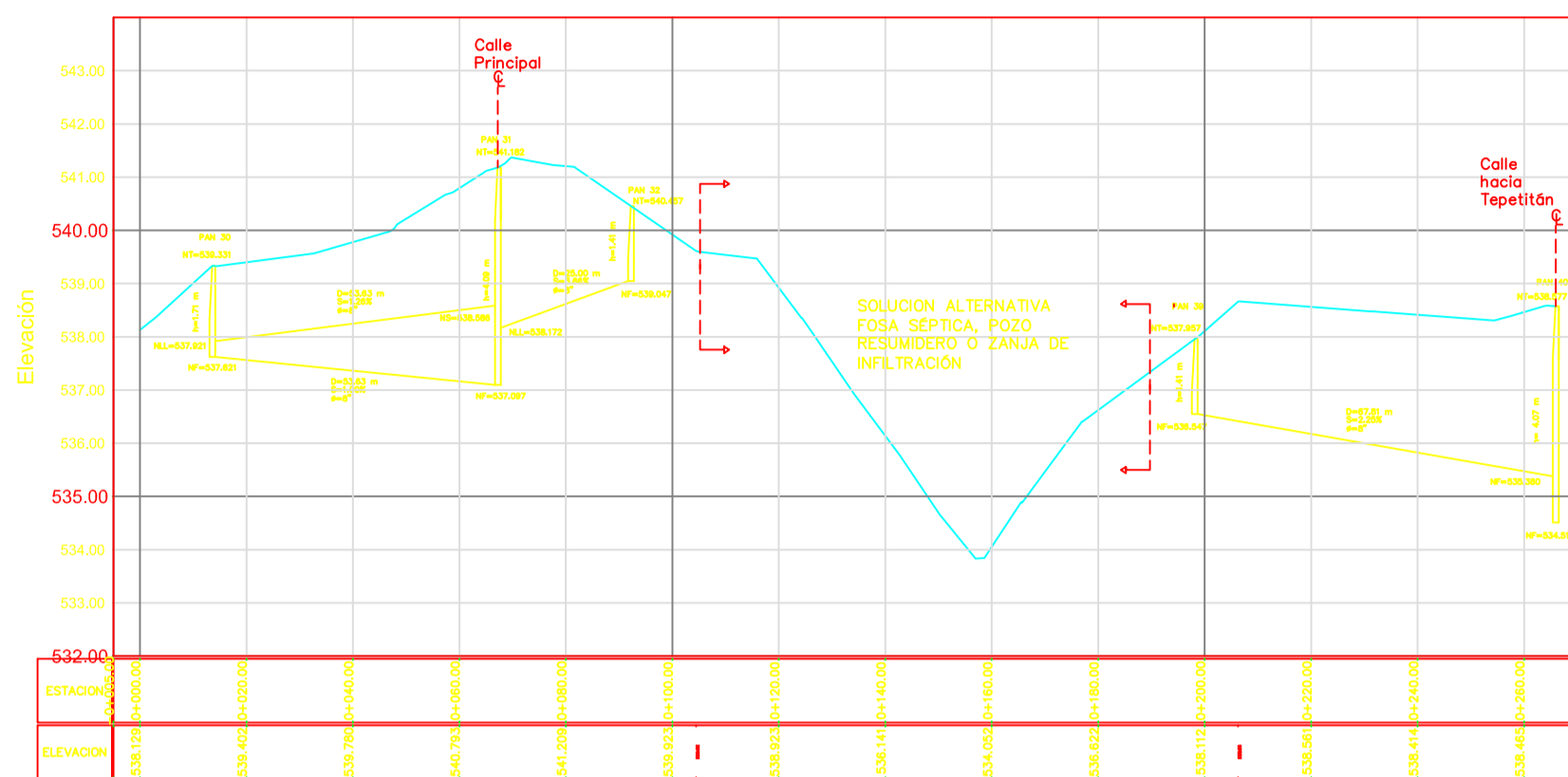


<b>PROYECTO:</b> PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE		
<b>UBICACION:</b> MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE		
<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		
<b>PRESENTA:</b> CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN		
<b>CONTENIDO:</b> PLANIMETRIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN BARRIO ISTEPEQUE		
<b>ESCALA:</b> 1:1250	<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2011	<b>HOJA:</b> 7/17

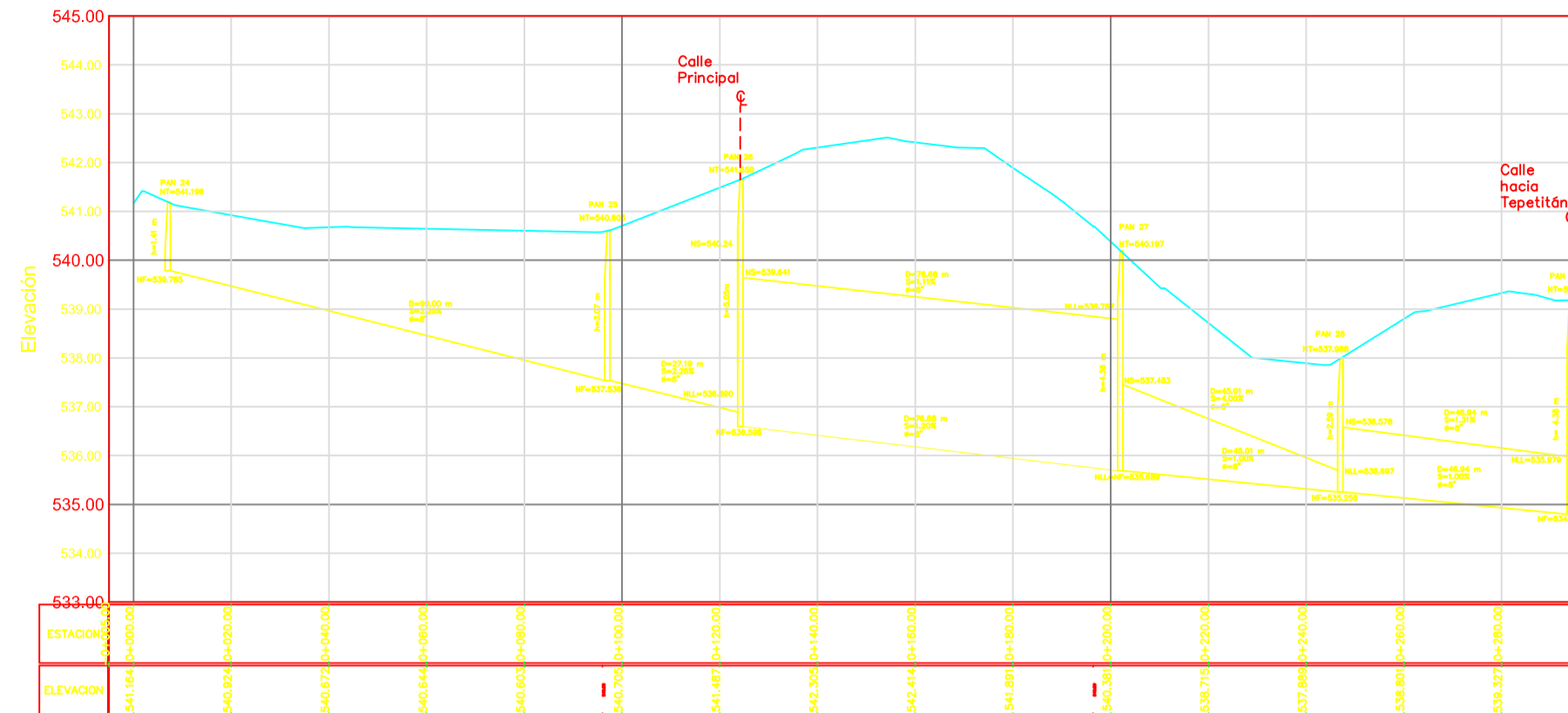
PERFIL Avenida 1  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



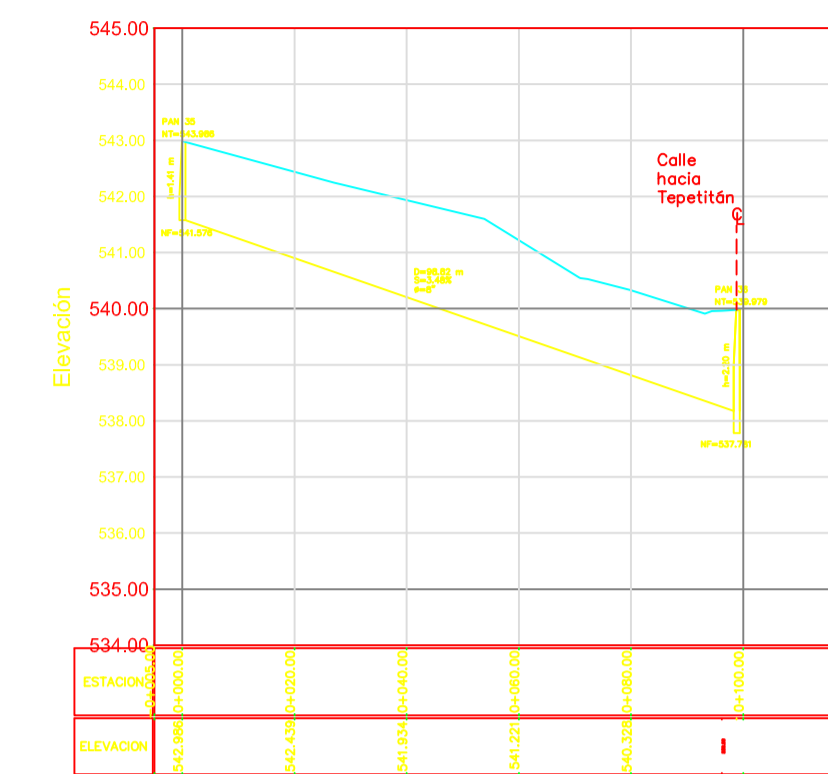
PERFIL Avenida 2  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



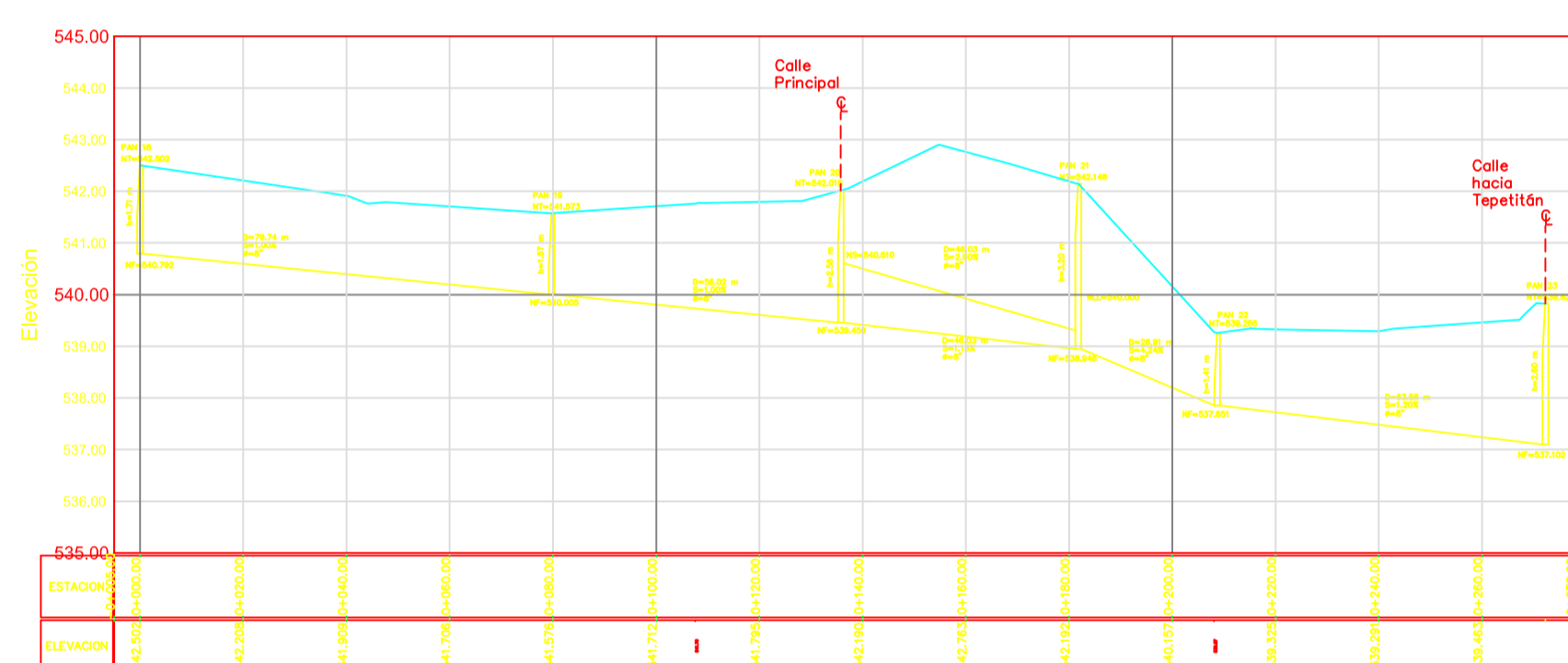
PERFIL Avenida 3  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



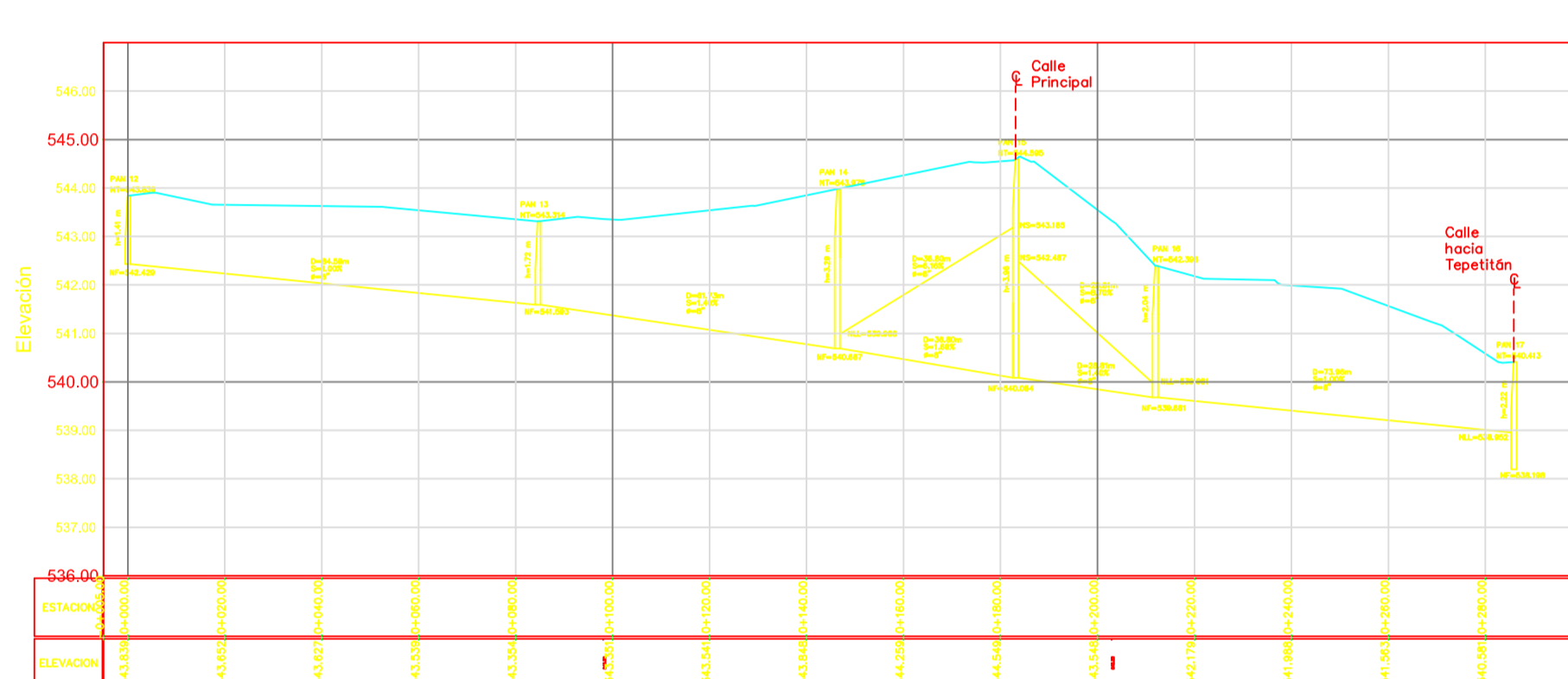
PERFIL Avenida 4A  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



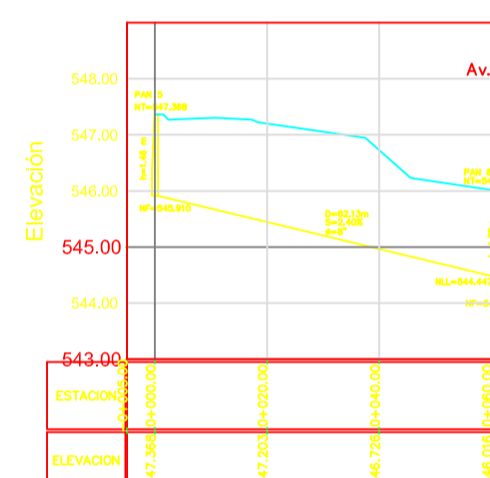
PERFIL Avenida 4  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



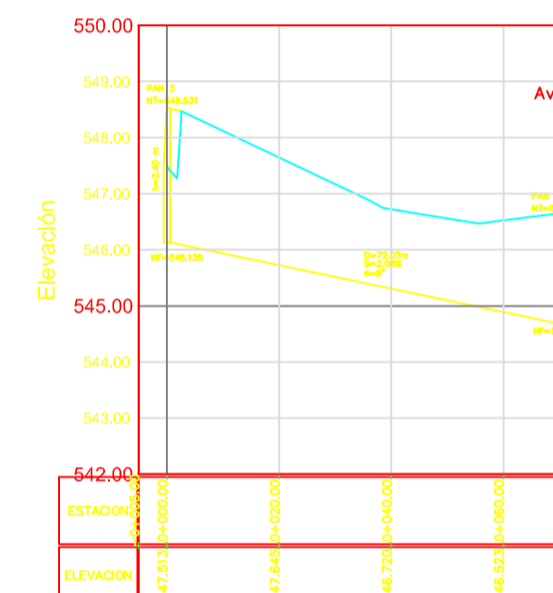
PERFIL Avenida 5  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



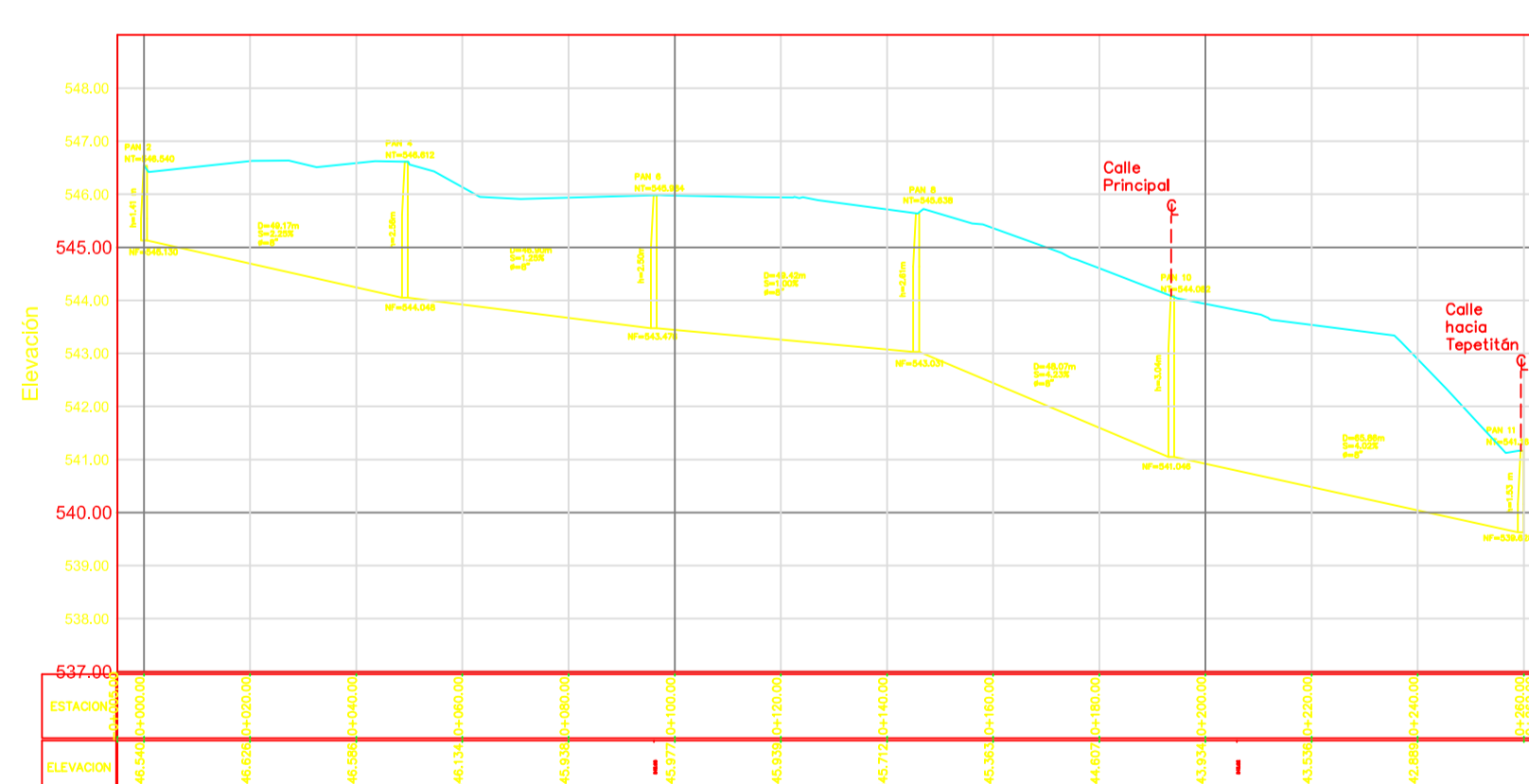
PERFIL Pasaje 2  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



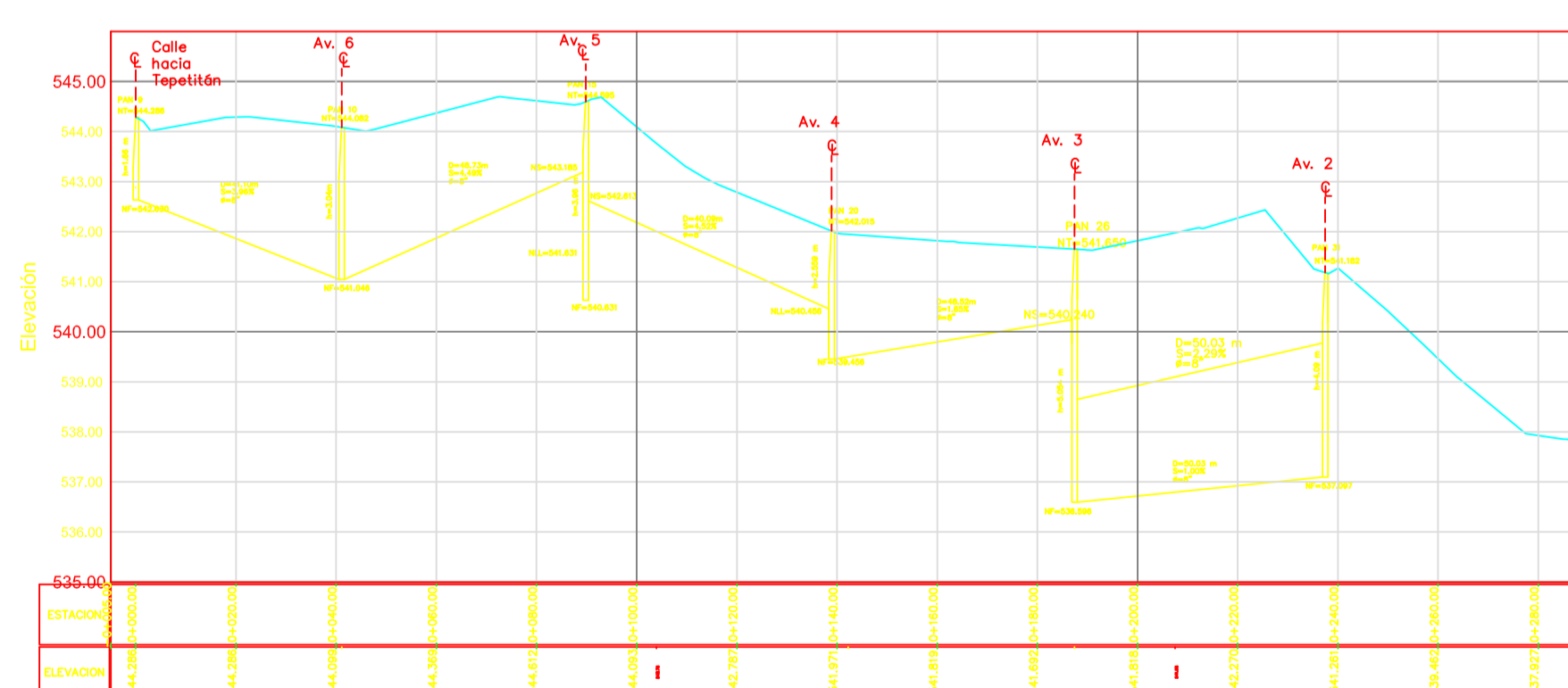
PERFIL Pasaje 3  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



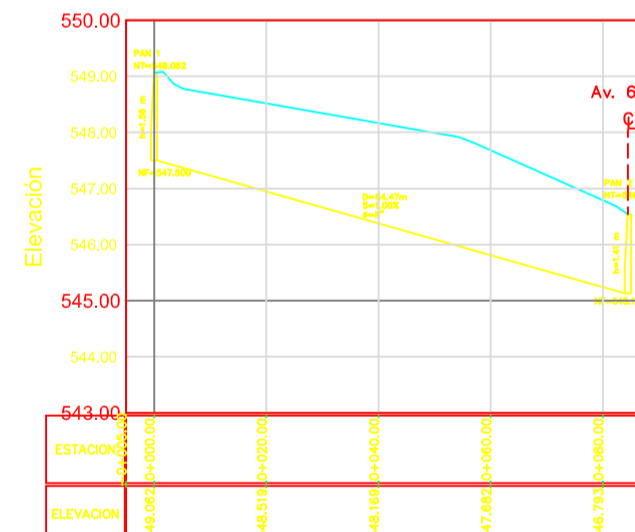
PERFIL Avenida 6  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



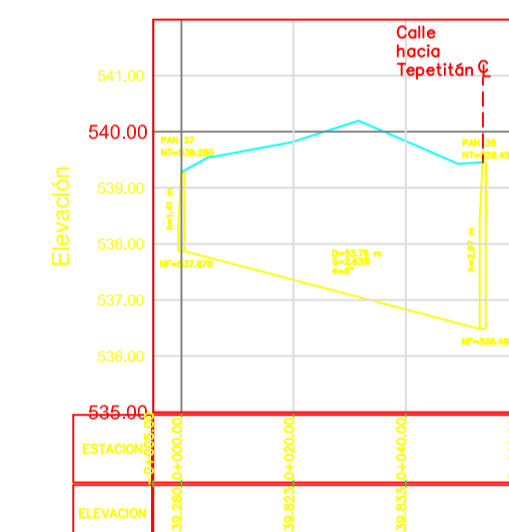
PERFIL Calle Principal  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



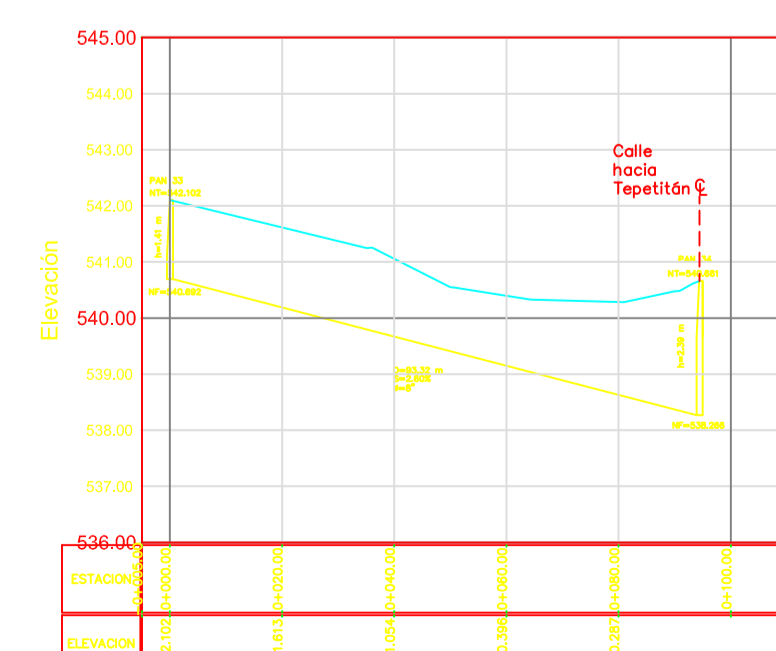
PERFIL Pasaje 4  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



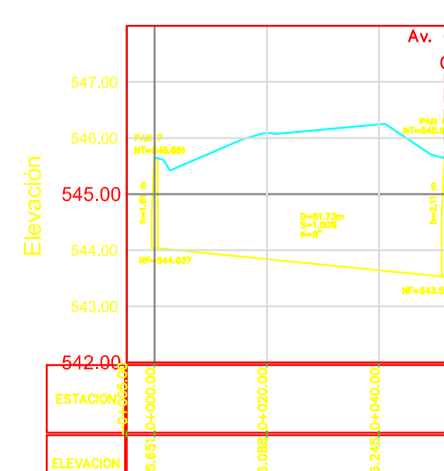
PERFIL Avenida 3A  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



PERFIL Avenida 5A  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



PERFIL Pasaje 1  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE

**UBICACION:**  
MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE

**PROPIETARIO:**  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**PRESENTA:**  
CARPIO HENRY ANTONIO  
GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA  
TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN

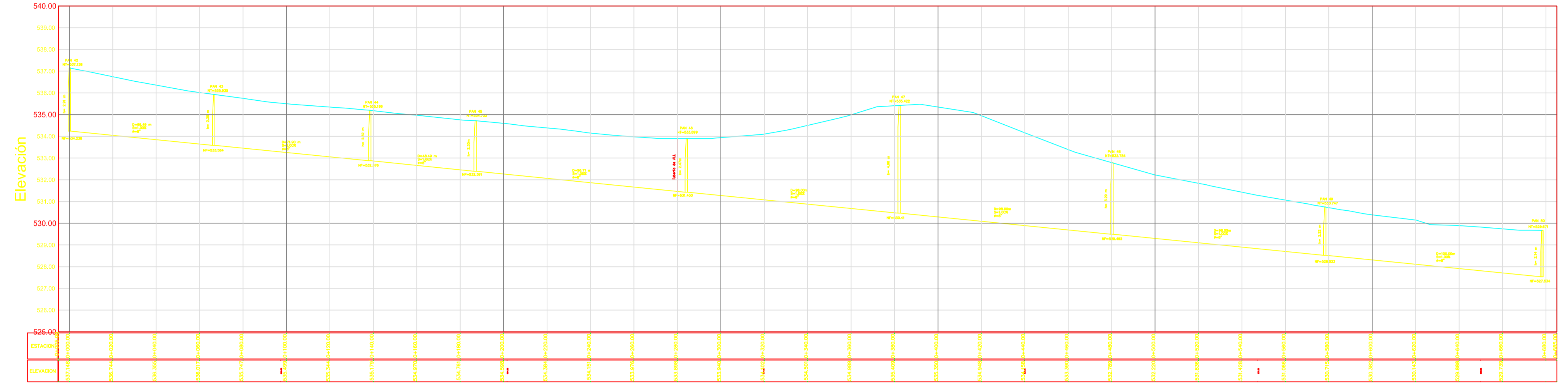
**CONTENIDO:**  
PERFILES DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN COLONIA LA ENTREVISTA

**ESCALA:** INDICADAS      **FECHA:** AGOSTO DE 2011      **HOJA:** 8/17

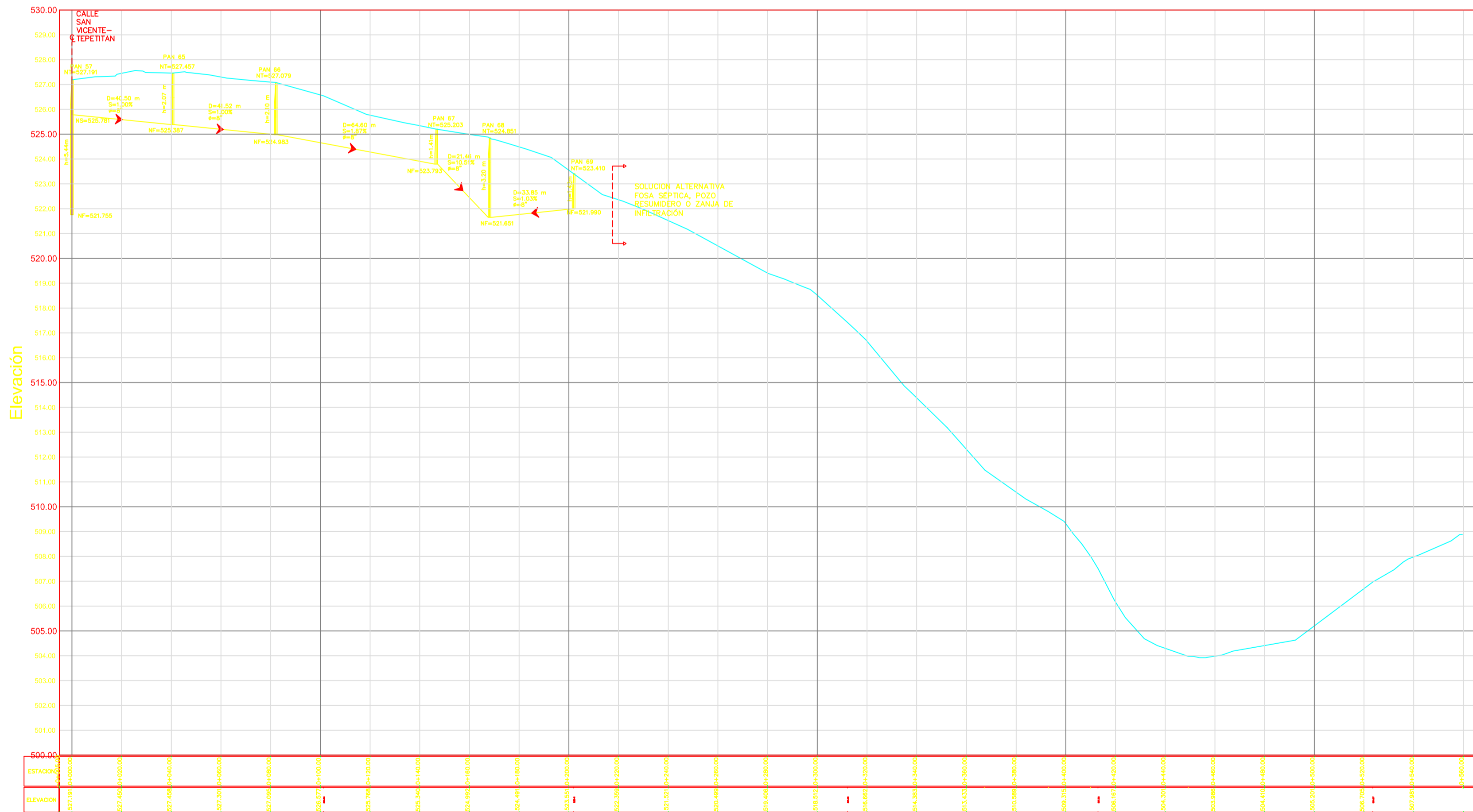
PERFIL Calle Entrevista-Istepeque 1  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



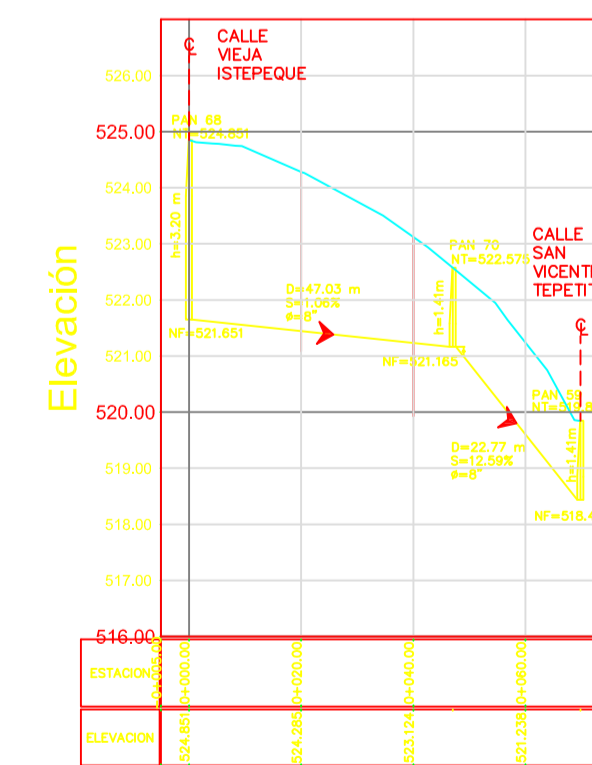
PERFIL Calle Entrevista-Istepeque 2  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



PERFIL CALLE VIEJA ISTEPEQUE  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



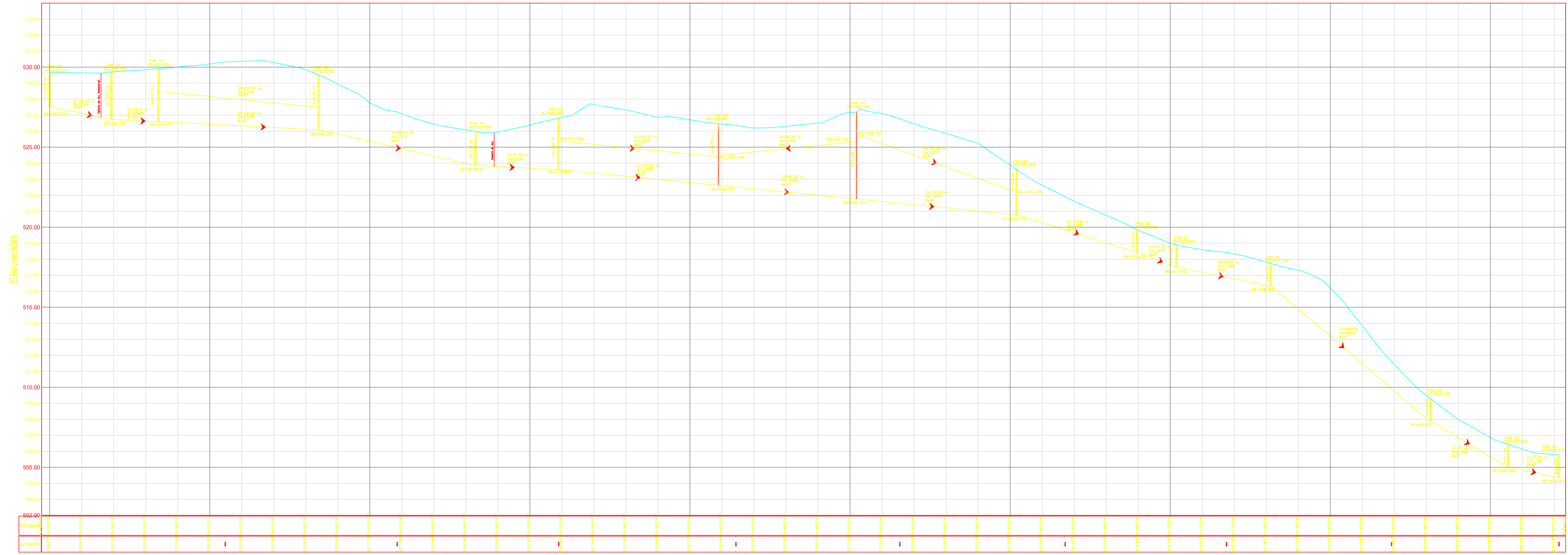
PERFIL AV 1 ISTEPEQUE  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



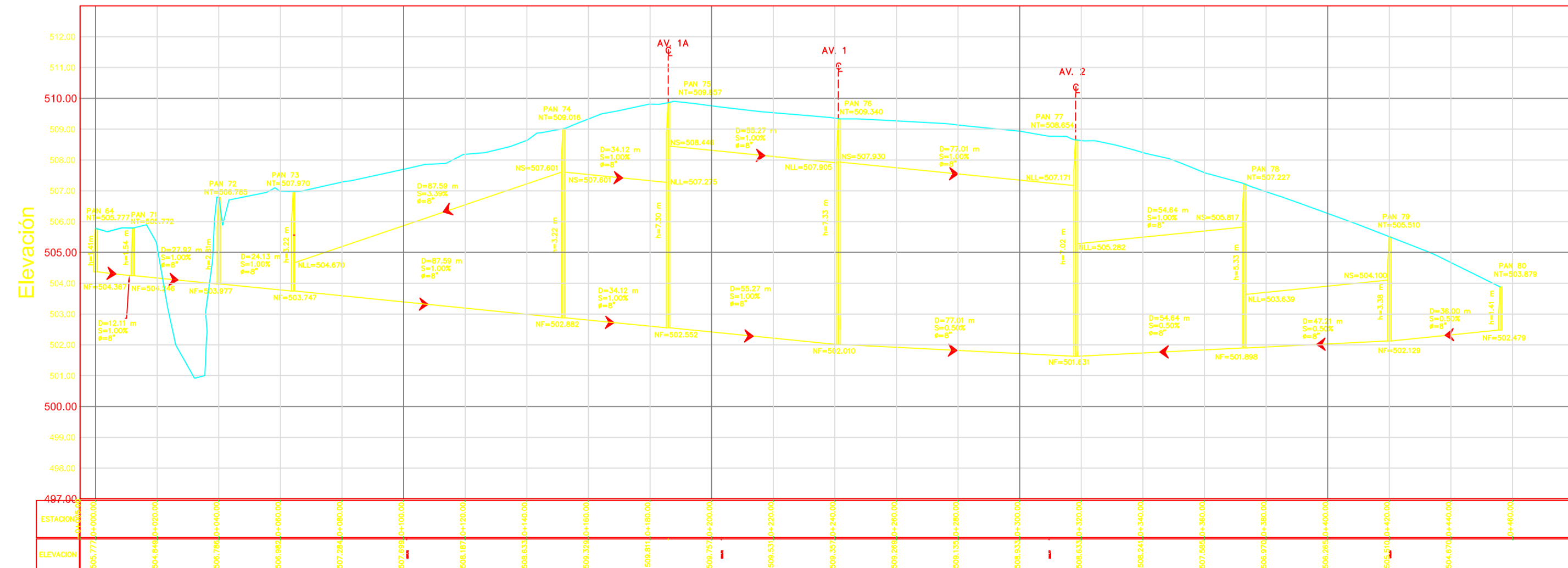
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE	
<b>UBICACION:</b>	MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE	
<b>PROPIETARIO:</b>	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
<b>PRESENTA:</b>	CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN	
<b>CONTENIDO:</b>	PERFILES DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN CALLE QUE CONDUCE DE TEPETITAN A SAN VICENTE	
<b>ESCALA:</b>	INDICADAS	<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2011
		<b>HOJA:</b> 9/17



PERFIL Calle asfaltada ISTEPEQUE  
Esc. V: 1:125  
Esc. H: 1:1250



PERFIL Calle Morazan  
Esc. V: 1:125  
Esc. H: 1:1250



**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL,  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO  
PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y  
COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO  
ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE

**UBICACION:**  
MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE

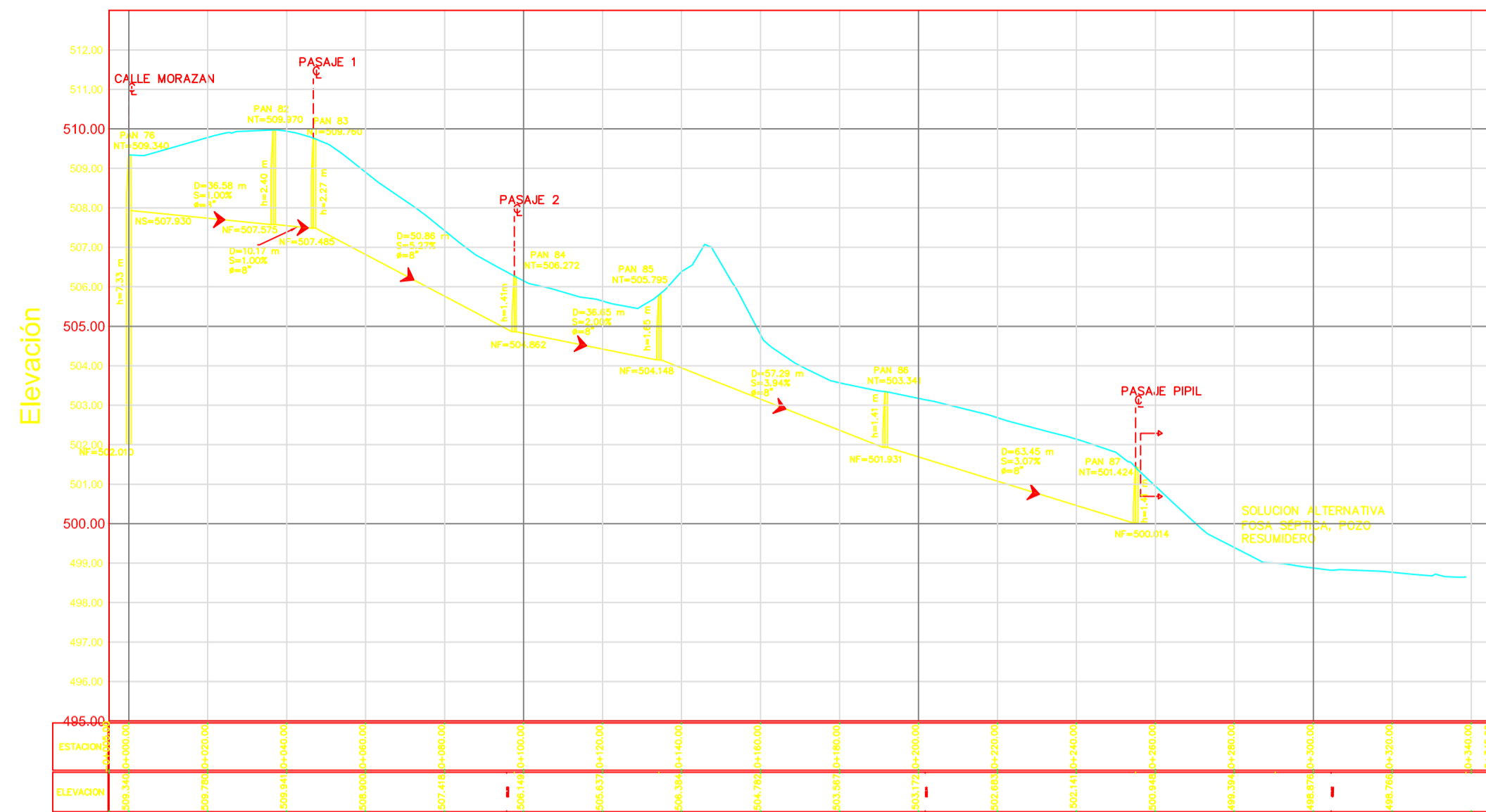
**PROPIETARIO:**  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**PRESENTA:**  
CARPIO HENRY ANTONIO  
GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA  
TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN

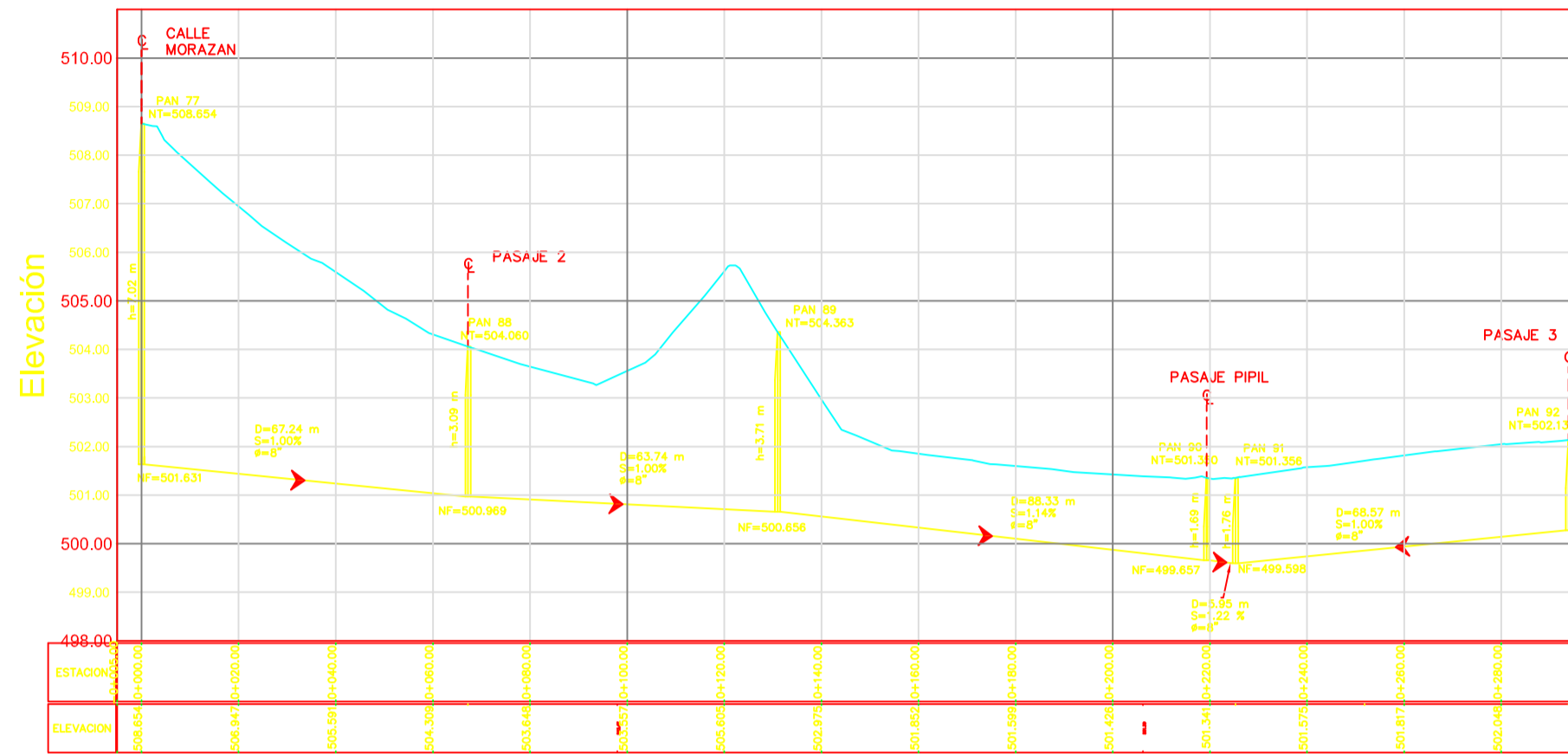
**CONTENIDO:**  
PERFILES DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN CALLE QUE  
CONDUCE DE TEPERITAN A SAN VICENTE

**ESCALA:** INDICADAS      **FECHA:** AGOSTO DE 2011      **HOJA:** 10/17

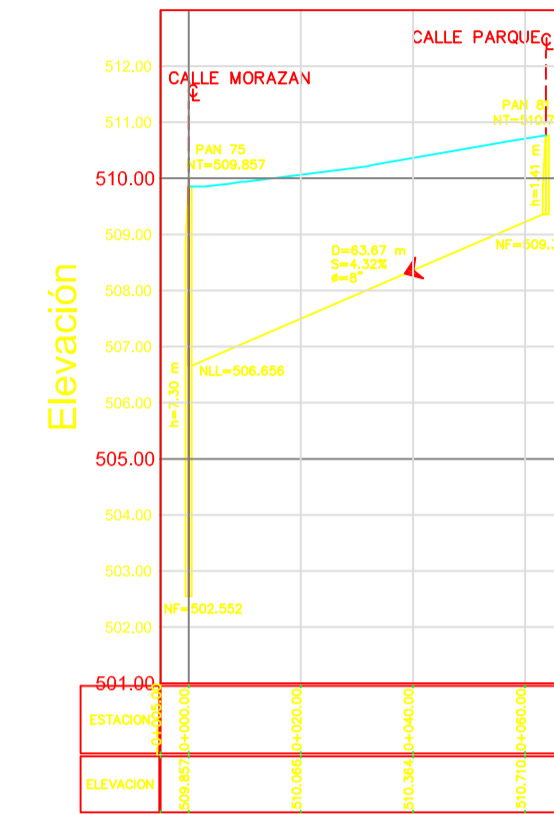
PERFIL Avenida 1 San Cayetano  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



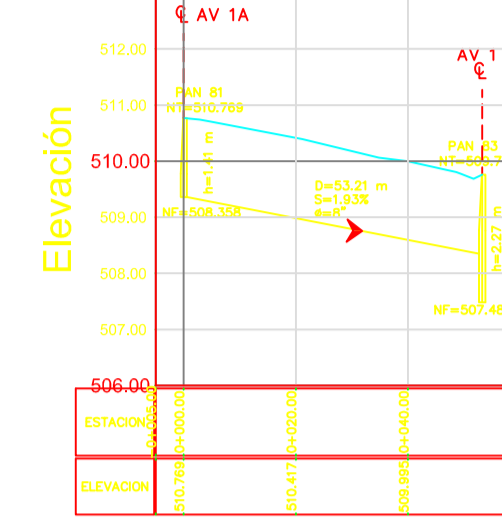
PERFIL AV. 2 San Cayetano  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



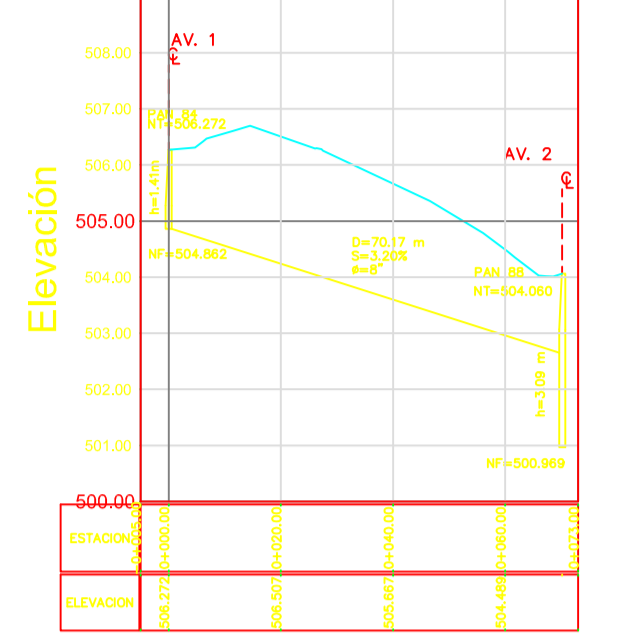
PERFIL Av 1A  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



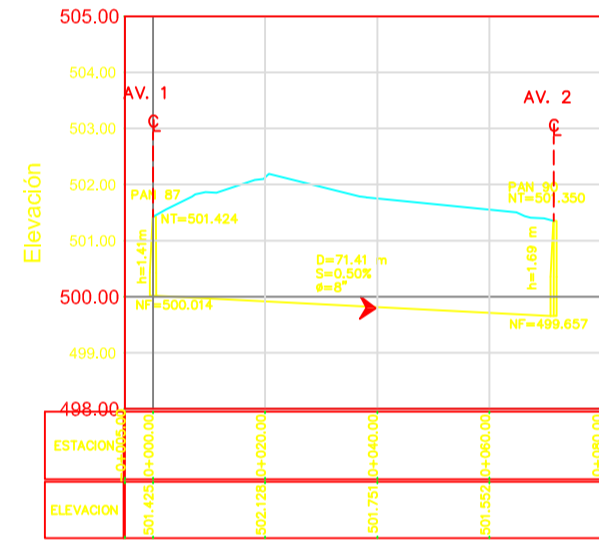
PERFIL Pasaje 1 San Cayetano  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



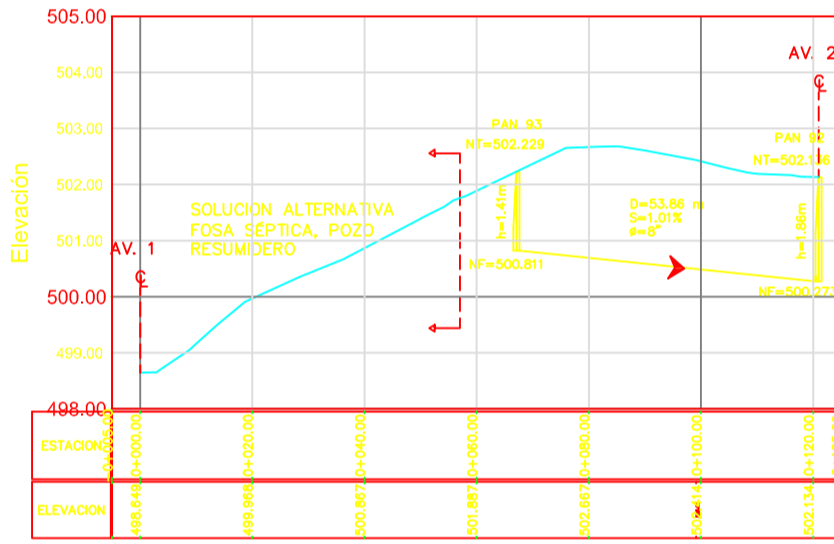
PERFIL Pasaje 2 San Cayetano  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



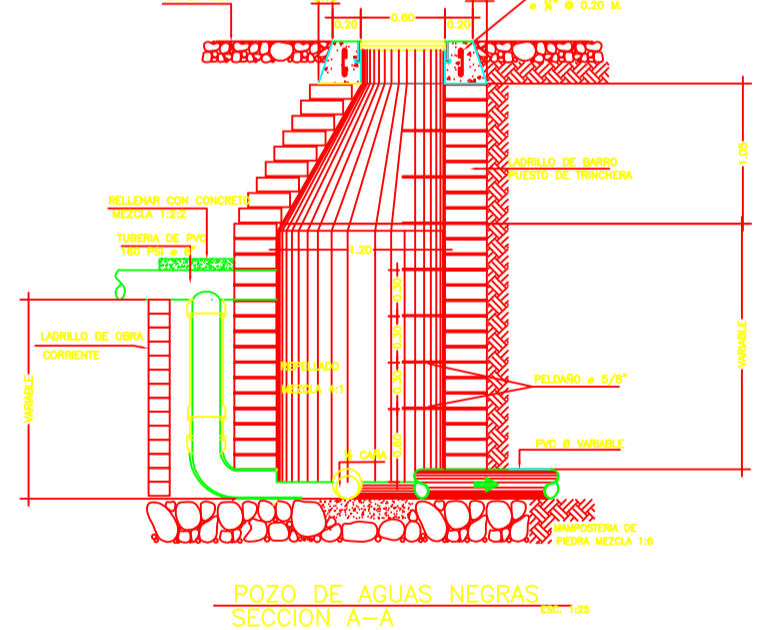
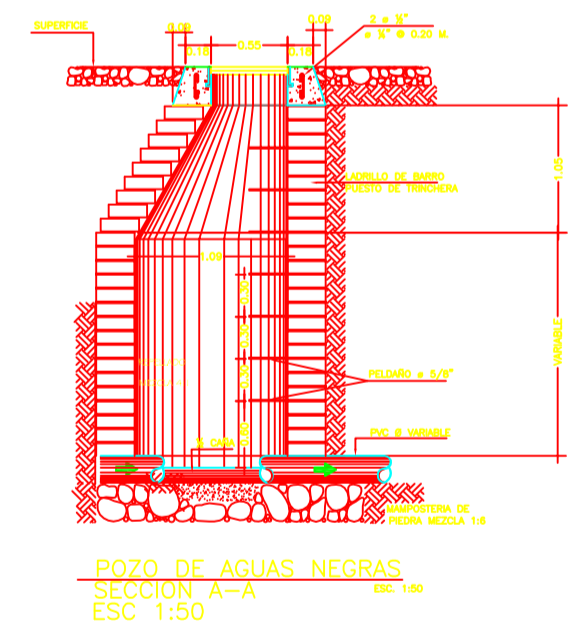
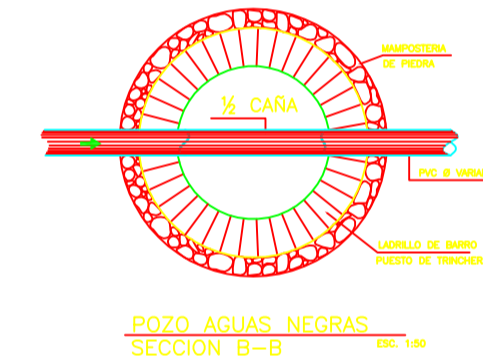
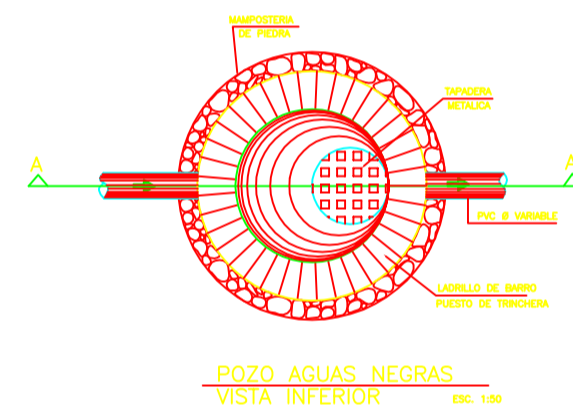
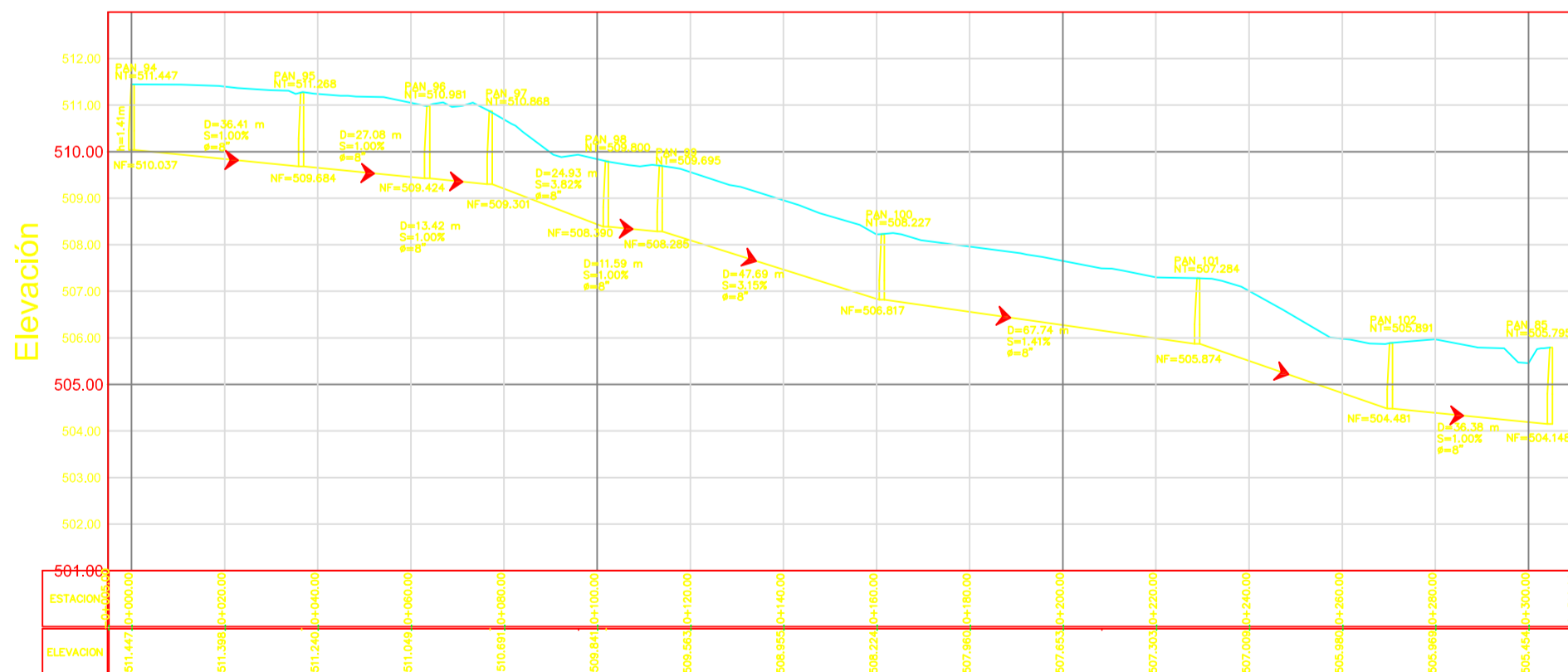
PERFIL Calle 2 San Cayetano  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



PERFIL Calle 3 San Cayetano  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



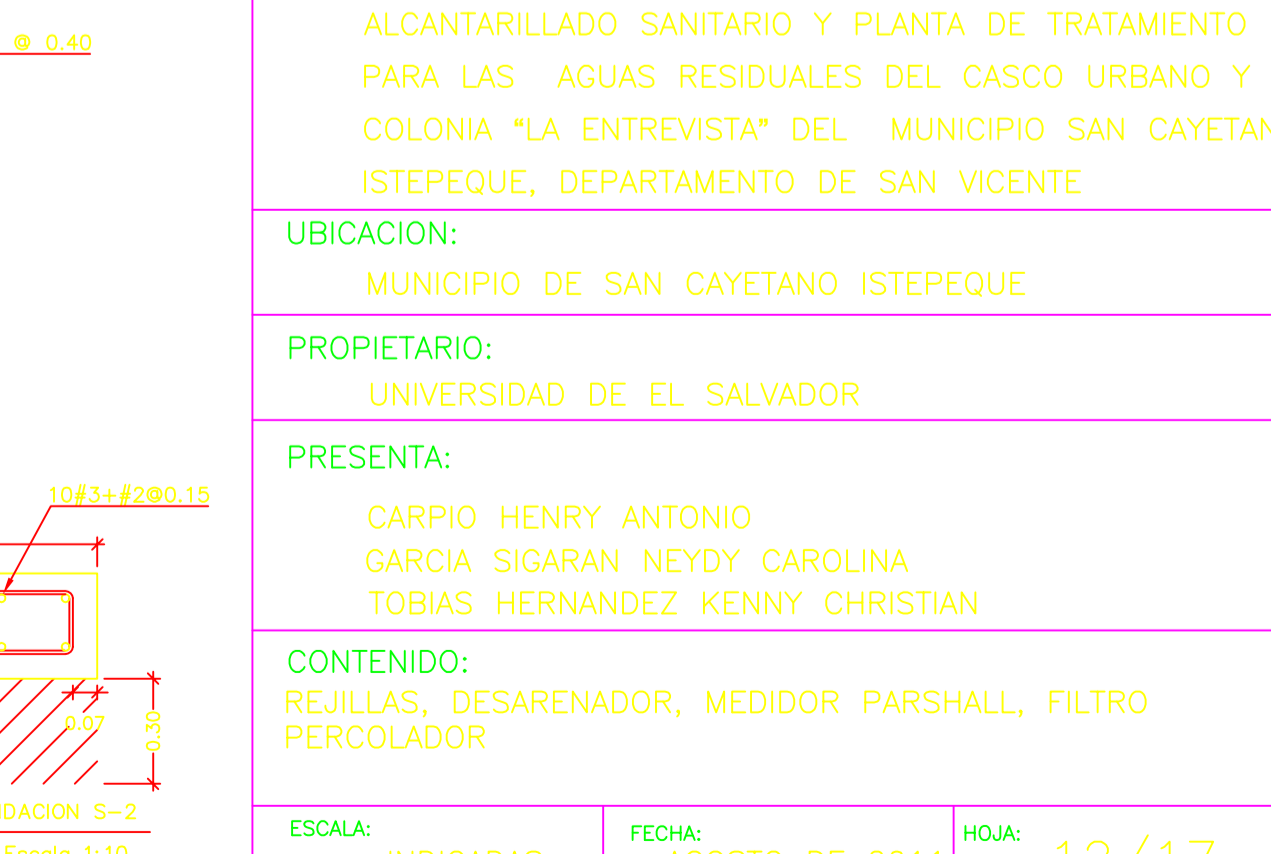
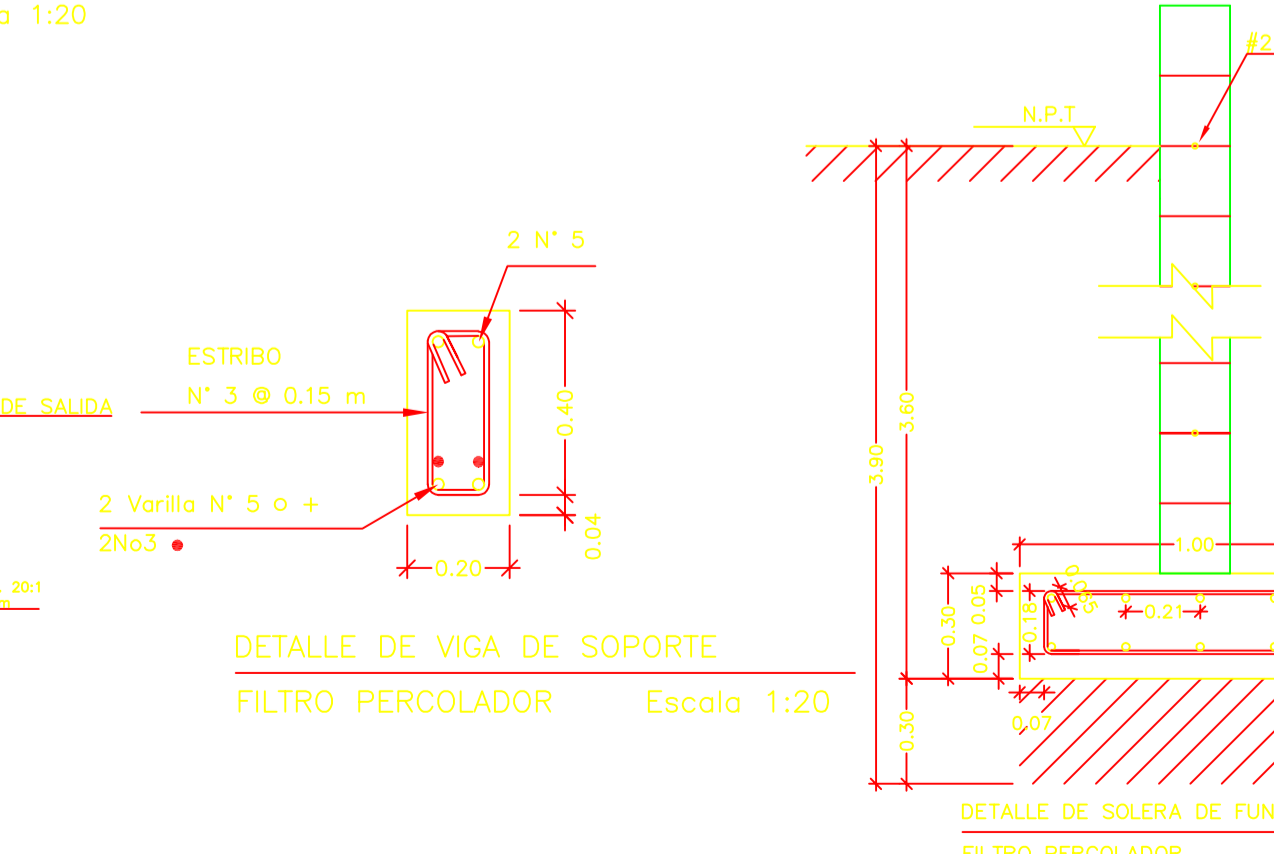
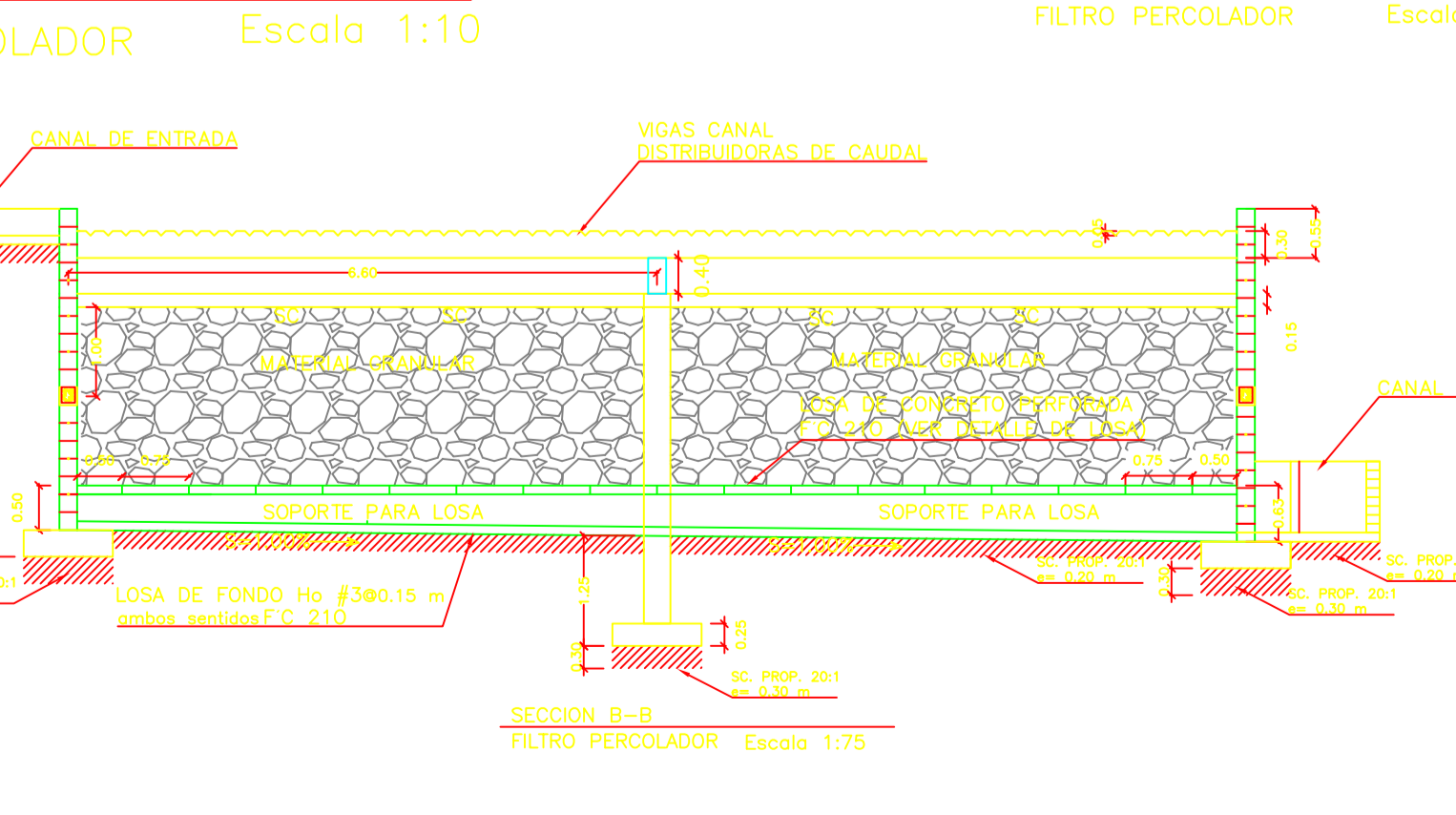
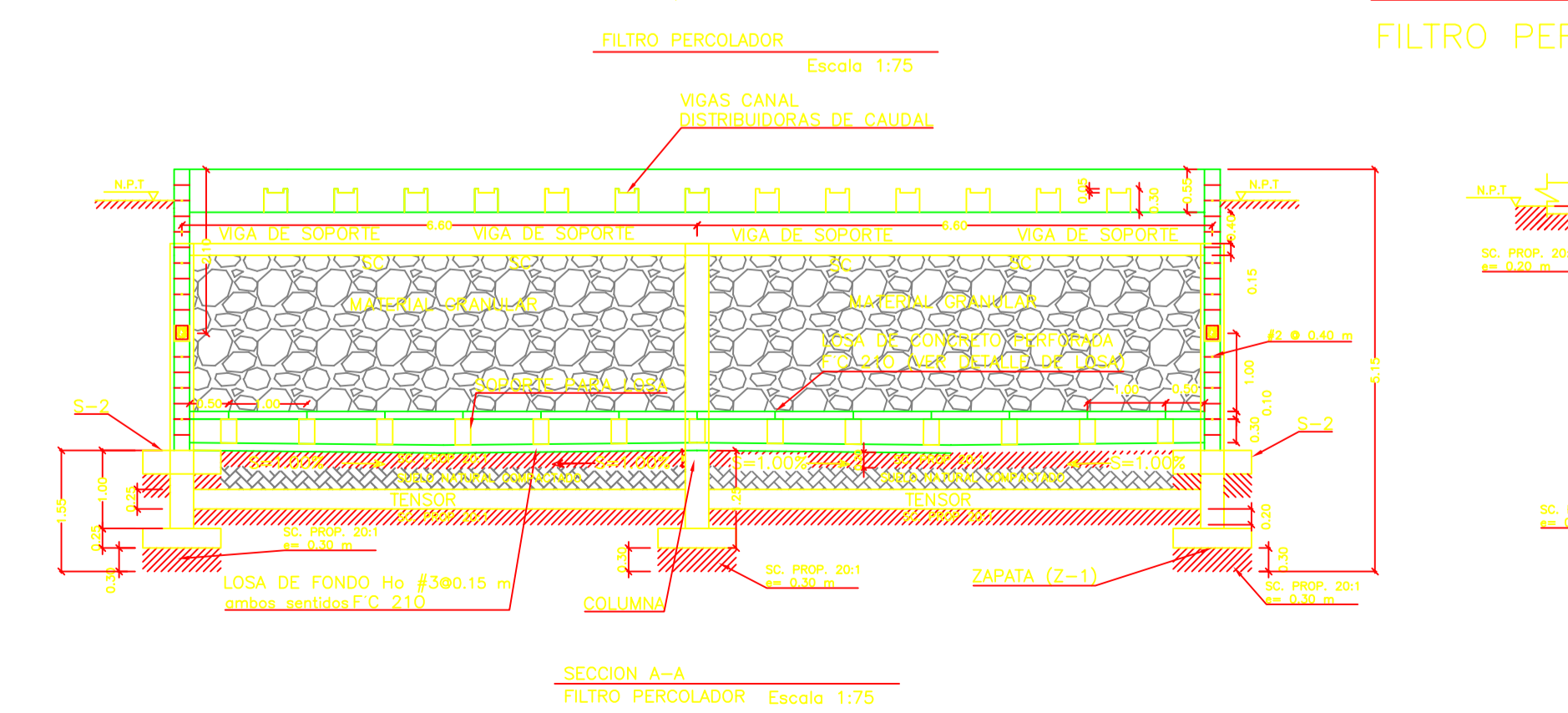
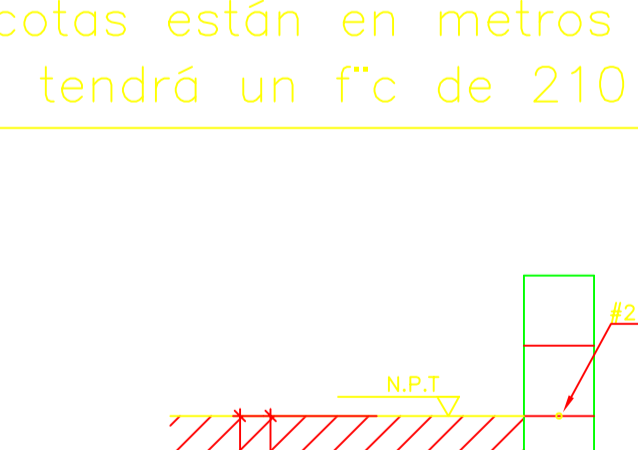
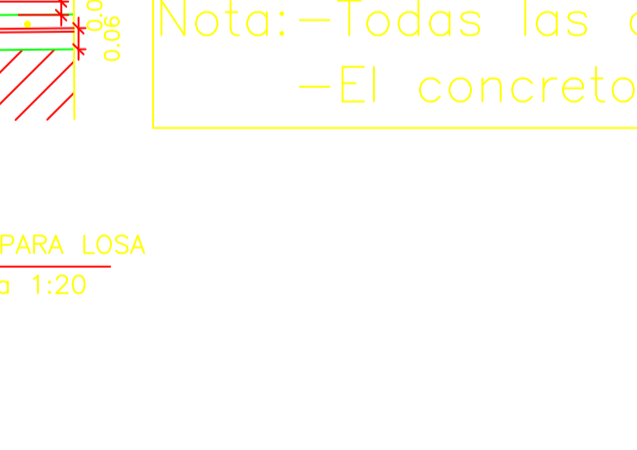
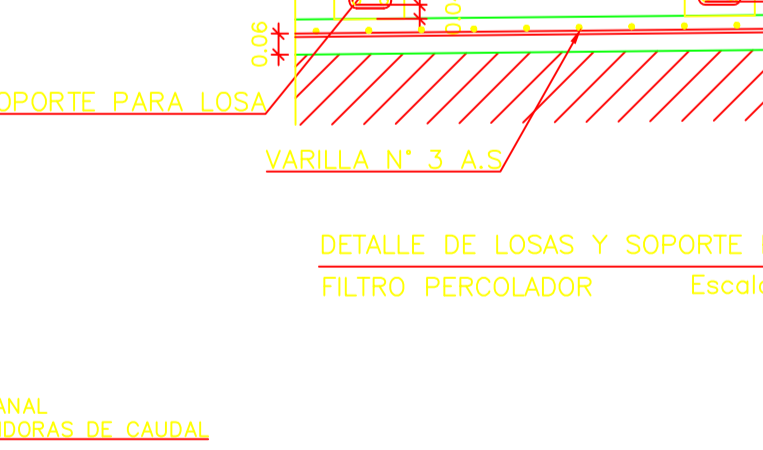
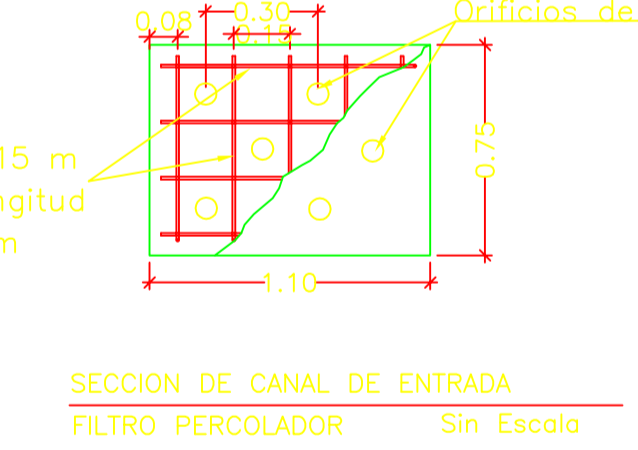
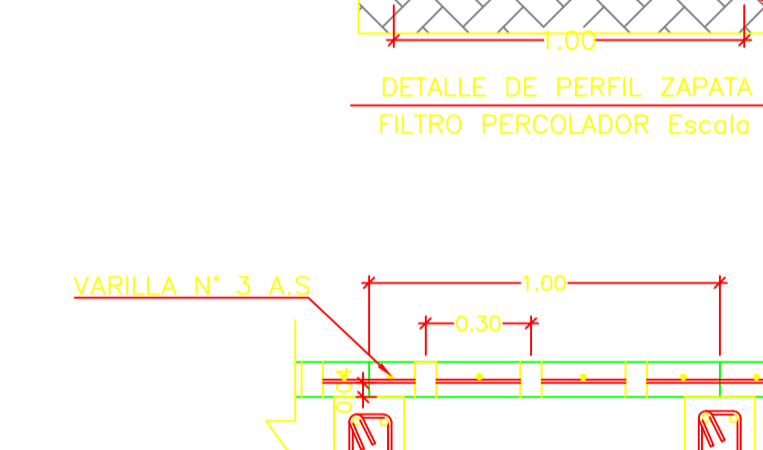
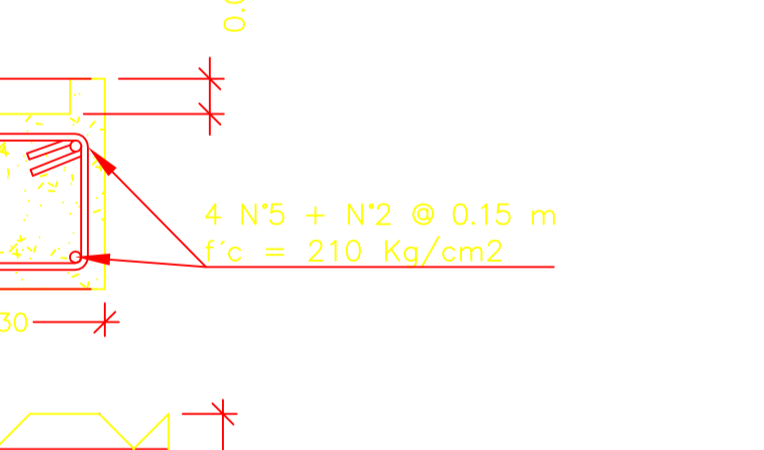
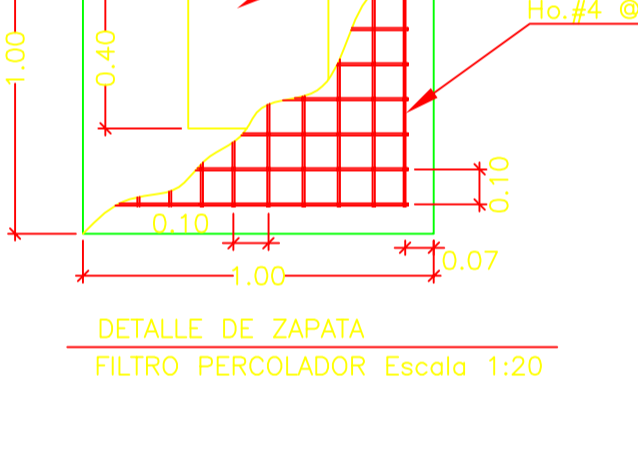
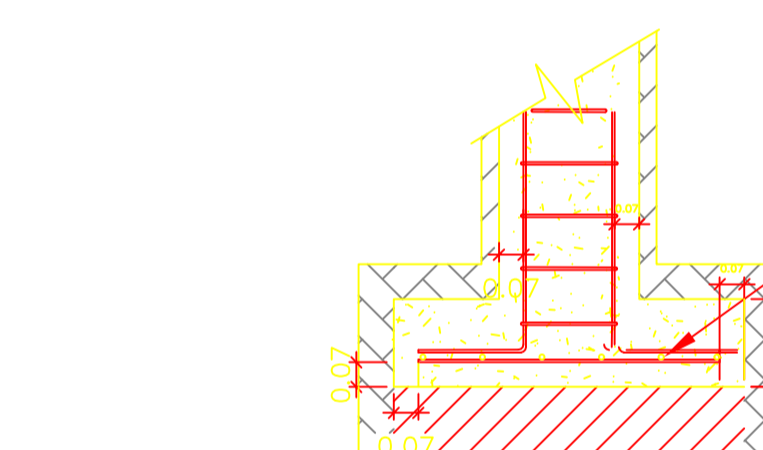
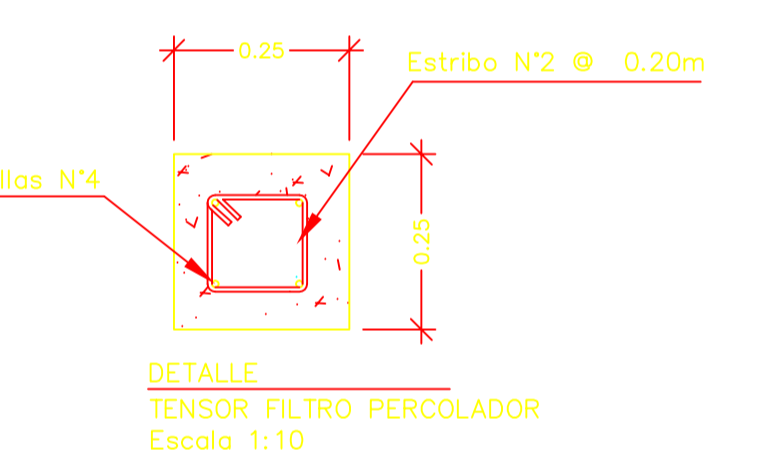
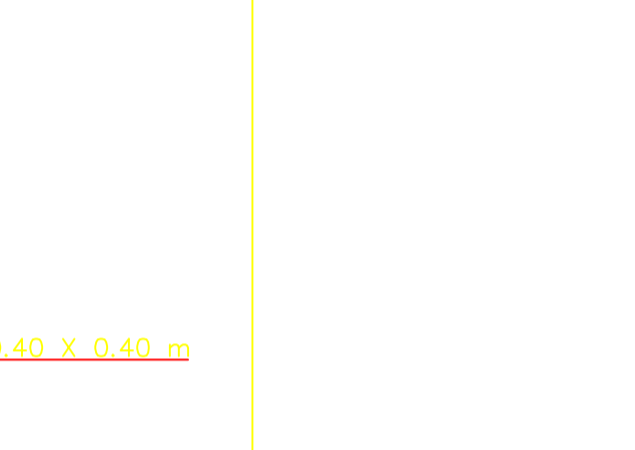
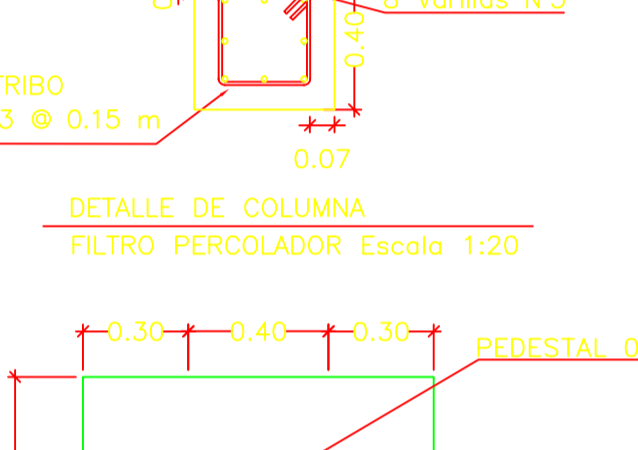
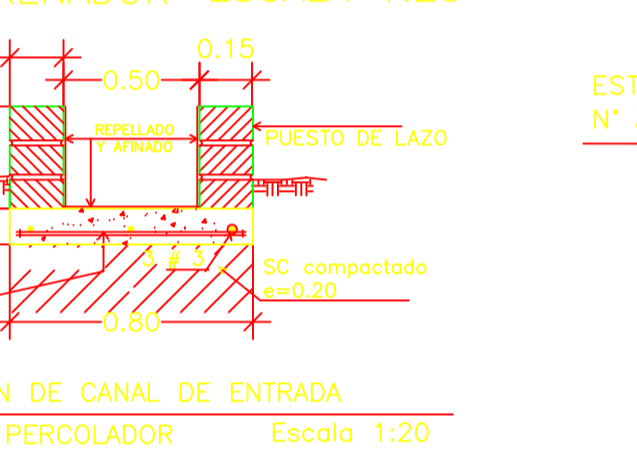
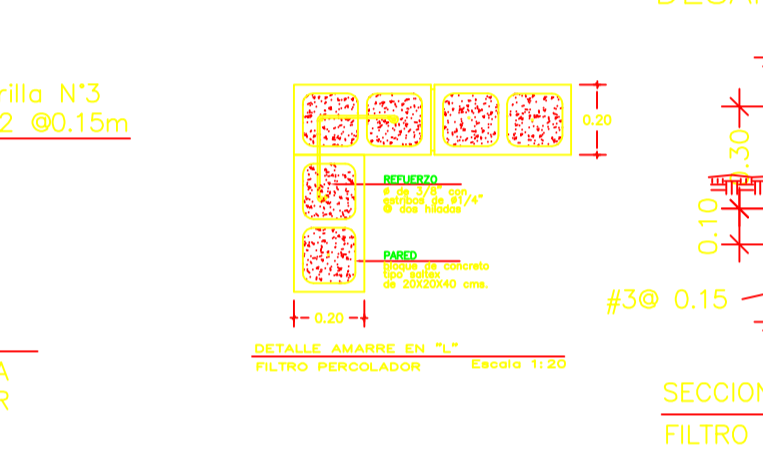
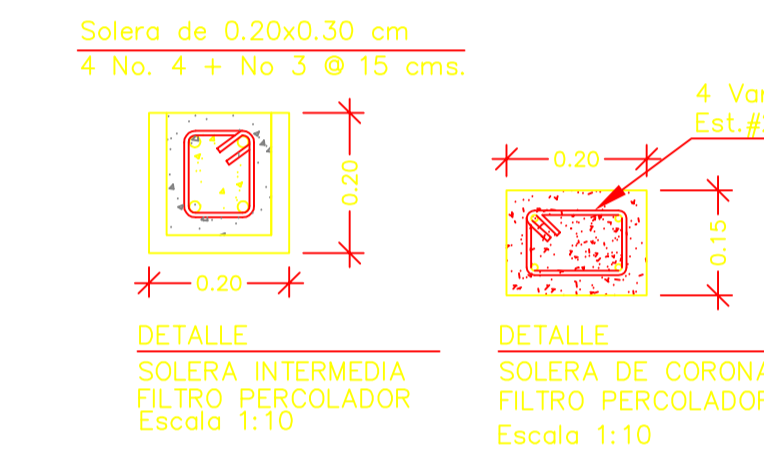
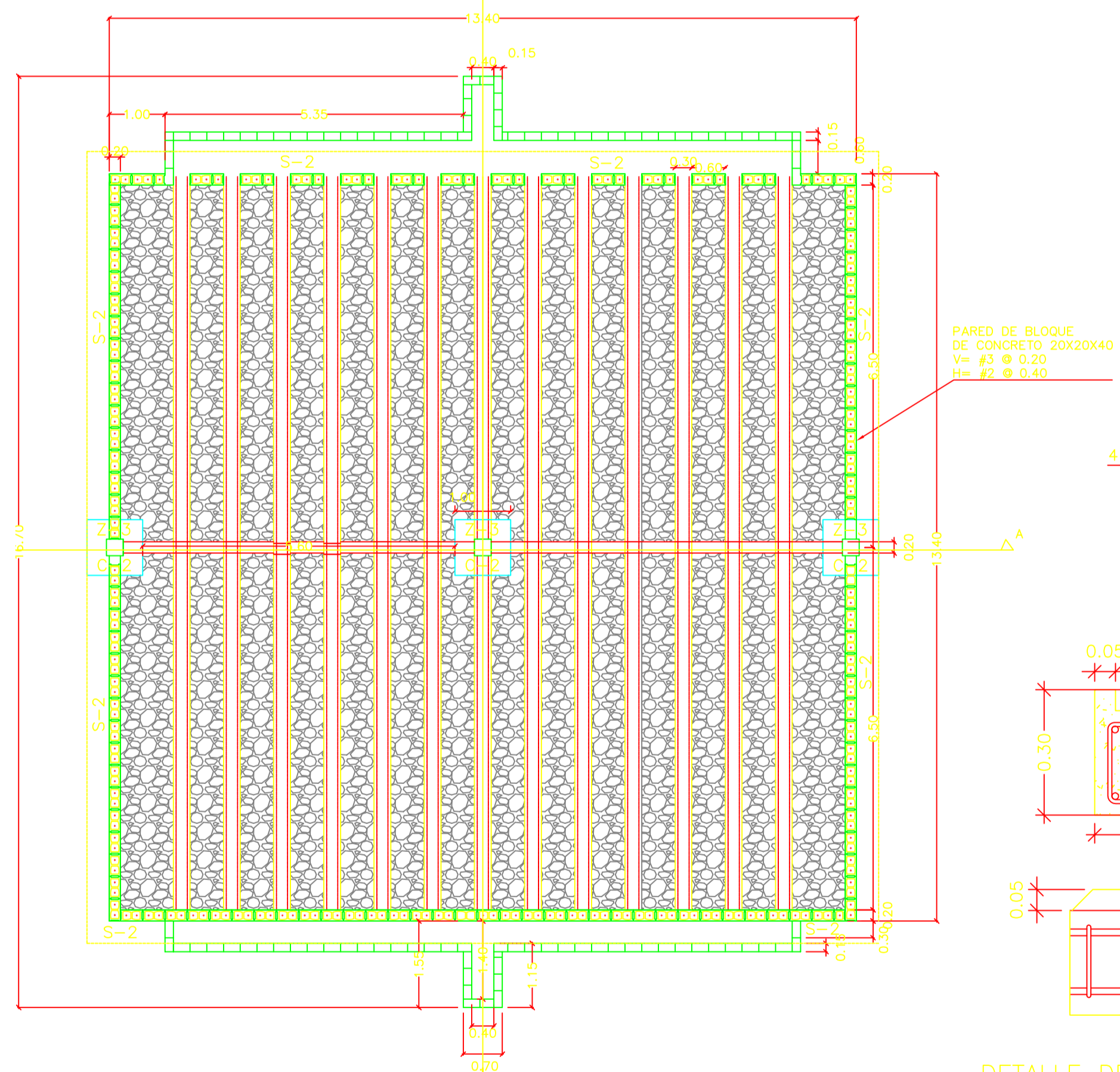
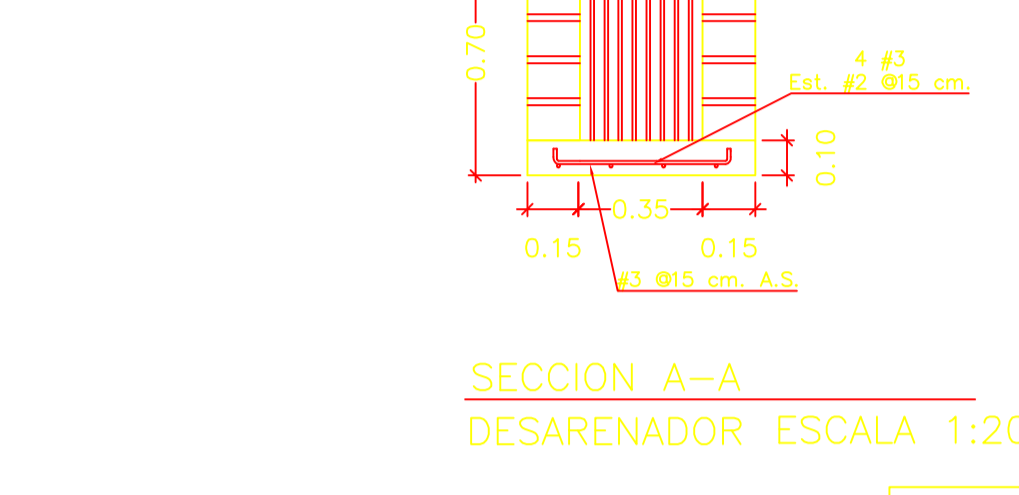
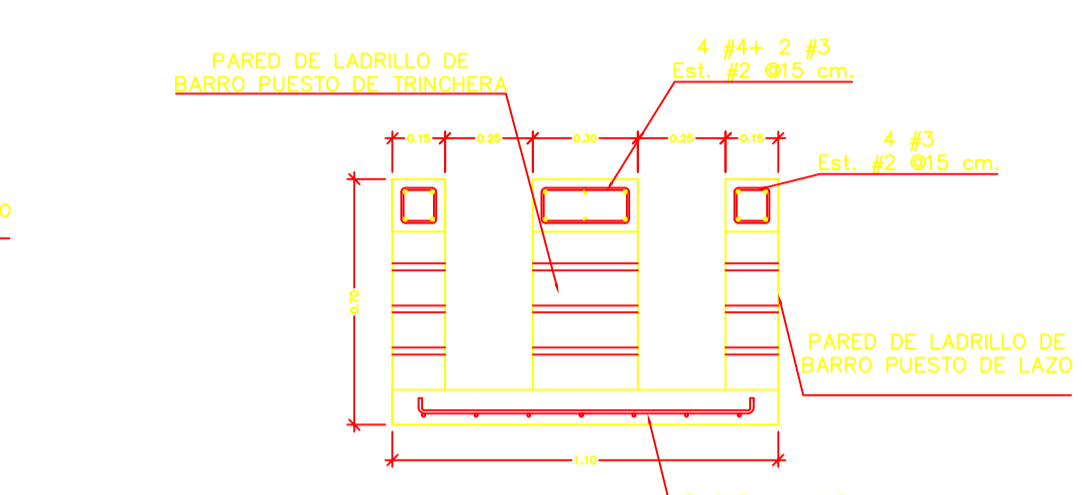
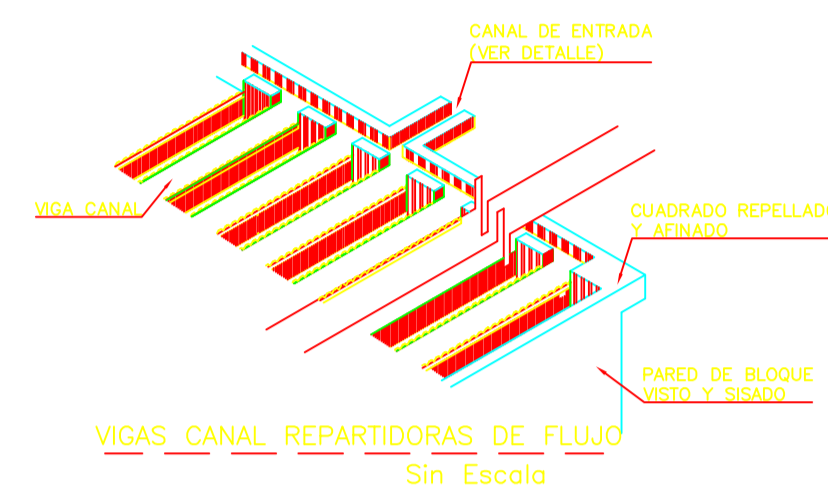
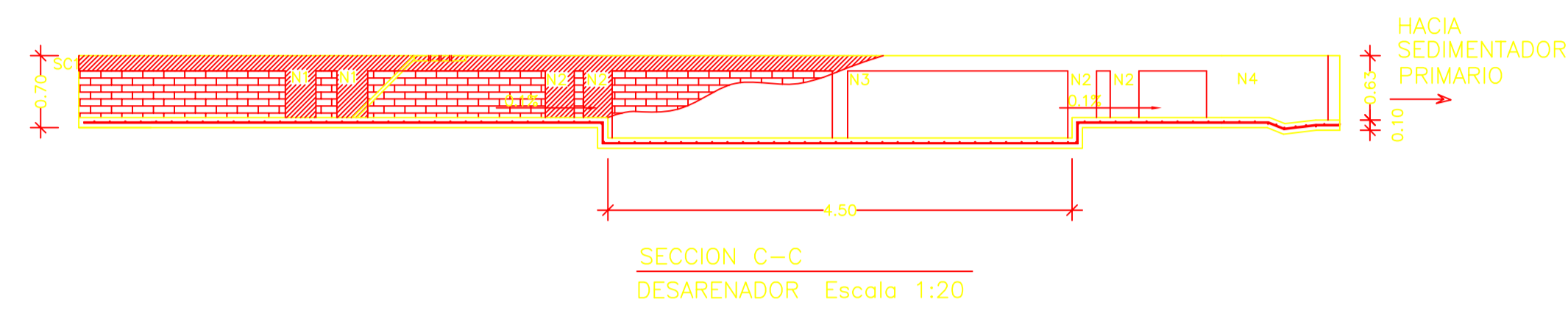
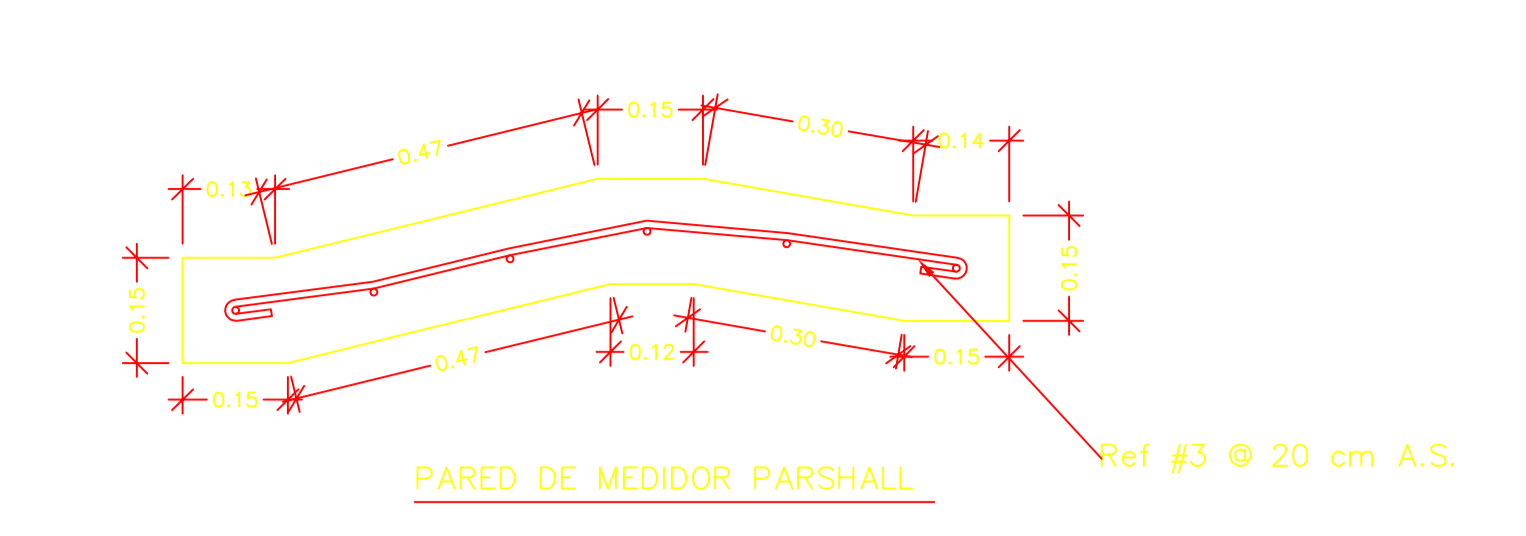
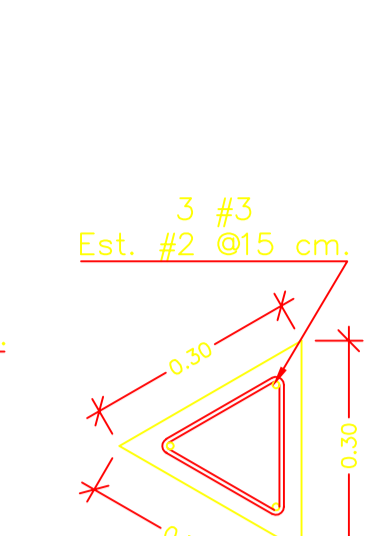
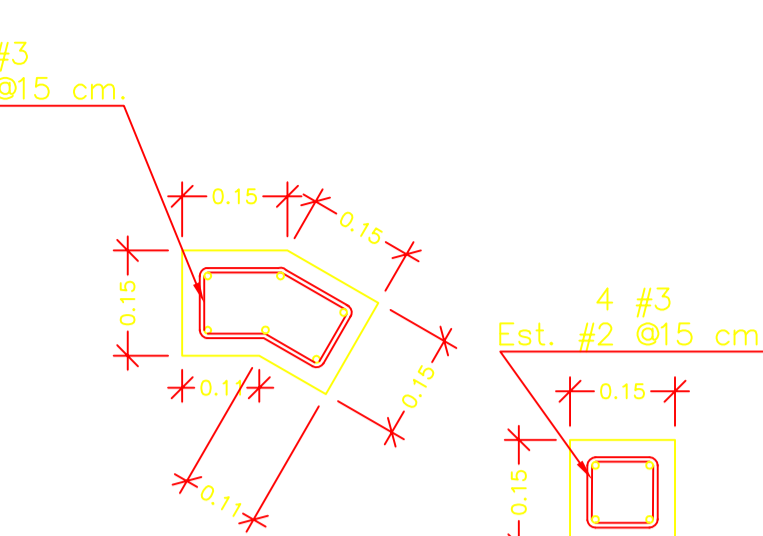
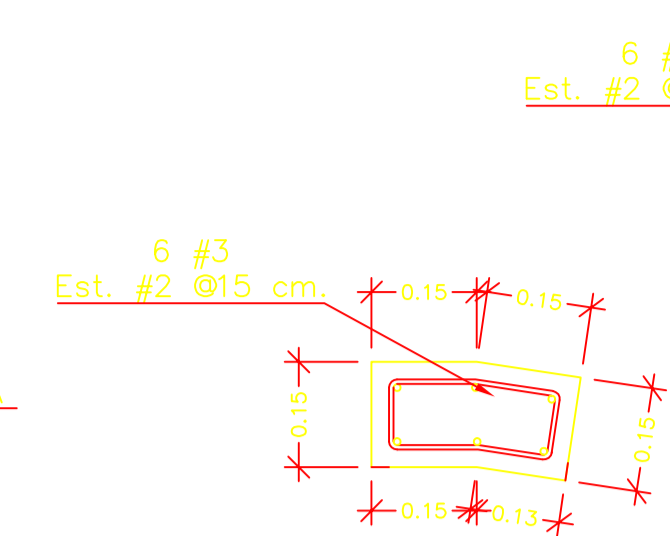
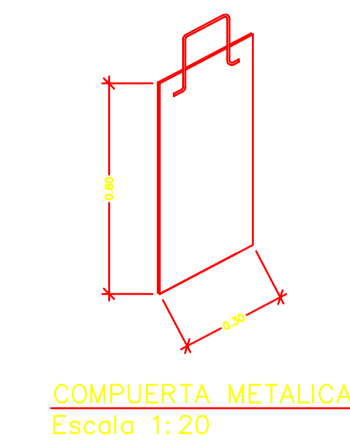
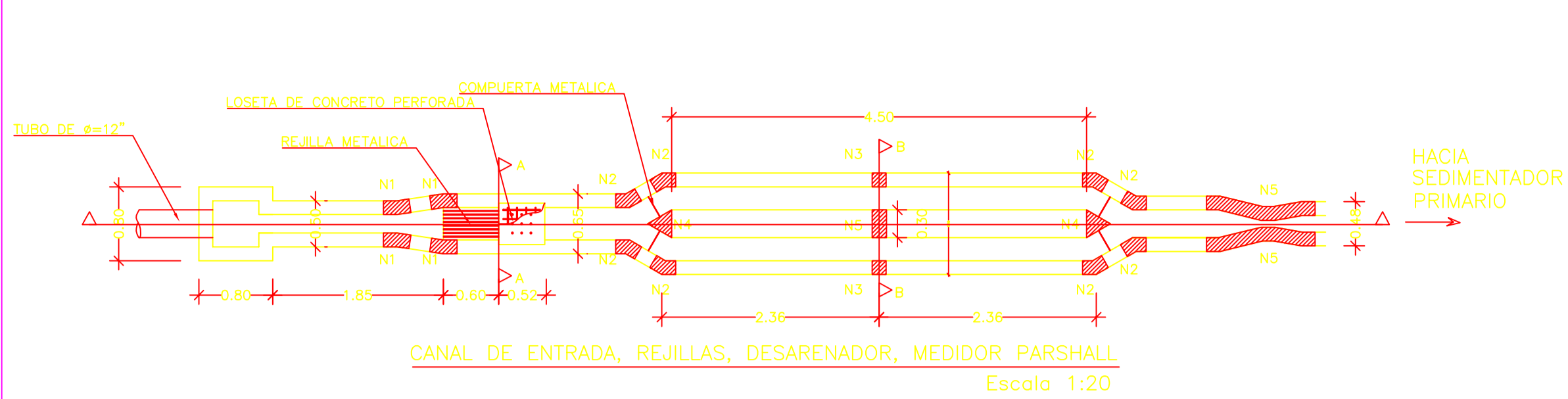
PERFIL Calle de FENADESAL  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



<b>PROYECTO:</b> PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE		
<b>UBICACION:</b> MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE		
<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		
<b>PRESENTA:</b> CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN		
<b>CONTENIDO:</b> PERFILES DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN BARRIO SAN CAYETANO		
<b>ESCALA:</b> INDICADAS	<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2011	<b>HOJA:</b> 11/17

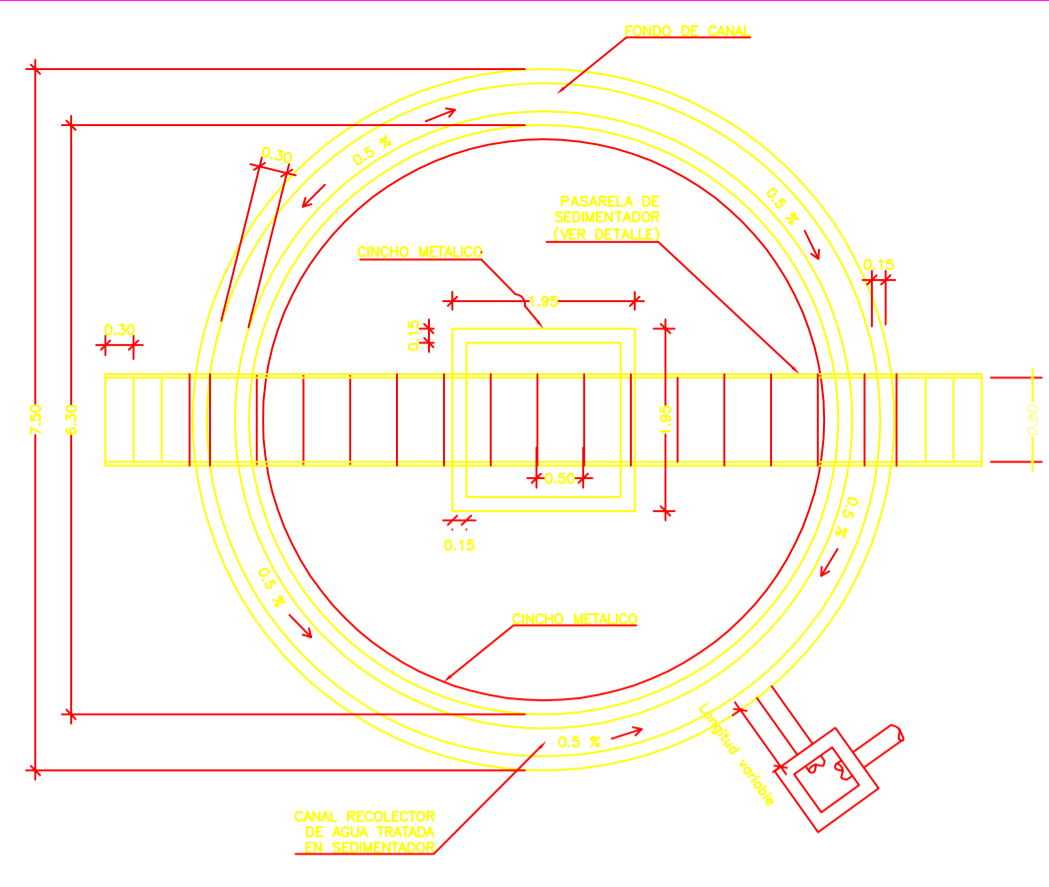
## **ANEXO 3**

# **PLANOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO**

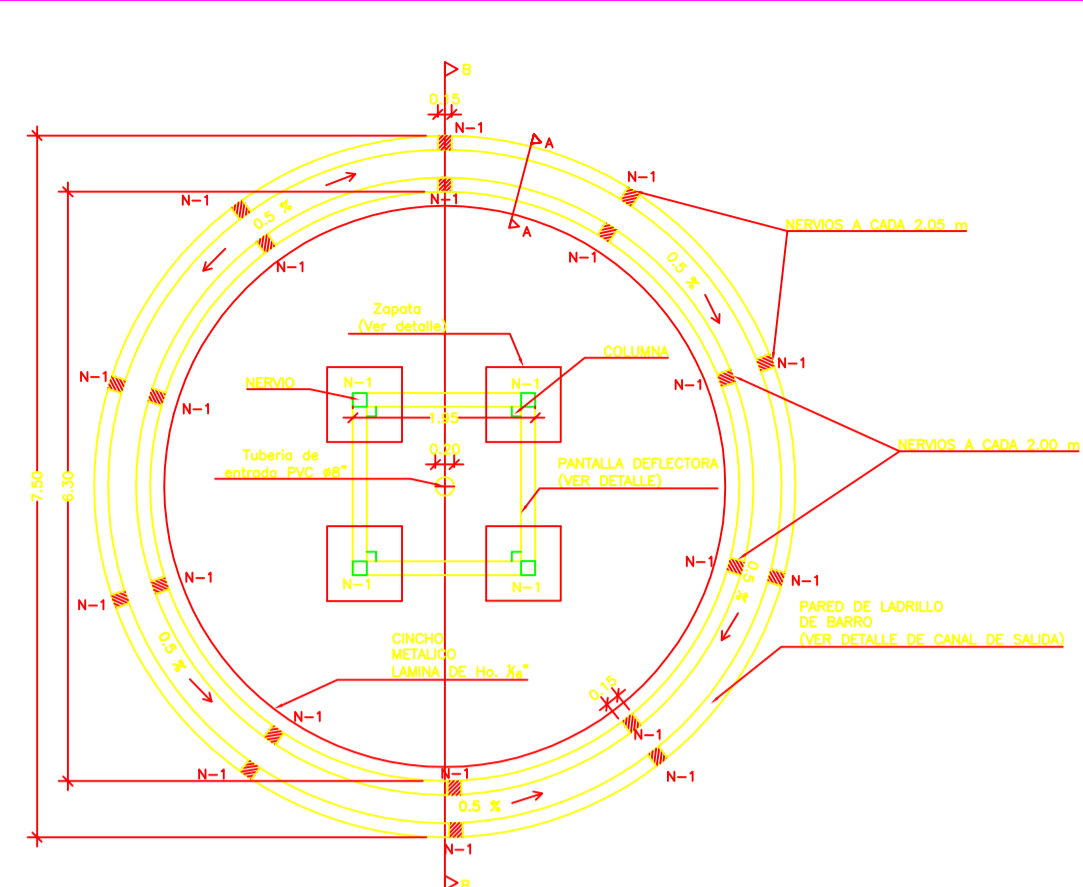


Nota: -Todas las cotas están en metros  
-El concreto tendrá un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>

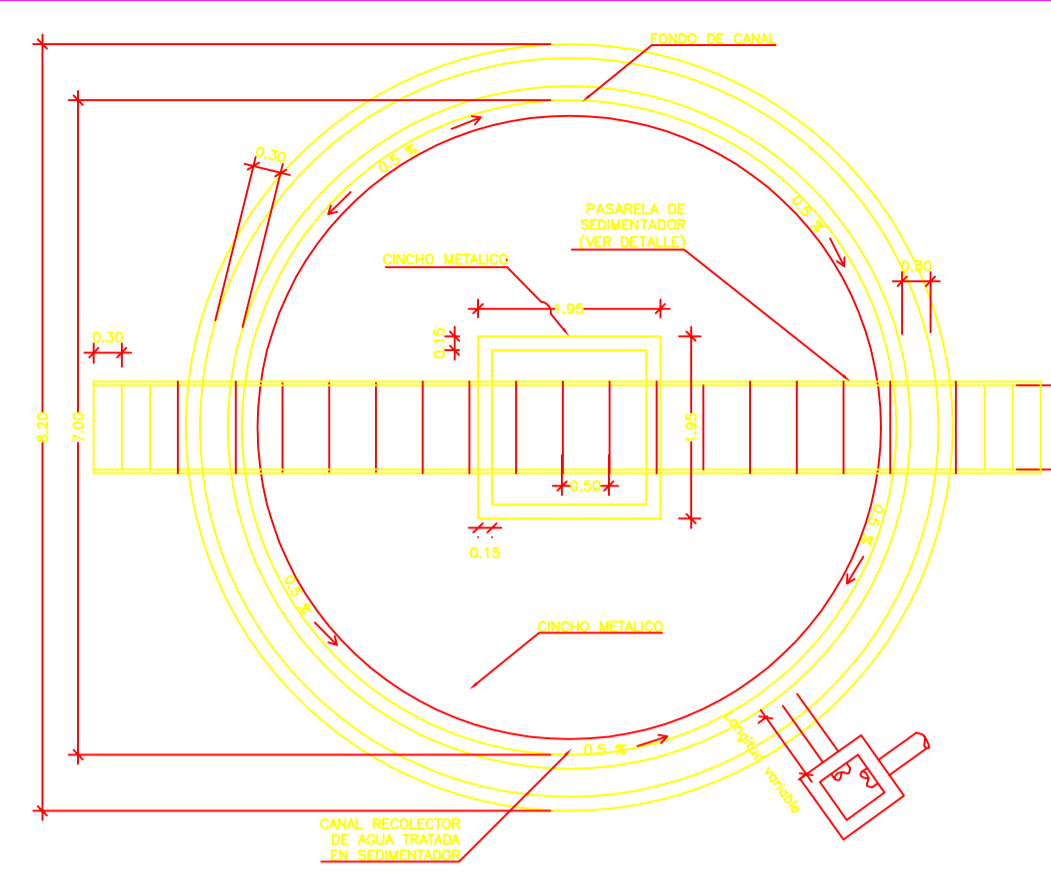
<b>PROYECTO:</b> PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE		
<b>UBICACION:</b> MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE		
<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		
<b>PRESENTA:</b> CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN		
<b>CONTENIDO:</b> REJILLAS, DESARENADOR, MEDIDOR PARSHALL, FILTRO PERCOLADOR		
<b>ESCALA:</b> INDICADAS	<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2011	<b>HOJA:</b> 12/17



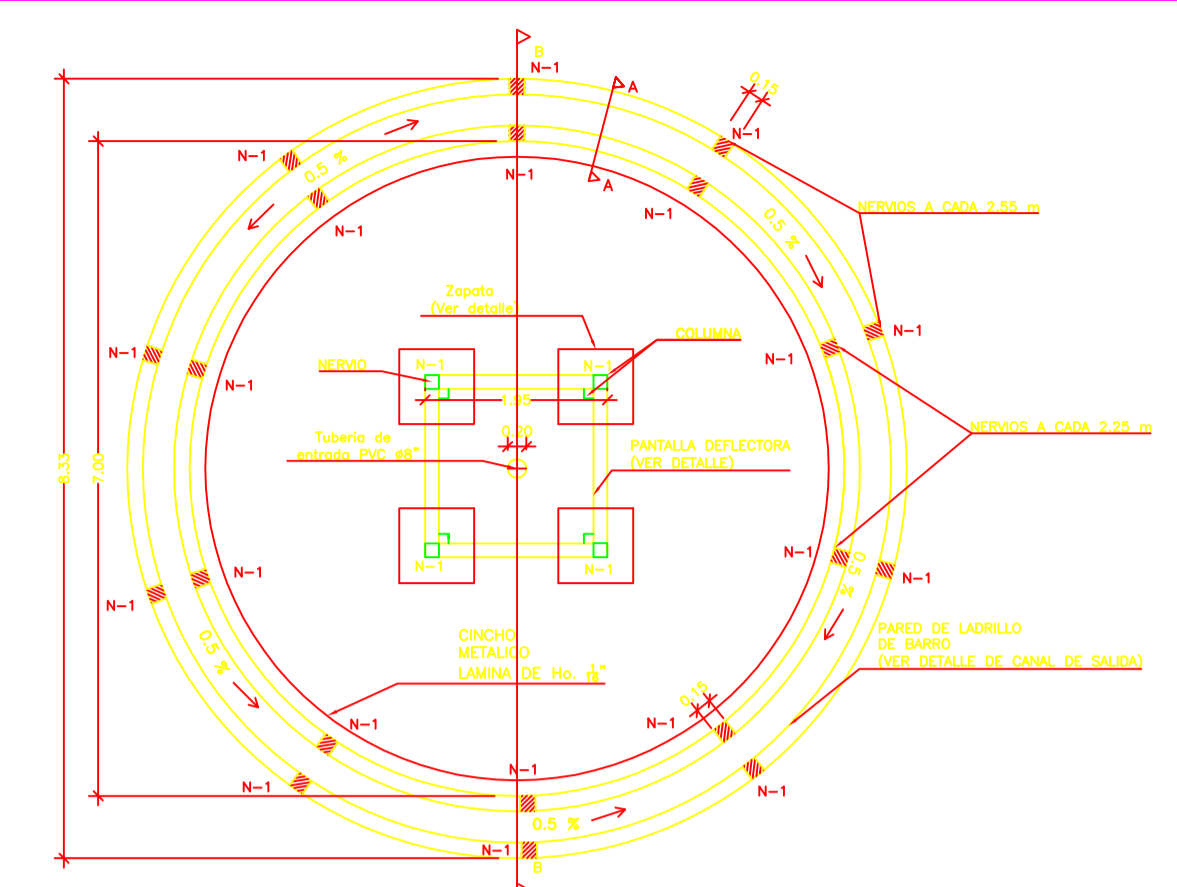
VISTA EN PLANTA  
SEDIMENTADOR PRIMARIO Escala 1:50



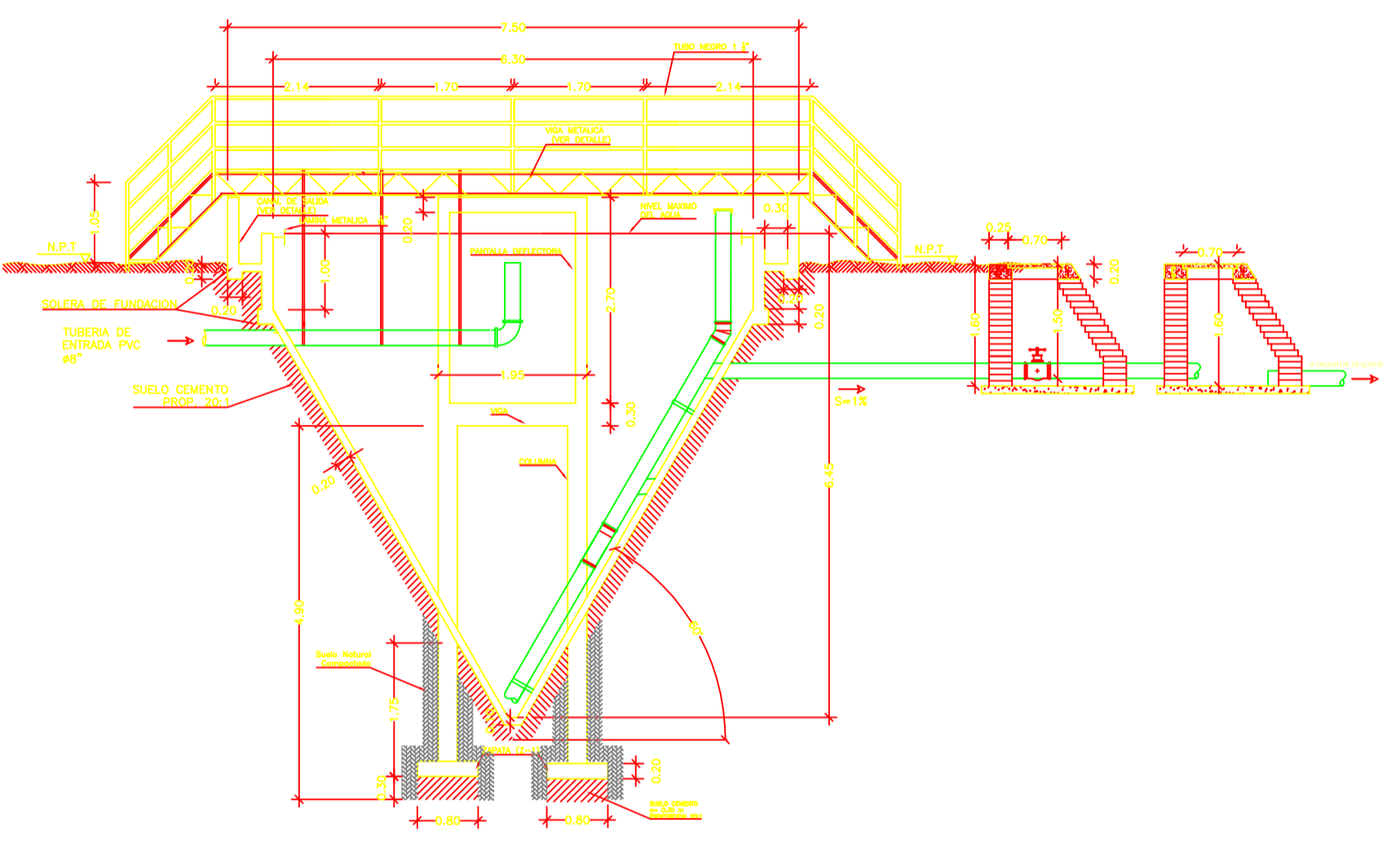
VISTA EN PLANTA ESTRUCTURAL  
SEDIMENTADOR PRIMARIO Escala 1:50



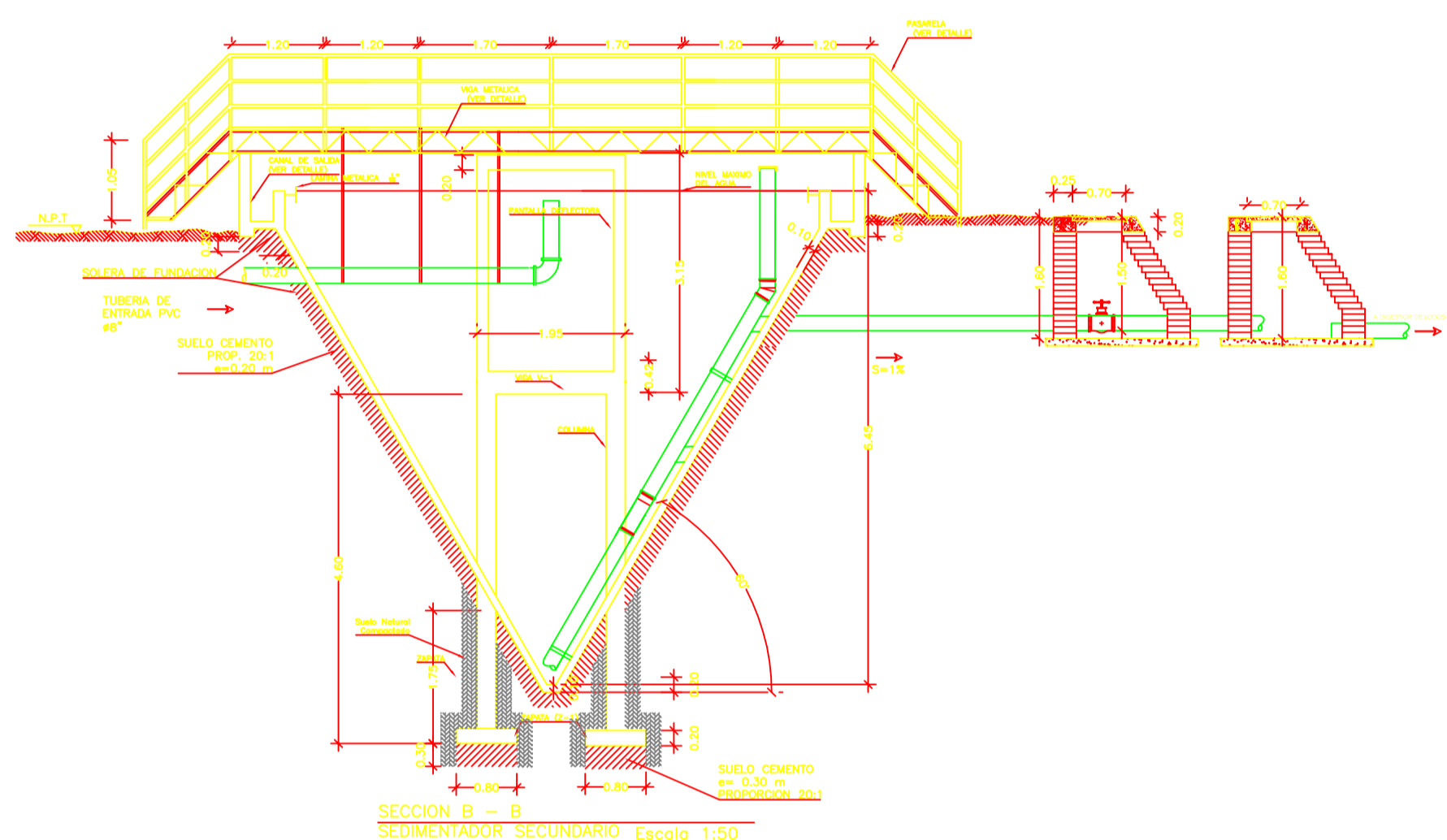
VISTA EN PLANTA  
SEDIMENTADOR SECUNDARIO Escala 1:50



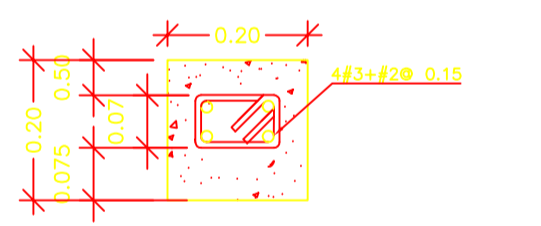
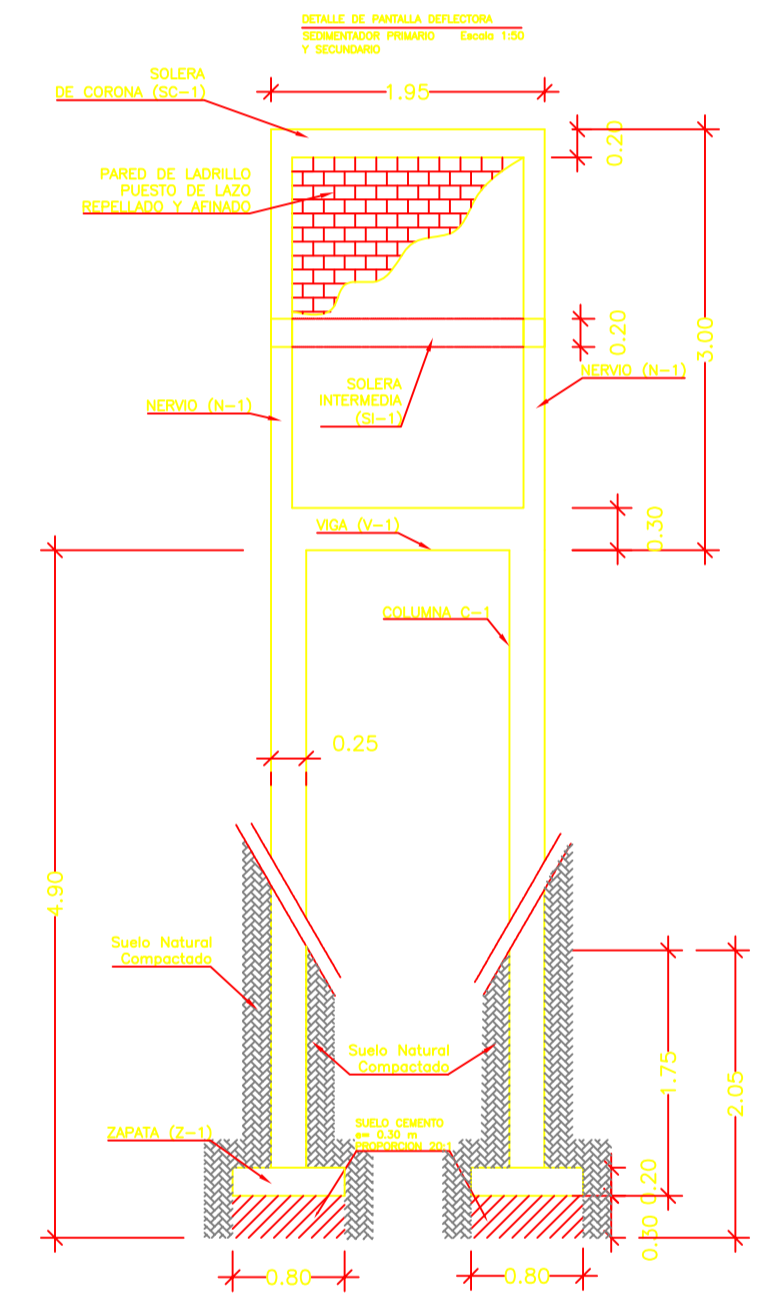
VISTA EN PLANTA ESTRUCTURAL  
SEDIMENTADOR SECUNDARIO Escala 1:50



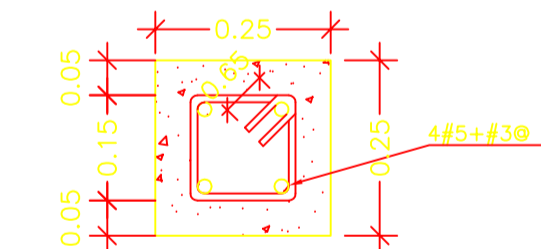
SECCION B - B  
SEDIMENTADOR PRIMARIO Escala 1:50



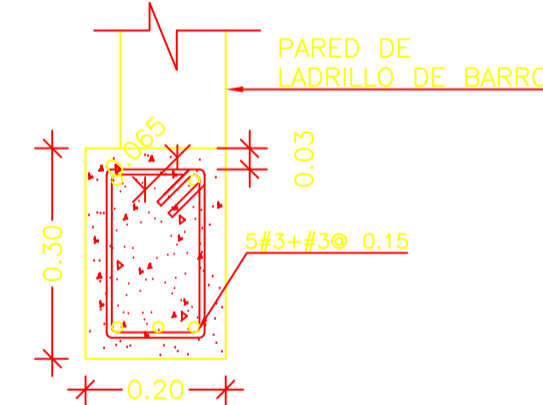
SECCION B - B  
SEDIMENTADOR SECUNDARIO Escala 1:50



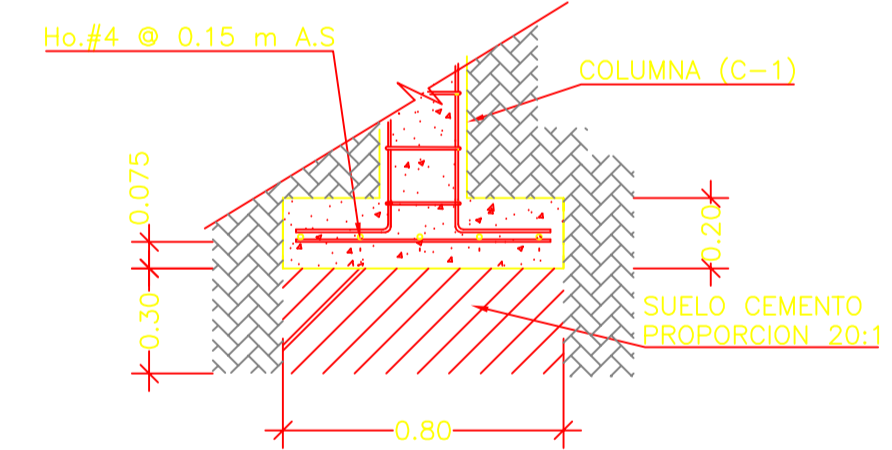
SOLERA SF-1  
CANAL DE SALIDA DE SEDIMENTADOR  
ESCALA 1:10



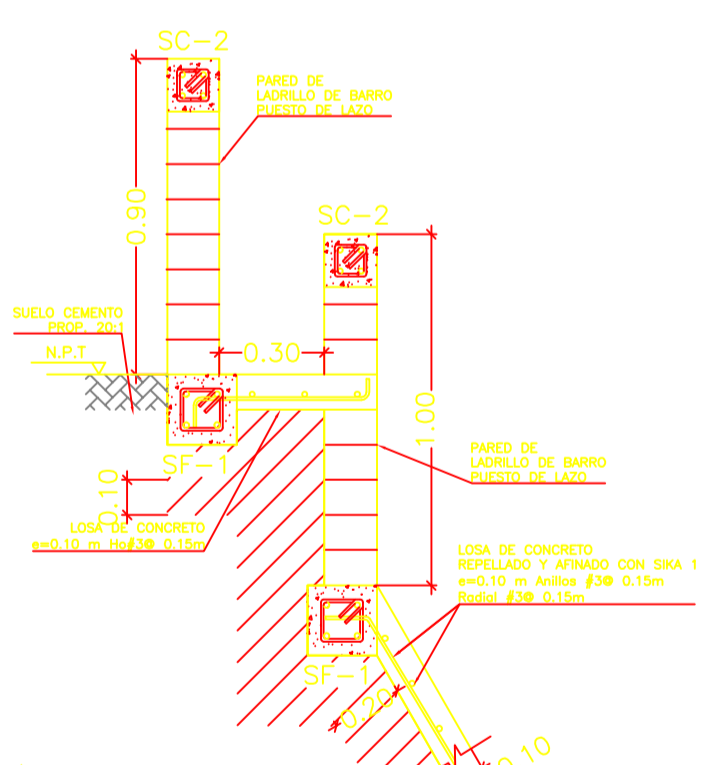
COLUMNA C-1  
PANTALLA DEFLECTORA  
ESCALA 1:10



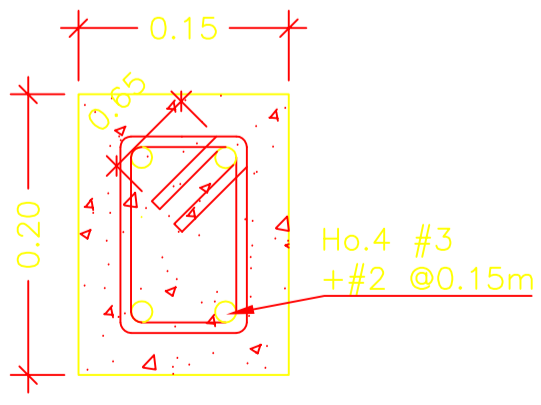
VIGA V-1  
PANTALLA DEFLECTORA  
ESCALA 1:10



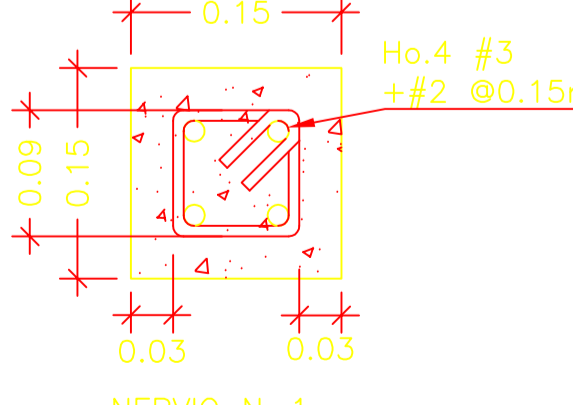
DETALLE DE ZAPATA (Z-1)  
SEDIMENTADOR PRIMARIO  
Y SECUNDARIO Escala 1:20



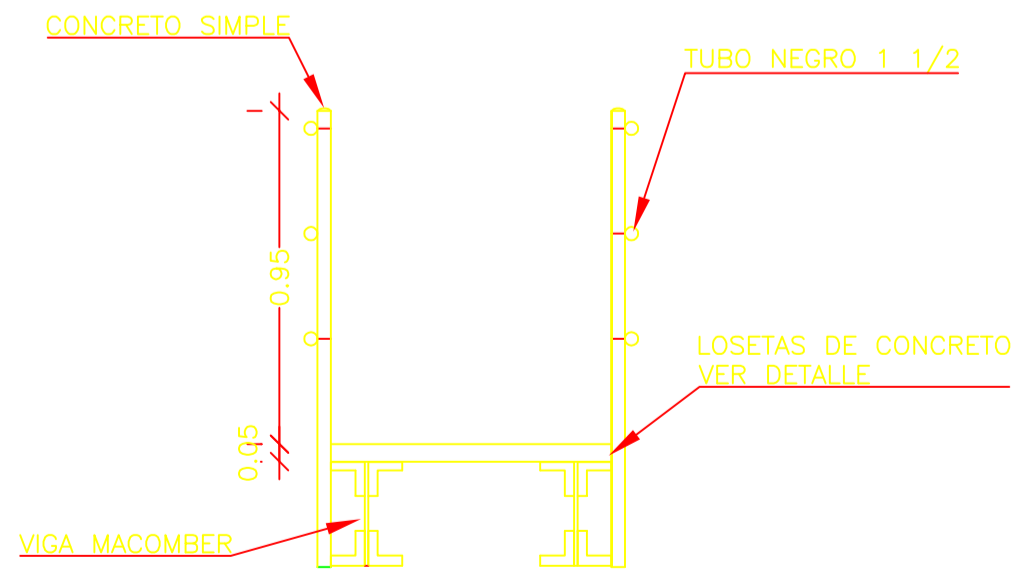
SOLERA SC-2  
CANAL SEDIMENTADOR  
Escala 1:5



SOLERA SC-1 Y SI-1  
PANTALLA DEFLECTORA  
Escala 1:5



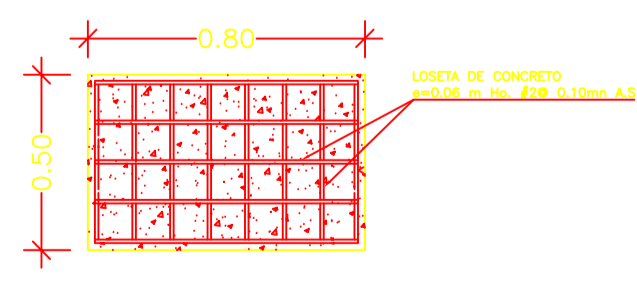
NERVIOS N-1  
PANTALLA DEFLECTORA  
Y SEDIMENTADOR  
Escala 1:5



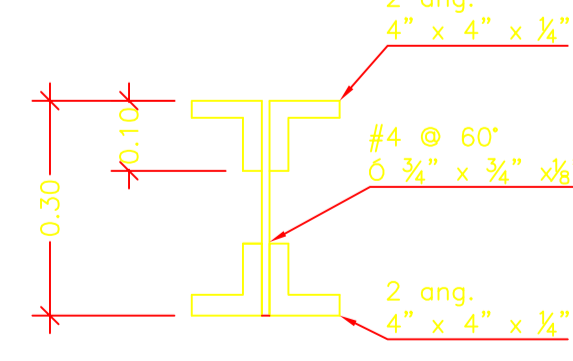
DETALLE DE SECCION PASARELA  
SEDIMENTADOR PRIMARIO  
Y SECUNDARIO Escala 1:20



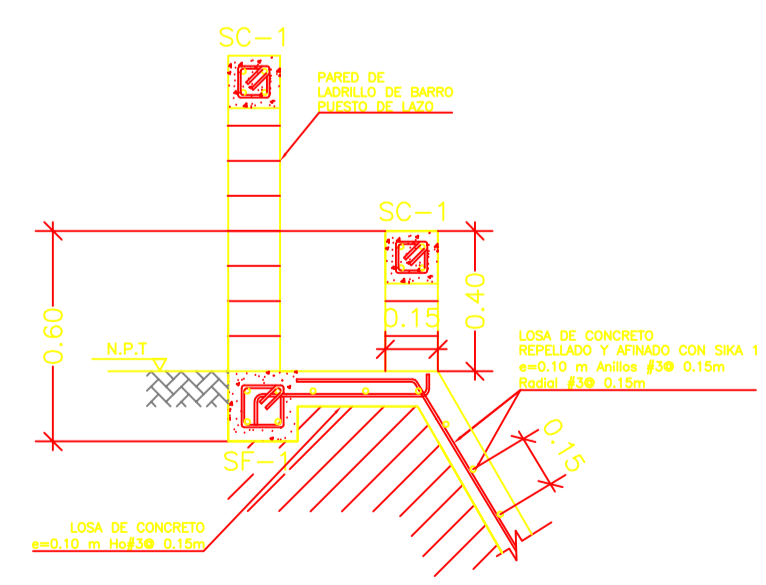
DETALLE DE CANAL DE SALIDA  
SEDIMENTADOR PRIMARIO  
Escala 1:20



DETALLE LOSETA EN PASARELA  
SEDIMENTADOR PRIMARIO  
Y SECUNDARIO Escala 1:20



VIGA MACOMBER VM-1  
PASARELA ESCALA 1:10



DETALLE DE CANAL DE SALIDA  
SEDIMENTADOR SECUNDARIO Escala 1:20

**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL,  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO  
PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y  
COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO  
ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE

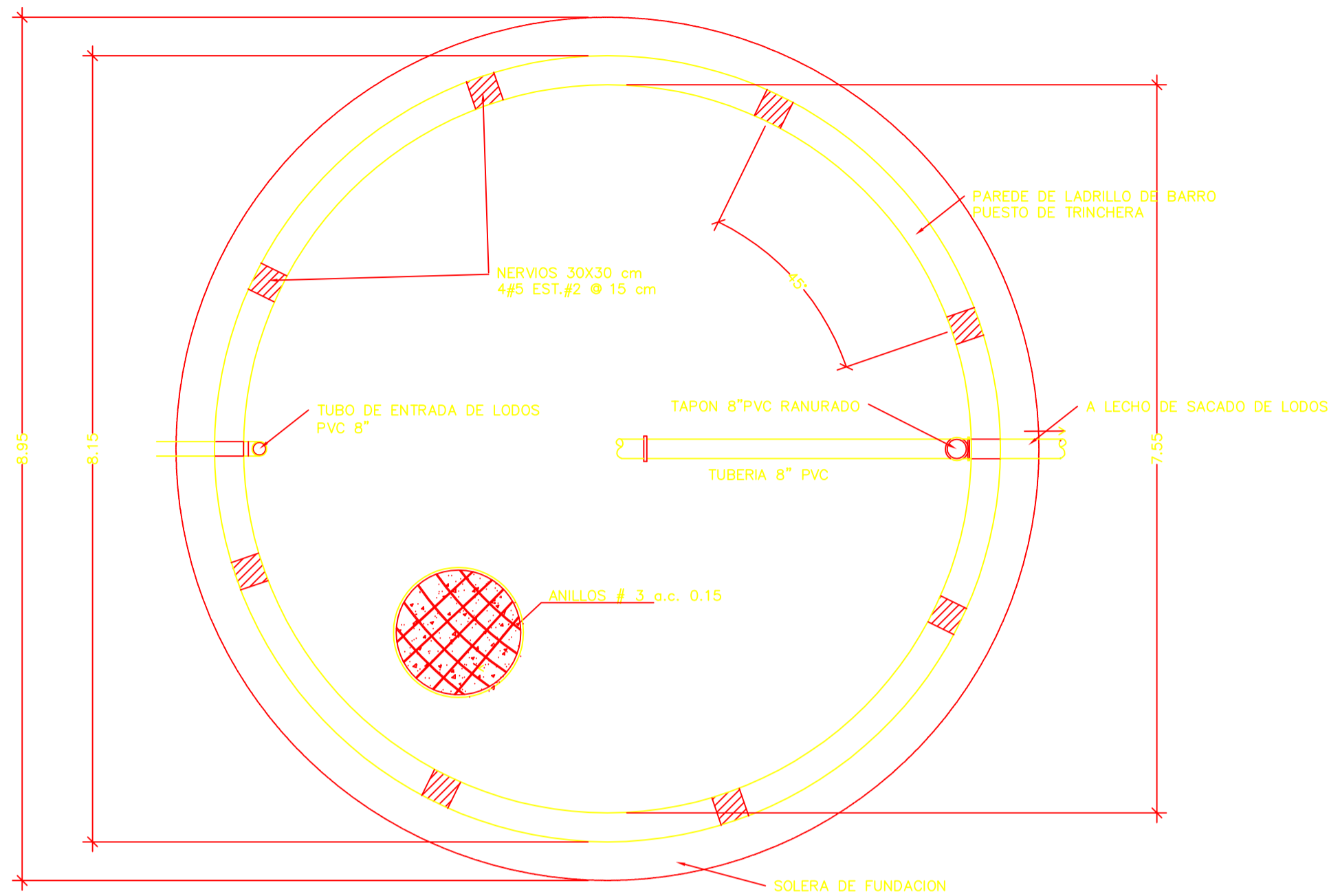
**UBICACION:**  
MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE

**PROPIETARIO:**  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

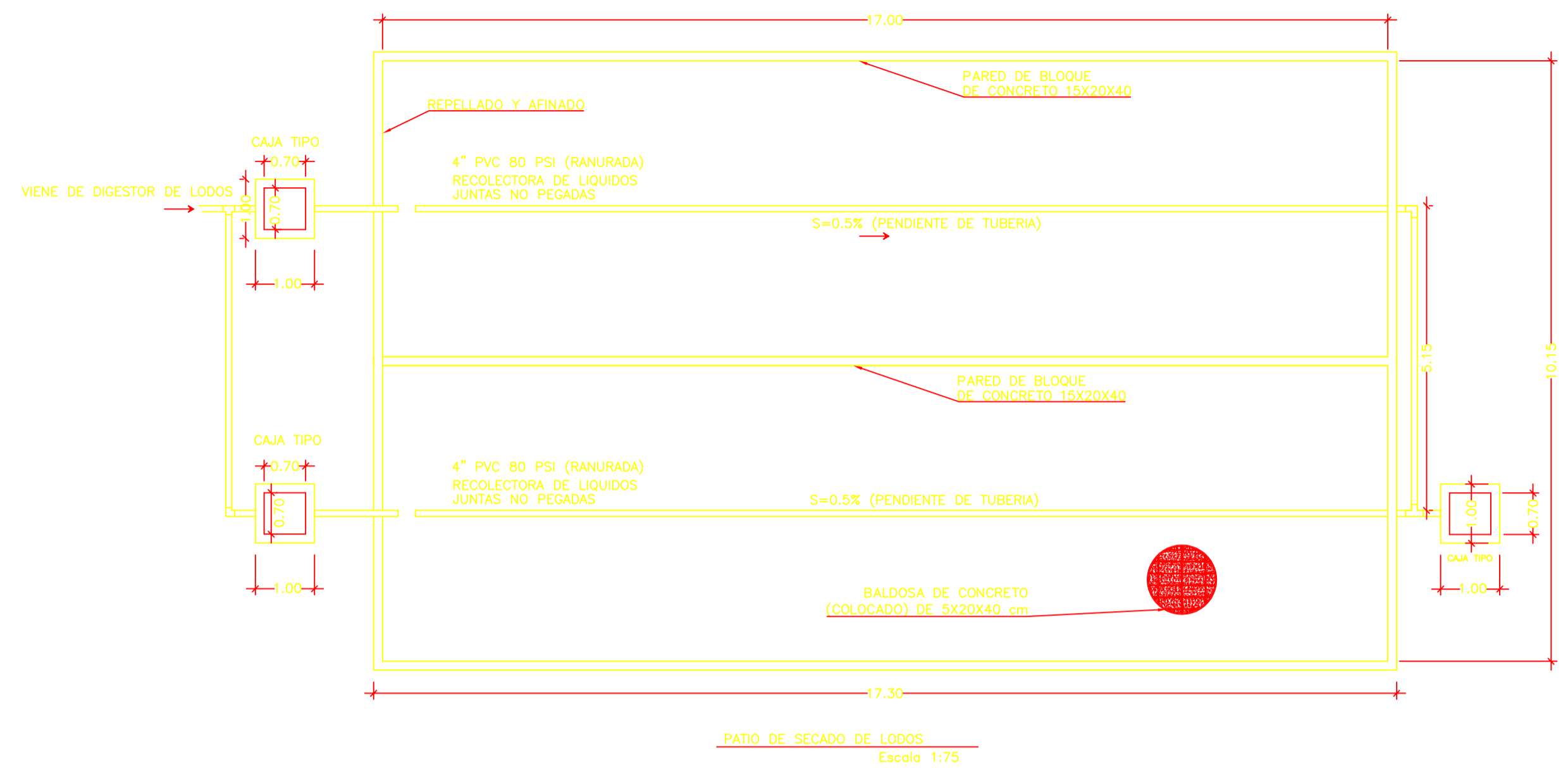
**PRESENTA:**  
CARPIO HENRY ANTONIO  
GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA  
TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN

**CONTENIDO:**  
SEDIMENTADOR PRIMARIO Y SECUNDARIO

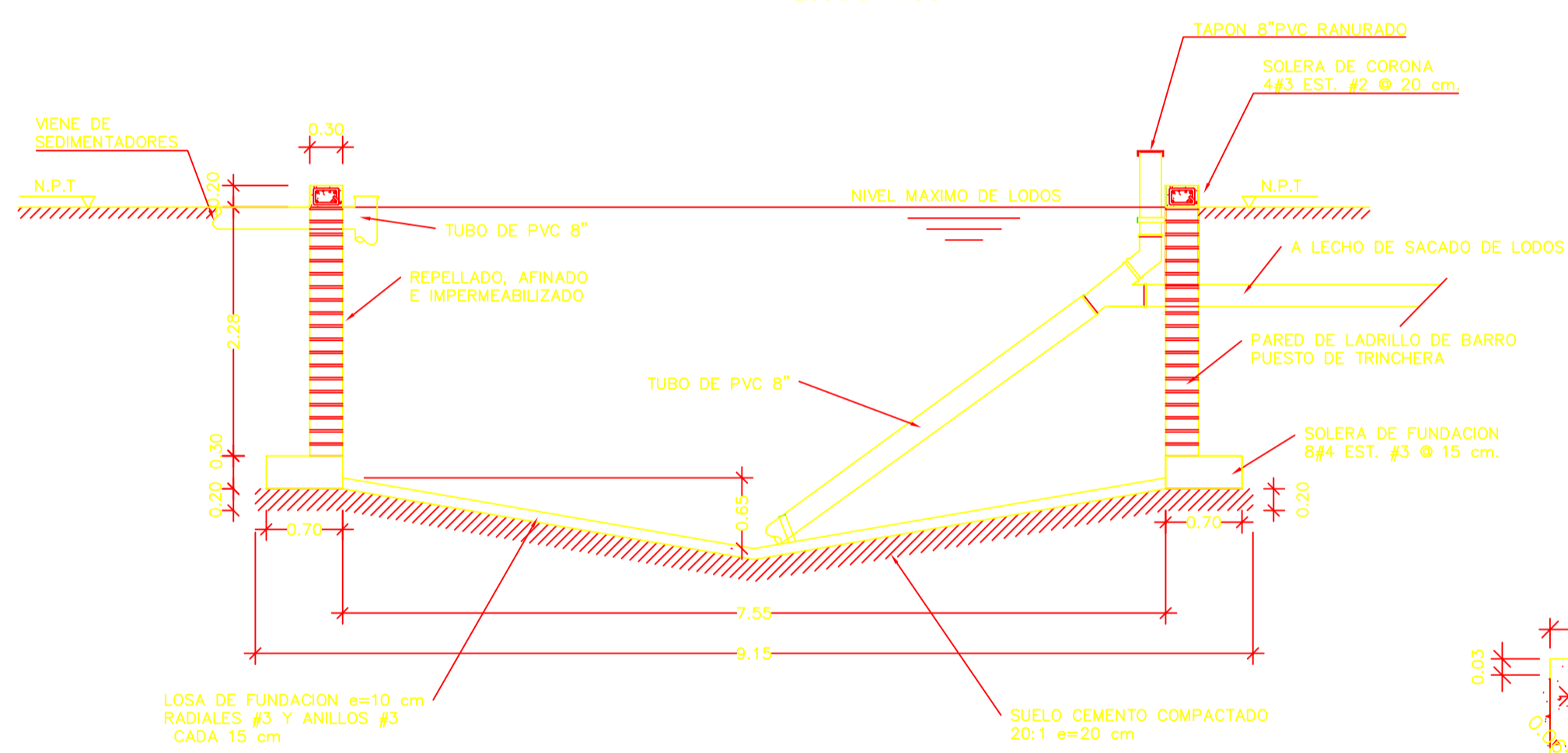
**ESCALA:** 1:1250      **FECHA:** AGOSTO DE 2011      **HOJA:** 13/17



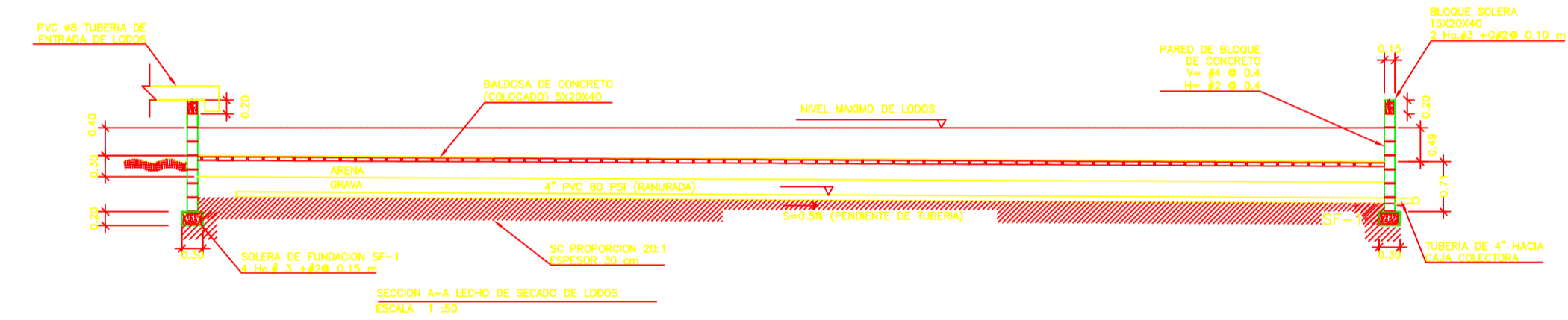
PLANTA DE DIGESTOR DE LODOS  
Escala 1:50



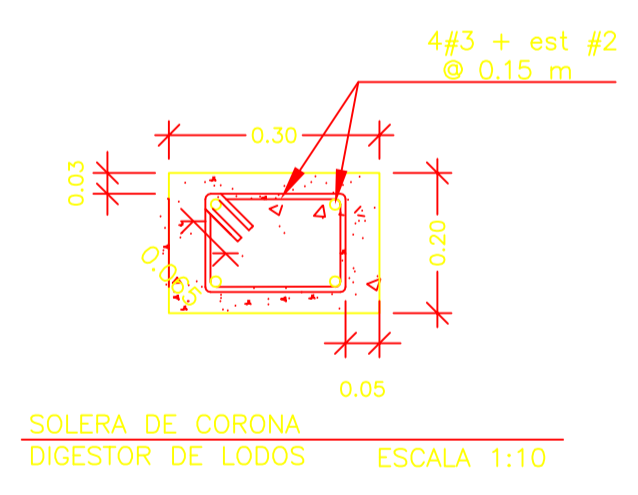
PATIO DE SECADO DE LODOS  
Escala 1:75



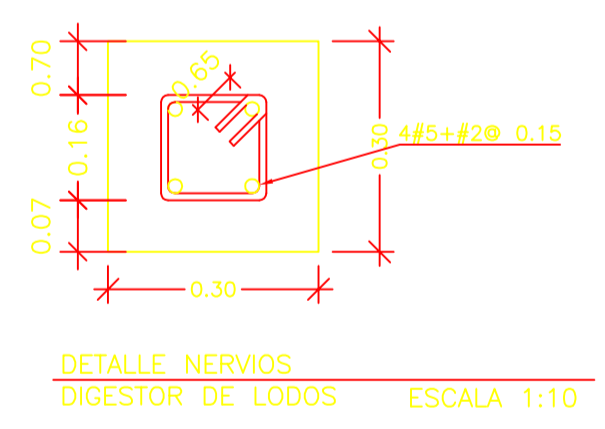
SECCION A-A  
DIGESTOR DE LODOS Escala 1:50



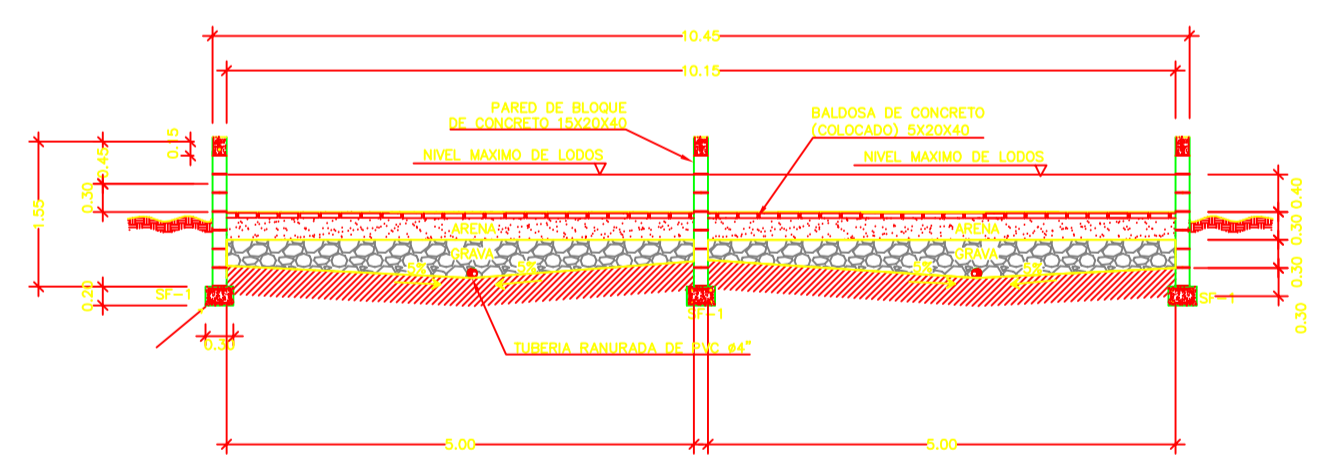
SECCION A-A  
PATIO DE SECADO DE LODOS Escala 1:75



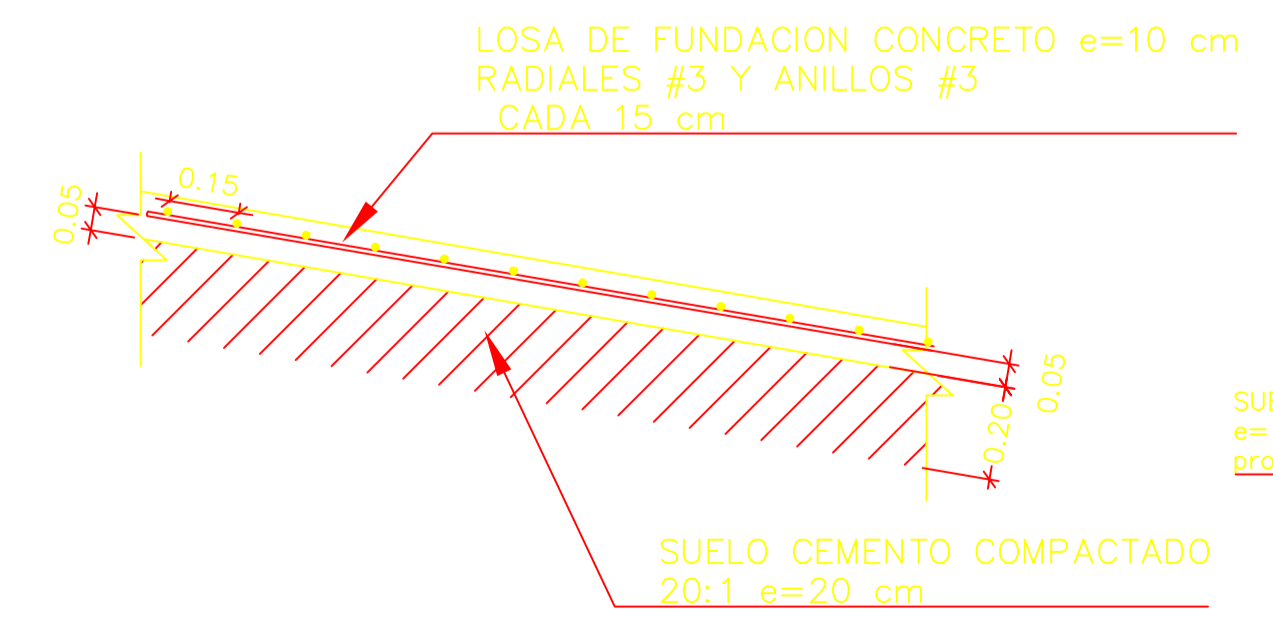
SOLERA DE CORONA  
DIGESTOR DE LODOS ESCALA 1:10



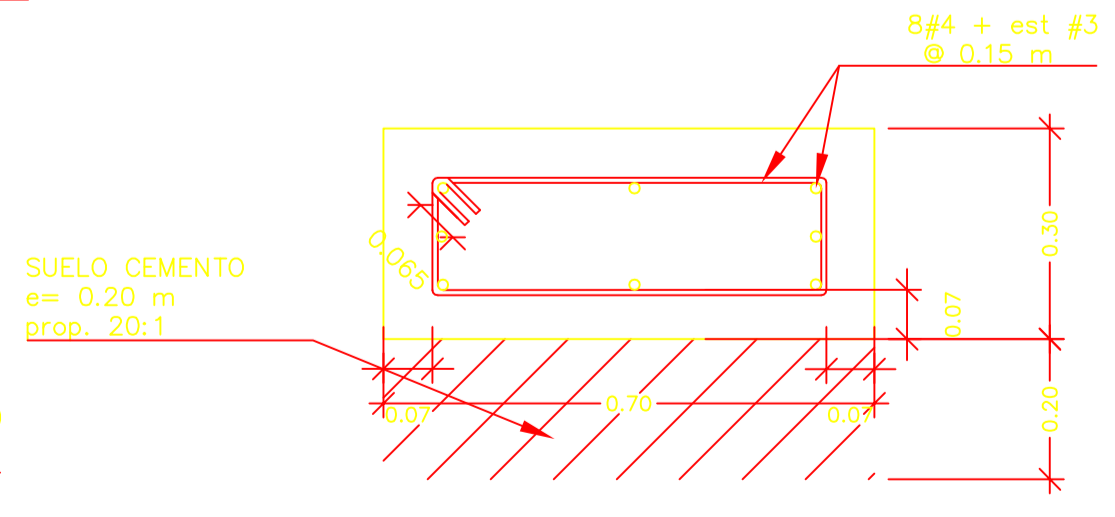
DETALLE NERVIOS  
DIGESTOR DE LODOS ESCALA 1:10



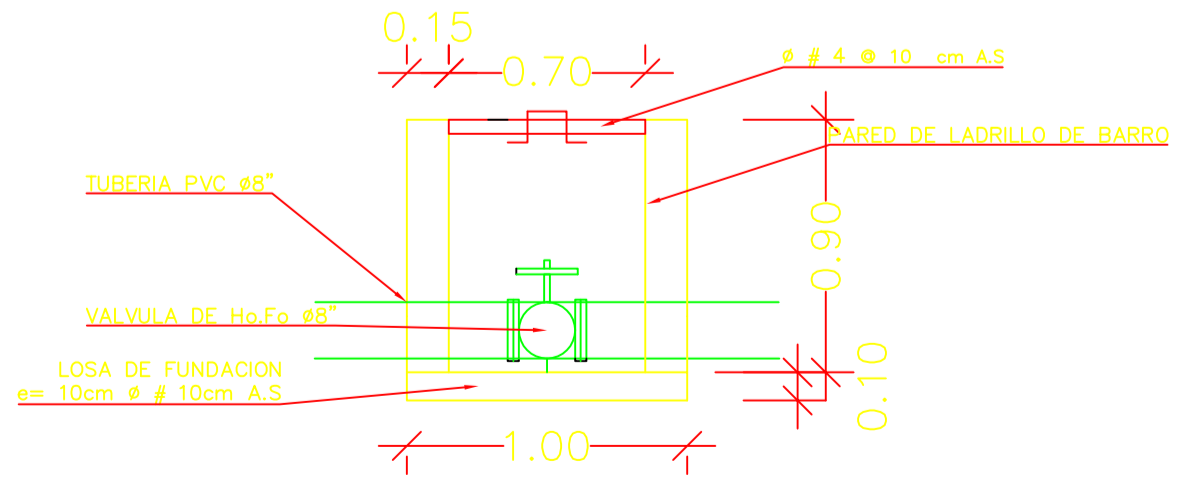
SECCION B-B  
PATIO DE SECADO DE LODOS Escala 1:75



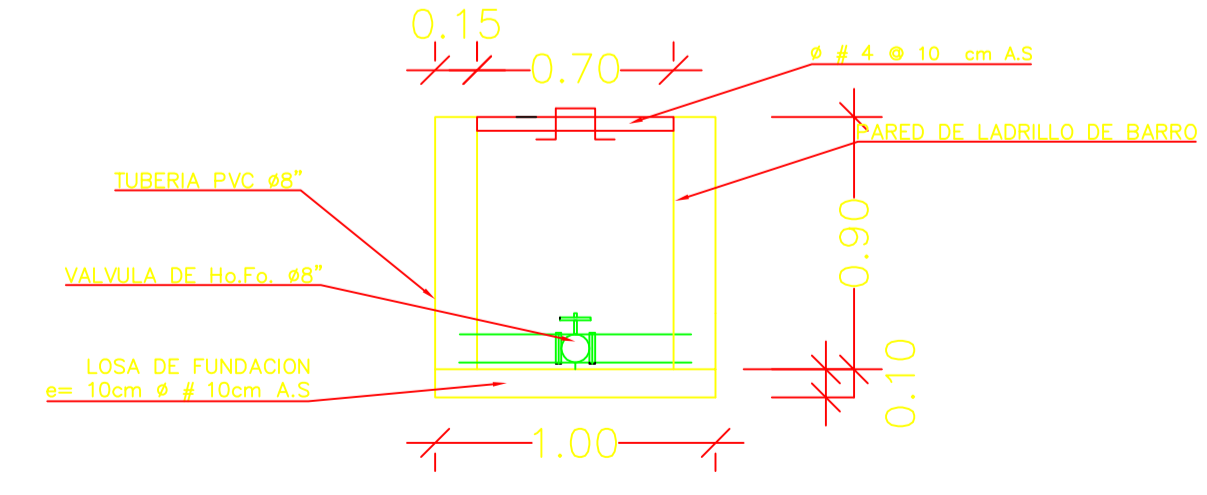
DETALLE DE LOSA  
DIGESTOR DE LODOS Escala 1:15



SOLERA DE FUNDACION  
DIGESTOR DE LODOS ESCALA 1:10

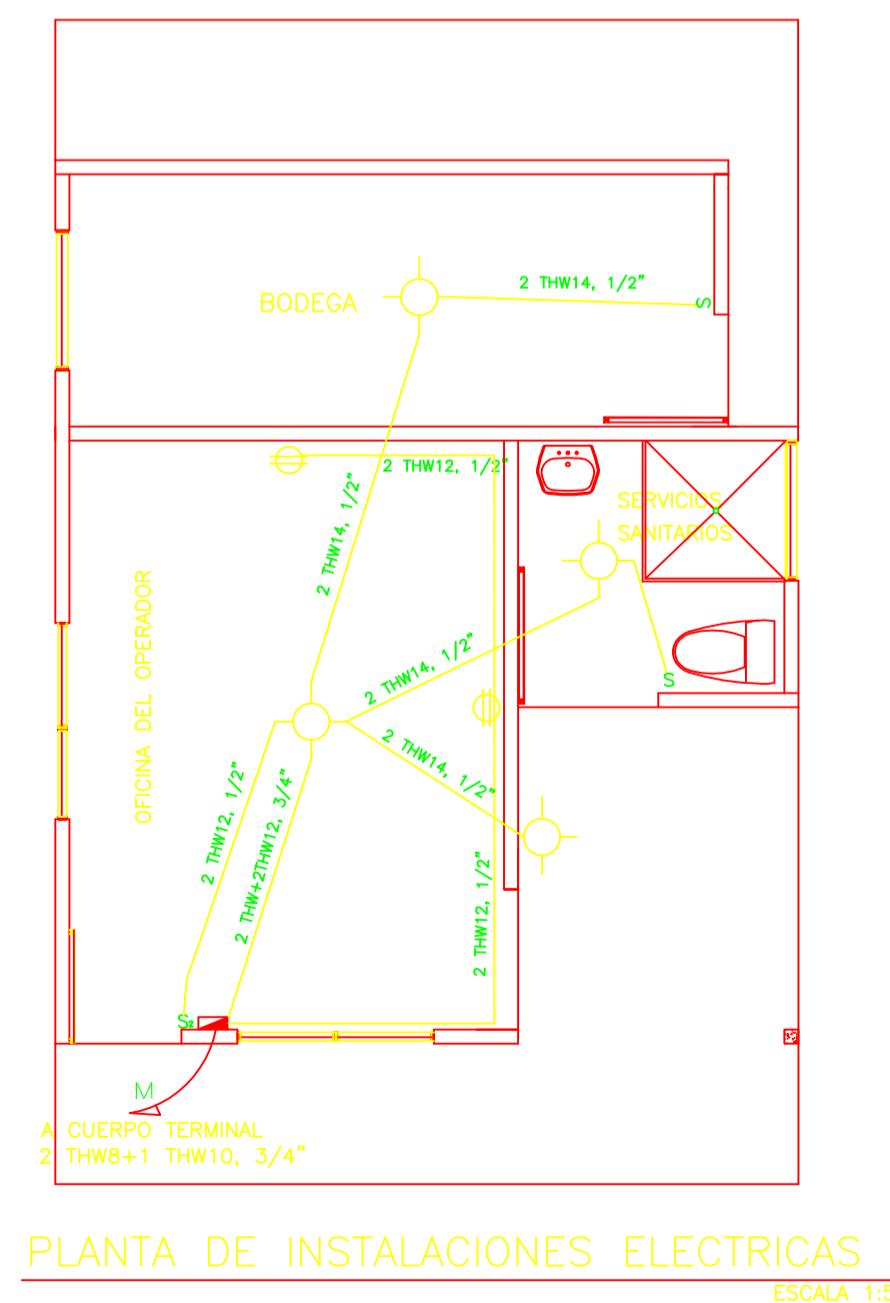
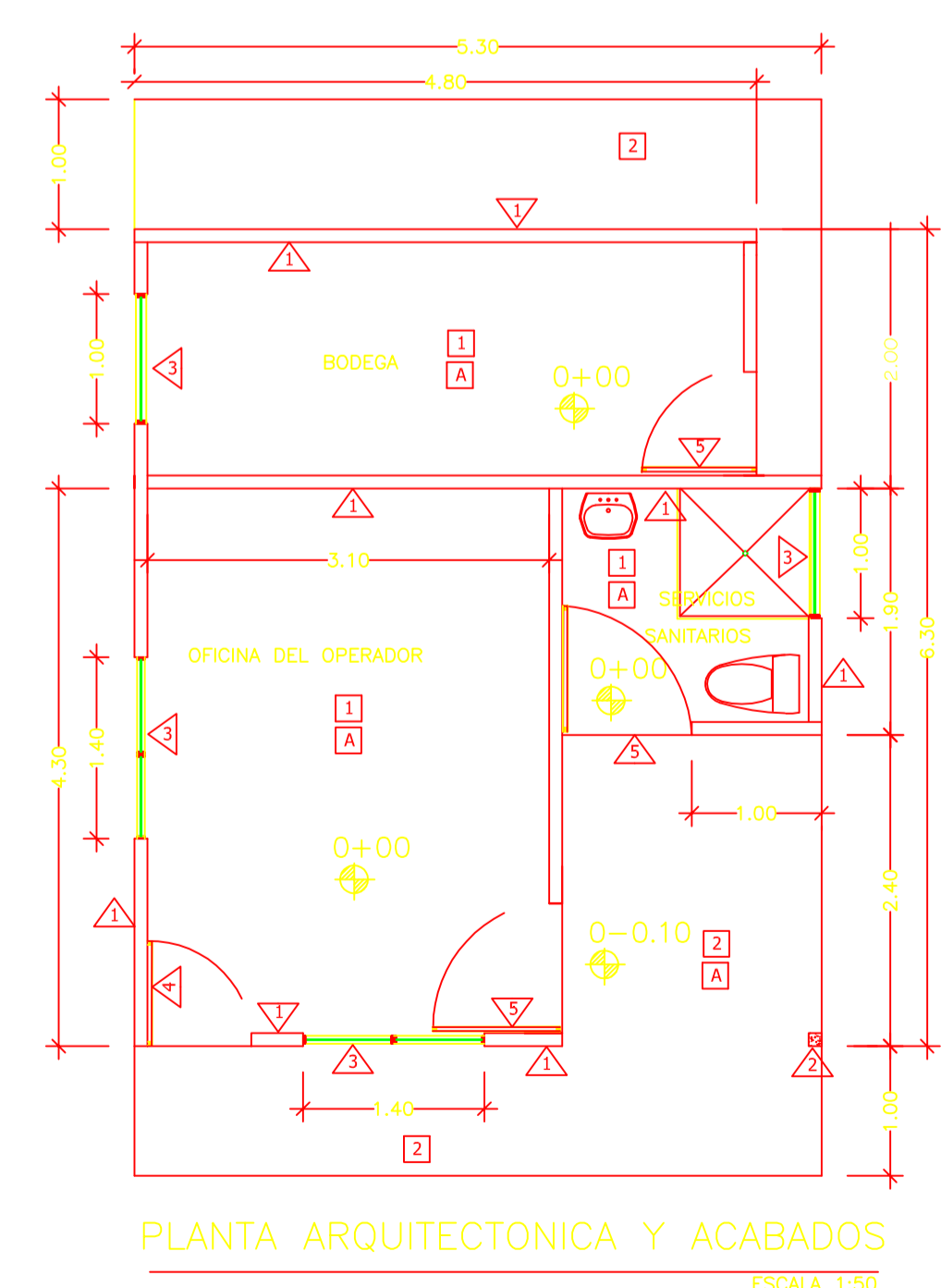
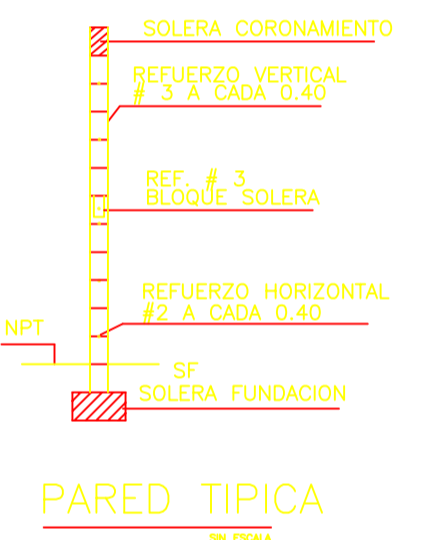
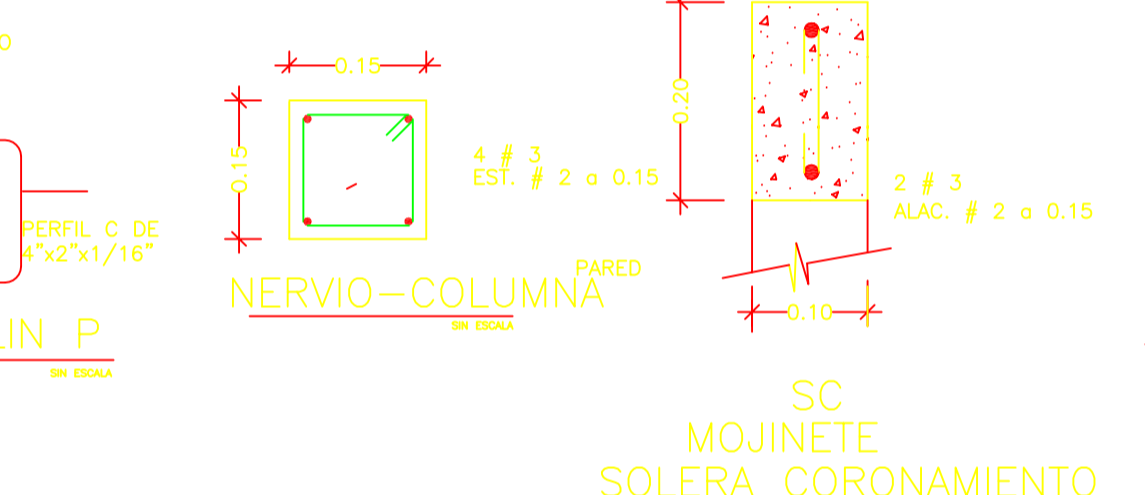
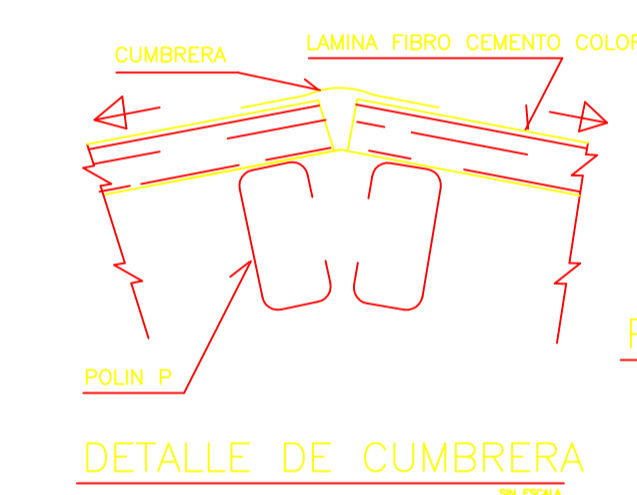
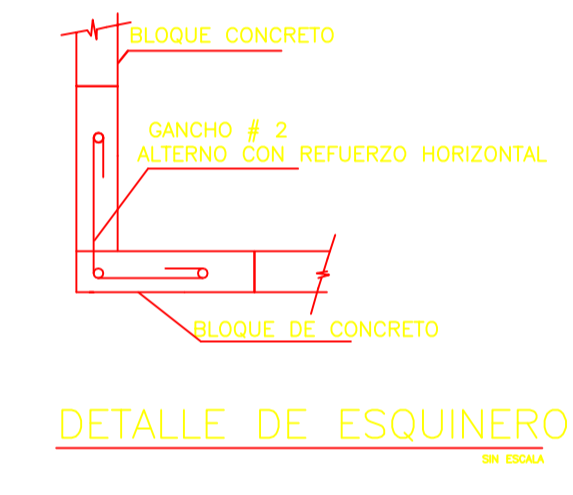
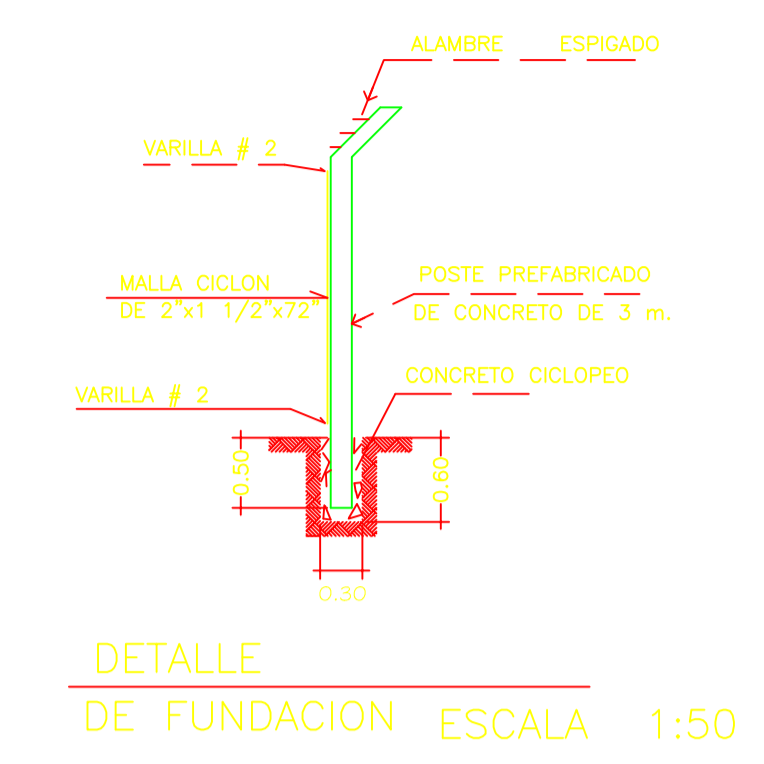
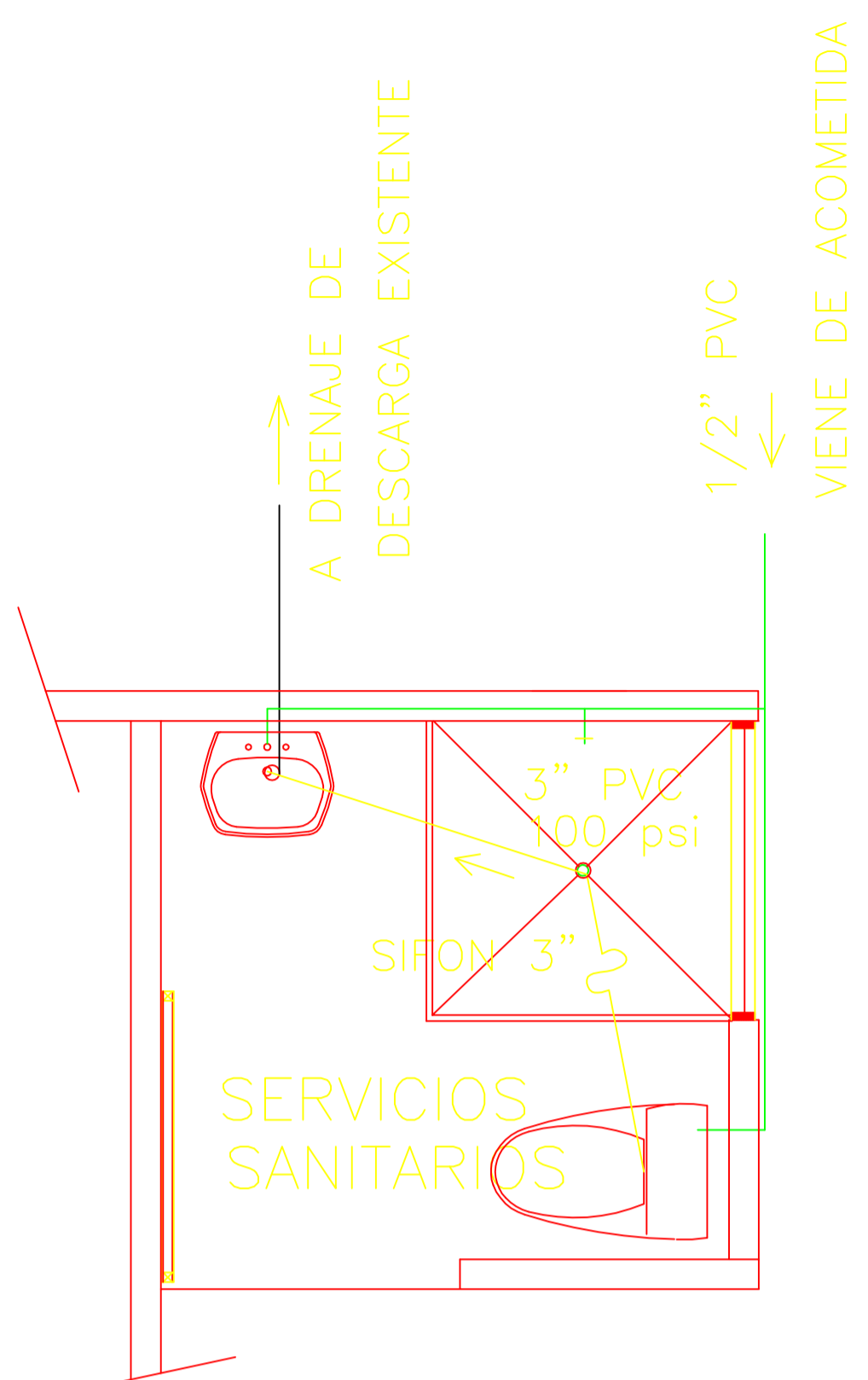
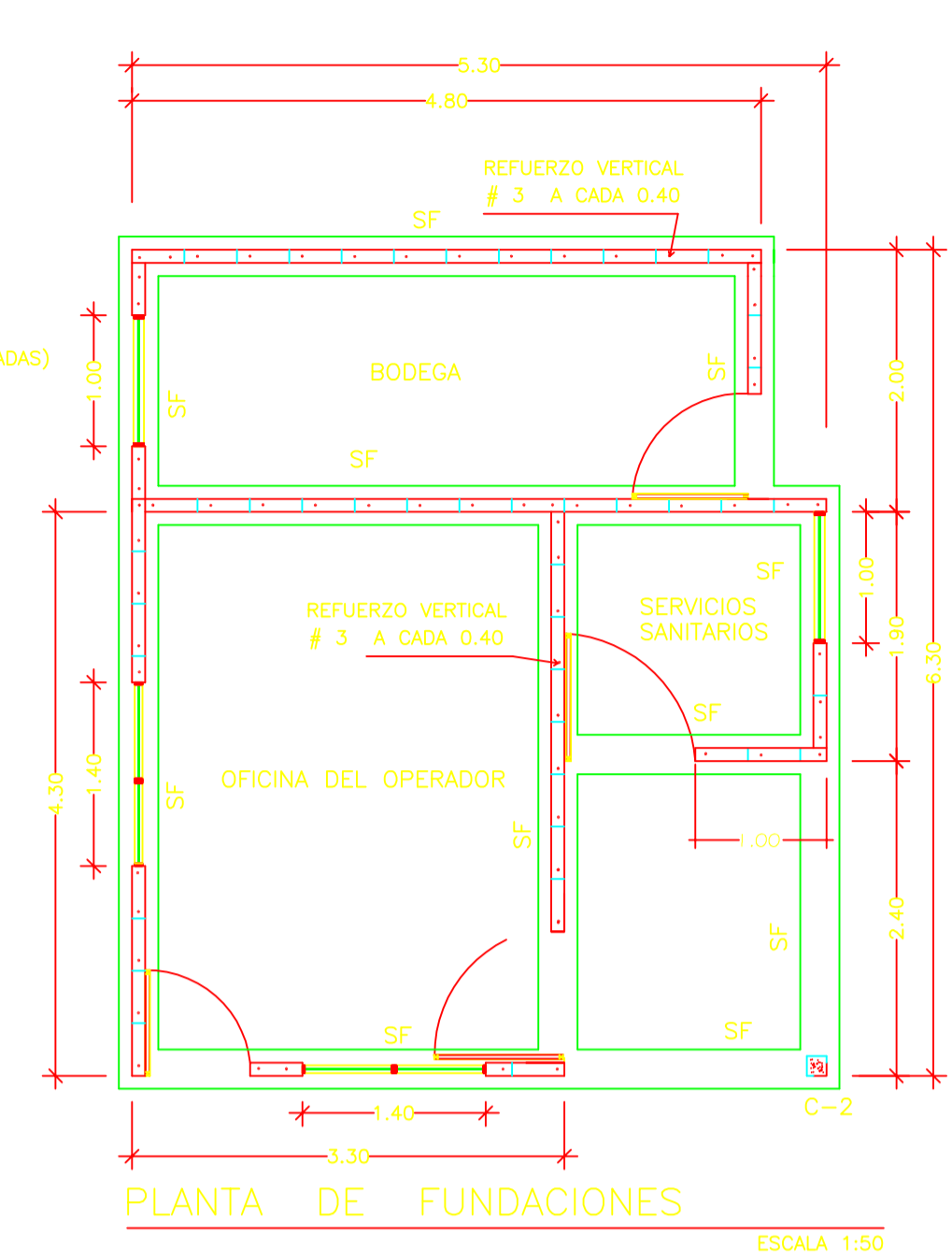
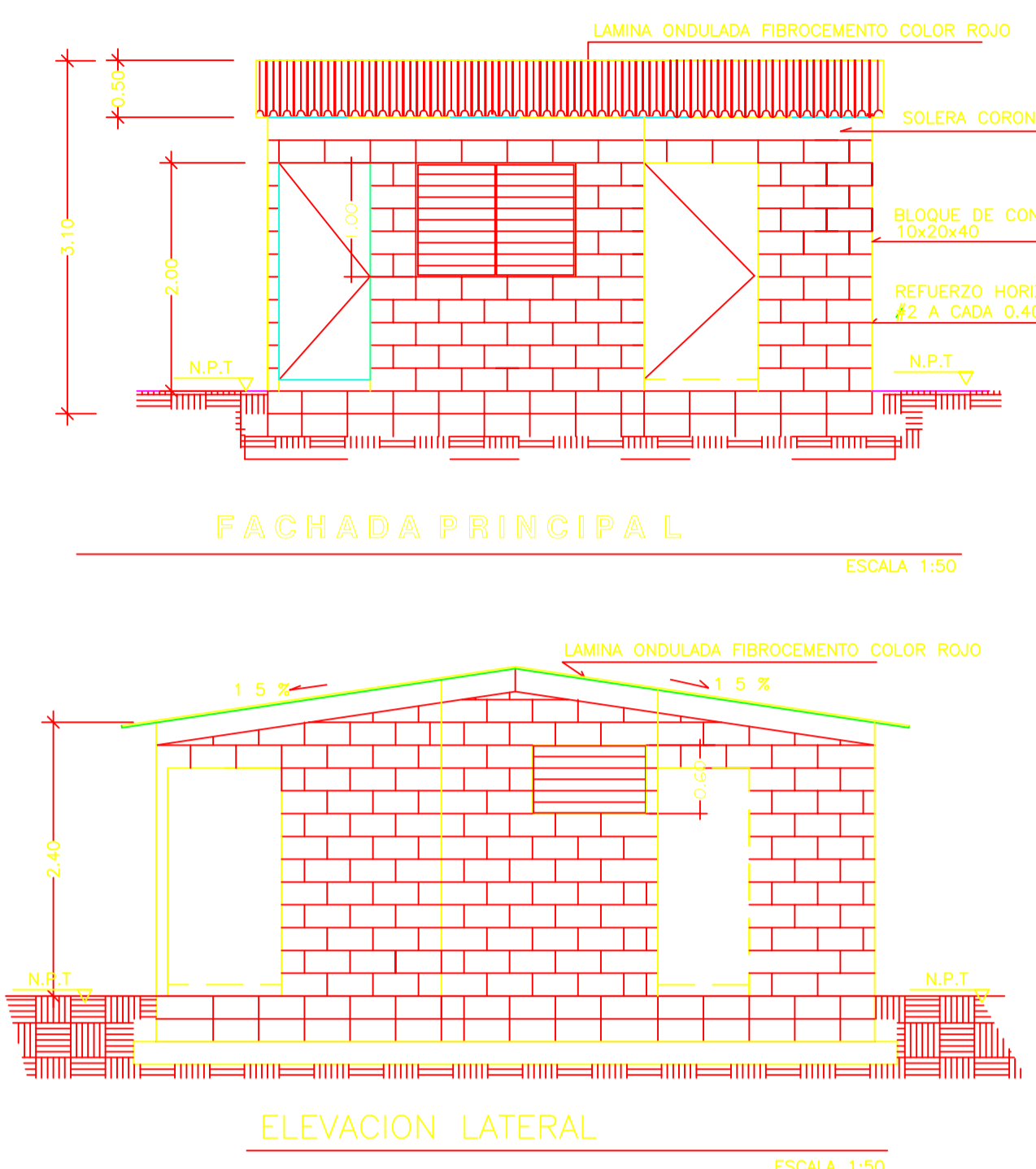
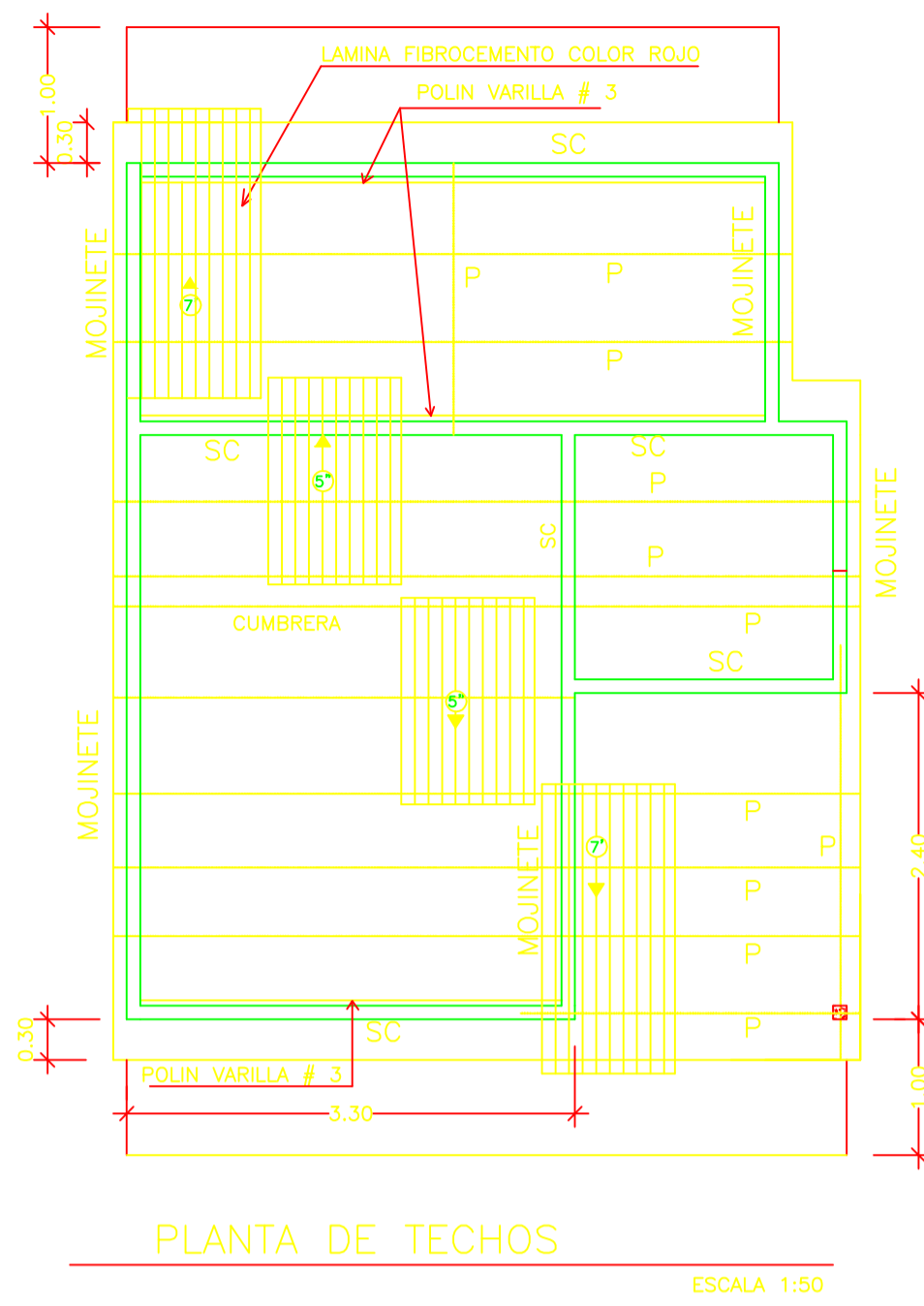


DETALLE DE CAJA  
PATIO DE SECADO Escala 1:10



DETALLE DE CAJA  
PATIO DE SECADO Escala 1:10

<b>PROYECTO:</b> PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE		
<b>UBICACION:</b> MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE		
<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		
<b>PRESENTA:</b> CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN		
<b>CONTENIDO:</b> DIGESTOR DE LODOS Y PATIO DE SECADO DE LODOS		
<b>ESCALA:</b> 1:1250	<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2011	<b>HOJA:</b> 14/17

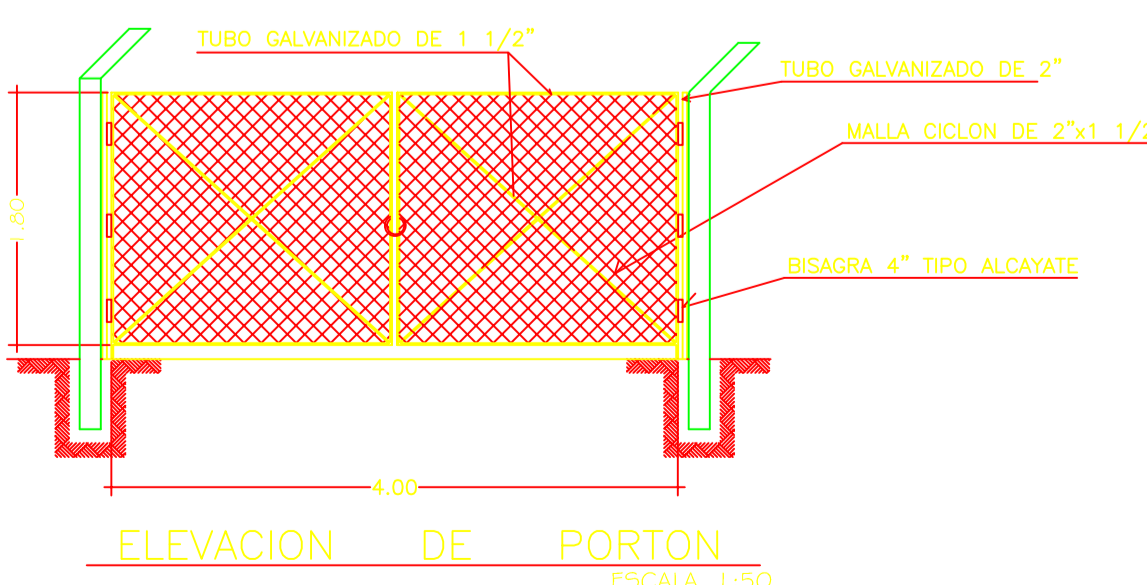
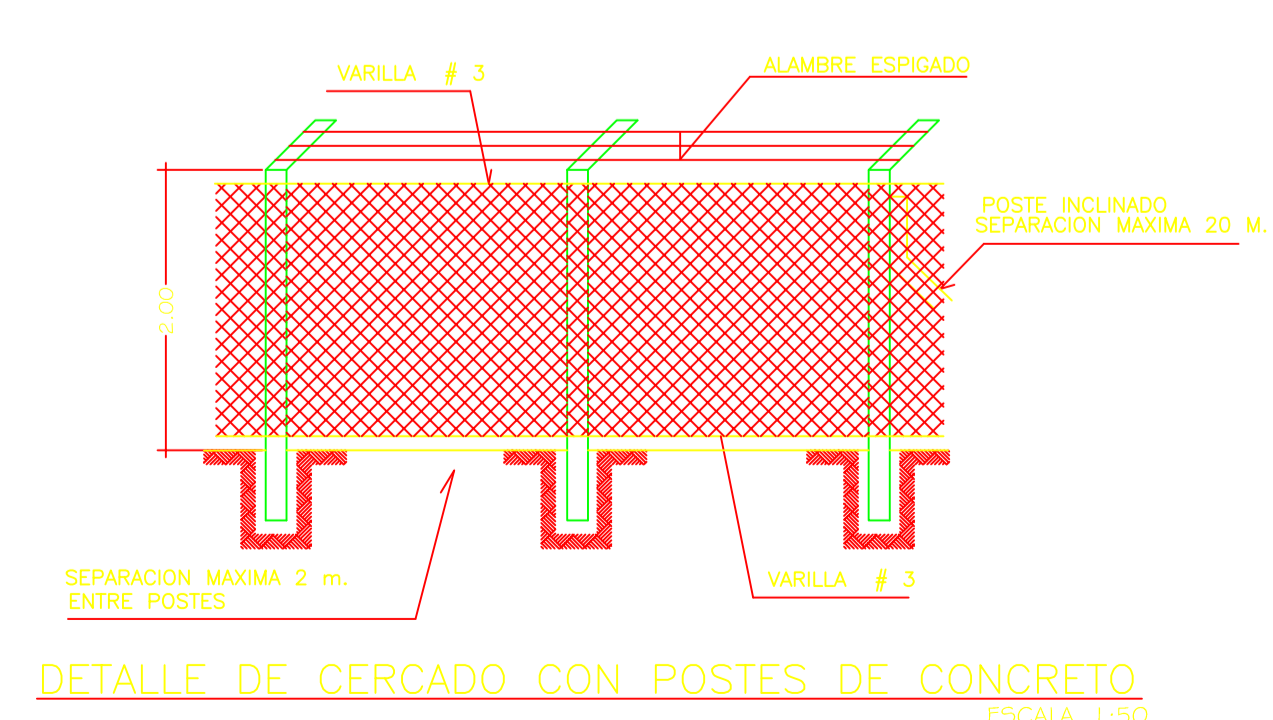
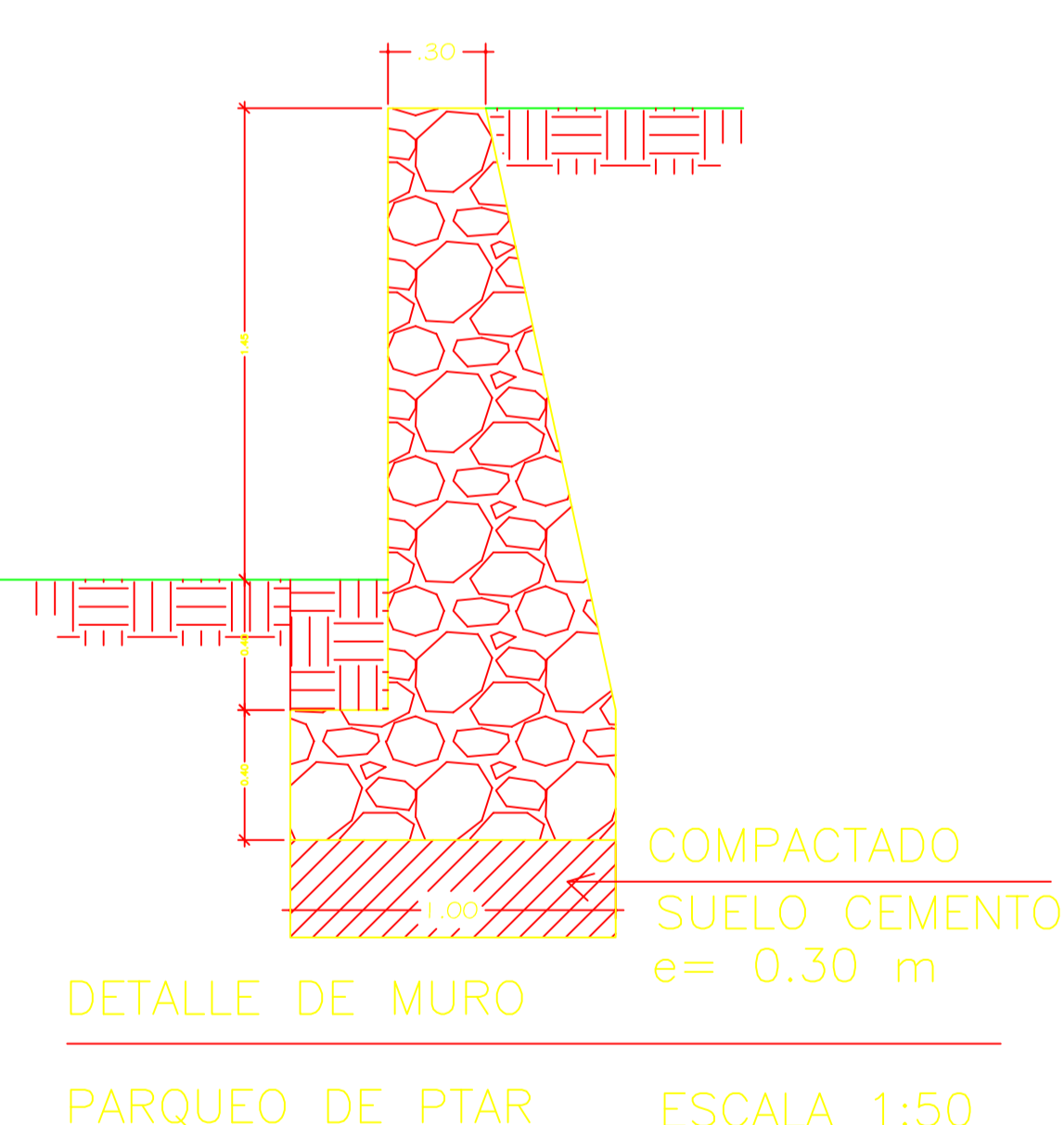


**TABLA DE ACABADOS**

1	CIELO FALSO TIPO GALAXY
2	LADRILLO DE PISO DE CEMENTO 25 X 25 CM COLOR ROJO
3	ACERA DE CONCRETO SOBRE EMBLANTILLADO DE PIEDRA CUARTA
4	PARED DE BLOQUE DE CONCRETO DE 10 CM SISADO Y 2 MANOS DE PINTURA
5	COLUMNA AISLADA REPELLADA Y AFINADA, 2 MANOS DE PINTURA
6	VENTANA DE ALUMINIO Y CELOSIA DE VIDRIO
7	PUERTA METALICA 1X2.1M <11/2X1/8"TOGO 1"1 FORRO LAM.Ho 1/16"
8	PUERTA DE LA MINA TROQUELADA (1.00 X 2.10)

**SIMBOLOGIA**

- LUMINARIAS INCANDESCENTES
- TOMACORRIENTE DOBLE
- CAJA TERMICA
- INTERRUPTOR DOBLE
- INTERRUPTOR SENCILLO



**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE

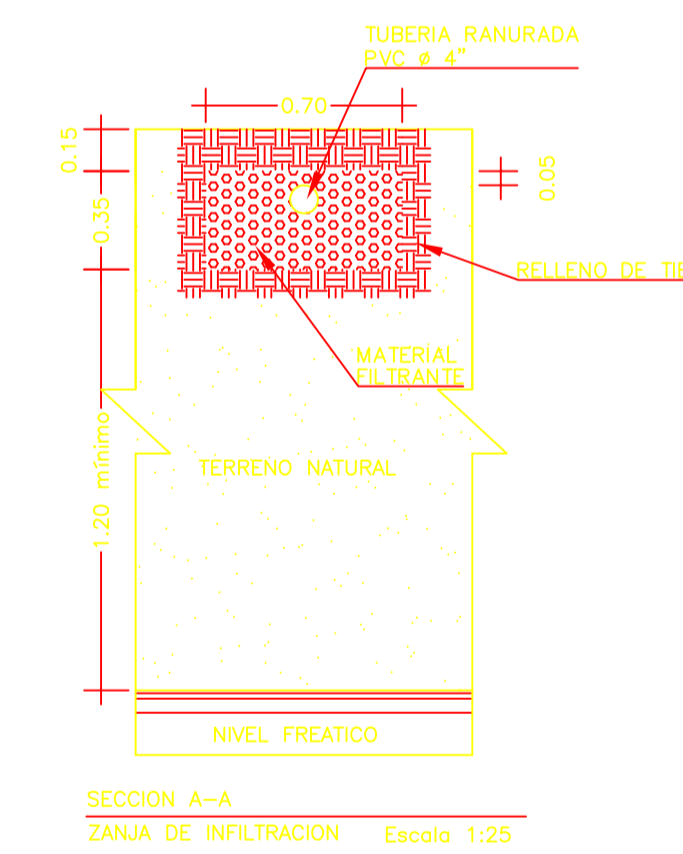
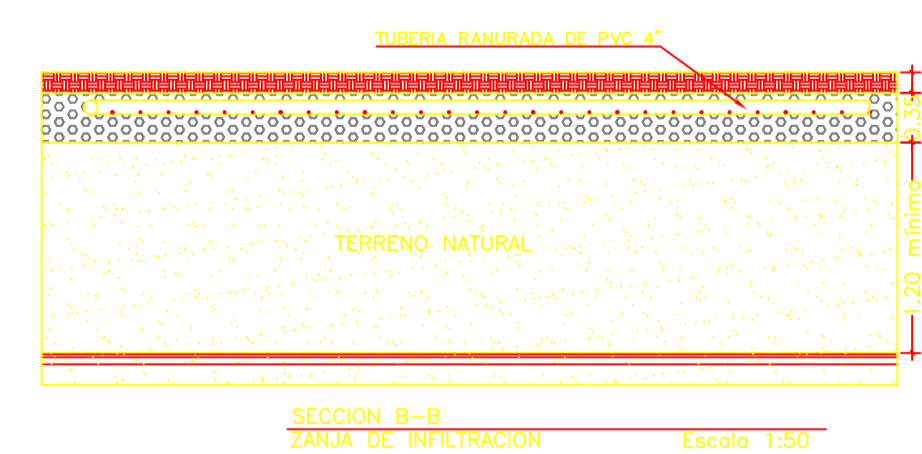
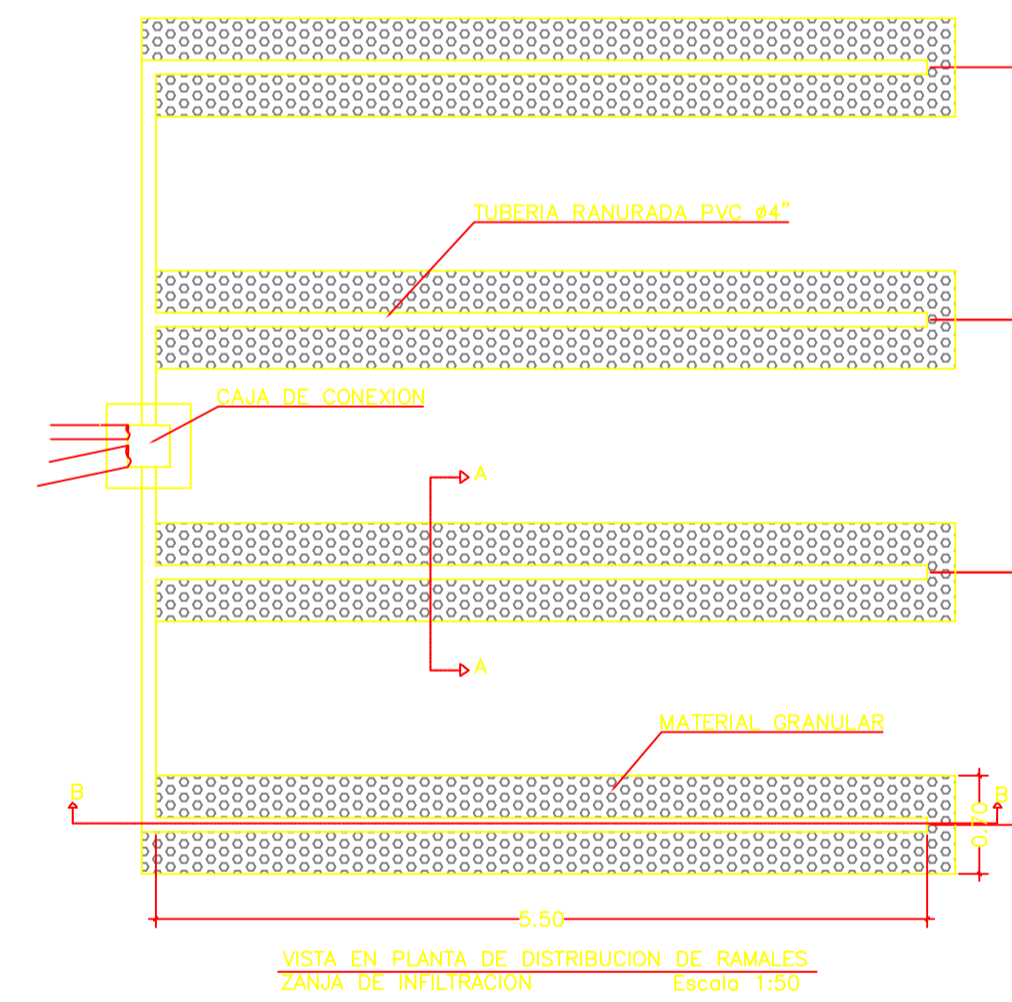
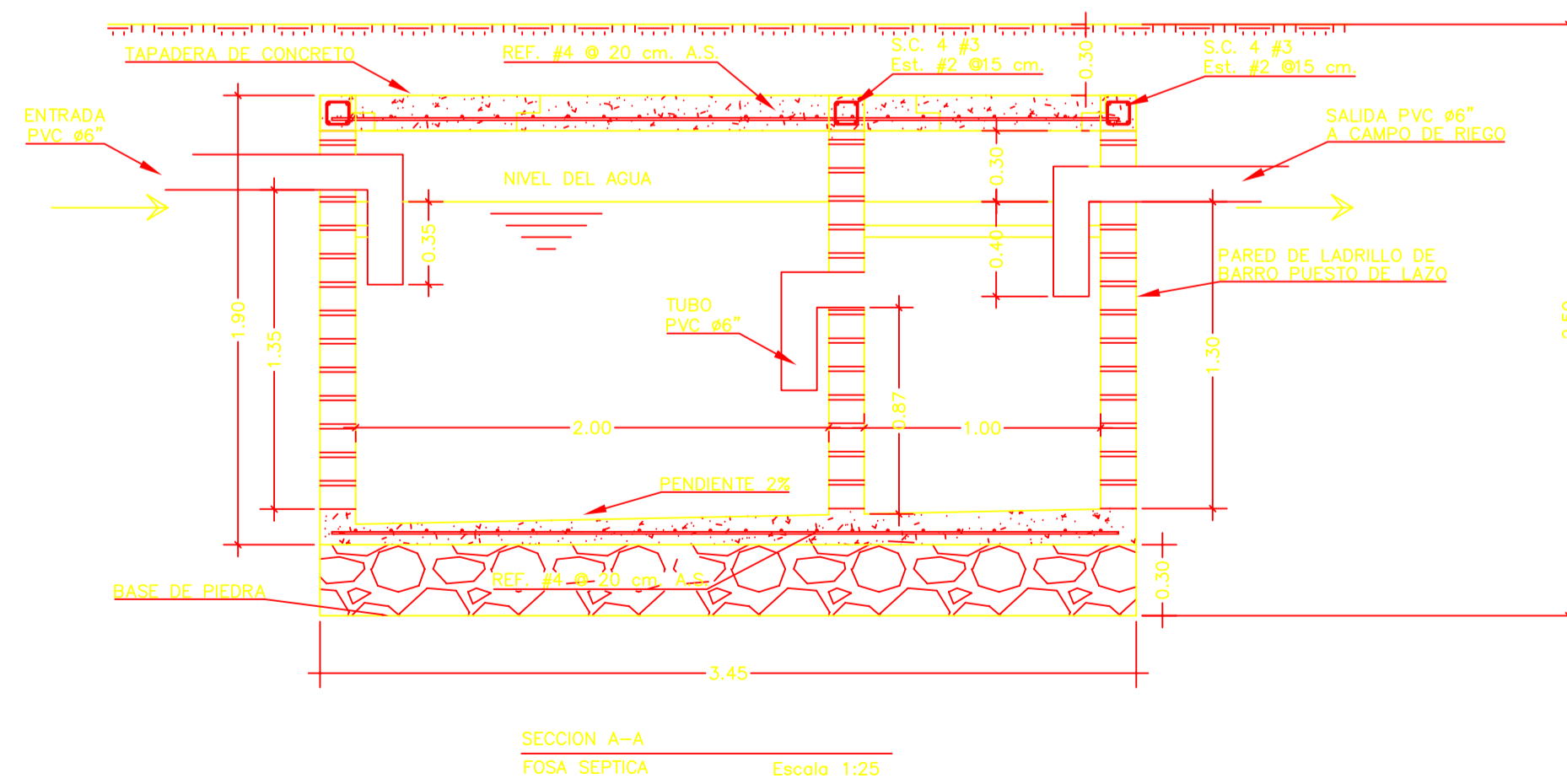
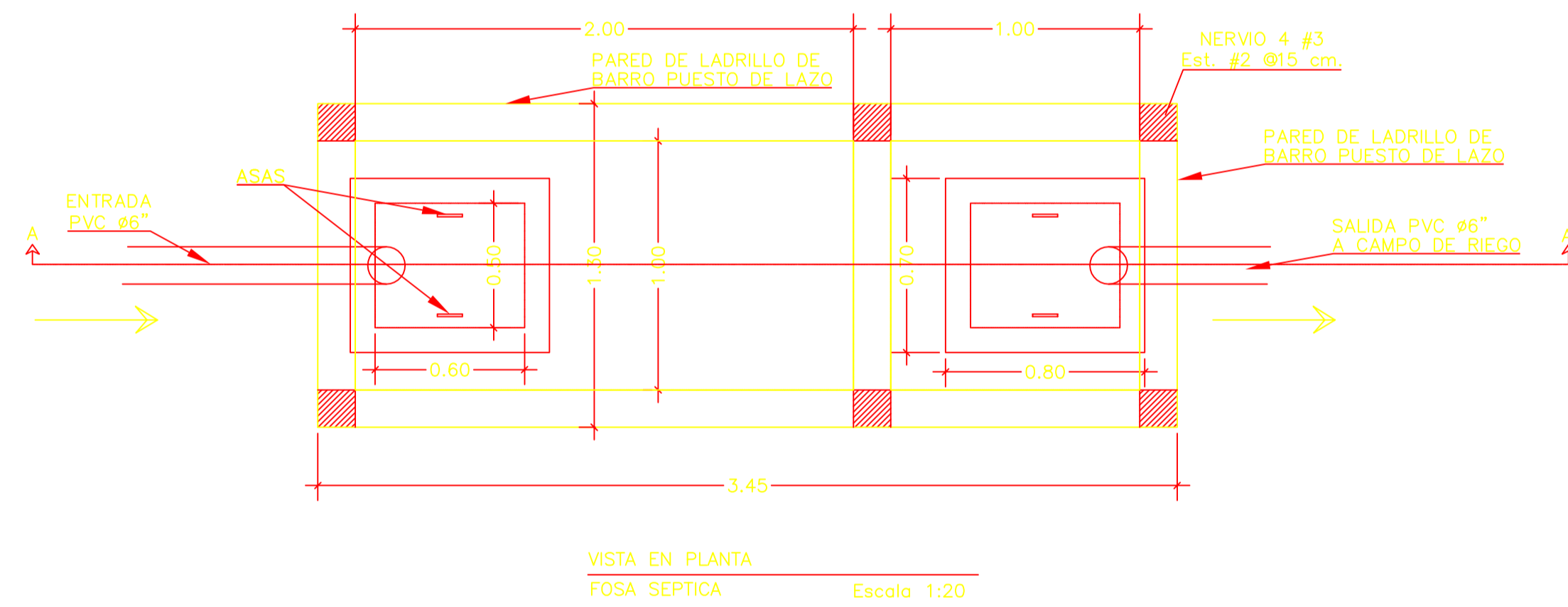
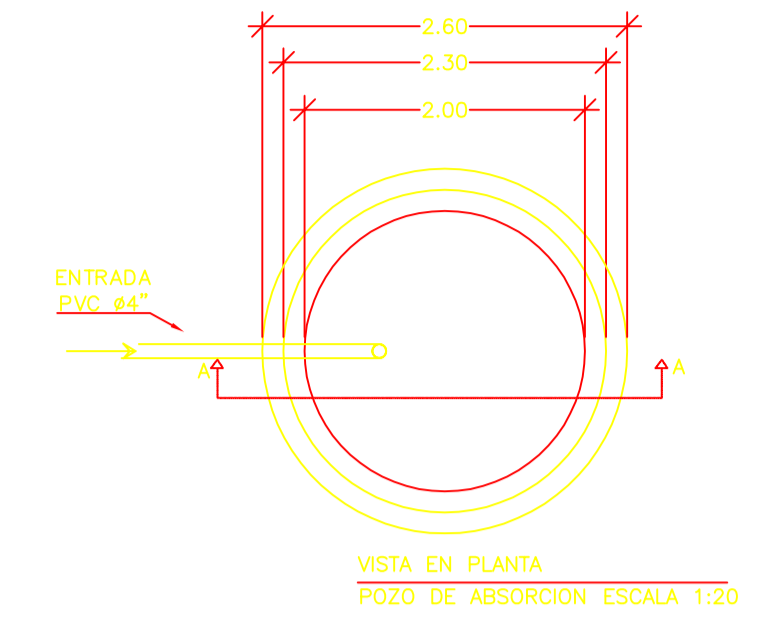
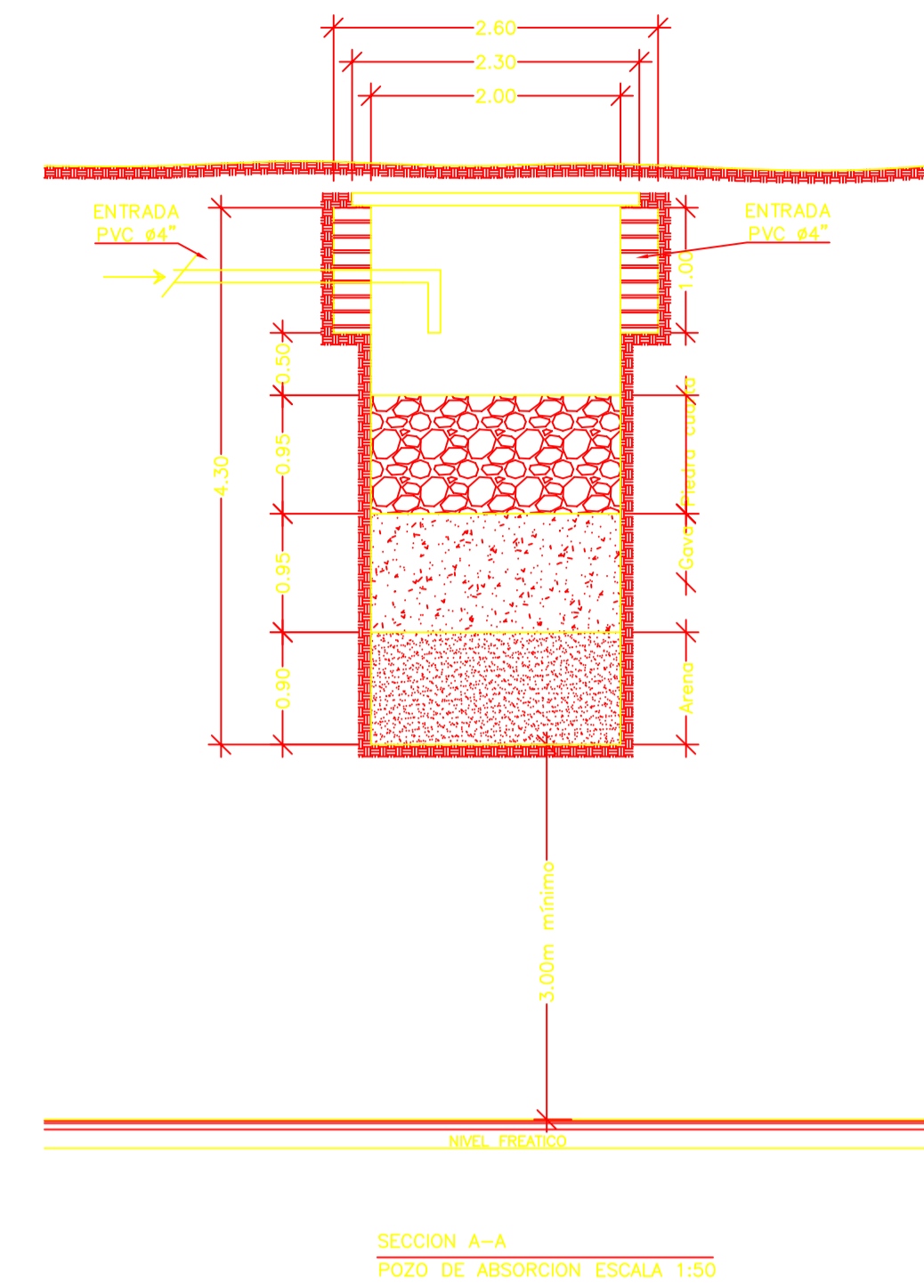
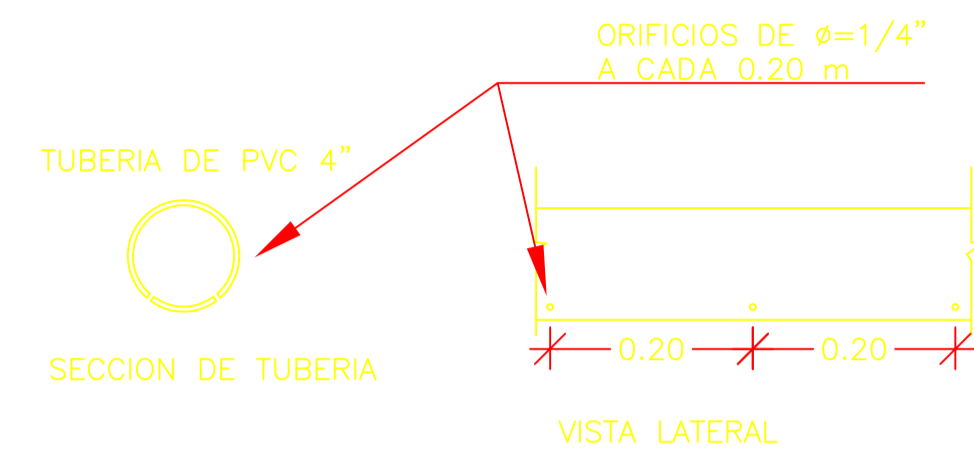
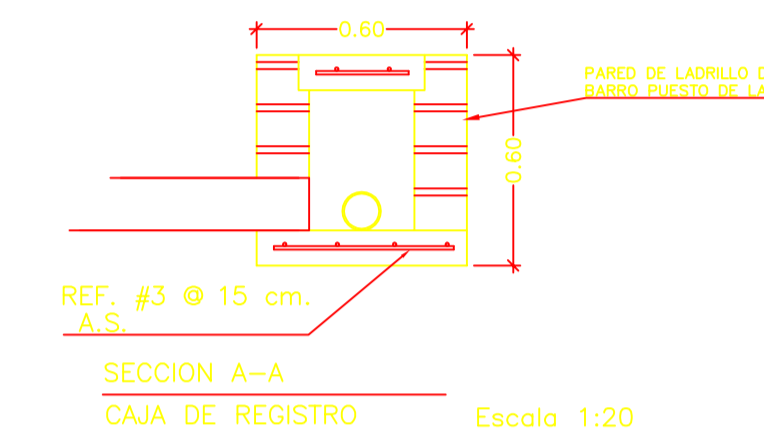
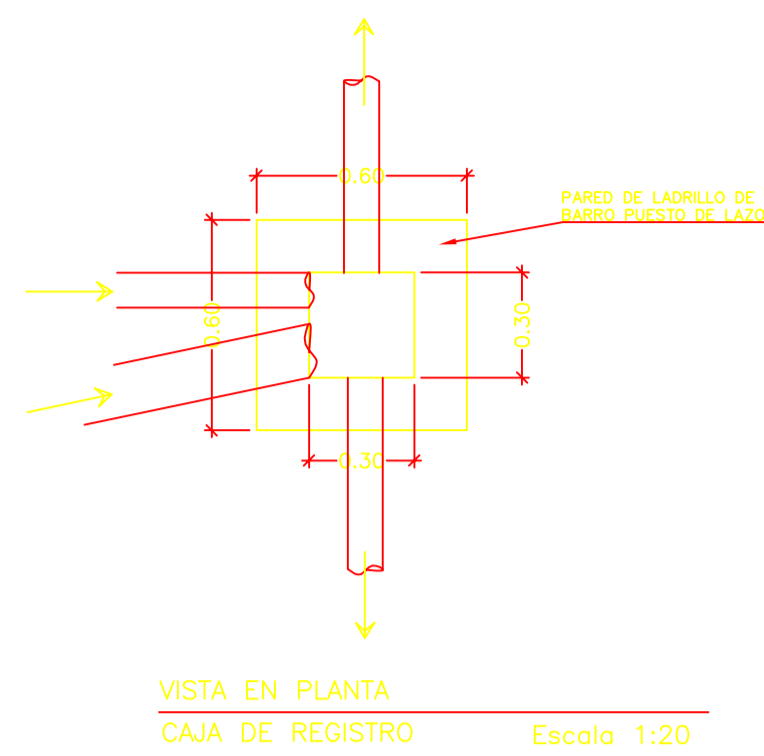
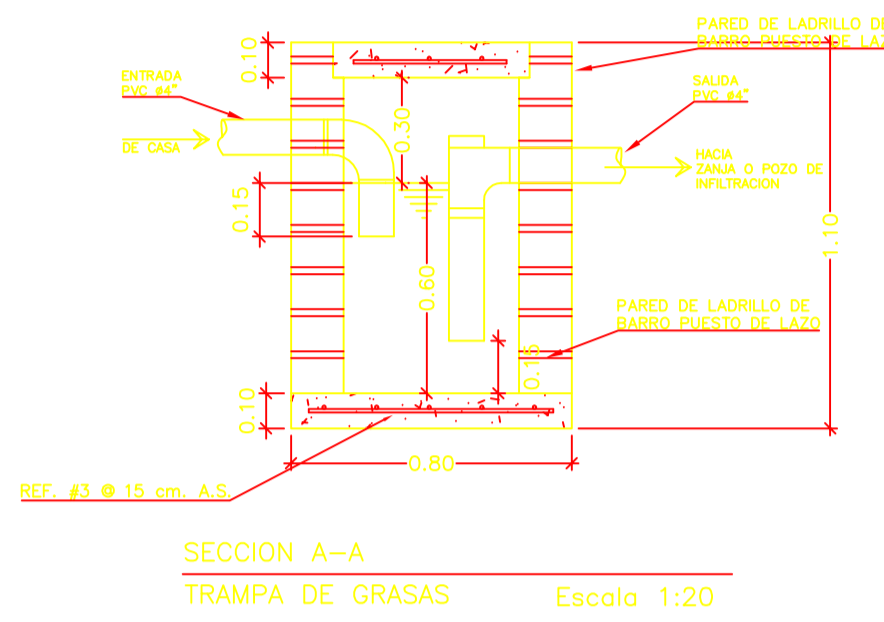
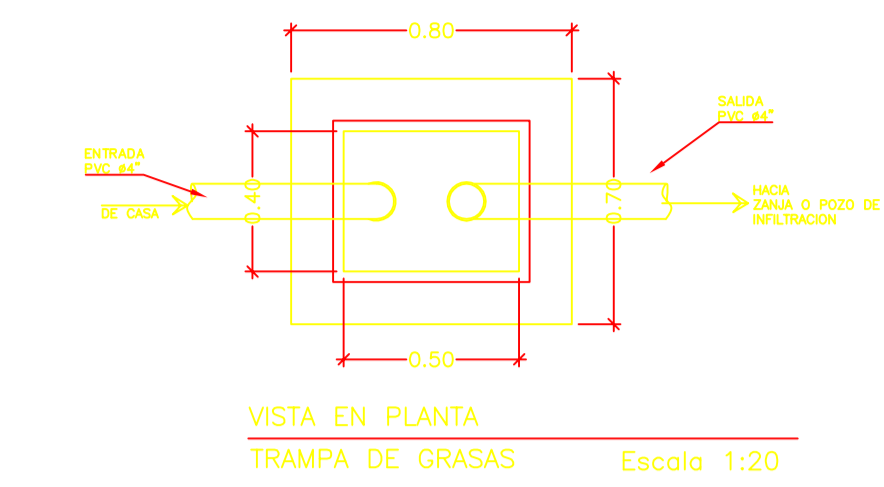
**UBICACION:**  
MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE

**PROPIETARIO:**  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**PRESENTA:**  
CARPIO HENRY ANTONIO  
GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA  
TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN

**CONTENIDO:**  
CASETA DEL OPERADOR

**ESCALA:** 1:1250    **FECHA:** AGOSTO DE 2011    **HOJA:** 15/17



**PROYECTO:**  
PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE

**UBICACION:**  
MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE

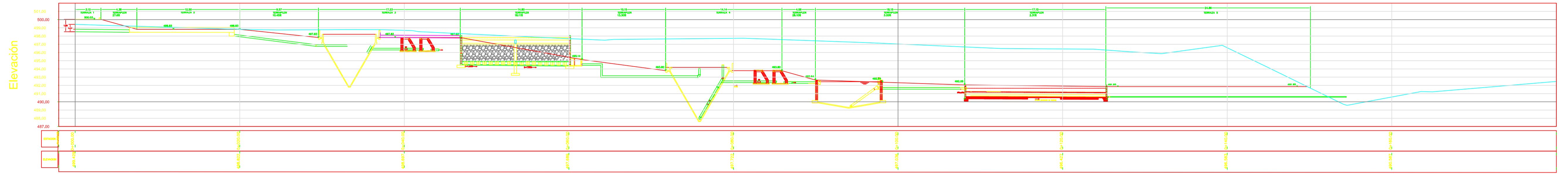
**PROPIETARIO:**  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**PRESENTA:**  
CARPIO HENRY ANTONIO  
GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA  
TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN

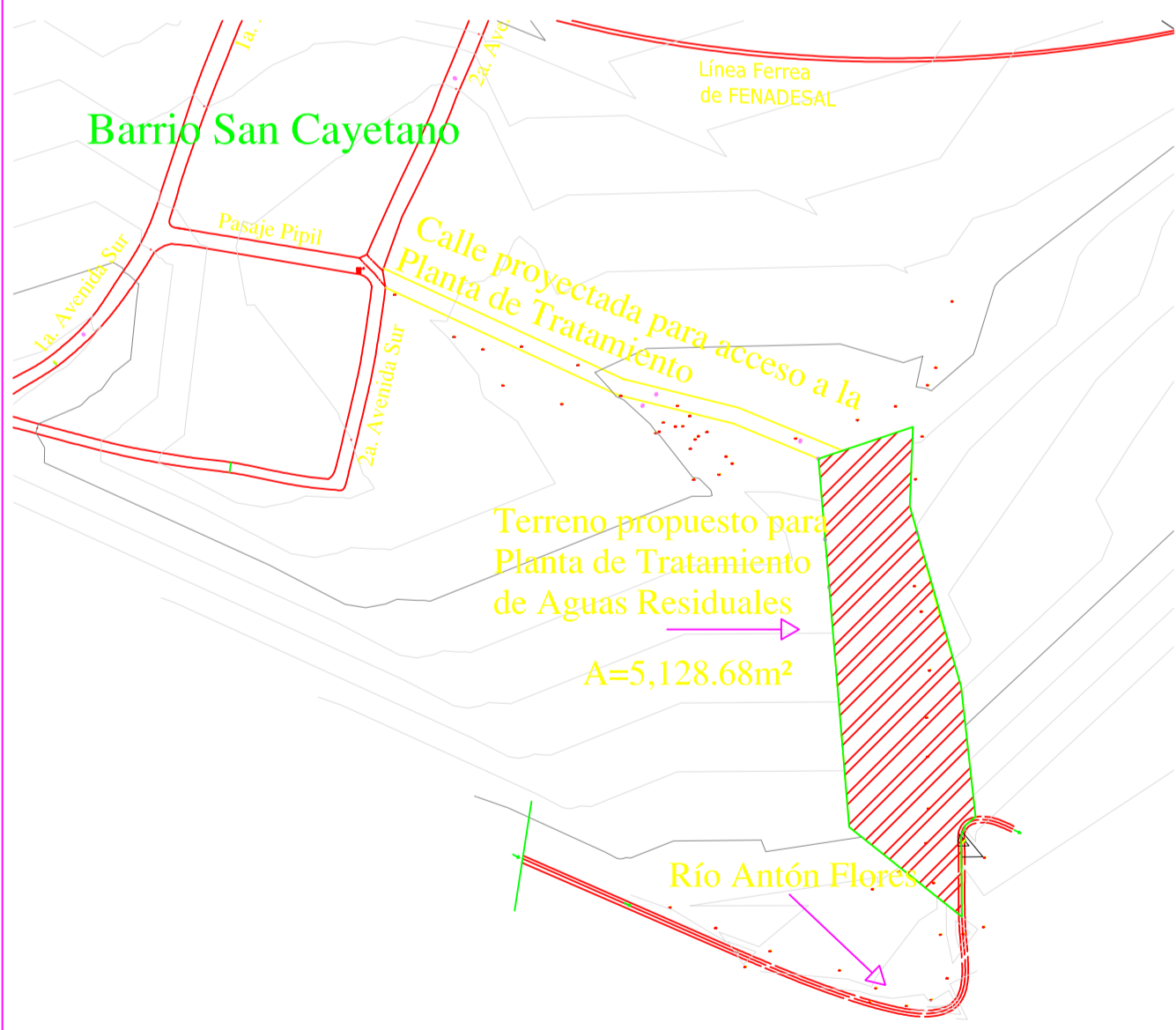
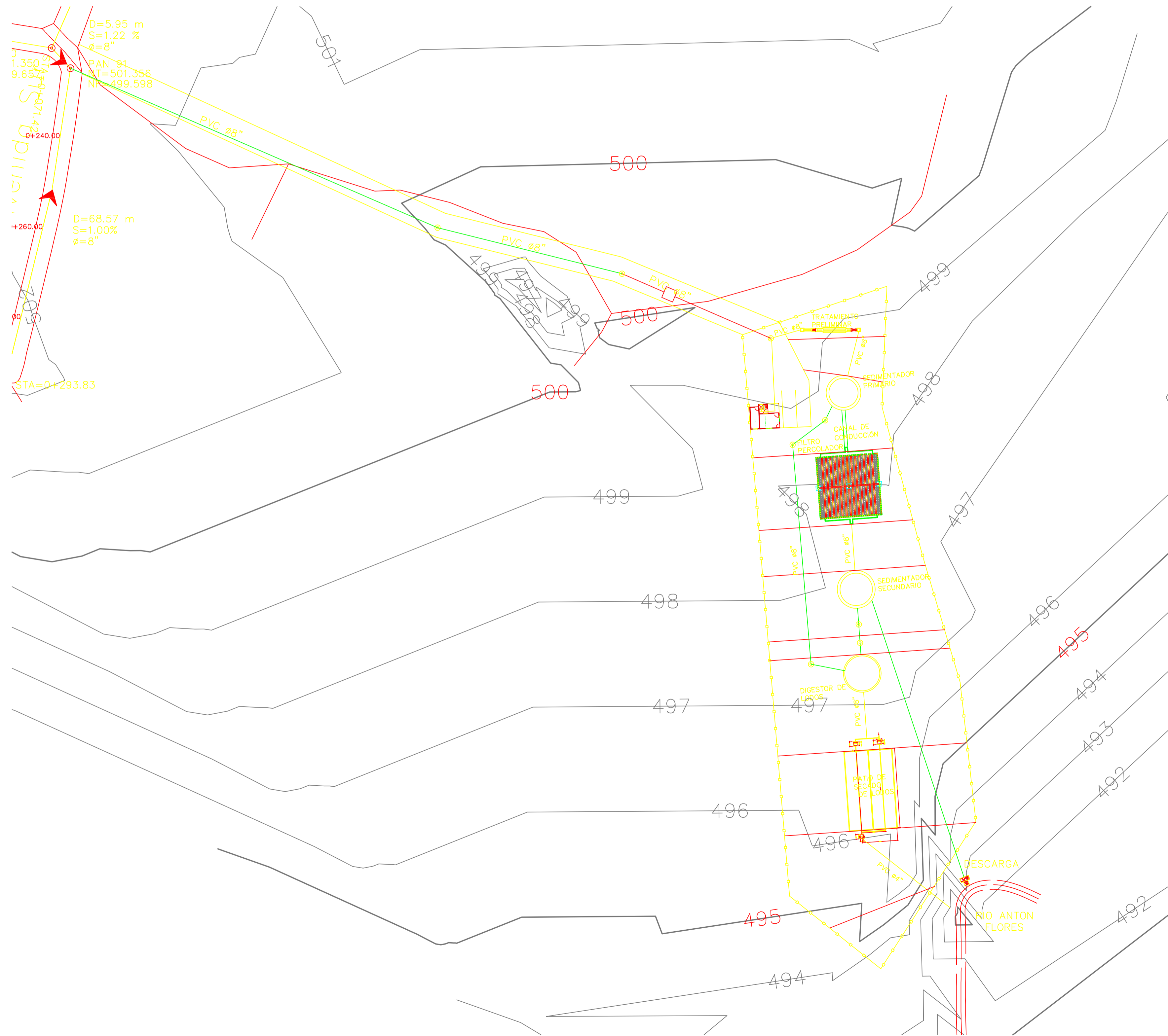
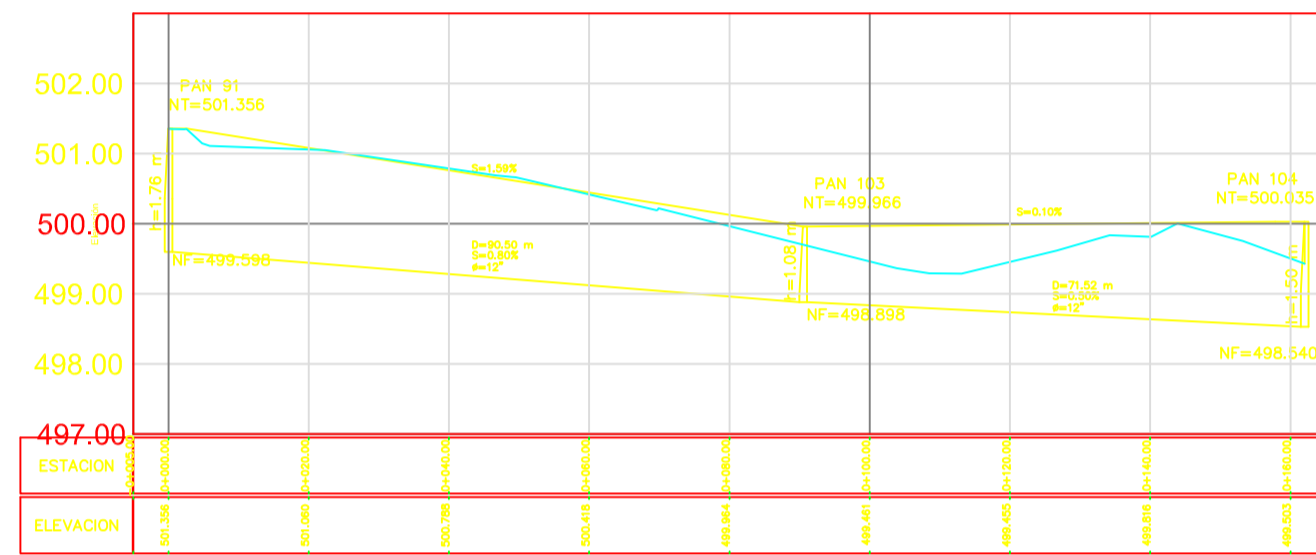
**CONTENIDO:**  
ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES



## PERFIL DE PLANTA DE TRATAMIENTO



PERFIL CALLE DE ACCESO A LA PLANTA  
Esc. V:1:125  
Esc. H:1:1250



## PLANO DE UBICACION

<b>PROYECTO:</b> PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE		
<b>UBICACION:</b> MUNICIPIO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE		
<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		
<b>PRESENTA:</b> CARPIO HENRY ANTONIO GARCIA SIGARAN NEYDY CAROLINA TOBIAS HERNANDEZ KENNY CHRISTIAN		
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
<b>ESCALA:</b> 1:1250	<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2011	<b>HOJA:</b> 17/17

**ANEXO 4**

**PERFIL CLIMATOLÓGICO**

**SAN CAYETANO ISTEPEQUE**



## INFORME CLIMATOLOGICO DE SAN CAYETANO ISTEPEQUE

La ciudad de San Vicente se encuentra ubicada al noreste del volcán de San Vicente y al suroeste de la ciudad de Apastepeque, esta región es ligeramente accidentada, con suelos arcillosos y cultivos variados.

La región donde se ubica la estación se zonifica climáticamente según Koppen, Sapper y Laurer como **Sabana Tropical Caliente ó Tierra Caliente** (0 – 800 msnm) la elevación es determinante (500 msnm) Considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como **“Bosque húmedo subtropical transición a tropical** (con biotemperatura > 24 °C)

Los rumbos de los vientos son predominantes del norte en la estación seca y del sur en la estación lluviosa, la brisa marina ocurre después del mediodía, durante la noche se desarrolla el sistema local nocturno del viento con rumbos desde las montañas y colinas cercanas, con velocidades promedios de 10 km/h.

En vista de que en esta zona no hay estación climatológica, se presenta un cuadro resumen de promedios mensuales de las variables más importantes de la estación más cercana (7.5 Kms), con condiciones climáticas similares y una diferencia de 70 metros de altura:

A continuación se presenta un cuadro resumen de promedios mensuales de las variables más importantes:

ESTACION:	APASTEPEQUE												LATITUD NORTE:
INDICE:	V-13												13° 42´
DEPARTAMENTO:	SAN VICENTE												LONGITUD OESTE:
													88° 45´
													ELEVACION :
													570 msndm.
PARAMETROS/MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM
Temperatura Promedio °C	23.6	24.0	24.9	25.2	24.4	23.5	23.8	23.8	23.0	23.2	23.6	23.4	23.9
Temperatura Mínima Promedio °C	19.2	19.5	20.8	21.4	21.0	20.2	20.1	19.6	19.6	19.9	20.0	19.5	20.1
Temperatura Máxima Promedio °C	31.7	32.6	33.6	33.4	31.2	29.4	30.5	30.1	29.1	29.5	30.5	31.2	31.1
Temperatura Máxima Absoluta °C	35.4	35.7	36.9	36.9	37.8	32.7	36.0	33.4	33.2	32.6	34.2	34.5	34.9
Temperatura Mínima absoluta °C	14.9	14.7	14.7	18.5	18.4	17.0	16.7	15.5	15.5	15.5	14.2	12.4	15.7
Nubosidad en /10	4.5	4.2	5.1	6.2	7.8	8.1	7.7	7.9	8.6	7.9	6.3	4.7	6.6
Viento Velocidad Promedio Km/hr	11.0	12.3	12.8	12.6	10.7	7.3	7.1	7.4	8.4	7.5	8.9	10.0	9.7
Viento Rumbo Dominante	N	N	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N	N
Humedad Relativa %	60	57	64	67	79	84	78	81	86	82	72	63	73
Evapotranspiración Potencial (mm)	143	146	173	174	158	141	158	151	129	133	132	136	1774.0
Precipitación (mm)	8.8	0.3	16.1	47.0	141.4	348.8	250.6	312.9	322.2	180.0	63.3	7.9	1699.2

TIEMPO	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360
Intensidad de lluvia máxima anual absoluta mm/min	4.14	3.07	2.71	2.54	2.21	1.67	1.26	0.68	0.52	0.42	0.36	0.29	0.22

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, Servicio Meteorológico Nacional, CIAGRO

## **ANEXO 5**

### **INTENSIDADES DE PRECIPITACION**

## INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA)

En mm/minuto para diferentes períodos.

ESTACION: APASTEPEQUE  
LATITUD: 13° 42.0'  
LONGITUD: 88° 44.8'  
ELEVACION: 570 m.s.n.m.

INDICE: V- 13

AÑO	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360
1972	2.02	1.46	1.24	1.08	0.99	0.92	0.76	0.53	0.43	0.37	0.32	0.25	0.18
1973	4.14	3.07	2.71	2.54	2.21	1.67	1.26	0.67	0.31	0.24	0.18	0.12	0.11
1974	2.10	1.84	1.56	1.33	1.20	0.93	0.83	0.58	0.45	0.37	0.32	0.25	0.17
1975	3.20	2.60	2.17	1.91	1.58	1.28	1.01	0.68	0.52	0.42	0.24	0.27	0.18
1976	2.12	2.07	2.00	1.83	1.41	0.99	0.77	0.51	0.45	0.37	0.32	0.26	0.16
1977	2.08	2.03	2.02	2.01	1.66	1.24	0.97	0.67	0.50	0.42	0.36	0.28	0.21
1978	2.68	2.33	1.89	1.65	1.33	1.67	0.92	0.64	0.50	0.41	0.34	0.27	0.19
1979	3.20	2.16	1.88	1.64	1.21	0.90	0.79	0.61	0.47	0.38	0.32	0.29	0.22
1980	2.80	2.25	1.87	1.55	1.29	1.14	0.92	0.63	0.50	0.40	0.34	0.26	0.17
1981	SUSPENDIDA												
PROM.	2.70	2.20	1.93	1.73	1.43	1.19	0.91	0.61	0.46	0.38	0.30	0.25	0.18
DS.	0.72	0.46	0.40	0.42	0.36	0.30	0.16	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.03
MAX.	4.14	3.07	2.71	2.54	2.21	1.67	1.26	0.68	0.52	0.42	0.36	0.29	0.22
MIN.	2.02	1.46	1.24	1.08	0.99	0.90	0.76	0.51	0.31	0.24	0.18	0.12	0.11