



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

**DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DEL SECTOR LOS
AGUACATILLOS ZONA 2; SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ,
CUYUMPÁ Y MINERVA POR MEDIO DE LA CANALIZACIÓN DE LAS
AGUAS RESIDUALES DE LAS ZONAS 1, 2, 3, 5, 6 Y 7; Y DISEÑO DE
CANAL CERRADO SOBRE EL RÍO MINERVA DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO**

**Oscar Armando Silín López
René Alejandro Cortéz Ixcolín**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, julio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DEL SECTOR LOS AGUACATILLOS ZONA 2; SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ, CUYUMPÁ Y MINERVA POR MEDIO DE LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS ZONAS 1, 2, 3, 5, 6 Y 7; Y DISEÑO DE CANAL CERRADO SOBRE EL RÍO MINERVA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OSCAR ARMANDO SILÍN LÓPEZ
RENÉ ALEJANDRO CORTÉZ IXCOLÍN
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
AL CONFERÍRSELES EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Oscar Armando Silín López

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Polanco Aguilar
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

René Alejandro Cortéz Ixcolín

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Polanco Aguilar
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DEL SECTOR LOS AGUACATILLOS ZONA 2; SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ, CUYUMPÁ Y MINERVA POR MEDIO DE LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS ZONAS 1, 2, 3, 5, 6 Y 7; Y DISEÑO DE CANAL CERRADO SOBRE EL RÍO MINERVA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO,

tema que nos fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, el 30 enero de 2007.

Oscar Armando Silín López

René Alejandro Cortéz Ixcolín

AGRADECIMIENTOS A:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Por darnos la oportunidad de ser estudiantes y formarnos como profesionales para servirle a la sociedad.

MUNICIPALIDAD DE HUEHUETENANGO

Por brindarnos el apoyo para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). En especial al Arquitecto Audel Ruverin Morales López, por la muestra de confianza y apoyo hacia nuestro trabajo.

COORDINADORA DE CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS DE HUEHUETENANGO (COCANHUE).

Por brindarnos el apoyo necesario para la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Y un agradecimiento muy especial a la Señora Norma Yolanda Días de Coto por su apoyo incondicional.

INGENIERO LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

Por darnos el apoyo y la asesoría necesaria para la elaboración del trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS:** Por darme la vida, sabiduría y la oportunidad de alcanzar mis metas.
- MIS PADRES:** Adrián Cortéz Cotóm (Q.E.P.D)
Con amor y agradecimiento por sus sacrificios y porque su espíritu de perseverancia siempre ha estado a mi lado.
Rosa Ixcolín Quijivix de Cortéz.
Símbolo de perseverancia y lucha, forjadora de mis días y mi existencia, mis sinceros agradecimientos por darme la oportunidad de superarme.
- MIS ABUELOS:** Por sus sabios consejos en especial a Dionisio Ixcolín y María Ixcolín.
- MIS HERMANOS:** Mayra Anabella, Edgar Adolfo, German Adrián, Luis Alfonso, Carola del Rosario, Henri Rolando, Estuardo Daniel y Edy Saúl Cortéz Ixcolín.
Que Dios recompense sus sacrificios con muchas bendiciones.
- MIS CUÑADOS:** Lesvin Rodrigo Juárez y Carlos Anibal Solís. Con cariño y respeto.
- MIS SOBRINOS:** Que realicen sus sueños y alcancen sus metas.
- MI NOVIA:** Gracias por su apoyo incondicional.

René Alejandro Cortéz Ixcolín

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS Y LA VIRGEN MARÍA:

Por ser la fuente de luz, vida, sabiduría y fortaleza que me han permitido lograr una meta más en mi vida.

MIS PADRES:

María Juana López Leiva de Silín

Jorge Armando Silín Quijivix

Porque son mi inspiración y ejemplo de perseverancia. Gracias por su apoyo y amor, este triunfo es el fruto de su sacrificio.

MIS HERMANOS:

Elisa Marisol, Claudia Lorena, Alma Aracely, Jorge Alejandro y José Miguel Silín López.

Con cariño comparto esta alegría y el apoyo brindado.

MI CUÑADO:

Cesar Roberto Cotí Rojas.

Con cariño y aprecio.

MIS SOBRINOS:

María Elisa del Rosario y Cesar Alejandro Cotí Silín.

Gracias por ser la luz que sirve de estímulo a mi vida.

MIS AMIGOS:


Gracias por su amistad y apoyo incondicional, éxitos en la vida.


Oscar Armando Silín López.



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S., Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación de los estudiantes Oscar Armando Silín López y René Alejandro Cortéz Ixcolín, titulado DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DEL SECTOR LOS AGUACATILLOS ZONA 2; SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ, CUYUMPÁ Y MINERVA POR MEDIO DE LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS ZONAS 1, 2, 3, 5, 6 Y 7; Y DISEÑO DE CANAL CERRADO SOBRE EL RÍO MINERVA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Fernando Amílcar Bolfoh Velásquez



Guatemala, julio 2007.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DEL SECTOR LOS AGUACATILLOS ZONA 2; SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ, CUYUMPÁ Y MINERVA POR MEDIO DE LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS ZONAS 1, 2, 3, 5, 6 Y 7; Y DISEÑO DE CANAL CERRADO SOBRE EL RÍO MINERVA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO**, presentado por los estudiantes universitarios **Oscar Armando Silín López y René Alejandro Cortéz Ixcolín**, procede a la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, julio de 2007

/cc



Guatemala, 20 de marzo de 2007

Ref. EPS. C. 216.03.07

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de los estudiantes universitarios de la Carrera de Ingeniería Civil, **OSCAR ARMANDO SILÍN LÓPEZ** y **RENÉ ALEJANDRO CORTÉZ IXCOLÍN**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **“DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DEL SECTOR LOS AGUACATILLOS ZONA 2; SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ, CUYUMPÁ Y MINERVA POR MEDIO DE LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS ZONAS 1, 2, 3, 5, 6 Y 7; Y DISEÑO DE CANAL CERRADO SOBRE EL RÍO MINERVA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Huehuetenango**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



LGAV/jm



Guatemala, 20 de marzo de 2007
Ref. EPS. C. 216.03.07

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DEL SECTOR LOS AGUACATILLOS ZONA 2; SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ, CUYUMPÁ Y MINERVA POR MEDIO DE LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS ZONAS 1, 2, 3, 5, 6 Y 7; Y DISEÑO DE CANAL CERRADO SOBRE EL RÍO MINERVA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO"** que fue desarrollado por los estudiantes universitarios **OSCAR ARMANDO SILÍN LÓPEZ** y **RENÉ ALEJANDRO CORTÉZ IXCOLÍN**, quienes fueron debidamente asesorados y supervisados por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

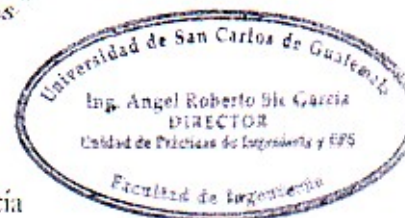
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del asesor y supervisor, en mi calidad de director apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS



ARSG/jm

Guatemala, 31 de mayo de 2007.

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez

Por este medio atentamente le informe que como Revisor de Área le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (EPS) titulado: **“DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DEL SECTOR LOS AGUACATILLOS ZONA 2; SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ, CUYUMPÁ Y MINERVA POR MEDIO DE LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS ZONAS 1, 2, 3, 5, 6 Y 7; Y DISEÑO DE CANAL CERRADO SOBRE EL RÍO MINERVA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO”** que fue desarrollado por los estudiantes universitarios **OSCAR ARMANDO SILÍN LÓPEZ** y **RENÉ ALEJANDRO CORTÉZ IXCOLÍN**, quienes fueron debidamente asesorados y supervisados.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente.



Ingeniero Rafael Morales
Revisor Área de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1 FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de la cabecera municipal de Huehuetenango.	
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Aspectos físicos	2
1.1.2.1 Localización	2
1.1.2.2 Colindancias	3
1.1.2.3 Vías de acceso	3
1.1.2.4 Climatología	4
1.1.2.5 Características topográficas	4
1.1.2.6 Calidad del suelo	5
1.1.3 Demografía	5
1.1.3.1 Población	5
1.1.4 Condición sociocultural	7
1.1.4.1 Educación	7
1.1.4.2 Salud	7
1.1.4.3 Cultura	8
1.1.4.4 Tipo de abastecimiento de agua	8
1.1.4.5 Tipo de abastecimiento de drenajes	9
1.1.5 Condición económica	10

1.1.6 Organización comunitaria	11
1.2 Investigación sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de la población	
1.2.1 Identificación de las necesidades	12
1.2.2 Justificación social	12
1.2.3 Justificación económica	13
1.2.4 Priorización de las necesidades	13

2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de la red de drenaje sanitario del sector Los Aguacatillos zona 2 y saneamiento de los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva por medio de la canalización de las aguas residuales de las zonas 1, 2, 3, 5, 6 y 7.

2.1.1 Descripción del proyecto.	15
2.1.2 Levantamiento topográfico	15
2.1.2.1 Planimetría	15
2.1.2.2 Altimetría	16
2.1.3 Diseño del sistema	16
2.1.3.1 Descripción del sistema a utilizar	16
2.1.3.2 Diseño hidráulico	16
2.1.3.2.1 Periodo de diseño	16
2.1.3.2.2 Población de diseño	17
2.1.3.2.3 Dotación	18
2.1.3.2.4 Factor de retorno	18
2.1.3.2.5 Factor de flujo instantáneo	18
2.1.3.2.6 Caudal sanitario	19
2.1.3.2.6.1 Caudal domiciliar	19
2.1.3.2.6.2 Caudal de Infiltración	20

2.1.3.2.6.3	Caudal por conexiones ilícitas	20
2.1.3.2.7	Factor de caudal medio	22
2.1.3.2.8	Caudal de diseño	23
2.1.3.2.9	Diseño de secciones y pendientes	23
2.1.3.2.10	Velocidades máximas y mínimas	24
2.1.3.2.11	Cotas invert	25
2.1.3.2.12	Diámetro de la tubería	26
2.1.3.2.13	Pozos de visita	26
2.1.3.2.14	Conexiones domiciliarias	27
2.1.3.2.15	Profundidad de la tubería	28
2.1.3.2.16	Principios hidráulicos	29
2.1.3.2.17	Relaciones hidráulicas	29
2.1.3.2.18	Diseño de la red de alcantarillado sanitario	31
2.1.3.2.19	Presupuesto	37

2.2 Diseño de canal cerrado sobre el río Minerva.

2.2.1	Descripción del proyecto	52
2.2.2	Estudio hidrológico	52
2.2.2.1	Cálculo de crecidas	52
2.2.2.2	Concepto de cuenca superficial	53
2.2.2.2.1	Características de la cuenca	54
2.2.2.3	Escorrentía	55
2.2.2.3.1	Factores que influyen en la escorrentía	55
2.2.2.4	Método racional	56
2.2.2.4.1	Estimación del tiempo de concentración	57
2.2.2.4.2	Determinación del coeficiente de escorrentía	57
2.2.2.4.3	Determinación de la intensidad	59
2.2.2.4.4	Curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)	59

2.2.3	Estudio topográfico	60
2.2.4	Suelo	60
2.2.4.1.1	Definición de suelo y roca	60
2.2.4.1.2	Valor soporte del suelo	61
2.2.5	Canales	61
2.2.5.1	Diseño hidráulico de un canal	62
2.2.6	Muros de contención	65
2.2.6.1	Base del diseño estructural	65
2.2.6.2	Tipos de muros	65
2.2.7	Losas	67
2.2.7.1	Tipo de losas	68
2.2.7.2	Cargas de diseño de losas	69
2.2.7.3	Losas en una dirección	69
2.2.7.4	Diseño de losas en una dirección	70
2.2.8	Diseño	73
2.2.8.1	Diseño de muros y plataforma (losa)	73
2.2.9	Presupuesto	91
	CONCLUSIONES	93
	RECOMENDACIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA	97
	APÈNDICE	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Localización del proyecto	3
2	Área del proyecto	37
3	Cuenca hidrológica	54
4	Curva intensidad-duración-frecuencia	59
5	Muros de gravedad	66
6	Muros en voladizo	67
7	Losa en una dirección	70
8	Curva Intensidad-Frecuencia-Duración	75
9	Cuenca río Minerva	75
10	Dimensiones propuestas para canal pluvial	79
11	Sección de canal pluvial	81
12	Diagrama de cuerpo libre de canal	82
13	Diagrama de distribución geométrica en el punto o	83
14	Sección de pantalla	86
15	Sección analizada de canal	88
16	Armado de canal pluvial	89
17	Diagrama de Corte y Momento de losa	85

TABLAS

I	Población por edad y género de Huehuetenango	6
II	Población étnica	6
III	Enfermedades más comunes	7
IV	Abastecimiento de agua	9
V	Abastecimiento de drenaje	9
VI	Ingresos familiares	10
VII	Indicadores de pobreza	11
VIII	Profundidades mínimas de tubería	28
IX	Ancho de zanja	28
X	Tabla de relaciones hidráulicas	34
XI	Diseño de la red de drenaje sanitario del sector Los Aguacatillos zona 2	39
XII	Diseño de la red de drenaje sanitario de los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva.	46
XIII	Coeficientes de escorrentía según tipo de zona	58
XIV	Valores de coeficiente de fricción (Ks)	64
XV	Cálculo de intensidades de lluvia	74
XVI	Intensidades en diferentes periodos de retorno	77
XVII	Distribución de figuras geométricas	83

GLOSARIO

Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados.
Caudal	Volumen de agua que corre en un tiempo determinado.
Coeficiente de escorrentía	Relación entre el agua de lluvia que cae en una zona determinada y el agua que corre.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Densidad de viviendas	Es el número de viviendas por unidad de superficie.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, pueden estar crudas o tratadas.
Dotación	Estimación del promedio de cantidad de agua que consume cada habitante. Se expresa en litros por habitante por día (l./hab./día).
Factor de Hardmon	Factor de seguridad para las horas picos.
Factor de rugosidad	Factor que indica qué tan lisa es una superficie.

Fórmula de Manning	Fórmula para encontrar velocidades de flujo en canales abiertos.
Patógeno	Elemento que produce enfermedad.
Tirante	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.
Relaciones hidráulicas	Relaciones que existen entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y parcialmente llena, las cuales deben cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena. Sirven para garantizar que la tubería no trabaje a presión.

LISTA DE SÍMBOLOS

INFOM	Instituto de Fomento Municipal
L./hab./día	Litros por habitantes por día
L./km/día	Litros por kilómetro por día
M³/seg	Metros cúbicos por segundo
mm/hora	Milímetros por hora
Ha	Hectáreas
M²	Metros cuadrados
l./seg	Litros por segundo
Hab.	Habitantes
m./seg	metros por segundo
v/V	Relación de velocidades entre sección parcial y sección llena
d/D	Relación de diámetro entre sección parcial y sección llena

q/Q	Relación de caudales entre sección parcial y sección llena
π	3.141592654 es el cociente entre la longitud de la circunferencia y su diámetro
PVC	Cloruro de polivinilo rígido
TC	Tubo de concreto
Pulg.	Pulgadas
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Ton.	Toneladas
As	Área de acero
AS_{MAX}	Área de acero máxima
AS_{MIN}	Área de acero mínima
AS_{TEMP.}	Área de acero por temperatura
f_c	Resistencia del concreto
F_y	Resistencia del acero

RESUMEN

El desarrollo del presente proyecto lo motiva la falta del servicio de drenaje sanitario que sufre la cabecera municipal del departamento de Huehuetenango, donde en el casco urbano la red de drenaje de la ciudad está conectada a fosas sépticas, las que desfogan en los ríos. En el sector los Aguacatillos, donde la población utiliza en su mayoría pozos ciegos para la disposición de excretas, fluyen, a flor de tierra, los desperdicios caseros y en otros casos sacan los drenajes a riachuelos adyacentes. Esto merece en ambos casos, focos de infección causantes de las enfermedades gastro-intestinales tales, como: diarrea infecciosa, disentería, tifoidea, paratifoidea y actualmente cólera. Por el motivo anteriormente expuesto se presenta a continuación la solución detallada para cada uno de los problemas mencionados:

Para el sector Los Aguacatillos zona 2. Aquí se diseñó un sistema de drenaje sanitario con una longitud aproximada de 5 kilómetros, el cual beneficiará a una población aproximada de 510 habitantes, distribuidos en 85 viviendas.

La contaminación de los ríos Sacumá y Cuyumpá se saneará por medio de la canalización de aguas residuales, con una longitud aproximada de 7 kilómetros y que beneficiará a más de la mitad de la población de la cabecera municipal, aproximadamente 24,000 habitantes.

El río Minerva se saneará por medio de la canalización de las aguas residuales, con una longitud de 1.5 kilómetros, beneficiando a una población estimada de 3,000 habitantes.

Se diseñó un canal cerrado sobre el río Minerva para evitar proliferación de basureros clandestinos. Esto contribuirá, también, con el ornato y la recreación de la población.

OBJETIVOS

GENERAL

- Mejorar la calidad de vida de todos los pobladores de la cabecera municipal de Huehuetenango, por medio de la construcción de la red de drenaje sanitario de aguas residuales, que atienda al área afectada en la actualidad y en el futuro.

ESPECÍFICOS

1. Mejorar los servicios básicos de la comunidad de Huehuetenango.
2. Reducir la incidencia de las enfermedades gastro-intestinales más comunes entre la población, derivadas de los focos de infección, debido a la ausencia de drenajes.
3. Aprovechar el canal cerrado sobre el río Minerva, para que la población pueda realizar actividades recreativas.
4. Mejorar la visualización del entorno natural de la población, eliminando los desagües a flor de tierra y canalizando las aguas residuales.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación ambiental constituye uno de los más graves problemas a nivel mundial; con relación a este problema, la eliminación de las aguas servidas, en especial las que transportan heces humanas, juegan un papel muy importante en lo que a contaminación del medio se refiere, debido a que las mismas transportan una gran variedad de elementos patógenos que, por lo general, al ser descargadas en ríos, lagunas, lagos y mares, inciden, directamente, en la salud de los seres humanos y en la fauna y la flora de los ecosistemas. Por tal motivo es indispensable contar con soluciones prácticas y económicas para resolver este problema.

El presente trabajo de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), plantea soluciones al problema que afrontan los vecinos de lugares aledaños a los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva ya que éstos están siendo contaminados por la red de drenaje de la ciudad, que desfoga a los ríos mencionados, situación que también afecta a los vecinos del sector Los Aguacatillos, quienes carecen del servicio de drenaje sanitario.

El proyecto pretende, captar y conducir las aguas, que fluyen en los ríos, por medio de la conducción de tubería adecuada, al igual que realizar un sistema de drenaje sanitario en el sector Los Aguacatillos para poder conducir las aguas servidas; al mismo tiempo realizar un canal cerrado sobre el río Minerva para drenar las aguas pluviales de la ciudad y darle una mejor

presentación evitando botaderos clandestinos y procurando el bienestar y salud de la población en general.

El trabajo presenta la descripción general de los sistemas de drenaje y la memoria de cálculo del canal cerrado, recomendaciones, conclusiones y la bibliografía consultada para el efecto.

En los apéndices se incluye el formato de evaluación ambiental inicial y el resumen de la integración de los costos totales de los proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de la cabecera municipal de Huehuetenango

1.1.1 Antecedentes

Esta ciudad, en su mayoría cuenta con un sistema de disposición de sus aguas residuales, utilizando para ello sistemas de letrinas de pozo ciego, fosas sépticas, pozos de absorción y descargas hacia los colectores municipales. Sin embargo éstos son vertidos directamente a las cuencas de los ríos sin ningún tratamiento.

Las condiciones son precarias en lo referente al manejo de las aguas servidas, siendo éstas inadecuadas e insuficientes, por no contar con una red de drenaje sanitario y sistema de tratamiento, que cubra las necesidades sanitarias del 100% de la población, incidiendo de una manera significativa en los elevados niveles de impacto ambiental y sobre la salud humana, contaminando en algunos casos las calles, pero especialmente los ríos aledaños.

De acuerdo con la información recabada, se pudo determinar que, en la cabecera municipal de Huehuetenango se construyó el primer sistema de drenaje sanitario hace aproximadamente 65 años, posteriormente, en 1980 se realizó el cambio de tubería y ampliación del sistema de drenaje sanitario, hacia toda la población de la cabecera municipal. Actualmente existe una red, que cubre el 95% de la cabecera, pero solamente el 83.75% de las viviendas están conectadas.

Teniendo en cuenta la gravedad del problema y las repercusiones en la población, la Coordinadora de Canalización de Aguas Negras de Huehuetenango (COCANHUE), unificó esfuerzos con la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el propósito de obtener apoyo necesario para realizar el estudio que le permita desarrollar un sistema de recolección de aguas servidas para su posterior vertido, que cubra el 100% de la población actual y futura, así como mitigar los impactos tanto a la salud como al ambiente que generan actualmente las descargas mismas.

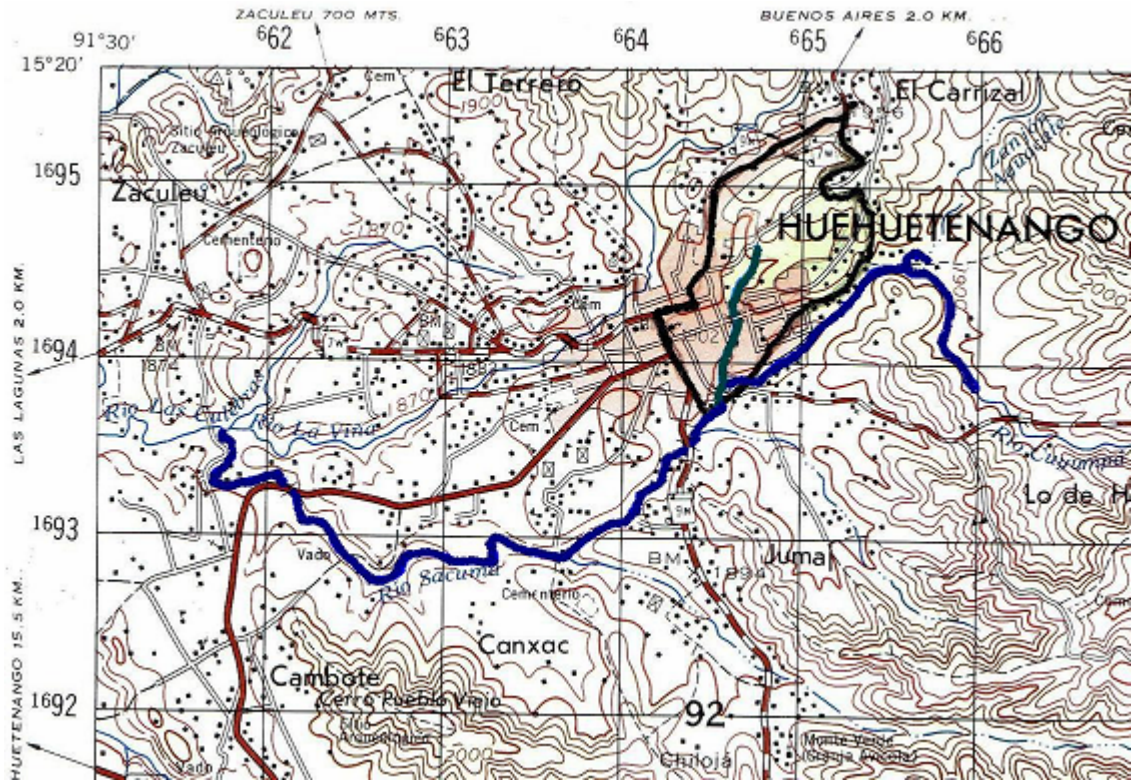
1.1.2 Aspectos físicos

1.1.2.1 Localización

El monumento de nivelación (BM) del IGN está localizado en el parque de la cabecera a 1,901.64 MSNM, latitud 15° 19' 14", longitud 91° 28' 13".

El municipio de Huehuetenango se localiza en la región VII, al Noroccidente de la ciudad capital, para llegar a él, se recorren 265 Km., por la ruta CA-1. Tienen una superficie aproximadamente de 235.824 km².

Figura 1. Localización del proyecto



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

1.1.2.2 Colindancias

Al norte con Chiantla y Aguacatán (Huehuetenango); al este con Aguacatán (Huehuetenango); al sur con Malacatancito y San Sebastián Huehuetenango (Huehuetenango) y San Pedro Jocópilas (Quiché); al oeste con Santa Bárbara y San Sebastián Huehuetenango (Huehuetenango).

1.1.2.3 Vías de acceso

El municipio es atravesado por la ruta nacional 9-N que del sur procede de Quetzaltenango, el municipio se encuentra a 265 Km. de la ciudad de Guatemala, cruza la circunscripción de sur a norte y en la ciudad de

Huehuetenango entronca con la ruta nacional RN 7-W y llega al límite municipal con el de Chiantla en su Km. 280 unos 5 Km. al norte de Huehuetenango.

La ruta nacional 7-W viene del Quiché, cruza el municipio de norte a oeste, entronca con la ruta nacional 9-N en su Km. 280, atraviesa la ciudad continúa hasta el municipio de Santa Bárbara en su Km. 373.01, cuenta con rutas departamentales, municipales, roderas y veredas.

1.1.2.4 Climatología

El clima es templado húmedo con invierno benigno, predominan las plantas mesotermas, lluvias en verano, por lo menos una vez al mes, con una precipitación pluvial promedio de 60mm, verano fresco; la temperatura media del mes más caliente es menor a 22° C, Isotermal, con diferencia en temperatura entre el mes más frío y el caliente es menor a 5° C. La estación hidrológica Huehuetenango (07.01.03) del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica (INSIVUMEH), es la que vela por los datos climatológicos del municipio.

1.1.2.5 Características topográficas

En la topografía del lugar se conoce que existen tierras altas sedimentarias, montañas ligeramente escarpadas. Los principales llanos son: por el norte, Carrizal; al este, Chinacá, la Estancia y Llano Grande; al sur Jumaj y Cambote, al oeste las Lagunas, Zaculeu y Chibacabé, merecen también citarse los cerros del Maíz, de la Cruz y San José, situados al norte y al sur de la ciudad de Huehuetenango.

1.1.2.6 Calidad del suelo

Predominan los suelos superficiales, guardando relación entre pesados y medianos, de bien drenados a imperfectamente drenados, de pendiente variable, potencialmente para bosques, altitud de 1,550 hasta 2,500 MSNM.

1.1.3 Demografía

1.1.3.1 Población

La cabecera municipal y departamental de Huehuetenango, está integrada por cuatro barrios: Concepción, El calvario, San José y San Sebastián.

A continuación se presentan datos obtenidos de la encuesta aplicada a la población por IGCAMI 2004, a la cabecera municipal de Huehuetenango, tabulada por género, número de personas y el porcentaje que representa sobre la población total.

- **Población urbana, por género**

A continuación se presenta la población urbana del municipio de Huehuetenango, según género, rango de edad y el porcentaje sobre la población total.

Tabla I. Población por edad y género del municipio de Huehuetenango

GRUPO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	PORCENTAJE
0 a 4	3464	3432	6896	12%
5 a 9	3384	3346	6730	12%
10 a 14	3364	3475	6839	12%
15 - 19	3194	3384	6578	11%
20 - 24	2955	3275	6230	11%
25 - 29	1953	2476	4429	8%
30 - 34	1594	2091	3685	6%
35 - 39	1484	1875	3359	6%
40 - 44	1436	1580	3016	5%
45 - 49	1064	1225	2289	4%
50 - 54	966	1063	2029	4%
55 - 59	654	733	1387	2%
60 - 64	516	611	1127	2%
65 - 69	375	446	821	1%
70 - 74	354	387	741	1%
75 - 79	218	262	480	1%
80 - 84	151	174	325	1%
85 y mas	136	192	328	1%
TOTAL	27262	30027	57289	100%

Fuente: censo Nacional XI de población y VI de Habitación, 2002.

En el cuadro se observa que en los primeros rangos de edades nacen más personas del género masculino, mientras que en los siguientes grupos observamos que el total de la población femenina es mayor a la masculina, esta diferencia se establece a partir del grupo de edad de 10 a 14 años.

Población total por pertenencia étnica, según edad, en el municipio de Huehuetenango.

Tabla II. Población étnica

EDAD	POBLACION TOTAL					
	TOTAL	PERTENENCIA ETNICA				
		MAYA	GARIFUNA	XINCA	LADINO	OTRO
Mujeres	30027	1583	1	4	28404	35
Hombres	27262	1556	0	4	25650	52

Fuente: Censo Nacional XI de población y VI de Habitación, 2002.

1.1.4 Condición sociocultural

1.1.4.1 Educación

La cabecera municipal de Huehuetenango cuenta con los siguientes establecimientos:

Primaria y Pre-primaria: 9 escuelas a nivel Pre-primaria, en el nivel primario hay 22 escuelas; Institutos de Educación básica: 16 centros educativos, Institutos del nivel diversificado: se cuenta con 14 establecimientos educativos.

Centros universitarios: la Universidad de San Carlos de Guatemala, se representa a través del Centro Universitario de Nor-Occidente (CUNOROC).

1.1.4.2 Salud

Enfermedades más comunes de la población de la cabecera municipal de Huehuetenango.

Tabla III. Enfermedades más comunes

Enfermedades	Viviendas
Estomacales	50
Respiratorias	102
De la piel	4
De la vista	14
Otras	5
Total	175

Fuente: Encuesta IGCAVI 2004.

Se observa que las enfermedades respiratorias y estomacales, son las de mayor incidencia en la población, las primeras como consecuencia de las condiciones climáticas, reportándose el mayor número de casos durante los meses de noviembre a febrero; mientras que las segundas, se deben a una combinación entre las condiciones de higiene de la población y la época de lluvia.

1.1.4.3 Cultura

Dentro los aspectos culturales del departamento y especialmente el municipio de Huehuetenango, se pueden citar los siguientes:

- **Idioma**

Los idiomas predominantes son el Español y Mam.

- **Religión**

La religión que agrupa una mayor población de feligreses es la católica. Existen 31 templos católicos, y 127 capillas evangélicas, distribuidas en 36 centros poblados.

1.1.4.4 Tipo de abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua en la cabecera municipal de Huehuetenango se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV. Abastecimiento de agua

Abastecimiento de agua	Viviendas
Agua entubada	147
Pozo	1
Río	0
Otro	0
Viviendas	148

Fuente: Encuesta IGCAVI 2004.

1.1.4.5 Tipo de abastecimiento de drenaje

Servicios básicos con los que cuentan las viviendas en la cabecera municipal de Huehuetenango.

Tabla V. Abastecimiento de drenaje

Servicios sanitarios	Viviendas
Drenajes	146
Fosa séptica	0
Letrina	2
Viviendas	148

Fuente: Encuesta IGCAVI 2004.

1.1.5 Condición económica

- **Producción Agrícola:** maíz, frijol, café, hortalizas (repollo, zanahoria, remolacha, tomate, rábano, camote, haba y papa), frutas (durazno, manzana, cítrico, aguacate).
- **Producción Pecuaria:** ganado vacuno, lana, aves de corral y cerdos.
- **Ingresos familiares:** se presentan a continuación.

Tabla VI. Ingresos familiares

CANTIDAD	FAMILIAS	%
1,000.00	9	6
1,000.00 a 1,500.00	18	12
1,500.00 a 3,000.00	62	42
3,000.00 o más	59	40
TOTAL	148	100

Fuente: encuesta IGCAVI 2004.

El 42% de la población percibe un ingreso familiar mayor a Q1,500.00 y es menor que Q3,000.00 mientras que el 28% percibe menos de esta cantidad. Luego, solo el 40 % tiene un ingreso mayor de Q3,000.00.

- **Indicadores de pobreza**

Tabla VII. Indicadores de pobreza del municipio de Huehuetenango

Municipio	% de Pobreza	% de Pobreza extrema	% de valor de la brecha*	% del valor de la brecha extrema*	Desigualdad económica
Huehuetenango	39.29	9.66	0.41	0.23	30% - 40%

Fuente: Estrategia de Reducción de pobreza, Gobierno de la Republica de Guatemala.

La brecha de pobreza representa valores necesarios para llevar el consumo de los pobres o pobres extremos hasta la línea de pobreza general o extrema. El valor de la brecha se calcula multiplicando el índice de brecha por el número de habitantes de la región y el valor de la línea de pobreza.

1.1.6 Organización comunitaria

Las organizaciones comunitarias con las que cuenta la cabecera municipal de Huehuetenango como elementos de apoyo, para el desarrollo del proyecto está la Coordinadora de Canalización de Aguas Negras de la ciudad de Huehuetenango (COCANHUE), cuyo fin es instar a la población a promover su desarrollo.

Comités en funcionamiento:

Comités pro-mejoramiento	30
Comités pro-introducción de agua potable	3
Comité pro-introducción de energía eléctrica	5
Comité pro-construcción de drenajes	1
Comité de padres de familia	1
Comités de desarrollo integral	4
Comités de proyectos avícolas	1

1.2 Investigación sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de la población

1.2.1 Identificación de las necesidades

A pesar de ser cabecera municipal de Huehuetenango carece de varios servicios. Entre los servicios y necesidades identificados se pueden mencionar los siguientes:

- Sistema de alcantarillado sanitario adecuado
- Canal cerrado sobre el río Minerva como área de recreación
- Puentes vehiculares en varios puntos
- Plantas de tratamientos para aguas residuales
- Mercado municipal que cubra las necesidades de la población
- Red vial del municipio
- Planta de tratamiento de desechos sólidos
- Canchas deportivas municipales
- Caminos para las comunidades vecinales

1.2.2 Justificación social

- El sistema de alcantarillado sanitario es indispensable; ya que los habitantes del sector los Aguacatillos, zona 2, como a los aledaños a los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva, que carecen de este servicio, sufren de algunas enfermedades, especialmente intestinales, porque las aguas residuales corren en los ríos que fueron contaminados debido a las aguas negras de la ciudad.

- Actualmente, las personas aledañas y no aledañas al río Minerva utilizan el mismo como un basurero clandestino que obstruyen el paso de las aguas negras produciendo malos olores, por tal motivo es indispensable la construcción del canal cerrado.

1.2.3 Justificación económica

- El sistema de alcantarillado sanitario en el sector los Aguacatillos como en los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva económicamente tendrían un efecto positivo en la ciudad, pues aumentaría la plusvalía de los terrenos, se evitaría la proliferación de enfermedades y al mismo tiempo se impediría la alteración de los sistemas ambientales.
- El canal cerrado sería de gran ayuda económica ya que se utilizaría como un paso peatonal, al mismo tiempo ayudaría a descongestionar las aglomeraciones que se dan en la cuarta calle de la zona 1 de Huehuetenango, también serviría como lugar de recreación para las personas que viven en las cercanías del río y que carecen de áreas de recreación personal.

1.2.4 Priorización de las necesidades

En la cabecera municipal de Huehuetenango se priorizan las necesidades de la forma siguiente:

- Sistema de alcantarillado sanitario adecuado
- Canal cerrado como una vía de acceso peatonal
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Mercado municipal que cubra las necesidades de la población
- Red vial del municipio

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de la red de drenaje sanitario del sector Los Aguacatillos zona 2; saneamiento de los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva por medio de la canalización de las aguas residuales de las zonas 1, 2, 3, 5, 6, y 7 del municipio de Huehuetenango

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto está diseñado para proveer a la población del sector Los Aguacatillos y a las zonas 1, 2, 3, 5, 6 y 7 del municipio de Huehuetenango, departamento de Huehuetenango, un sistema que evacúe las aguas servidas; consistirá en el diseño de la red principal, pozos de visita y conexiones domiciliarias.

2.1.2 Levantamiento topográfico

2.1.2.1 Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios que permitan ilustrar una figura semejante a la del terreno, proyectada sobre un plano horizontal. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación de azimut, con vuelta de campana; utilizando para ello, un teodolito marca Leica T-100, una estadia, cinta métrica y estacas.

2.1.2.2 Altimetría

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico del perfil del terreno, para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del mismo. Con los datos del levantamiento altimétrico se calculan y trazan las curvas de nivel. El levantamiento que se realizó en este caso fue de primer orden, ya que se utilizó un nivel autonivelante marca Wild, modelo T1, estadia y cinta métrica.

2.1.3 Diseño del sistema

2.1.3.1 Descripción del sistema a utilizar

El sistema a diseñar para el sector Los Aguacatillos zona 2, los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva de las zonas 1, 2, 3, 5, 6 y 7 de Huehuetenango es un alcantarillado, sanitario, ya que actualmente, las aguas negras corren a flor de tierra en las calles y en ríos, provocando contaminación.

2.1.3.2 Diseño hidráulico

2.1.3.2.1 Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema, luego de la culminación de este período, es necesario rehabilitar el sistema. Para determinar dicho período es necesario tomar en cuenta varios factores como: población beneficiada, crecimiento poblacional, calidad de materiales a utilizar, futuras ampliaciones y mantenimiento del sistema. Instituciones como INFOM y EMPAGUA recomiendan que las alcantarillas se diseñen para un periodo de 15

a 30 años. Para el presente estudio, el período de diseño adoptado es el de 30 años, por la magnitud del proyecto.

Para este período es necesario incluir un tiempo adicional de 2 años, debido a gestiones que conlleva un proyecto para su respectiva autorización y desembolso económico.

2.1.3.2.2 Población de diseño

El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. En este caso se adoptó un período de diseño de treinta años. Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el período establecido, se utilizó el método de incremento geométrico.

$$Pf = Po * (1 + r)$$

Donde:

Pf = población buscada o futura

Po = población del último censo

r = Tasa de crecimiento

n = diferencia de años

Utilizando el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir, y se encontraron los porcentajes de las tasas de crecimiento a nivel departamental y municipal, que según el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 3.31 %

2.1.3.2.3 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario, se expresa en litros por habitante por día (l./ hab./ día). En este caso se utiliza una dotación de 150 l./hab./día, valor que se adopto para el diseño del sistema de agua potable de la población.

2.1.3.2.4 Factor de retorno

Es un factor que oscila entre el 70% al 80%; se considera que es el consumo de agua de una población que retorna al alcantarillado.

Debido a que la dotación asignada a cada vivienda, es en parte utilizada para riego de terrenos agrícolas y patios de tierra, considerando con ello pérdidas por evaporación e infiltración, se tomo un factor de retorno al sistema de 75%

2.1.3.2.5 Factor de flujo instantáneo

Este factor está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia. Se encuentra utilizando la fórmula de Hardmon.

$$FH = \frac{(18 + p^{1/2})}{(4 + p^{1/2})}$$

Donde:

P = es el número de habitantes a servir expresado en miles.

2.1.3.2.6 Caudal sanitario

El caudal sanitario está integrado por el caudal domiciliar, comercial, industrial, las infiltraciones y conexiones ilícitas.

Para el presente estudio únicamente se tomó en cuenta el domiciliar, producido por infiltraciones y conexiones ilícitas, en el sector Los Aguacatillos; no se incluyó el caudal comercial e industrial ya que se carece de los mismos. La fórmula es la siguiente:

$$Q_s = Q_d + Q_{inf} + Q_{ci}$$

Donde:

Q_s = Caudal sanitario

Q_d = Caudal domiciliar

Q_{inf} = Caudal de infiltración

Q_{ci} = Caudal por conexiones ilícitas.

2.1.3.2.6.1 Caudal domiciliar

Es el agua evacuada de las viviendas una vez utilizada por los humanos. El caudal domiciliar en este proyecto queda integrado de la siguiente manera,

$$Q_d = \frac{\text{dotación} * \text{No. Hab. Futuro} * \text{factor de retorno}}$$

86,400

2.1.3.2.6.2 Caudal de infiltración

Son las aguas que se infiltran en la tubería a lo largo de la línea, provenientes de humedad por nacimientos, aguas de lluvia, fugas de sistema de agua potable o aguas que se introducen por la tapadera de los pozos de visita. Se puede considerar un caudal de infiltración entre 12,000 a 18,000 litros diarios por kilómetro de tubería. En este caso se utiliza un caudal de 16,000 l./día/Km.

$$Q_{inf} = \frac{\text{Fact.inf.} * (\text{m. tub. Fut.} + \text{Núm. de casas fut.} * 6\text{m})}{1000}$$

86,400

2.1.3.2.6.3 Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan aguas pluviales al alcantarillado sanitario. Para el diseño se puede estimar que un porcentaje de la vivienda de determinada localidad pueden hacer conexiones ilícitas, este porcentaje puede variar de 0.5% a 2.5%.

Para las conexiones ilícitas hay varios métodos de los cuales se puede mencionar: Municipalidad de Guatemala, criterio de Unepar – INFOM y método racional, los que se definen a continuación.

a. Municipalidad de Guatemala

Utiliza para conexiones ilícitas, un caudal de 100 l./hab./día.

$$Q_{ci} = (100 \text{ l./hab./día}) * (\text{No. de hab.})$$

b. Criterio de IMFOM

Toman para conexiones ilícitas un 10% del caudal domiciliar.

$$Q_{ci} = (\text{caudal domiciliar}) 10\%$$

c. Método racional

Se calcula como un porcentaje del total de conexiones. En función de techos, patios y su permeabilidad, así como la intensidad de lluvia. Se calcula con la fórmula siguiente:

$$Q_{ci} = (0.5 \text{ a } 2.5\%) * (C * i * A)/360$$

Donde:

Q_{ci} = caudal ($m^3/\text{seg.}$)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área factible de conexión ilícitamente al sistema (Ha).

Para encontrar el coeficiente de escorrentía se utiliza un promedio de área por vivienda. El promedio de área por casa es de 150 m^2 ; 80 m^2 para techos y 70 m^2 para patios.

El coeficiente de escorrentía está en función directa del tipo de superficies por donde corre el agua pluvial, sea en patios ó techos de las viviendas; en tal sentido se obtienen los siguientes datos:

Escorrentía para techos 0.85

Escorrentía para patios 0.15

Se concluye que el método racional es el más preciso para el cálculo de las conexiones ilícitas, por proporcionar datos reales y bien definidos.

$$C_{eq} = \frac{\sum (C * A)}{\sum A}$$

La intensidad de lluvia se expresa en mm/hora., se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$i = A / (t_c + B)^C$$

Donde t_c es el tiempo de concentración en minutos, para los valores de A, B y C dependen de la estación hidrológica de la región y cuenca a estudiar.

2.1.3.2.7 Factor de caudal medio (Fqm)

Éste regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades, sumando los caudales domésticos, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe permanecer entre el rango de 0.002 a 0.005.

Para encontrar este valor se procede de la siguiente manera:

$$F_{qm} = Q_s / \text{Núm. Hab. Futuro}$$

Donde:

$$Q_s = Q_d + Q_i + Q_{ci}$$

2.1.3.2.8 Caudal de diseño

Es el caudal con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario y será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Hardmon y el número de habitantes a servir.

$$Q \text{ dis. Actual} = F_{qm} * FH \text{ actual} * \text{Núm de hab. Actual}$$

$$Q \text{ dis. Futuro} = F_{qm} * FH \text{ futuro} * \text{Núm de hab. Futuro.}$$

Donde:

F_{qm} = Factor de caudal medio

FH = Factor de Hardmon

Es importante mencionar que el flujo que se encauzará y circulará dentro de las tuberías al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá en el sistema cuando a éste se le incorpore futuras conexiones domiciliarias y otros caudales.

En este estudio, el caudal de diseño futuro será el caudal de diseño crítico, el cual se estima sucederá al final del período de diseño, con la velocidad y el tirante de agua, para cada tramo. Se realizó también un chequeo para el caudal actual, para evitar taponamiento por pequeños flujos.

2.1.3.2.9 Diseño de secciones y pendientes

En general, se usarán en el diseño secciones circulares de concreto, que funcionarán como canales abiertos. El cálculo del caudal, la velocidad, diámetro

y pendientes se hará aplicando la fórmula de **manning**, transformada al sistema métrico para secciones circulares.

La fórmula es la siguiente:

$$V = 1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = (1/n) * (D * 0.00254/4)^{2/3} * S^{1/2} \text{ (sistema métrico)}$$

$$Q = \pi/4 * (D * 0.0254)^2 * V * 1000$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena (m./seg.)

Q = caudal del flujo a sección llena (l./seg.)

D = diámetro de la sección circular (pulg.)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

= 0.015 para tubos de concreto menores de 24 plg.

= 0.013 para tubos de concreto mayores de 24 plg.

= 0.010 para tubos de P.V.C.

2.1.3.2.10 Velocidades máximas y mínimas

Se debe diseñar de modo que la velocidad mínima del flujo para tubería de concreto, trabajando a cualquier sección debe ser de 0.60 m/seg. No siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven sólo unas cuantas casas y producen flujos bastantes bajos, en tales casos, se acepta una velocidad de 0.30 m/seg., una velocidad menor permite que ocurra decantación en los sólidos.

La velocidad máxima será de 3.00 m/seg., ya que velocidades mayores causan efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, etc.) producen un efecto abrasivo a la tubería.

2.1.3.2.11 Cotas invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.

Se debe tomar en cuenta para el cálculo de cotas invert, que la cota invert de salida de un pozo se coloca, al menos, tres centímetros más baja.

Las cotas invert de entrada y de salida se calculan de la siguiente manera:

$$\text{CIS1} = \text{CT} - \text{Hp1}$$

$$\text{CIE2} = \text{CIS1} - ((\text{S\% tubo} * \text{DH})/100)$$

$$\text{CIS2} = \text{CIE2} - 0.03 \text{ m.}$$

Donde:

CIS1 = Cota invert de salida del pozo de visita 1 (CIS)

CT = Cota del terreno

Hp1 = Altura del pozo de visita

CIE2 = Cota invert de entrada del pozo de visita 2 (CIE)

CIS2 = Cota invert de salida del pozo de visita 2 (CIS)

S% tubo = Pendiente del tubo

DH = Distancia horizontal entre pozos

2.1.3.2.12 Diámetro de tubería

El diámetro mínimo de tubería que ha de utilizarse para el diseño de alcantarillados sanitarios utilizando tubería de cemento es de 8 pulgadas; para tubería de PVC el diámetro mínimo es de 6 pulgadas. Se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones.

Para el diseño del sector Los Aguacatillos se utilizó tubería de PVC de 6 plg. Mientras que la tubería que se utilizó en los ríos es de concreto, iniciando con un diámetro de 24 plg. y finalizando con un diámetro de 42 plg.

2.1.3.2.13 Pozos de visita

Una de las partes principales del sistema de alcantarillado, se construye con el fin de proporcionar acceso al sistema para realizar trabajos de inspección y limpieza. Se construyen de concreto o mampostería.

Según normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En el inicio de ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambios de diámetro de tubería
- En curvas de colectores a no mas de 30 metros
- Alivio o cambio de pendiente
- En tramos no mayores de 100 metros.
- En tuberías no mayores de 24 plg.

2.1.3.2.14 Conexiones domiciliarias

Tienen como propósito primordial descargar las aguas provenientes de las casas y llevarlas al colector central.

Las conexiones domiciliarias constan de las siguientes partes:

- **Caja o candela.** La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente, con un diámetro no menor de 12 pulgadas. Éstos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto y dejar la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria hasta llegar al colector central. La altura mínima de la candela será de un metro.

- **Tubería secundaria.** Sirve para unir la conexión de la candela domiciliar con el colector central, dicha tubería debe tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC, con una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6% a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con el colector central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo entre 30 y 60 grados.

Para los proyectos del sector Los Aguacatillos y las viviendas aledañas a los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva se tomo un ángulo de 45 grados aguas abajo, utilizando tubería de cemento de 6 pulgadas para la conexión con la tubería central.

2.1.3.2.15 Profundidad de la tubería

La tubería debe colocarse a una profundidad adecuada para no verse afectada por la escorrentía y principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico y así evitar rupturas en la tubería.

Los valores de profundidad de la tubería y ancho de la zanja para excavación se presentan a continuación.

Profundidades mínimas, según el diámetro de tubería.

Tabla VIII. Profundidades mínimas según diámetro de tubería

PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA COTA INVERT PARA EVITAR REPTURAS (cms.)												
DIÁMETRO	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
TRÁFICO NORMAL	123	128	138	141	150	158	166	184	199	214	225	255
TRÁFICO PESADO	143	148	158	161	170	178	186	204	219	234	245	275

Ancho de zanja

Tabla IX. Ancho de zanja

Tubo (pulgadas)	Menos de 1.86 m.	Menos de 2.86 m.	Menos de 3.86 m.	Menos de 5.36 m.	Menos de 6.36 m.
6	60 cms.	65 cms.	70 cms.	75 cms.	80 cms.
8	60	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135

En este estudio se utilizaron los anchos de zanja, desde 0.90 metros para una profundidad mínima de tubería de 1.23 metros, en tramos de poco tráfico o casi nula.

2.1.3.2.16 Principios hidráulicos

Los sistemas de alcantarillado basan su funcionamiento en el transportar de agua de desecho a través de conductos libres, conocidos como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

La sección del canal puede ser abierta y cerrada. Para el caso de sistema de alcantarillado, se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a presión atmosférica y, eventualmente a presiones producidas por gases que se produzcan en el sistema.

2.1.3.2.17 Relaciones hidráulicas

Los sistemas de alcantarillado circular trabajan comúnmente a sección parcialmente llena, ya que el caudal nunca es constante, provocando con ello una variación en el flujo, que a su vez hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de éste.

Para el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena se han relacionado los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena, con el fin de facilitar y agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico.

Primeramente hay que determinar la velocidad y el caudal del tubo a sección llena por medio de las ecuaciones ya conocidas, con estos datos, se obtiene la relación de caudales (q/Q) (caudal de diseño entre caudal a sección llena), el valor se busca en las tablas establecidas; sino se encuentra el valor exacto, se busca uno que sea aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), ese resultado se multiplica por el valor de la velocidad de la sección llena, para encontrar la velocidad de la sección parcial.

Para encontrar la velocidad de la sección parcial, se deben considerar las siguientes especificaciones:

a) $Q_{dis} \leq Q_{sec.llena}$

b) La velocidad debe estar comprendida entre:

$$0.60 \text{ m. /seg.} \leq V \leq 5.00 \text{ m. /seg. Para tubería de PVC}$$

$$0.60 \text{ m. /seg.} \leq V \leq 3.00 \text{ m. /seg. Para tubería de concreto.}$$

c) El tirante debe estar entre

$$0.10. \leq d/D \leq 0.80$$

2.1.3.2.18 Ejemplo de diseño de la red de alcantarillado sanitario

Parámetros de diseño

Lugar	Sector Los Aguacatillos zona 2
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de Diseño	30 años
Población actual	246 habitantes
Población de diseño	653 habitantes
Tasa de crecimiento	3.31%
Factor de caudal medio	0.002
Dotación	125 l./hab./día
Factor de retorno	0.75
Diámetro de tubería	6 Pulgadas (mínima)
Tipo de tubería	Tubería de PVC

CÁLCULO DE TRAMO

PV – 76 a PV - 77

Cota del terreno inicial (CTi) = 999.41

Cota del terreno final (CTf) = 998.61

Distancia entre pozos (DH) = 66 metros

Población actual en el tramo = 246 habitantes

a) Pendiente del terreno (S% terreno)

Fórmula:

$$S\% \text{ terreno} = ((CTi - CTf)/DH) * 100$$

$$S\% \text{ terreno} = ((999.41 - 998.61)/66) * 100$$

$$S\% \text{ terreno} = 1.21\%$$

b) Población futura del tramo (Pft)

Fórmula:

$$Pft = Pact. (1 + \delta)^{Per. Dis.}$$

$$Pft = 246 (1 + 0.0331)^{30}$$

$$Pft = 653 \text{ Hab.}$$

c) Factor de flujo instantáneo (FH)

Fórmula:

$$FH \text{ act} = \frac{18 + (p/1000)^{1/2}}{4 + (p/1000)^{1/2}}$$

$$FH \text{ act} = \frac{18 + (246/1000)^{1/2}}{4 + (246/1000)^{1/2}} = 4.11$$

$$FH \text{ act} = \frac{18 + (653/1000)^{1/2}}{4 + (653/1000)^{1/2}} = 3.91$$

d) Caudal de diseño (q dis)

Fórmula:

$$q \text{ dis.act.} = Pa * FH \text{ act.} * fqm$$

$$q \text{ dis.act.} = 246 * 4.11 * 0.002$$

$$q \text{ dis.act.} = 2.32 \text{ l. / seg.}$$

$$q \text{ dis.fut.} = P_f * F_H \text{ fut.} * f_{qm}$$

$$q \text{ dis.fut.} = 653 * 3.91 * 0.002$$

$$q \text{ dis.fut.} = 5.89 \text{ l. / seg.}$$

Con los caudales, actuales y futuro, se chequea la velocidad y el tirante para que ambos cumplan con las especificaciones. Lo anterior se compara a continuación.

- **Diseño hidráulico**

$$D = 6 \text{ pulgadas}$$

$$S = 1.21\%$$

Utilizando la fórmula de Manning se encuentra la velocidad a sección llena.

$$V = (1/n) * (D * 0.0254/4)^{2/3} * (S\%/100)^{1/2} \quad (\text{sistema métrico})$$

$$Q = \pi/4 * (D * 0.0254)^2 * V * 1000$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena (m. /seg.)

Q = caudal del flujo a sección llena (l. /seg.)

D = diámetro de la sección circular (pulg.)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m./m.)

n = coeficiente de rugosidad de Manning (0.015)

$$V = (0.03429/0.010) * (6")^{2/3} * (1.21\%/100)^{1/2}$$

$$V = 1.25$$

$$Q = \pi/4 * (6 * 0.0254)^2 * 1.25 * 1000$$

$$Q = 22.80 \text{ l. /seg.}$$

- Relaciones hidráulicas

$q \text{ act.} / Q = 2.32/22.80 = 0.102$ (para comprobación de diseño con población actual que es menor)

$$v/V = 0.657$$

$$d/D = 0.224$$

$q \text{ fut.} / Q = 5.89/22.80 = 0.258$ (para comprobación de diseño con población actual que es menor)

Tabla X. relaciones hidráulicas

Q/q	d/D	v/V	a/A
0,248919	0,34	0,830244	0,299814
0,250308	0,341	0,8331	0,301021
0,2517	0,342	0,832815	0,302228
0,253098	0,343	0,834096	0,303437
0,254493	0,344	0,835374	0,304646
0,255894	0,345	0,836648	0,305856
0,257297	0,346	0,83792	0,307067
0,258704	0,348	0,840454	0,308279
0,260113	0,3485	0,840926	0,309491
0,261525	0,349	0,841716	0,310705
0,26294	0,35	0,842975	0,311919
0,264357	0,351	0,844231	0,313134
0,265778	0,352	0,845485	314350
0,267201	0,353	0,846735	0,315566

$$v/V = 0.840$$

$$d/D = 0.348$$

Velocidad de diseño (v):

Con las tablas de relaciones hidráulicas encontramos los valores de v/V.

Para encontrar la velocidad de diseño (v) se opera de la siguiente manera:

$$v = v/V * V = 0.657 * 1.25 \text{ m. /seg.}$$

$$v = 0.82 \text{ m. /seg. (velocidad de diseño actual)}$$

$$v = v/V * V = 0.84 * 1.25 \text{ m. /seg.}$$

$$v = 1.05 \text{ m. /seg. (velocidad de diseño futuro)}$$

Ambas velocidades de diseño (actual y futura) cumplen con la norma

$$0.6 \text{ m. /seg.} \leq v \leq 5.00 \text{ m. /seg. (para tubería P.V.C)}$$

Altura o tirante:

La relación del tirante d/D para ambos casos (actual y futuro) se encuentra entre los límites establecidos.

$$d/D = 0.224 \text{ (actual)}$$

$$d/D = 0.348 \text{ (futuro)}$$

$$\text{Donde: } 0.10 \leq d/D \leq 0.80$$

- **Calculo de cotas invert**

Fórmula:

$$CIS76 = CT76 - Hp76$$

$$CIE77 = CIS76 - ((S\% \text{ tubo} * DH)/100)$$

$$CIS77 = CIE77 - 0.03\text{m.}$$

$$\text{CIS76} = 999.41 - 1.34 = 998.07$$

$$\text{CIE77} = 998.07 - ((1.21 * 66.00)/100) = 997.27$$

$$\text{CIS77} = 997.27 - 0.03\text{m.} = 997.24$$

- **Profundidad de pozo (Hp)**

Fórmula:

$$\text{Hp} = \text{CT} - \text{CIS}$$

$$\text{Hp77} = 998.61 - 997.27$$

$$\text{Hp77} = 1.34 \text{ m.}$$

- **Excavación de zanja (EXCAV)**

Fórmula:

$$\text{EXCV.} = ((\text{hp1} + \text{hp2})/2) * \text{DH} * \text{ancho}$$

$$\text{EXCV.} = ((1.34 + 1.34)/2) * 66.00 * 0.60$$

$$\text{EXCV.} = 53.064 \text{ m}^3$$

- **Excavación de pozo de visita (EXC.PV)**

Fórmula:

$$\text{EXC.PV77} = \pi r^2 h = \pi (0.60)^2 (1.34)$$

$$\text{EXC.PV77} = 1.51 \text{ m}^3$$

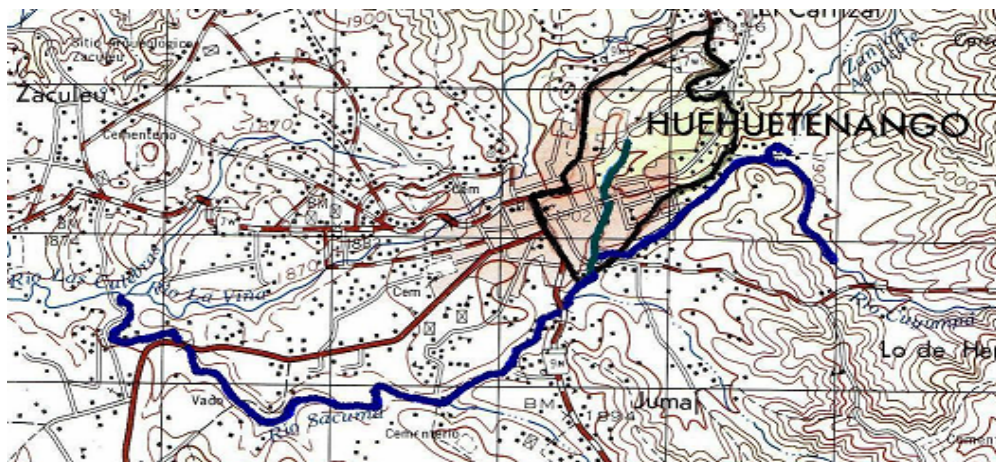
El resumen de la memoria del cálculo hidráulico se presenta a continuación.

2.1.3.3 Presupuesto del proyecto

La cuantificación de materiales y mano de obra se realizó basada en lo siguiente:

- El concreto, la arena y el pedrín se calcularon por metro cúbico.
- La cantidad de acero se calculó por quintal.
- La cantidad de alambre de amarre se calculó por libra.
- La mayor cantidad de materiales serán locales a excepción de la tubería de concreto de diámetro mayor de 24” y armado, que no se fabrican en el departamento por los que se tomara en cuenta en el presupuesto un renglón de transporte de la tubería.
- La mano de obra calificada consiste en un maestro de obra, un bodeguero, albañiles y ayudantes de albañil.
- Los salarios de la mano de obra y los precios de los materiales se tomaron con base a los que manejan en la Unidad Técnica de la Municipalidad de Huehuetenango y la Cámara de la Construcción Guatemalteca.

Figura 2. Área del proyecto



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Tabla XI. Diseño de la red de drenaje del sector Los Aguacatillos zona 2

DE	A	COTAS TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	CASAS	HAB.	Qd (L/S)			DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		ACUM.	FUTURA			FUTURA	VEL.	Q (l/s)	FUTURA	FUTURO			FUTURO	FUTURA	FUTURO	INICIO					FINAL	INICIO	FINAL			
1	2	1063.86	1055.88	58.00	13.76	4	64	0.62	6.00	13.76	4.20	76.61	0.008136	0.301478	0.064	1.27	0.98	1062.66	1054.68	1.20	1.20	0.40	27.85			
2	3	1055.88	1049.97	73.00	8.10	8	128	1.23	6.00	8.10	3.22	58.78	0.020866	0.401157	0.100	1.29	1.52	1054.65	1048.74	1.23	1.23	0.40	35.96			
3	4	1049.97	1044.06	73.00	8.10	11	175	1.67	6.00	8.05	3.21	58.60	0.028512	0.440505	0.116	1.42	1.77	1048.71	1042.83	1.26	1.23	0.40	36.30			
4	5	1044.06	1037.51	52.00	12.60	11	175	1.67	6.00	12.50	4.00	73.02	0.022881	0.411234	0.104	1.65	1.58	1042.80	1036.30	1.26	1.21	0.40	25.69			
5	6	1037.51	1033.78	37.00	10.08	13	207	1.96	6.00	10.00	3.58	65.31	0.030068	0.447612	0.119	1.60	1.81	1036.27	1032.57	1.24	1.21	0.40	18.13			
6	7	1033.78	1030.35	22.00	15.59	14	223	2.11	6.00	15.60	4.47	81.58	0.025859	0.428476	0.111	1.92	1.69	1032.54	1029.11	1.24	1.24	0.40	10.92			
7	8	1030.35	1025.60	28.00	16.96	14	223	2.11	6.00	16.70	4.63	84.40	0.024993	0.423599	0.109	1.96	1.66	1029.08	1024.40	1.27	1.20	0.40	13.81			
9	8	1028.69	1025.60	56.00	5.52	3	48	0.47	6.00	5.60	2.68	48.88	0.009617	0.316466	0.076	0.85	1.16	1027.49	1024.35	1.20	1.25	0.40	27.40			
2	11	1055.88	1054.69	28.00	4.25	1	16	0.16	6.00	9.00	3.40	61.96	0.002567	0.211049	0.037	0.72	0.56	1054.68	1052.16	1.20	2.53	0.60	31.33			
11	12	1054.69	1054.23	64.00	0.72	5	80	0.78	6.00	3.00	1.96	35.77	0.021679	0.406216	0.102	0.80	1.55	1052.13	1050.21	2.56	4.02	0.60	126.34			
12	13	1054.23	1049.73	36.00	12.50	8	128	1.23	6.00	4.75	2.47	45.01	0.027248	0.433316	0.113	1.07	1.72	1050.18	1048.47	4.05	1.26	0.60	57.35			
13	14	1049.73	1046.40	31.00	10.74	11	175	1.67	6.00	10.50	3.67	66.93	0.024965	0.423599	0.109	1.55	1.66	1048.44	1045.19	1.29	1.22	0.60	23.30			
14	16	1046.40	1040.74	24.00	23.58	13	207	1.96	6.00	23.40	5.48	99.91	0.019656	0.393487	0.097	2.16	1.48	1045.15	1039.53	1.25	1.21	0.40	11.79			
15	16	1046.46	1040.74	30.00	19.07	3	48	0.47	6.00	19.15	4.95	90.38	0.005201	0.263528	0.052	1.31	0.79	1045.26	1039.52	1.20	1.22	0.40	14.55			
16	17	1040.74	1040.25	36.00	1.36	20	319	2.97	6.00	1.36	1.32	24.09	0.123443	0.682774	0.239	0.90	3.64	1039.54	1039.05	1.20	1.20	0.40	17.28			
17	18	1040.25	1036.88	17.00	19.82	22	351	3.26	6.00	20.00	5.06	92.37	0.035269	0.470746	0.145	2.38	2.21	1039.02	1035.62	1.23	1.26	0.40	8.47			
18	19	1036.88	1036.44	23.00	1.91	23	367	3.40	6.00	1.90	1.56	28.47	0.119403	0.672800	0.233	1.05	3.55	1035.59	1035.15	1.29	1.29	0.40	11.85			
19	20	1036.44	1035.93	33.00	1.55	23	367	3.40	6.00	1.90	1.56	28.47	0.119403	0.672800	0.233	1.05	3.55	1035.12	1034.49	1.32	1.44	0.40	18.20			
20	21	1035.93	1033.42	22.60	11.11	23	367	3.40	6.00	10.25	3.62	66.12	0.051408	0.525206	0.154	1.90	2.35	1034.46	1032.14	1.47	1.28	0.40	12.41			
21	22	1033.42	1033.18	16.00	1.50	23	367	3.40	6.00	1.85	1.54	28.09	0.121006	0.676142	0.235	1.04	3.58	1032.11	1031.81	1.31	1.37	0.40	8.56			
22	23	1033.18	1032.85	16.00	2.06	23	367	3.40	6.00	2.06	1.63	29.64	0.114672	0.664370	0.228	1.08	3.47	1031.78	1031.45	1.40	1.40	0.40	8.96			

DE	A	COTAS TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	CASAS	HAB.	Qd (L/S)		DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v/V		d/D		v (m/s)		TIRANTE		COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		ACUM.	FUTURA			FUTURA	VEL.	Q (l/s)	FUTURA			FUTURO	FUTURO	FUTURA	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL										
PV	PV	INICIO	FINAL																										
23	24	1032.85	1031.16	30.00	5.63	23	367	3.40	6.00	5.10	2.56	46.64	0.072880	0.581320	0.182	1.49	2.77	1031.42	1029.89	1.43	1.27	0.40	16.20						
24	25	1031.16	1030.98	11.00	1.64	23	367	3.40	6.00	1.90	1.56	28.47	0.119403	0.672800	0.233	1.05	3.55	1029.86	1029.65	1.30	1.33	0.40	5.78						
25	26	1030.98	1030.14	10.00	8.40	23	367	3.40	6.00	7.50	3.10	56.56	0.060098	0.551845	0.183	1.71	2.79	1029.62	1028.87	1.36	1.27	0.40	5.26						
26	27	1030.14	1029.90	10.00	2.40	23	367	3.40	6.00	2.40	1.75	32.00	0.106239	0.650652	0.220	1.14	3.35	1028.84	1028.60	1.30	1.30	0.40	5.20						
27	28	1029.90	1029.43	10.00	4.70	23	367	3.40	6.00	4.70	2.45	44.78	0.075918	0.588966	0.186	1.45	2.83	1028.57	1028.10	1.33	1.33	0.40	5.32						
28	29	1029.43	1029.07	16.00	2.25	23	367	3.40	6.00	1.90	1.56	28.47	0.119403	0.672800	0.233	1.05	3.55	1028.07	1027.77	1.36	1.30	0.40	8.52						
29	30	1029.07	1028.55	17.00	3.06	23	367	3.40	6.00	2.80	1.89	34.56	0.098359	0.636643	0.212	1.21	3.23	1027.74	1027.26	1.33	1.29	0.40	8.89						
30	31	1028.55	1028.31	8.40	2.86	23	367	3.40	6.00	2.86	1.91	34.93	0.097321	0.634871	0.211	1.22	3.22	1027.23	1026.99	1.32	1.32	0.40	4.44						
31	32	1028.31	1027.63	17.50	3.89	25	398	3.68	6.00	3.60	2.15	39.19	0.093943	0.627735	0.207	1.35	3.15	1026.96	1026.33	1.35	1.30	0.40	9.28						
32	33	1027.63	1027.98	10.00	-3.50	26	414	3.82	6.00	1	1.13	20.65	0.185048	0.763223	0.291	0.86	4.43	1026.30	1026.20	1.33	1.78	0.40	6.22						
33	34	1027.98	1026.50	12.00	12.33	26	414	3.82	6.00	7.25	3.05	55.61	0.068725	0.571638	0.177	1.74	2.70	1026.17	1025.30	1.81	1.20	0.40	7.22						
34	35	1026.50	1026.26	10.00	2.40	26	414	3.82	6.00	2.4	1.75	32.00	0.119448	0.672800	0.233	1.18	3.55	1025.27	1025.03	1.23	1.23	0.40	4.92						
35	36	1026.26	1025.77	18.00	2.72	26	414	3.82	6.00	2.5	1.79	32.66	0.117034	0.669441	0.231	1.20	3.52	1025.00	1024.55	1.26	1.22	0.40	8.93						
36	8	1025.77	1025.60	24.00	0.71	26	414	3.82	6.00	1.7	1.48	26.93	0.141925	0.708642	0.255	1.05	3.89	1024.52	1024.11	1.25	1.49	0.40	13.14						
8	37	1025.60	1021.97	61.00	5.95	43	685	6.16	6.00	5.5	2.66	48.44	0.127243	0.686065	0.241	1.82	3.67	1024.08	1020.73	1.52	1.25	0.40	33.73						
37	38	1021.97	1019.78	40.00	5.48	43	685	6.16	6.00	5.4	2.63	47.99	0.128415	0.687704	0.242	1.81	3.69	1020.69	1018.53	1.28	1.25	0.40	20.24						
38	39	1019.78	1016.86	20.00	14.60	43	685	6.16	6.00	14.5	4.30	78.51	0.078502	0.596526	0.190	2.57	2.90	1018.50	1015.61	1.28	1.25	0.40	10.12						
39	40	1016.86	1013.64	36.74	8.76	44	701	6.30	6.00	8.7	3.34	60.92	0.103391	0.645433	0.217	2.16	3.31	1015.58	1012.38	1.28	1.26	0.40	18.64						
40	41	1013.64	1013.47	25.00	0.68	44	701	6.30	6.00	1.35	1.32	24.00	0.262468	0.842975	0.350	1.11	5.33	1012.35	1012.01	1.29	1.46	0.40	13.74						
41	42	1013.47	1013.36	10.00	1.10	44	701	6.30	6.00	1.3	1.29	23.55	0.267468	0.846735	0.354	1.09	5.39	1011.98	1011.85	1.49	1.51	0.40	6.00						
42	43	1013.36	1012.96	36.00	1.11	44	701	6.30	6.00	1.3	1.29	23.55	0.267468	0.846735	0.354	1.09	5.39	1011.82	1011.35	1.54	1.61	0.40	22.67						
43	44	1012.96	1012.16	55.26	1.45	45	717	6.43	6.00	1.7	1.48	26.93	0.238909	0.821148	0.333	1.21	5.07	1011.32	1010.38	1.64	1.78	0.60	56.69						
44	45	1012.16	1012.24	28.00	-0.29	45	717	6.43	6.00	0.6	0.88	16.00	0.402143	0.945469	0.441	0.83	6.72	1010.35	1010.18	1.81	2.06	0.40	21.66						
45	46	1012.24	1005.49	20.00	33.75	45	717	6.43	6.00	29.3	6.13	111.80	0.057547	0.543761	0.163	3.33	2.48	1010.15	1004.29	2.09	1.20	0.40	13.16						

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)	CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA		q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		PV	PV								INICIO	FINAL						(M)	TERR.	ACUM.	FUTURA		
46	47	1005.49	1005.15	69.00	0.49	45	717	6.43	6.00	1.2	1.24	22.62	0.284358	0.861502	0.365	1.07	5.56	1004.26	1003.43	1.23	1.72	0.40	40.68
47	48	1005.15	1005.64	53.94	-0.91	46	733	6.57	6.00	1.1	1.19	21.66	0.303226	0.877019	0.378	1.04	5.76	1003.40	1002.81	1.75	2.83	0.40	49.45
48	49	1005.64	1005.17	36.00	1.31	46	733	6.57	6.00	1	1.13	20.65	0.318026	0.888622	0.388	1.01	5.91	1002.78	1002.42	2.86	2.75	0.40	40.39
122.2	122.1	1037.59	1031.79	48.40	11.98	1	16	0.16	6.00	12	3.92	71.55	0.002223	0.203503	0.035	0.80	0.53	1036.39	1030.58	1.20	1.21	0.6	34.96
122.1	122	1031.79	1029.74	60	3.42	3	48	0.47	6.00	5	2.53	46.18	0.010178	0.322342	0.071	0.82	1.08	1030.55	1027.55	1.24	2.19	0.6	61.74
85	122	1030.68	1029.74	31.6	2.97	5	80	0.78	6.00	3	1.96	35.77	0.021679	0.406216	0.102	0.80	1.55	1029.48	1028.53	1.2	1.21	0.6	22.83
122	123	1029.74	1027.71	90	2.26	13	207	1.96	6.00	3	1.96	35.77	0.054897	0.535578	0.159	1.05	2.42	1027.55	1024.85	2.19	2.86	0.75	170.44
123.2	123.1	1026.06	1026.69	30	-2.10	3	48	0.47	6.00	5	2.53	46.18	0.010178	0.322342	0.071	0.82	1.08	1025.16	1023.66	0.9	3.03	0.75	44.21
123.1	123	1026.69	1027.71	18.4	-5.54	5	80	0.78	6.00	3	1.96	35.77	0.021679	0.406216	0.102	0.80	1.55	1023.63	1023.08	3.06	4.63	0.8	56.61
124.1	124	1026.42	1027.65	42	-2.93	5	80	0.77	6.00	3	1.96	35.77	0.021485	0.406216	0.102	0.80	1.55	1025.22	1023.96	1.2	3.69	0.75	77.02
123	124	1027.71	1027.65	34	0.18	21	335	3.12	6.00	3	1.96	35.77	0.087095	0.615060	0.200	1.21	3.05	1023.05	1022.03	4.66	5.62	0.8	139.81
124	96	1027.65	1024.48	35	9.06	28	446	4.10	6.00	10	3.58	65.31	0.062804	0.557845	0.170	2.00	2.59	1022.00	1018.50	5.65	5.98	0.8	162.82
84.1	84.2	1038.92	1030.20	70	12.46	6	96	0.93	6.00	12.5	4.00	72.90	0.012712	0.345215	0.079	1.38	1.20	1037.72	1029.00	1.2	1.20	0.6	50.44
84.2	84	1030.20	1028.68	32	4.75	7	112	1.08	6.00	4.5	2.40	43.81	0.024583	0.421146	0.108	1.01	1.65	1028.97	1027.53	1.23	1.15	0.6	22.85
85	84	1030.00	1028.68	30	4.40	3	48	0.47	6.00	5	2.53	46.18	0.010178	0.322342	0.071	0.82	1.08	1028.80	1027.30	1.2	1.38	0.6	23.22
84	86	1028.68	1024.96	10.85	34.29	10	159	1.52	6.00	30	6.20	113.12	0.013466	0.350786	0.081	2.18	1.23	1027.27	1024.02	1.41	0.95	0.6	7.67
61	117	1063.18	1059.18	30	13.33	1	16	0.16	6.00	13.3	4.13	75.41	0.002109	0.203503	0.035	0.84	0.53	1061.98	1057.98	1.2	1.20	0.6	21.59
117	118	1059.18	1053.51	22	25.77	2	32	0.32	6.00	25.8	5.75	104.85	0.003008	0.222095	0.040	1.28	0.61	1057.95	1052.28	1.23	1.23	0.6	16.23

DE	A	COTAS TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	CASAS	HAB.	Qd (L/S) FUTURA	DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q FUTURA	v/V FUTURO	d/D FUTURO	v (m/s) FUTURA	TIRANTE		COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		ACUM.	FUTURA			VEL.	Q (l/s)				FUTURO	INICIO					FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL			
		PV	PV			INICIO	FINAL				INICIO	FINAL					INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
118	119	1053.51	1035.95	53	33.13	6	96	0.93	6.00	33	6.50	118.65	0.007811	0.298427	0.063	1.94	0.96	1052.25	1034.76	1.26	1.19	0.6	38.96	
119	120	1035.95	1035.27	6.6	10.30	7	112	1.08	6.00	10.3	3.63	66.28	0.016249	0.372532	0.089	1.35	1.36	1034.73	1034.05	1.22	1.22	0.6	4.83	
120	121	1035.27	1029.25	32	18.81	8	128	1.23	6.00	18.8	4.91	89.55	0.013696	0.353551	0.082	1.74	1.25	1034.02	1028.00	1.25	1.25	0.6	23.96	
121	83	1029.25	1028.45	14	5.71	9	143	1.38	6.00	5.7	2.70	49.31	0.027891	0.438117	0.115	1.18	1.75	1027.97	1027.17	1.28	1.28	0.6	10.74	
78	79	1038.00	1033.81	30	13.97	1	16	0.16	6.00	13.9	4.22	77.00	0.002065	0.199672	0.034	0.84	0.52	1036.80	1032.63	1.2	1.18	0.6	21.42	
79	80	1033.81	1033.13	17	4.00	3	48	0.47	6.00	5	2.53	46.18	0.010178	0.322342	0.071	0.82	1.08	1032.60	1031.75	1.21	1.38	0.6	13.21	
80	81	1033.13	1032.49	32	2.00	4	64	0.62	6.00	4	2.26	41.31	0.015091	0.364475	0.086	0.83	1.31	1031.72	1030.44	1.41	2.05	0.6	33.22	
81	82	1032.49	1029.99	34	7.35	7	112	1.08	6.00	7	3.00	54.64	0.019710	0.396055	0.098	1.19	1.49	1030.41	1028.03	2.08	1.96	0.6	41.21	
82	83	1029.99	1028.45	36	4.28	8	128	1.23	6.00	4	2.26	41.31	0.029693	0.445252	0.118	1.01	1.80	1028.00	1026.56	1.99	1.89	0.6	41.90	
83	86	1028.45	1024.96	10	34.90	17	271	2.54	6.00	25	5.66	103.27	0.024630	0.421146	0.108	2.38	1.65	1026.54	1024.04	1.91	0.92	0.6	8.49	
86	87	1024.96	1024.42	12	4.50	27	430	3.96	6.00	4	2.26	41.31	0.095917	0.631312	0.209	1.43	3.19	1023.98	1023.50	0.98	0.92	0.6	6.84	
87	88	1024.42	1024.12	10	3.00	27	430	3.96	6.00	3	1.96	35.77	0.110755	0.659259	0.225	1.29	3.43	1023.47	1023.17	0.95	0.95	0.6	5.70	
88	89	1024.12	1023.62	9	5.56	27	430	3.96	6.00	4	2.26	41.31	0.095917	0.631312	0.209	1.43	3.19	1023.14	1022.78	0.98	0.84	0.6	4.91	
89	90	1023.62	1023.19	8.6	5.00	27	430	3.96	6.00	5	2.53	46.18	0.085791	0.611394	0.198	1.55	3.02	1022.75	1022.32	0.87	0.87	0.6	4.49	
90	91	1023.19	1022.79	8	5.00	27	430	3.96	6.00	5	2.53	46.18	0.085791	0.611394	0.198	1.55	3.02	1022.29	1021.89	0.9	0.90	0.6	4.32	
91	92	1022.79	1022.64	12	1.25	27	430	3.96	6.00	3	1.96	35.77	0.110755	0.659259	0.225	1.29	3.43	1021.86	1021.50	0.93	1.14	0.6	7.45	
92	93	1022.64	1022.14	12	4.17	27	430	3.96	6.00	4	2.26	41.31	0.095917	0.631312	0.209	1.43	3.19	1021.47	1020.99	1.17	1.15	0.6	8.35	
93	94	1022.14	1021.99	20	0.75	27	430	3.96	6.00	3	1.96	35.77	0.110755	0.659259	0.225	1.29	3.43	1020.96	1020.36	1.18	1.63	0.6	16.86	
94	95	1021.99	1024.29	7	-32.86	27	430	3.96	6.00	3	1.96	35.77	0.110755	0.659259	0.225	1.29	3.43	1020.33	1020.12	1.66	4.17	0.8	16.32	
95	96	1024.29	1024.48	23.75	-0.80	29	462	4.24	6.00	3	1.96	35.77	0.118563	0.672800	0.233	1.32	3.55	1020.09	1019.38	4.2	5.10	0.6	66.28	
126	125	1027.65	1025.57	22	9.45	2	32	0.32	6.00	9.4	3.47	63.32	0.004981	0.260223	0.051	0.90	0.78	1026.45	1024.38	1.2	1.19	0.6	15.76	
125	96	1025.57	1024.48	22.4	4.87	3	48	0.47	6.00	4.87	2.50	45.58	0.010313	0.325255	0.072	0.81	1.10	1024.35	1023.26	1.22	1.22	0.6	16.40	

DE	A	COTAS TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	CASAS	HAB.	Qd (L/S) FUTURA	DIAM. (p/g)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q FUTURA	v/V FUTURO	d/D FUTURO	v (m/s) FUTURA	TIRANTE FUTURO	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		ACUM.	FUTURA			VEL.	Q (l/s)				INICIO	FINAL						INICIO	FINAL				
PV	PV	INICIO	FINAL																				
96	97	1024.48	1018.68	20	29.00	60	956	8.43	6.00	4	2.26	41.31	0.204146	0.785985	0.307	1.78	4.68	1018.46	1017.66	6.02	1.02	0.6	42.24
97	98	1018.68	1018.14	8	6.75	60	956	8.43	6.00	5	2.53	46.18	0.182594	0.761771	0.290	1.93	4.42	1017.63	1017.23	1.05	0.91	0.6	4.70
98	99	1018.14	1018.02	9	1.33	60	956	8.43	6.00	3	1.96	35.77	0.235728	0.818521	0.331	1.61	5.04	1017.20	1016.93	0.94	1.09	0.6	5.48
99	100	1018.02	1016.04	40	4.95	62	988	8.70	6.00	4.5	2.40	43.81	0.198476	0.778967	0.302	1.87	4.60	1016.90	1015.10	1.12	0.94	0.6	24.72
100	101	1016.04	1015.69	9	3.89	62	988	8.70	6.00	3.5	2.12	38.64	0.225051	0.807884	0.323	1.71	4.92	1015.07	1014.76	0.97	0.94	0.6	5.14
101	102	1015.69	1015.25	8	5.50	62	988	8.70	6.00	5	2.53	46.18	0.188291	0.767559	0.294	1.94	4.48	1014.72	1014.32	0.97	0.93	0.6	4.56
102	103	1015.25	1013.69	11.8	13.22	62	988	8.70	6.00	13	4.08	74.47	0.116773	0.669441	0.231	2.73	3.52	1014.29	1012.76	0.96	0.93	0.6	6.70
103	104	1013.69	1013.11	12.4	4.68	62	988	8.70	6.00	4.5	2.40	43.81	0.198476	0.778967	0.302	1.87	4.60	1012.73	1012.17	0.96	0.94	0.6	7.06
104	105	1013.11	1012.70	8	5.12	62	988	8.70	6.00	5	2.53	46.18	0.188291	0.767559	0.294	1.94	4.48	1012.14	1011.74	0.97	0.96	0.6	4.63
105	106	1012.70	1012.46	9	2.67	62	988	8.70	6.00	3	1.96	35.77	0.243082	0.825065	0.336	1.62	5.12	1011.71	1011.44	0.99	1.02	0.6	5.43
106	107	1012.46	1012.11	11	3.18	62	988	8.70	6.00	3	1.96	35.77	0.243082	0.825065	0.336	1.62	5.12	1011.41	1011.08	1.05	1.03	0.6	6.86
107	108	1012.11	1011.35	11	6.91	62	988	8.70	6.00	6	2.77	50.59	0.171885	0.747054	0.280	2.07	4.27	1011.05	1010.39	1.06	0.96	0.6	6.67
108	109	1011.35	1010.21	27	4.22	62	988	8.70	6.00	4	2.26	41.31	0.210516	0.792920	0.312	1.80	4.75	1010.36	1009.28	0.99	0.93	0.6	15.55
109	110	1010.21	1018.33	17.6	-46.14	63	1004	8.83	6.00	4	2.26	41.31	0.213693	0.799771	0.317	1.81	4.83	1009.25	1008.55	0.96	9.78	0.6	56.73
110	111	1018.33	1019.17	16.8	-5.00	65	1036	9.09	6.00	4	2.26	41.31	0.220036	0.802488	0.319	1.82	4.86	1008.52	1007.85	9.81	11.32	1	177.51
111	112	1019.17	1007.69	24	47.83	66	1052	9.22	6.00	4.5	2.40	43.81	0.210435	0.792920	0.312	1.90	4.75	1007.82	1006.74	11.35	0.95	1	147.60
112	113	1007.69	1007.11	18.6	3.12	66	1052	9.22	6.00	3.12	2.00	36.48	0.252725	0.834096	0.343	1.67	5.23	1006.71	1006.13	0.98	0.98	0.6	10.94
113	114	1007.11	1006.78	12.4	2.66	66	1052	9.22	6.00	3	1.96	35.77	0.257730	0.839188	0.347	1.65	5.29	1006.09	1005.72	1.02	1.06	0.6	7.75
114	115	1006.78	1006.08	30	2.33	66	1052	9.22	6.00	3	1.96	35.77	0.257730	0.839188	0.347	1.65	5.29	1005.69	1004.79	1.09	1.29	0.6	21.42
115	116	1006.08	1005.87	12	1.75	66	1052	9.22	6.00	3	1.96	35.77	0.257730	0.839188	0.347	1.65	5.29	1004.76	1004.40	1.32	1.47	0.6	10.04
116	56	1005.87	1004.00	35.1	5.33	66	1052	9.22	6.00	5	2.53	46.18	0.199637	0.780377	0.303	1.98	4.62	1004.37	1002.62	1.5	1.38	0.6	30.38
56	57	1004.00	1003.44	24	2.33	112	1785	15.07	6.00	1.3	1.29	23.55	0.639828	1.061216	0.582	1.37	8.87	1001.54	1001.23	2.46	2.21	0.75	42.05
57	58	1003.44	1001.82	49	3.31	112	1785	15.07	6.00	1.3	1.29	23.55	0.639828	1.061216	0.582	1.37	8.87	1001.20	1000.56	2.24	1.26	0.75	64.26
58	59	1001.82	1000.52	30	4.33	112	1785	15.07	6.00	3	1.96	35.77	0.421186	0.957290	0.453	1.88	6.90	1000.53	999.63	1.29	0.89	0.75	24.52

DE	A	COTAS TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA		q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		ACUM.	FUTURA			FUTURA	(p/g)	TUBO	VEL.	Q (l/s)	FUTURA	FUTURO	FUTURO	FUTURA	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
59	60	1000.52	999.01	34.4	4.39	112	1785	15.07	6.00	3	1.96	35.77	0.421186	0.957290	0.453	1.88	6.90	999.60	998.57	0.92	0.44	0.75	17.57
60	60A	999.01	998.59	32	1.31	112	1785	15.07	6.00	1.3	1.29	23.55	0.639828	1.061216	0.582	1.37	8.87	998.54	998.12	0.47	0.47	0.75	11.23
60A	77	998.59	998.61	66	-0.03	112	1785	15.07	6.00	1.3	1.29	23.55	0.639828	1.061216	0.582	1.37	8.87	998.09	997.23	0.5	1.38	0.75	46.48
50	51	1022.10	1021.26	30.00	2.80	3	48	0.47	6.00	5	2.53	46.18	0.010178	0.328152	0.073	0.83	1.11	1020.90	1019.40	1.20	1.86	0.60	27.54
51	52	1021.26	1017.88	33.00	10.24	5	80	0.78	6.00	8.25	3.25	59.32	0.013073	0.348007	0.080	1.13	1.22	1019.37	1016.65	1.89	1.23	0.60	30.91
52	53	1017.88	1016.69	18.00	6.61	6	96	0.93	6.00	10	3.58	65.31	0.014189	0.356302	0.083	1.28	1.26	1016.62	1014.82	1.26	1.87	0.60	16.90
53	49	1016.69	1005.17	44.00	26.18	8	128	1.23	6.00	25	5.66	103.27	0.011877	0.336751	0.076	1.91	1.16	1014.79	1003.79	1.90	1.38	0.60	43.30
49	54	1005.17	1004.47	44.00	1.59	56	893	7.90	6.00	0.5	0.80	14.60	0.541223	1.019649	0.524	0.82	7.99	1002.39	1002.17	2.78	2.30	0.90	100.58
54	55	1004.47	1004.03	54.00	0.81	56	893	7.90	6.00	0.45	0.76	13.85	0.570500	1.032696	0.541	0.78	8.24	1002.14	1001.90	2.33	2.13	0.90	108.45
55	56	1004.03	1004.00	60.00	0.05	56	893	7.90	6.00	0.5	0.80	14.60	0.541223	1.020044	0.525	0.82	8.00	1001.87	1001.57	2.16	2.43	0.90	123.93
61	62	1063.18	1050.17	100.00	13.01	4	64	0.62	6.00	13	4.08	74.50	0.008368	0.304512	0.065	1.24	0.99	1061.98	1048.97	1.20	1.20	0.60	72.00
62	63	1050.17	1039.62	47.00	22.45	5	80	0.78	6.00	22.5	5.36	97.86	0.007925	0.298427	0.063	1.60	0.96	1048.94	1038.39	1.23	1.23	0.60	34.71
63	64	1039.62	1035.70	22.00	17.82	5	80	0.78	6.00	17.6	4.74	86.52	0.008963	0.310524	0.067	1.47	1.02	1038.36	1034.50	1.26	1.20	0.60	16.24
78	64	1038.10	1035.70	18.00	13.33	1	16	0.16	6.00	13.3	4.13	75.41	0.002109	0.798407	0.316	3.30	4.82	1036.90	1034.50	1.20	1.20	0.60	12.96
64	65	1035.70	1027.08	47.00	18.34	6	96	0.93	6.00	18.3	4.85	88.45	0.010478	0.325255	0.072	1.58	1.10	1034.50	1025.88	1.20	1.20	0.60	33.84
65.1	65	1029.91	1027.08	24	11.79	1	16	0.16	6.00	12	3.92	71.55	0.002223	0.203503	0.035	0.80	0.53	1028.71	1025.83	1.2	1.25	0.6	17.64
65	66	1027.08	1021.77	40	13.27	7	112	1.08	6.00	13.3	4.12	75.24	0.014315	0.359039	0.084	1.48	1.28	1025.80	1020.49	1.28	1.28	0.6	30.70

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)	CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA		q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		ACUM.	FUTURA			VEL.	Q (l/s)				FUTURA	FUTURO						FUTURO	FUTURA	FUTURO	INICIO		
PV	PV	INICIO	FINAL	(M)	TERR.				(p/g)	TUBO													
66.1	66.2	1027.35	1025.01	39	6.00	2	32	0.32	6.00	7	3.00	54.64	0.005772	0.273304	0.055	0.82	0.84	1026.15	1023.42	1.2	1.59	0.6	32.64
66.2	66	1025.01	1021.77	21	15.43	2	32	0.32	6.00	13.8	4.21	76.72	0.004111	0.246749	0.047	1.04	0.72	1023.39	1020.49	1.62	1.28	0.6	18.26
66	67	1021.77	1019.99	24	7.42	9	143	1.38	6.00	7.42	3.08	56.26	0.024446	0.421146	0.108	1.30	1.65	1020.46	1018.68	1.31	1.31	0.6	18.87
67	68	1019.99	1018.30	63.93	2.64	9	143	1.38	6.00	2.5	1.79	32.66	0.042115	0.495268	0.140	0.89	2.13	1018.65	1017.05	1.34	1.25	0.6	49.64
68.1	68	1029.19	1018.30	60	18.15	2	32	0.32	6.00	18.2	4.82	87.99	0.003584	0.232842	0.043	1.12	0.66	1027.99	1017.10	1.2	1.20	0.6	43.20
68	69	1018.30	1016.75	31	5.00	16	255	2.40	6.00	5	2.53	46.18	0.051952	0.527293	0.155	1.33	2.36	1017.02	1015.47	1.28	1.28	0.6	23.81
69	70	1016.75	1014.66	58	3.60	25	398	3.68	6.00	3.6	2.15	39.19	0.093943	0.627735	0.207	1.35	3.15	1015.44	1013.35	1.31	1.31	0.6	45.55
70	71	1014.66	1009.27	40	13.48	32	510	4.66	6.00	13.5	4.16	75.83	0.061426	0.553851	0.168	2.30	2.56	1013.32	1007.93	1.34	1.34	0.6	32.18
71	72	1009.27	1005.20	47.6	8.55	34	542	4.93	6.00	8.5	3.30	60.21	0.081942	0.602140	0.193	1.99	2.94	1007.90	1003.85	1.37	1.35	0.6	38.78
72	73	1005.20	1004.49	23	3.09	34	542	4.93	6.00	3	1.96	35.77	0.137928	0.702273	0.251	1.38	3.83	1003.82	1003.13	1.38	1.36	0.6	18.91
73	74	1004.49	1004.52	18	-0.17	41	653	5.89	6.00	10	3.58	65.31	0.090212	0.620522	0.203	2.22	3.09	1003.10	1001.30	1.39	3.22	0.9	37.34
74	75	1004.52	1000.00	15	30.13	41	653	5.89	6.00	17	4.67	85.16	0.069189	0.573586	0.178	2.68	2.71	1001.27	998.72	3.25	1.28	0.6	20.38
75	76	1000.00	999.41	32.8	1.80	41	653	5.89	6.00	1.8	1.52	27.71	0.212631	0.794297	0.313	1.21	4.77	998.69	998.10	1.31	1.31	0.6	25.78
76	77	999.41	998.61	66	1.21	41	653	5.89	6.00	1.21	1.25	22.72	0.259340	0.840454	0.348	1.05	5.30	998.07	997.27	1.34	1.34	0.6	53.04

Tabla XII. Diseño de la red de drenaje sanitario de los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)	CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA		q/Q	v/v	d/D	v (m/s)	TIRANTE (cm)	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.
PV	PV	INICIO	FINAL	(M)	TERR.	ACUM.	FUTURA	FUTURA	(plg)	TUBO	VEL. (m/s)	Q (l/s)	FUTURA	FUTURO	FUTURO	FUTURA	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ZANJA (m)	(m3)
77	1	998.61	997.03	82.85	1.91	143	2279	18.86	6.00	1.90	1.56	28.47	0.662497	1.069390	0.596	1.67	9.08	996.61	995.04	2.00	1.99	0.60	99.27
1	2	997.03	995.45	82.85	1.91	144	2295	18.99	6.00	1.90	1.56	28.47	0.666982	1.070610	0.596	1.67	9.08	995.01	993.44	2.02	2.01	0.60	100.27
2	3	995.45	995.04	23.39	1.75	157	2502	54.57	15.00	1.75	2.76	314.55	0.173488	0.750026	0.282	2.07	10.74	993.41	993.00	2.04	2.04	0.60	28.62
3	4	995.04	994.48	69.99	0.80	160	2550	54.93	15.00	0.80	1.87	212.67	0.258277	0.830244	0.340	1.55	12.95	992.97	992.41	2.07	2.07	0.60	86.93
4	5	994.48	994.00	96.70	0.50	166	2646	69.25	15.00	0.50	1.47	168.13	0.411898	0.954371	0.450	1.41	17.15	992.38	991.90	2.10	2.10	0.60	121.94
5	6	994.20	993.62	75.29	0.77	172	2741	97.19	15.00	0.50	1.47	168.13	0.578077	0.954371	0.450	1.41	17.15	992.07	991.69	2.13	1.93	0.60	91.62
6	7	993.62	993.45	29.99	0.57	172	2741	97.19	15.00	0.50	1.47	168.13	0.578036	0.954371	0.450	1.41	17.15	991.66	991.51	1.96	1.94	0.60	35.09
7	8	993.45	992.87	74.72	0.78	172	2741	97.19	21.00	0.75	1.61	360.78	0.269378	0.849226	0.355	1.37	18.94	991.48	990.92	1.97	1.95	0.90	131.82
8	9	992.87	991.96	80.00	1.14	172	2741	97.19	21.00	0.75	1.61	360.78	0.269378	0.849226	0.355	1.37	18.94	990.89	990.29	1.98	1.67	0.90	131.40
9	10	991.96	992.79	51.27	-1.62	262	4176	230.04	21.00	0.50	1.32	294.58	0.780923	1.106128	0.665	1.46	35.47	990.26	990.00	1.70	2.79	0.90	103.51
10	11	992.79	991.69	88.73	1.24	266	4239	230.49	21.00	0.70	1.56	348.55	0.661288	1.068776	0.594	1.67	31.68	989.97	989.35	2.82	2.34	0.90	206.08
11	12	991.69	991.28	80.00	0.51	271	4319	231.06	21.00	0.50	1.32	294.58	0.784369	1.106995	0.667	1.46	35.58	989.32	988.92	2.37	2.36	0.90	170.28
12	13	991.28	991.27	41.26	0.02	276	4399	231.62	21.00	0.50	1.32	294.58	0.786287	1.106995	0.667	1.46	35.58	988.89	988.68	2.39	2.59	0.90	92.39
13	14	991.27	990.66	83.99	0.73	282	4494	252.69	24.00	0.70	1.71	497.63	0.507791	1.072422	0.600	1.83	36.58	988.65	988.06	2.62	2.60	1.10	241.04
14	15	990.66	989.95	26.99	2.63	365	5817	284.25	24.00	0.75	1.76	515.10	0.551839	1.090869	0.633	1.93	38.59	988.03	987.83	2.63	2.12	1.10	70.55
15	16	989.95	989.57	54.79	0.69	370	5897	285.45	24.00	0.65	1.64	479.53	0.595265	1.102101	0.656	1.81	39.99	987.80	987.44	2.15	2.13	1.10	128.86
16	17	989.57	989.12	43.99	1.03	440	7013	330.39	24.00	0.85	1.88	548.36	0.602497	1.097866	0.647	2.06	39.44	987.41	987.04	2.16	2.08	1.10	102.56
17	18	989.12	989.04	31.99	0.25	940	14981	495.20	30.00	1.00	2.36	1078.42	0.459195	1.017271	0.521	2.41	39.70	987.01	986.69	2.11	2.35	1.10	78.47
18	19	989.04	988.29	66.99	1.12	943	15029	495.46	30.00	1.00	2.36	1078.42	0.459436	1.017271	0.521	2.41	39.70	986.66	985.99	2.38	2.30	1.10	172.43
19	20	988.29	988.02	35.97	0.75	946	15077	495.74	30.00	0.75	2.05	933.94	0.530811	1.075978	0.606	2.20	46.18	985.96	985.69	2.33	2.33	1.10	92.19
20	21	988.02	987.58	61.99	0.71	977	15571	499.07	30.00	0.65	1.91	869.45	0.574004	1.092919	0.637	2.08	48.54	985.66	985.26	2.36	2.32	1.10	159.66
21	22	987.58	987.02	61.99	0.90	981	15635	499.85	30.00	0.65	1.91	869.45	0.574910	1.092919	0.637	2.08	48.54	985.23	984.83	2.35	2.19	1.10	154.89

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)	CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA	q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE (cm)	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.	
PV	PV	INICIO	FINAL	(M)	TERR.	ACUM.	FUTURA	FUTURA	(plg)	TUBO	VEL. (m/s)	Q (l/s)	FUTURA	FUTURO	FUTURO	FUTURA	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ZANJA (m)	(m3)
0	1A	1005.05	1004.73	20.98	1.53	91	1450	29.55	24.00	1.00	2.04	594.79	0.049675	0.521011	0.152	1.06	9.27	1003.25	1003.04	1.80	1.69	1.10	40.27
1A	2A	1004.73	1004.23	22.90	2.18	96	1530	30.08	24.00	1.75	2.70	786.83	0.038230	0.482007	0.135	1.30	8.23	1003.01	1002.61	1.72	1.62	1.10	42.08
2A	3A	1004.23	1002.90	49.88	2.67	104	1658	31.36	24.00	2.60	3.29	959.06	0.032695	0.459284	0.124	1.51	7.56	1002.58	1001.28	1.65	1.62	1.10	89.62
3A	4A	1002.90	1001.96	53.94	1.74	111	1769	32.23	24.00	1.74	2.69	784.58	0.041078	0.493076	0.139	1.33	8.47	1001.25	1000.31	1.65	1.65	1.10	97.86
4A	5A	1001.96	997.50	77.96	5.72	116	1849	33.12	24.00	5.72	4.87	1422.52	0.023283	0.416210	0.106	2.03	6.46	1000.28	995.82	1.68	1.68	1.10	144.04
5A	6A	997.50	998.34	53.95	-1.56	120	1913	33.61	24.00	1.00	2.04	594.79	0.056515	0.541725	0.162	1.10	9.88	995.79	995.25	1.71	3.09	1.10	142.41
6A	7A	998.34	998.15	30.00	0.63	122	1944	33.86	24.00	0.25	1.02	297.39	0.113857	0.664370	0.228	0.68	13.90	995.22	995.15	3.12	3.01	1.10	101.06
7A	8A	998.15	998.04	24.15	0.46	427	6805	152.51	24.00	0.40	1.29	376.18	0.405433	0.948460	0.444	1.22	27.07	995.11	995.01	3.04	3.03	1.10	80.58
8A	9A	998.04	997.98	25.97	0.23	429	6837	152.72	24.00	0.20	0.91	266.00	0.574158	1.034924	0.544	0.94	33.16	994.98	994.93	3.06	3.05	1.10	87.30
9A	10A	997.98	997.92	16.58	0.36	484	7714	163.26	24.00	0.30	1.12	325.78	0.501149	1.000848	0.501	1.12	30.54	994.90	994.85	3.08	3.07	1.10	56.08
10A	11A	997.92	997.79	15.40	0.84	493	7857	164.15	24.00	0.30	1.12	325.78	0.503870	1.002535	0.503	1.12	30.66	994.82	994.77	3.10	3.02	1.10	51.80
11A	12A	997.79	997.53	21.96	1.18	504	8033	165.27	24.00	0.75	1.76	515.10	0.320858	0.890908	0.390	1.57	23.77	994.74	994.58	3.05	2.95	1.10	72.52
12A	13A	997.53	997.27	21.40	1.21	508	8096	165.68	24.00	0.75	1.76	515.10	0.321654	0.890908	0.390	1.57	23.77	994.55	994.39	2.98	2.88	1.10	68.98
13A	14A	997.27	996.54	52.00	1.40	556	8861	174.01	24.00	0.75	1.76	515.10	0.337820	0.903281	0.401	1.59	24.44	994.36	993.97	2.91	2.57	1.10	156.73
14A	15A	996.54	996.90	12.52	-2.88	566	9021	179.89	24.00	0.75	1.76	515.10	0.349233	0.910979	0.408	1.61	24.87	993.94	993.85	2.60	3.05	1.10	38.93
15A	16A	996.90	996.64	18.80	1.38	568	9053	179.95	24.00	0.75	1.76	515.10	0.349356	0.910979	0.408	1.61	24.87	993.82	993.68	3.08	2.96	1.10	62.46
16A	17A	996.64	995.64	22.92	4.36	574	9148	180.56	24.00	2	2.88	841.15	0.214655	0.797040	0.315	2.30	19.20	993.65	993.19	2.99	2.45	1.10	68.56
17A	18A	995.64	996.14	44.00	-1.14	583	9292	181.46	24.00	1	2.04	594.79	0.305091	0.879362	0.380	1.79	23.16	993.16	992.72	2.48	3.42	1.10	142.78
18A	19A	996.14	995.86	26.00	1.08	586	9339	181.76	24.00	0.75	1.76	515.10	0.352874	0.914237	0.411	1.61	25.05	992.69	992.50	3.45	3.37	1.10	97.45
19A	20A	995.86	995.42	25.98	1.69	590	9403	189.10	24.00	0.75	1.76	515.10	0.367122	0.924918	0.421	1.63	25.66	992.46	992.27	3.40	3.15	1.10	93.66
20A	21A	995.42	995.14	17.94	1.56	685	10917	229.07	24.00	0.75	1.76	515.10	0.444716	0.971538	0.468	1.71	28.53	992.24	992.11	3.18	3.03	1.10	61.32
21A	22A	995.14	994.86	44.00	0.64	819	13053	286.80	24.00	0.5	1.44	420.58	0.681922	1.075978	0.606	1.55	36.94	992.08	991.86	3.06	3.00	1.10	146.65
22A	23A	994.86	994.43	35.95	1.20	823	13117	286.62	24.00	0.5	1.44	420.58	0.681494	1.075978	0.606	1.55	36.94	991.83	991.65	3.03	2.78	1.10	114.87
23A	24A	994.43	994.26	44.95	0.38	825	13148	286.81	24.00	0.3	1.12	325.78	0.880391	1.128314	0.728	1.26	44.38	991.62	991.49	2.81	2.77	1.10	138.07
24A	25A	994.26	994.01	5.50	4.55	825	13148	286.81	24.00	0.75	1.76	515.10	0.556808	1.026646	0.533	1.81	32.49	991.46	991.42	2.80	2.59	1.10	16.31

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)	CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA		q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE (cm)	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		INICIO	FINAL								(M)	TERR.						ACUM.	FUTURA	FUTURA	(plg)		
25A	26A	994.01	994.30	48.00	-0.60	828	13196	287.37	24.00	0.75	1.76	515.10	0.557893	1.026646	0.533	1.81	32.49	991.39	991.03	2.62	3.27	1.10	155.50
26A	27A	994.30	993.76	16.00	3.37	829	13212	287.47	24.00	0.75	1.76	515.10	0.558078	1.026646	0.533	1.81	32.49	991.00	990.88	3.30	2.88	1.10	54.38
27A	28A	993.76	993.70	15.00	0.40	829	13212	287.47	24.00	0.3	1.12	325.78	0.882399	1.128840	0.730	1.26	44.50	990.85	990.81	2.91	2.89	1.10	47.89
28A	29A	993.70	993.74	12.05	-0.33	829	13212	287.47	24.00	0.3	1.12	325.78	0.882399	1.128840	0.730	1.26	44.50	990.78	990.74	2.92	3.00	1.10	39.21
29A	30A	993.74	993.66	13.33	0.60	849	13531	299.60	24.00	0.35	1.21	351.88	0.851427	1.122755	0.709	1.35	43.22	990.71	990.66	3.03	3.00	1.10	44.18
30A	31A	993.66	993.64	14.02	0.14	849	13531	299.58	30.00	0.14	0.88	403.51	0.742439	1.095424	0.642	0.97	48.92	990.63	990.61	3.03	3.03	1.10	46.73
31A	32A	993.64	993.39	28.14	0.89	850	13547	299.67	30.00	0.75	2.05	933.94	0.320872	0.889766	0.389	1.82	29.64	990.58	990.37	3.06	3.02	1.10	94.12
32A	33A	993.39	993.14	35.00	0.71	850	13547	299.67	30.00	0.7	1.98	902.27	0.332134	0.898821	0.397	1.78	30.25	990.34	990.10	3.05	3.04	1.10	117.33
33A	34A	993.14	993.04	8.50	1.18	851	13563	299.77	30.00	0.75	2.05	933.94	0.320974	0.889766	0.389	1.82	29.64	990.07	990.01	3.07	3.03	1.10	28.54
34A	35A	993.04	986.74	41.42	15.21	851	13563	299.77	30.00	12	8.19	3735.75	0.080243	0.600274	0.192	4.92	14.63	989.98	985.01	3.06	1.73	1.10	109.13
22	35A	987.02	986.74	57.92	0.48	981	15635	472.48	30.00	0.45	1.59	723.42	0.653119	1.065670	0.589	1.69	44.88	984.80	984.54	2.22	2.20	1.10	140.82
35A	23	986.74	986.68	34.00	0.18	1832	29198	711.04	36.00	0.2	1.19	784.25	0.906653	1.132639	0.746	1.35	68.21	984.51	984.44	2.23	2.24	1.40	106.34
23	24	986.68	986.27	41.99	0.98	1859	29628	716.98	36.00	0.98	2.64	1736.00	0.413005	0.952411	0.448	2.52	40.97	984.41	984.00	2.27	2.27	1.40	133.49
24	25	986.27	985.94	76.07	0.43	1865	29724	718.30	36.00	0.3	1.46	960.50	0.747841	1.096897	0.645	1.60	58.98	983.97	983.74	2.30	2.20	1.40	239.53
25	26	985.94	986.06	48.72	-0.25	1872	29835	719.85	36.00	0.2	1.19	784.25	0.917883	1.133473	0.754	1.35	68.95	983.71	983.61	2.23	2.45	1.40	159.52
26	27	986.06	985.25	53.99	1.50	1872	29835	719.85	36.00	0.2	1.19	784.25	0.917883	1.133473	0.750	1.35	68.58	983.58	983.47	2.48	1.78	1.40	160.92
27	28	985.25	984.55	29.99	2.33	2059	32815	760.98	36.00	1.5	3.27	2147.74	0.354315	0.914237	0.411	2.99	37.58	983.44	982.99	1.81	1.56	1.40	70.74
28	29	984.55	984.50	55.99	0.09	2175	34664	782.51	36.00	0.5	1.89	1240.00	0.631060	1.057302	0.576	2.00	52.67	982.96	982.68	1.59	1.82	1.40	133.65
29	30	984.50	984.23	49.99	0.54	2251	35875	796.46	36.00	0.5	1.89	1240.00	0.642304	1.061860	0.583	2.01	53.31	982.65	982.40	1.85	1.83	1.40	128.77
30	31	984.23	983.33	69.99	1.29	2320	36975	809.39	36.00	1.25	2.99	1960.61	0.412827	0.952411	0.448	2.84	40.97	982.37	981.50	1.86	1.83	1.40	181.02
31	32	983.33	983.37	55.99	-0.07	2331	37150	811.32	36.00	0.5	1.89	1240.00	0.654288	1.066960	0.590	2.01	53.95	981.47	981.19	1.86	2.18	1.40	158.34
32	33	983.37	983.33	55.99	0.07	2331	37150	811.32	36.00	0.3	1.46	960.50	0.844682	1.121457	0.705	1.64	64.47	981.16	980.99	2.21	2.34	1.40	178.25
33	34	983.33	982.68	79.34	0.82	2331	37150	811.32	36.00	0.75	2.31	1518.68	0.534224	1.016474	0.520	2.35	47.55	980.96	980.36	2.37	2.32	1.40	260.20
34	35	982.68	981.96	70.66	1.02	2350	37453	814.81	36.00	0.9	2.53	1663.63	0.489777	0.994862	0.494	2.52	45.17	980.33	979.69	2.35	2.27	1.40	228.31

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)	CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA		q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE (cm)	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.
PV	PV	INICIO	FINAL	(M)	TERR.	ACUM.	FUTURA	FUTURA	(plg)	TUBO	VEL. (m/s)	Q (l/s)	FUTURA	FUTURO	FUTURO	FUTURO	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ZANJA (m)	(m3)
35	36	981.96	982.36	27.97	-1.43	2350	37453	814.78	36.00	0.3	1.46	960.50	0.848283	1.045027	0.558	1.53	51.02	979.66	979.58	2.30	2.78	1.40	99.54
36	37	982.36	982.18	55.99	0.32	2424	38633	830.33	36.00	0.3	1.46	960.50	0.864479	1.125513	0.718	1.65	65.65	979.55	979.38	2.81	2.80	1.40	219.79
37	38	982.18	981.73	39.99	1.13	2427	38680	830.58	36.00	1	2.67	1753.63	0.473634	0.986095	0.484	2.63	44.26	979.35	978.95	2.83	2.78	1.40	157.04
38	39	981.73	981.66	65.40	0.11	2427	38680	830.58	36.00	0.4	1.69	1109.09	0.748881	1.096897	0.645	1.85	58.98	978.92	978.66	2.81	3.00	1.40	266.06
39	40	981.66	981.20	46.59	0.99	2427	38680	830.58	36.00	0.4	1.69	1109.09	0.748881	1.096897	0.645	1.85	58.98	978.63	978.44	3.03	2.76	1.40	188.71
40	41	981.20	981.79	53.99	-1.09	2428	38696	836.82	36.00	0.4	1.69	1109.09	0.754514	1.099774	0.651	1.86	59.53	978.41	978.19	2.79	3.60	1.40	241.34
41	42	981.79	981.86	59.42	-0.12	2428	38696	836.78	36.00	0.4	1.69	1109.09	0.754477	1.099774	0.651	1.86	59.53	978.16	977.92	3.63	3.94	1.40	314.77
42	43	981.86	981.34	60.00	0.87	2428	38696	836.78	36.00	0.4	1.69	1109.09	0.754477	1.099774	0.651	1.86	59.53	977.89	977.65	3.97	3.69	1.40	321.72
43	44	981.34	981.16	60.57	0.30	2480	39525	848.08	36.00	0.3	1.46	960.50	0.882957	1.128840	0.730	1.65	66.75	977.62	977.44	3.72	3.72	1.40	315.52
44	45	981.16	980.66	23.87	2.09	2481	39541	848.16	36.00	0.5	1.89	1240.00	0.684001	1.076562	0.607	2.03	55.50	977.41	977.29	3.75	3.37	1.40	118.96
45	46	980.66	980.77	27.70	-0.40	2481	39541	848.16	36.00	0.3	1.46	960.50	0.883041	1.128840	0.730	1.65	66.75	977.26	977.18	3.40	3.59	1.40	135.60
46	47	980.77	980.14	84.86	0.74	2481	39541	848.16	36.00	0.5	1.89	1240.00	0.684001	1.076562	0.607	2.03	55.50	977.15	976.73	3.62	3.41	1.40	417.85
47	48	980.14	979.94	65.13	0.31	2483	39573	848.32	36.00	0.3	1.46	960.50	0.883210	1.128840	0.730	1.65	66.75	976.70	976.50	3.44	3.44	1.40	313.46
48	49	979.94	979.80	71.98	0.19	2487	39637	848.65	42.00	0.19	1.29	1153.02	0.736019	1.093425	0.638	1.41	68.06	976.47	976.33	3.47	3.47	1.75	436.89
49	50	979.80	979.24	82.89	0.49	2487	39637	848.65	42.00	0.4	1.87	1672.98	0.507266	1.003375	0.504	1.88	53.77	976.30	975.97	3.50	3.27	1.75	491.13
50	51	979.24	979.39	82.10	0.22	2539	40465	876.98	42.00	0.2	1.32	1182.98	0.741336	1.094928	0.641	1.45	68.38	975.94	975.78	3.30	3.61	1.75	496.70
51	52	979.39	979.06	30.95	1.07	2540	40481	876.75	42.00	0.5	2.09	1870.45	0.468738	0.984311	0.482	2.06	51.42	975.75	975.60	3.64	3.46	1.75	192.41
52	53	979.06	978.77	66.00	0.44	2540	40481	876.75	42.00	0.4	1.87	1672.98	0.524065	1.011637	0.514	1.89	54.83	975.57	975.31	3.49	3.46	1.75	401.59
53	54	978.77	978.80	90.04	-0.03	2600	41438	894.55	42.00	0.15	1.15	1024.49	0.873171	1.126048	0.723	1.29	77.13	975.28	975.14	3.49	3.66	1.75	562.92
54	55	978.80	978.58	49.96	0.44	2600	41438	894.52	42.00	0.4	1.87	1672.98	0.534685	1.016474	0.520	1.90	55.47	975.11	974.91	3.69	3.67	1.75	321.74
55	56	978.58	978.26	54.03	0.59	2645	42155	907.13	42.00	0.55	2.19	1961.75	0.462411	0.987869	0.478	2.17	50.99	974.88	974.58	3.70	3.68	1.75	348.76
56	57	978.26	978.01	31.99	0.78	2645	42155	907.12	42.00	0.7	2.48	2213.15	0.409877	0.950441	0.446	2.35	47.58	974.55	974.33	3.71	3.68	1.75	206.97
57	58	978.01	977.68	89.99	0.37	2645	42155	907.12	42.00	0.35	1.75	1564.93	0.579654	1.037130	0.547	1.82	58.35	974.30	973.99	3.71	3.69	1.75	583.08
58	59	977.68	977.11	43.99	1.30	2646	42171	907.20	42.00	1	2.96	2645.22	0.342958	0.906597	0.404	2.68	43.10	973.96	973.52	3.72	3.59	1.75	281.37
59	60	977.11	977.15	31.99	-0.13	2647	42187	907.28	42.00	0.25	1.48	1322.61	0.685977	1.077144	0.608	1.59	64.86	973.49	973.41	3.62	3.74	1.75	206.01

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)	CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA		q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE (cm)	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.
PV	PV	INICIO	FINAL	(M)	TERR.	ACUM.	FUTURA	FUTURA	(plg)	TUBO	VEL. (m/s)	Q (l/s)	FUTURA	FUTURO	FUTURO	FUTURA	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ZANJA (m)	(m3)
60	61	977.15	976.77	55.99	0.68	2647	42187	907.28	42.00	0.5	2.09	1870.45	0.485059	0.992258	0.491	2.08	52.38	973.38	973.10	3.77	3.67	1.75	364.49
61	62	976.77	976.59	57.99	0.31	2650	42235	907.52	42.00	0.3	1.62	1448.85	0.626375	1.055978	0.574	1.71	61.23	973.07	972.90	3.70	3.69	1.75	375.18
62	63	976.59	976.20	54.03	0.72	2650	42235	907.52	42.00	0.5	2.09	1870.45	0.485188	0.992258	0.491	2.08	52.38	972.87	972.60	3.72	3.60	1.75	346.07
63	64	976.20	976.49	55.96	-0.52	2667	42505	911.62	42.00	0.2	1.32	1182.98	0.770615	1.103467	0.659	1.46	70.30	972.57	972.46	3.63	4.03	1.75	375.17
64	65	976.49	976.01	25.99	1.85	2690	42872	918.08	42.00	1	2.96	2645.22	0.347073	0.909888	0.407	2.69	43.42	972.43	972.17	4.06	3.84	1.75	179.65
65	66	976.01	975.70	75.99	0.41	2690	42872	918.08	42.00	0.4	1.87	1672.98	0.548766	1.023561	0.529	1.92	56.43	972.14	971.84	3.87	3.86	1.75	514.24
66	67	975.70	975.80	27.99	-0.36	2691	42888	918.16	42.00	0.15	1.15	1024.49	0.896210	1.131068	0.739	1.30	78.84	971.81	971.77	3.89	4.03	1.75	194.02
67	68	975.80	975.52	69.99	0.40	2691	42888	918.16	42.00	0.35	1.75	1564.93	0.586707	1.040036	0.551	1.82	58.78	971.74	971.50	4.06	4.02	1.75	495.13
68	69	975.52	975.08	79.99	0.55	2761	44004	934.31	42.00	0.5	2.09	1870.45	0.499509	1.000000	0.500	2.09	53.34	971.47	971.07	4.05	4.01	1.75	564.13
69	70	975.08	974.62	39.99	1.15	2761	44004	933.96	42.00	1	2.96	2645.22	0.353075	0.913154	0.410	2.70	43.74	971.04	970.64	4.04	3.98	1.75	280.63
70	71	974.62	974.51	29.81	0.37	2761	44004	933.96	42.00	0.35	1.75	1564.93	0.596805	1.043613	0.556	1.83	59.31	970.60	970.50	4.02	4.01	1.75	209.57
71	72	974.51	974.50	18.64	0.05	2761	44004	933.96	42.00	0.15	1.15	1024.49	0.911635	1.133473	0.750	1.30	80.01	970.47	970.44	4.04	4.06	1.75	132.08
72	73	974.50	974.28	69.99	0.31	2778	44275	938.05	42.00	0.3	1.62	1448.85	0.647447	1.063776	0.586	1.72	62.51	970.41	970.20	4.09	4.08	1.75	500.34
73	74	974.28	973.81	51.99	0.90	2778	44275	938.04	42.00	0.75	2.56	2290.83	0.409476	0.950441	0.446	2.44	47.58	970.17	969.78	4.11	4.03	1.75	370.30
74	75	973.81	973.98	43.99	-0.39	2778	44275	938.04	42.00	0.2	1.32	1182.98	0.792946	1.109115	0.672	1.47	71.69	969.75	969.66	4.06	4.32	1.75	322.48
75	76	973.98	972.07	91.99	2.08	2778	44275	938.04	42.00	1.25	3.31	2957.44	0.317178	0.887474	0.387	2.94	41.29	969.63	968.48	4.35	3.59	1.75	639.09
76	77	972.07	972.83	35.90	-2.12	2778	44275	938.04	42.00	0.2	1.32	1182.98	0.792946	1.109115	0.672	1.47	71.69	968.45	968.38	3.62	4.45	1.75	253.56
77	78	972.83	972.76	61.70	0.11	2778	44275	938.04	42.00	0.3	1.62	1448.85	0.647438	1.063776	0.586	1.72	62.51	968.35	968.16	4.48	4.60	1.75	489.94
78	79	972.76	972.39	44.29	0.84	2808	44753	946.58	42.00	0.3	1.62	1448.85	0.653333	1.066292	0.590	1.73	62.94	968.13	968.00	4.63	4.39	1.75	349.67
79	80	972.39	972.49	71.99	-0.14	2820	44944	949.56	42.00	0.3	1.62	1448.85	0.655392	1.066292	0.590	1.73	62.94	967.97	967.75	4.42	4.74	1.75	576.75
80	81	972.49	972.18	63.72	0.49	2820	44944	949.55	42.00	0.3	1.62	1448.85	0.655382	1.066292	0.590	1.73	62.94	967.72	967.53	4.77	4.65	1.75	525.28
81	82	972.18	971.63	52.77	1.04	2820	44944	949.55	42.00	0.3	1.62	1448.85	0.655382	1.066292	0.590	1.73	62.94	967.50	967.34	4.68	4.29	1.75	414.10
82	83	971.63	971.78	55.99	-0.27	2820	44944	949.55	42.00	0.25	1.48	1322.61	0.717935	1.087718	0.627	1.61	66.89	967.31	967.17	4.32	4.61	1.75	437.49
83	84	971.78	971.51	93.99	0.29	2823	44992	949.79	42.00	0.25	1.48	1322.61	0.718116	1.087718	0.627	1.61	66.89	967.14	966.91	4.64	4.60	1.75	760.32
84	85	971.51	970.80	67.99	1.04	2825	45024	949.95	42.00	0.5	2.09	1870.45	0.507870	1.004213	0.505	2.10	53.87	966.88	966.54	4.63	4.26	1.75	528.87

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)		CASAS	HAB.	Qd (L/S)	DIAM.	S (%)	SECC. LLENA		q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	TIRANTE (cm)	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. (m3)
		INICIO	FINAL		(M)	TERR.						ACUM.	FUTURA						VEL. (m/s)	Q (l/s)	FUTURA	FUTURO		
85	86	970.80	968.96	69.76	2.64	2825	45024	949.95	42.00	0.75	2.56	2290.83	0.414674	0.953392	0.449	2.44	47.90	966.51	965.99	4.29	2.97	1.75	443.35	
86	87	968.96	969.05	34.86	-0.26	2828	45071	950.18	42.00	0.3	1.62	1448.85	0.655821	1.066296	0.590	1.73	62.94	965.96	965.86	3.00	3.19	1.75	188.95	
87	88	969.05	968.24	90.96	0.89	2860	45581	962.97	42.00	0.75	2.56	2290.83	0.420359	0.956320	0.452	2.45	48.22	965.83	965.15	3.22	3.09	1.75	502.39	
88	89	968.24	967.97	69.86	0.39	2862	45613	963.09	42.00	0.35	1.75	1564.93	0.615422	1.051265	0.567	1.84	60.49	965.12	964.88	3.12	3.09	1.75	379.88	
89	90	967.97	968.10	39.99	-0.33	2865	45661	963.34	42.00	0.25	1.48	1322.61	0.728362	1.091385	0.634	1.61	67.64	964.85	964.75	3.12	3.35	1.75	226.39	
90	91	968.10	968.04	29.99	0.20	2865	45661	963.33	42.00	0.2	1.32	1182.98	0.814328	1.114705	0.686	1.48	73.18	964.72	964.66	3.38	3.38	1.75	177.39	
91	92	968.04	967.33	65.99	1.08	2962	47207	1000.19	48.00	0.75	2.80	3270.67	0.305804	0.879362	0.380	2.46	46.33	964.63	964.14	3.41	3.19	1.90	414.07	
92	93	967.33	966.98	47.98	0.73	2965	47255	1000.10	48.00	0.5	2.29	2670.49	0.374501	0.928069	0.424	2.12	51.69	964.11	963.87	3.22	3.11	1.90	288.52	
93	94	966.98	966.42	57.98	0.97	2970	47335	1000.50	48.00	0.75	2.80	3270.67	0.305899	0.879362	0.380	2.46	46.33	963.84	963.41	3.14	3.01	1.90	339.02	
94	95	966.42	966.39	82.39	0.04	2970	47335	1000.50	48.00	0.25	1.62	1888.32	0.529833	1.014872	0.518	1.64	63.15	963.38	963.17	3.04	3.22	1.90	489.66	
95	96	966.39	965.73	79.60	0.83	2977	47446	1004.45	48.00	0.5	2.29	2670.49	0.376130	0.929114	0.425	2.13	51.82	963.14	962.74	3.25	2.99	1.90	471.72	
96	97	965.73	965.79	19.98	-0.30	2979	47478	1004.61	48.00	0.25	1.62	1888.32	0.532011	1.015674	0.519	1.64	63.28	962.71	962.66	3.02	3.13	1.90	116.73	
97	98	965.79	965.76	35.99	0.08	2979	47478	1004.61	48.00	0.25	1.62	1888.32	0.532011	1.015674	0.519	1.64	63.28	962.63	962.54	3.16	3.22	1.90	218.13	
98	99	965.76	965.42	57.96	0.59	2980	47494	1004.69	48.00	0.25	1.62	1888.32	0.532053	1.015674	0.519	1.64	63.28	962.51	962.37	3.25	3.05	1.90	347.16	
99	100	965.42	965.12	31.99	0.94	2983	47542	1004.93	48.00	0.5	2.29	2670.49	0.376307	0.929114	0.425	2.13	51.82	962.34	962.18	3.08	2.94	1.90	182.95	
100	101	965.12	964.81	51.99	0.60	2985	47574	1005.08	48.00	0.5	2.29	2670.49	0.376366	0.929114	0.425	2.13	51.82	962.15	961.89	2.97	2.92	1.90	290.91	
101	102	964.81	964.33	67.99	0.71	2986	47590	1005.16	48.00	0.5	2.29	2670.49	0.376396	0.929114	0.425	2.13	51.82	961.86	961.52	2.95	2.81	1.90	372.04	
102	103	964.33	964.60	75.99	-0.36	2986	47590	1005.16	48.00	0.2	1.45	1688.97	0.595134	1.043613	0.556	1.51	67.79	961.49	961.34	2.84	3.26	1.90	440.50	
103	104	964.60	964.57	29.99	0.10	2986	47590	1005.16	48.00	0.2	1.45	1688.97	0.595134	1.043613	0.556	1.51	67.79	961.31	961.25	3.29	3.32	1.90	188.32	
104	105	964.57	963.95	85.99	0.72	2986	47590	1005.16	48.00	0.2	1.45	1688.97	0.595134	1.043613	0.556	1.51	67.79	961.22	961.05	3.35	2.90	1.90	510.73	
105	106	963.95	963.61	33.99	1.00	2986	47590	1005.16	48.00	0.5	2.29	2670.49	0.376396	0.929114	0.425	2.13	51.82	961.02	960.85	2.93	2.76	1.90	183.73	
5AD	5AC	1002.47	1000.32	56.70	3.79	8	128	1.92	20.00	3.75	3.49	708.31	0.002712	0.218448	0.039	0.76	1.98	1000.87	998.74	1.60	1.58	0.90	81.04	
5AC	5AB	1000.32	999.77	14.73	3.73	11	175	2.35	20.00	3.7	3.47	703.58	0.003342	0.229291	0.042	0.80	2.13	998.71	998.16	1.61	1.61	0.90	21.31	
5AB	5AA	999.77	998.63	30.32	3.76	15	239	2.94	20.00	3.75	3.49	708.31	0.004144	0.246749	0.047	0.86	2.39	998.13	996.99	1.64	1.64	0.90	44.71	
5AA	5A	998.63	997.50	30.00	3.77	17	271	3.22	20.00	3.7	3.47	703.58	0.004582	0.253537	0.049	0.88	2.49	996.96	995.85	1.67	1.65	0.90	44.82	

2.2 Diseño de canal cerrado sobre el río Minerva

2.2.1 Descripción del proyecto

Este proyecto está destinado a rescatar y darle una mejor imagen al río Minerva, evitando así los botaderos de basura que son la principal causa de contaminación del sector, que conllevan a causar enfermedades, mala vista al paisaje y malos olores, así mismo se busca que este canal funcione como una vía de acceso peatonal para evitarse el congestionamiento de la cuarta calle y un lugar donde las personas puedan tener un lugar de recreación.

2.2.2 Estudio hidrológico

2.2.2.1 Cálculo de crecidas

Una crecida se define como una elevación rápida y generalmente de corta duración, del nivel de las aguas en un cauce, llegando hasta un nivel máximo para luego descender a una menor velocidad.

Para el análisis hidrológico de crecidas, conviene tener en cuenta los factores que intervienen en su determinación, tanto factores hidrometeorológicos como del tipo fisiográficos, ya que dichos factores definirán las características principales de un hidrograma de crecida. Esto permite en gran medida comprender en forma adecuada los alcances y limitaciones de los métodos de estimación de caudales extremos (crecidas).

Los factores que condicionan el escurrimiento de una cuenca y por lo tanto los caudales en una determinada sección de un cauce son:

Factores Hidrometeorológicos

- Tipo de precipitación (pluvial, nival)
- Forma de la lluvia (magnitud, duración, intensidad)
- Distribución de la lluvia (espacial y temporal)
- Temperaturas extremas diarias o medias anuales
- Evaporación, humedad del suelo etc.

Factores Fisiográficos

- Morfología de la cuenca (forma, tamaño, orientación, pendiente, etc)
- Factores físicos (tipo de suelo, capacidad de infiltración, cobertura vegetal, etc)
- Red de drenaje (densidad de la red, capacidad de almacenamiento, capacidad de conducción de los cauces, etc)
- Factores geológicos

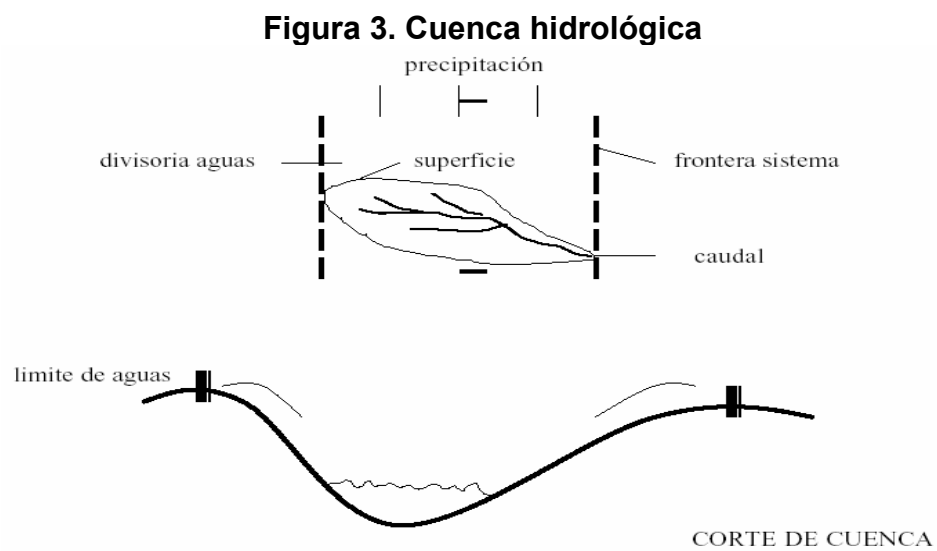
La acción conjunta de los factores anteriormente enunciados, se relacionan directamente con la característica de la respuesta de la cuenca, la que quedará representada en la forma que adoptan los hidrogramas de crecidas, para cada caso en particular.

2.2.2.2 Concepto de cuenca superficial

Dado un punto específico en un cauce, la cuenca hidrológica es la zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella drenan por el sistema de corrientes hacia dicho punto de salida. Asociada a la cuenca superficial existe también una cuenca subterránea, cuyos límites no tienen porque coincidir con los límites de la cuenca superficial.

Cuenca de un Río: la superficie topográfica drenada por ese río y sus afluentes.

Cuenca Hidrológica: además de la de río incluye agua subterránea en la ecuación del balance hidrológico.



2.2.2.2.1 Características de la cuenca

Área: Es la superficie, en proyección horizontal, delimitada por la divisoria de aguas.

2.2.2.3 Escorrentía

En hidrología la escorrentía es el agua sobrante de las lluvias que no alcanza a penetrar en el suelo, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia que escurre por la superficie dependiendo de las pendientes del terreno. La escorrentía se forma cuando las precipitaciones superan la capacidad de infiltración del suelo. Esta tendrá un mayor volumen y velocidad a medida que las lluvias sean mas intensas y la pendiente sea más inclinada y prolongada.

2.2.2.3.1 Factores que influyen en la escorrentía

- La superficie del suelo determina una rugosidad. Mientras mas liso sea el piso, el agua fluya con mayor facilidad aumentando el volumen de escorrentía, su velocidad y energía.
- Capacidad de infiltración del suelo. Esta determinada principalmente por la textura, la estructura, la presencia de grietas y raíces, y la uniformidad del perfil. A mayor capacidad de infiltración, habrá menor porcentaje de escorrentía. La compactación de los suelos, principalmente los arcillosos, disminuye hasta niveles críticos la infiltración.
- Intensidad de las Lluvias. Es el factor que más influye, ya que cuando la intensidad sobrepasa la velocidad de infiltración del suelo, escurre un alto porcentaje de la lluvia. En intensidades menores de la velocidad de infiltración, el volumen de escorrentía está regido por el grado de saturación del suelo.
- Porcentaje de humedad del suelo. En el momento de ocurrir una Lluvia, si el suelo está seco, tendrá mayor capacidad de absorción agua. Si esta

húmedo, se saturará rápidamente, iniciándose la escorrentía. El grado de humedad del suelo esta muy relacionado con la frecuencia de las Lluvias.

- Pendiente y microrelieve. A mayor grado y longitud de la pendiente, habrá menor tiempo de infiltración, y aumento del volumen y la velocidad de la escorrentía. La irregularidad del relieve favorece la infiltración (obstáculos o planos horizontales), formando encharcamientos. También se propicia la concentración de la escorrentía si hay entalladuras, surcos o canales, en el sentido de la pendiente.

Estos factores no actúan independientemente, ya que la escorrentía es una resultante de la acción simultánea de ellos.

2.2.2.4 Método racional

Este método se basa fundamentalmente en una virtual determinación del caudal de escorrentía a partir de las precipitaciones, y está restringido a cuencas pequeñas. Valido sólo para áreas menores a 30 Km².

$$Q = \frac{CIA}{3.6} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

de donde:

Q = Caudal m³/s

q = Caudal unitario

C = Coeficiente de escorrentía, relación entre Q_{peak} c/r I (intensidad media)

I = Intensidad media máxima de la lluvia (mm/hr)

A = Área de la cuenca en km²

El cálculo del tiempo de concentración (T_c), está implícito en la determinación de (I), ya que la intensidad de lluvia considerada corresponde a la intensidad media máxima, calculada para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con un período de retorno igual al considerado en el diseño de la obra. En consecuencia, se supone que toda la cuenca está contribuyendo al escurrimiento, lo que no necesariamente debe ser así.

T_c (tiempo de concentración), es el tiempo transcurriendo desde el comienzo de la lluvia, hasta el momento en que la partícula de agua más alejada del punto de control, llega a dicho punto. Este parámetro se mide a través de fórmulas empíricas, las cuales involucran entre otras variables a (L), desarrollo del cauce hasta el control y (S), razón entre el desnivel entre los puntos extremos de la cuenca y la longitud (L).

2.2.2.4.1 Estimación del tiempo de concentración

T_c (tiempo de concentración), debe tenerse en cuenta que por dichas expresiones de origen empírico, son sólo aplicables al rango de valores utilizados en su derivación. Por lo tanto, al utilizarlas debe evaluarse cuidadosamente los resultados que se obtengan. En ningún caso el tiempo de concentración debe ser inferior a 10 minutos.

2.2.2.4.2 Determinación del coeficiente de escorrentía

Este coeficiente depende de factores climáticos, morfológicos, estacionales, etc. Sin embargo se tiene que dicho coeficiente C, varía entre 0 y 1, además la experiencia demuestra que en áreas urbanas y rurales de características similares, el rango referido anteriormente se restringe a uno menor claramente diferenciado. Para la evaluación del coeficiente de

escorrentía representativo de una cuenca, debe ponderarse con respecto a sub-áreas de características semejantes, el valor de los respectivos coeficientes, según:

$$C = \frac{1}{A} \sum C_i A_i$$

Donde los subíndices representan los atributos de la sub-áreas considerada.

Tabla XIII. Coeficiente de escorrentía según tipo de zona

	Valor de C
a. Descripción del área:	
Comerciales céntricas	0.70 – 0.95
Comerciales suburbanas	0.50 – 0.70
b. Residenciales:	
Edificación unifamiliar	0.30 – 0.50
Unidades múltiples separadas	0.40 – 0.60
Unidades múltiples agregadas	0.60 – 0.75
Zona residencial suburbana	0.25 – 0.40
Área de edificios (departamentos)	0.50 – 0.70
c. Industrial:	
Áreas con poca densidad	0.50 – 0.80
Áreas con alta densidad	0.60 – 0.90
d. Tipo de superficie:	
Calzadas o carpetas	
Asfalto	0.70 – 0.95
Hormigón	0.80 – 0.95
Ladrillos	0.70 – 0.85
Aceras y pasajes	0.75 – 0.85
Techos	0.75 – 0.95
Prados en suelos arenosos	
Planos ($\leq 2\%$)	0.05 – 0.10
Medios (2% a 7%)	0.10 – 0.15
De gran pendiente ($>7\%$)	0.25 – 0.35
e. Otros:	
Parques y cementerios	0.10 – 0.25
Aceras de juegos y esparcimiento	0.20 – 0.35
Patios de estaciones de FFCC	0.20 – 0.40
Áreas no urbanizadas ni habitadas	0.10 – 0.30

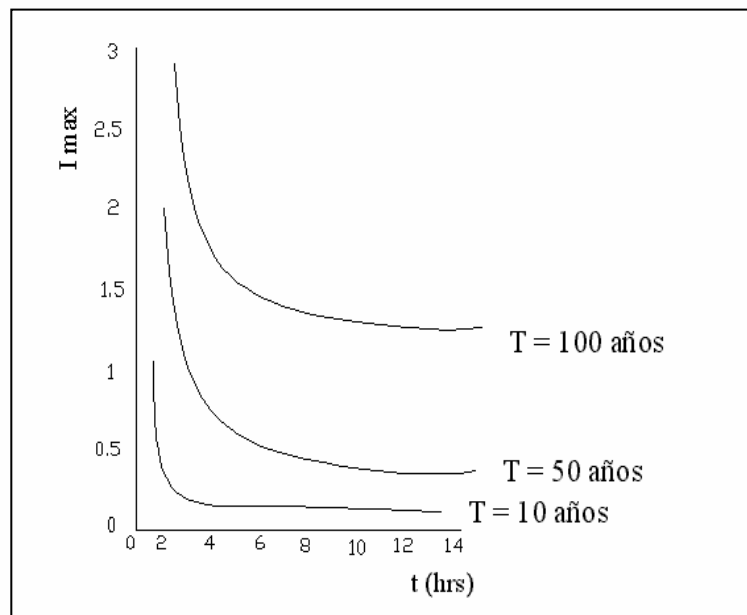
2.2.2.4.3 Determinación de la Intensidad

2.2.2.4.3.1 Curvas Intensidad – Duración – frecuencia (IDF)

Una vez adoptado el período de retorno de diseño y determinado el tiempo de concentración, que en este caso corresponderá a la duración de la lluvia, es posible obtener la intensidad de la lluvia de diseño de la familia de curvas de intensidad-duración-frecuencia, aplicables a la zona del estudio.

Las curvas IDF, son familias de curvas obtenidas del análisis probabilístico de la serie de precipitaciones máximas anuales. En este análisis se identifica en el pluviograma de cada tormenta (una por año), la mayor intensidad registrada para una duración o intervalo de tiempo dado, efectuándose un análisis de frecuencia a los valores de la serie de esas intensidades máximas.

Figura 4. Curva intensidad – duración – frecuencia (IDF)



De acuerdo a la forma de las curvas IDF, se verifica que a mayor duración del intervalo de tiempo considerado, (tiempo de concentración del método racional), menor será la intensidad de la lluvia. Dada esta condición, al aplicar el método racional deberá cuidarse de tomarla en cuenta en la evaluación del caudal máximo.

Según lo anterior, es posible que el mayor producto de CIA no se obtenga con el área total y con la intensidad correspondiente al tiempo de concentración de la cuenca completa, sino que en un área menor para la cual el tiempo de concentración es menor y por consiguiente la intensidad mayor, se recomienda entonces calcular el caudal resultante tanto con el área completa de la cuenca, como con áreas menores para las cuales deberá contemplarse intensidades mayores. De este modo se obtendrá el mayor de los caudales.

2.2.3 Estudio topográfico

El estudio topográfico para este diseño se tomó en base a los datos obtenidos del diseño de drenaje del río Minerva tanto altimetría como de planimetría.

2.2.4 Suelo

2.2.4.1 Definición del suelo y roca

Suelo: se define como cualquier material no consolidado compuesto de distintas partículas sólidas con fases o líquidos. El suelo en general contiene una amplia variedad de materiales tales como: grava, arena, mezclas de arcillas y limos.

Roca: en ingeniería se define como material endurecido que para excavarlo se necesita usar taladros, explosivos y otros procedimientos de fuerza bruta. El grado mínimo que caracteriza una roca es una resistencia a compresión de 14 PSI.

2.2.4.2 Valor soporte del suelo

También llamado capacidad de carga o apoyo de los cimientos, es una característica de cada sistema de suelo-cimentación, y no solo una calidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, tamaño, forma y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

La resistencia de los suelos a la deformación depende, sobre todo a la resistencia a la fuerza cortante. Esta resistencia a la fuerza cortante equivale a su vez, a la suma de dos componentes: fricción y cohesión.

2.2.5 Canales

Los canales se pueden clasificar según el uso final que tengan: canales para agua potable, riego, drenaje, energía hidroeléctrica, etc.

Los canales tienen la finalidad de conducir los caudales de captación desde la obra de toma hasta el lugar de carga o distribución, de acuerdo con la naturaleza del proyecto y en condiciones que permitan transportar los volúmenes necesarios para cubrir la demanda.

2.2.5.1 Diseño hidráulico de un canal

Para el diseño de un canal se presume que el escurrimiento se desarrollará en condiciones de flujo uniforme. El flujo no uniforme se presentará en situaciones de cambios en la pendiente, rugosidad, dimensiones de la sección, embalsamientos, caídas o por cambios inducidos por la operación de órganos de operación o seguridad.

El caudal Q manifiesta la capacidad de conducción, la pendiente hidráulica del canal que será función de las condiciones topográficas podrá estar asociada al mismo tiempo a las velocidades límites; éstas se establecerán con base en las características del material que conforme el perímetro mojado y tomará en cuenta la probabilidad de erosión y sedimentación.

Según Manning-Strickler, el coeficiente de Chezy adquiere la siguiente forma:

$$C = k_s \cdot R^{1/6}$$

donde:

k_s = coeficiente de fricción de Manning-Strickler

R = Radio hidráulico en m

Por lo que la capacidad de conducción del canal se podrá expresar por medio de la fórmula siguiente:

$$Q = A \cdot k_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

El coeficiente de fricción de Manning-Strickler dependerá del tipo de material que conforma el perímetro mojado, del caudal y de las características morfológicas del canal. La influencia de la rugosidad será mayor para caudales menores, reduciéndose en función de su incremento.

Por otra parte, la configuración en planta también tendrá efectos sobre la rugosidad, siendo mayor para trayectorias con numerosos curvas y cambios de sección, sin embargo esta influencia en la práctica solo es posible determinar, mediante mediciones en canales ya construidos.

Para el diseño se deberá adoptar valores de K_s mediante una asociación entre los materiales que se utilizarán para conformar el perímetro mojado y los valores obtenidos de mediciones in situ y en laboratorio para materiales similares.

En la tabla se muestra algunos valores que pueden servir de referencia.

Tabla XIV. Valores de k_s según *Press-Bretchneider*

MATERIAL	CLASE, FORMA, ESTADO	K_s en $m^{1/3}/s$
Madera	Tablas cepilladas	85 a 90
	Tablas no cepilladas	75 a 85
	Canales antiguos	65 a 70
	Canales nuevos y lisos	90 a 95
Asfalto	Canales revestidos de asfalto	70 a 75
	Canales de hormigón asfáltico	72 a 77
Concreto	Con acabado liso	100
	Hormigón c/encofrado metálico	90 a 100
	Hormigón c/encofrado de madera	65 a 70
	Hormigón bien acabado	90
	Hormigón vibrado	60 a 70
	Acabado ordinario	50 a 55
	Galerías con cuidadoso acabado	85 a 95
	Galerías con acabado ordinario	70 a 80
Fábrica	Mampostería ladrillo bien ejecutado	75 a 80
	Mampostería normal	60 a 70
Piedra natural	Sillería	70 a 80
	Mampostería cuidadosamente tratada	70
	Mampostería normal	60
	Mampostería ordinaria	50
	Taludes de mampostería, adoquinados, con solera de arena o grava	45 a 50
Tierra	Material duro, liso	60
	Material duro, fino	50
	Grava fina a mediana	40 a 45
	Grava gruesa	35
	Barro con torriones	30
	Con piedras gruesas	25 a 30
	Canales de tierra, mucha vegetación	20 a 25

El caudal Q manifiesta la capacidad de conducción, la pendiente hidráulica del canal, que se diseñará en función de la condiciones topográficas podrá estar asociada al mismo tiempo a las velocidades límites; éstas se establecerán con base en las características del material que conforme el perímetro mojado y tomará en cuenta la probabilidad de erosión y sedimentación.

El diseño de un canal requiere del análisis de las velocidades medias de flujo, de manera que no se presente sedimentación ni erosión; en el primer caso nos referimos a la velocidad mínima o velocidad "que no sedimenta" $v_{n.s}$ y en el segundo a la velocidad máxima o "velocidad no erosiva" $v_{n.e}$.

2.2.6 Muros de contención

Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía.

2.2.6.1 Base del diseño estructural

En el diseño de muros de contención utilizando factores de carga debe adoptarse un enfoque algo más simplificado. El procedimiento que se describe en el diseño parece ser consistente con la intención del Código ACI. Cuando se presenten errores e inconsistencias, los resultados estarán del lado de la seguridad.

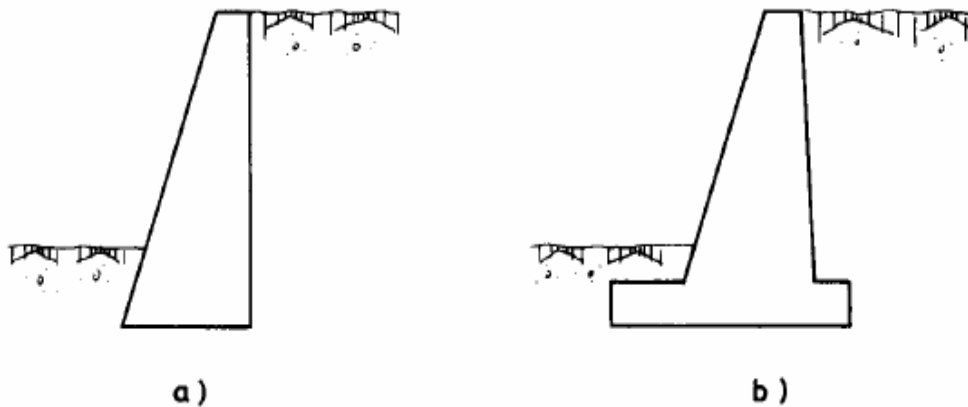
2.2.6.2 Tipos de muros

- **Muros de gravedad**

Son muros de hormigón en masa en los que la resistencia se consigue por su propio peso (figura a). Normalmente carecen de cimiento diferenciado, aunque pueden tenerlo (figura b).

Su ventaja fundamental es que no van armados, con lo cual no aparece en la obra el tajo de ferralla. Pueden ser interesantes para alturas moderadas si su longitud no es muy grande, pues en caso contrario representan una solución antieconómica frente a los muros de hormigón armado.

Figura 5. Muros de gravedad



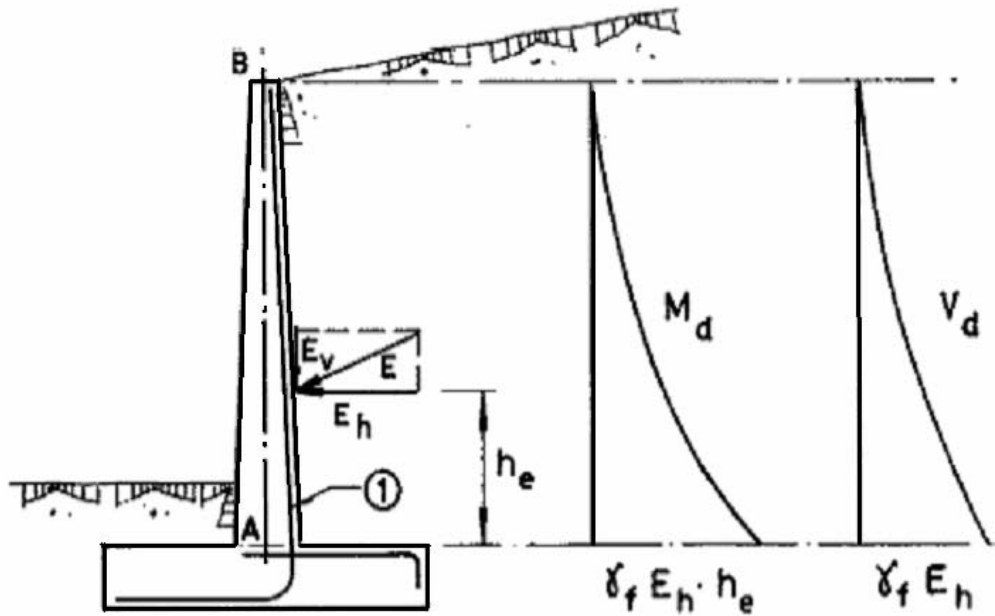
- **Muros en voladizo**

Son muros de hormigón que van reforzados con acero para darle resistencia ya que los mismos son utilizados para muros de alturas altas. El proyecto de un muro en voladizo presenta tres etapas bien diferenciadas. En primer lugar se ha de realizar el cálculo de los empujes.

Una vez calculados los empujes que ha de soportar la estructura de contención, se realizará un predimensionamiento.

Una vez predimensionado el muro, se realizarán las comprobaciones pertinentes teniendo un doble enfoque. Por un lado se comprobará la estabilidad estructural del muro, pasando posteriormente al cálculo de las distintas partes del muro (alzado, puntera, talón y tacón) como los elementos de hormigón armado.

Figura 6. Muros en voladizo



2.2.7 Losas

Son sistemas estructurales en la que una de sus dimensiones es mucho menor que sus otras dos y reciben cargas predominantemente en la dirección perpendicular a su plano.

Las losas planas llevan la carga a sus apoyos por trabajo a flexión y cortante de sus elementos constitutivos, en ellas es importante la rigidez a flexión que depende directamente de la altura de la losa. En las losas cáscaras la rigidez a flexión es pequeña debido a su poco espesor y el trabajo de ella se realiza por medio esfuerzos axiales de tracción y de compresión combinada o no con esfuerzos de flexión o corte.

Las losas planas pueden estar apoyadas sobre vigas, muros de mampostería, muros de concreto, columnas, elementos de acero estructural o apoyadas directamente sobre el terreno.

2.2.7.1 Tipo de losas

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado (y se vacía por lo general en forma monolítica con estas vigas), en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas o en el terreno en forma continua. De acuerdo con su tipo de apoyo se pueden dar los siguientes tipos de losas:

1. Losa apoyada sobre vigas en dos de sus lados opuestos.
2. Losa apoyada sobre muros en dos lados opuestos
3. Losa apoyada sobre cuatro vigas en sus bordes
4. Losa apoyada sobre cuatro muros en sus bordes
5. Losa apoyada sobre columnas directamente (placa plana)
6. Losa reticular apoyada sobre columnas directamente
7. Losa apoyada sobre el terreno

Los tipos de losas 1 y 2 trabajan en una sola dirección transmitiendo la carga en la dirección perpendicular a los apoyos, los otros tipos de losa trabajan transmitiendo su carga en dos direcciones perpendiculares entre sí, siempre y cuando, la relación de luces sea menor que 2 ($L_l/L_c < 2$).

2.2.7.2 Cargas de diseño de losas

Para el diseño se puede decir que las cargas actúan en forma uniformemente distribuida sobre la totalidad del panel, como una carga típica por m^2 de losa, la cual se utiliza para todos los paneles y en todos los pisos que contengan sección de losa típica.

Cargas de diseño

W propio: se refiere al peso propio de la losa, se determina multiplicando el espesor por el peso específico del concreto

W loseta: superior+ $W_{nervios}$ + $W_{casetón}$ o aligerante usado+ W_{torta} o loseta inferior en caso de tenerla.

W acabados: se refiere al peso de las baldosas, morteros de nivelación, impermeabilización o cualquier otro tipo de acabado que se le de al piso.

W divisiones o particiones: se refiere al peso de los muros, revoques o enchapes y cualquier otro elemento usado para división de espacios.

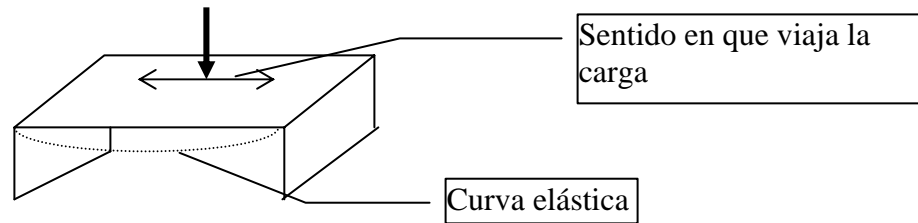
W viva: se refiere a la carga debido al uso de la edificación.

W otras: cualquier otra carga diferente a las anteriores.

2.2.7.3 Losas en una dirección

Recordando que la curva elástica es función de los momentos y los momentos a su vez son función de la carga, podemos concluir que la curvatura de una losa plantea la forma en que la carga se transmite a los apoyos, ya sea trabajando en una o dos direcciones. Si los apoyos de la losa constituyen muros o vigas en dos lados opuestos, la curva elástica será en el sentido perpendicular a estos apoyos y por ende la carga viaja en este sentido.

Figura 7. Losa en una dirección



Si se divide la losa en franjas de un metro de ancho en la misma dirección de los apoyos podemos verificar que la curva elástica de todas las franjas es igual, por lo tanto los momentos internos son iguales en todo el ancho de la losa e iguales al momento de diseño de esa franja de un metro de ancho. Este hecho permite simplificar el análisis y diseño ya que se puede diseñar una viga equivalente a una porción de losa de ancho igual a un metro y copiando este diseño en todo el ancho de la losa.

La franja de diseño trabaja como una viga independiente con una carga w igual a $1m \times W$, una altura h igual al espesor de la losa y un ancho igual a 1m.

2.2.7.4 Diseño de losas en una dirección

Cuando se diseña un elemento se debe pensar en él cuando deje de ser útil. Se puede decir que deja de ser útil cuando falle por resistencia, (se quiebre, se rompa, etc) o cuando se deforme demasiado, tanto que afecte psicológicamente a los usuarios y no les de la sensación de seguridad.

Cuando la falla es por deflexiones excesivas se dice que falló para condiciones de servicio, aunque no presenta una rotura visual ya no se puede usar y cuando la falla es por fractura real del elemento se dice que es para condiciones de resistencia.

- Las condiciones de servicio: se controlan especificando una rigidez adecuada de losa. (a mayor espesor menores los desplazamientos). La norma fija una altura mínima de losa para no tener que verificar deflexiones. Si se coloca espesores menores que los estipulados por la norma se deben calcular las deflexiones y controlarlas con las deflexiones máximas permitidas.
- Condiciones de resistencia: la falla se puede presentar por flexión y por cortante. Por flexión: los momentos se presentan en el sentido perpendicular a los apoyos por lo tanto el refuerzo principal va en ese sentido. Se controla que el refuerzo nunca sobrepase del límite máximo de $0,75 \cdot \rho_b$.

$$\rho_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$$

$$M_u = \phi M_n = \phi \cdot \rho \cdot f_y \cdot b \cdot d^2 \cdot \left(1 - 0,59 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

Se aconseja no colocar refuerzo cercano al valor máximo ya que esta cantidad de refuerzo no daría economía. Se recomienda tener una cuantía entre 0.004 a 0.008, este parámetro también controla el espesor de la losa.

Cálculo de cantidad de barras en losas macizas:

Debido a que los momentos de diseño se calcularon por metro de ancho, el cálculo del refuerzo se hace considerando este mismo ancho por lo tanto la cantidad A_s hallada es por m de ancho.

$$d_{\text{efectivo}} = h - \text{recubrimiento}$$

$$S = \frac{\text{area varilla}}{As \text{ requerido}}$$

Se debe comparar con la separación máxima permitida de. $S_{\max} = 3$ veces el espesor de la losa.

Refuerzo perpendicular al refuerzo principal:

Se coloca refuerzo por retracción de fraguado y temperatura en la otra dirección. Para losas aligeradas se colocan nervios de repartición como se mencionó anteriormente.

2.2.8 Diseño

2.2.8.1 Diseño de muro y plataforma (losa)

- **Cálculo de caudal máximo**

El caudal máximo para el diseño del canal se obtuvo por medio del método racional.

$$Q = \frac{CIA}{3.6} \text{ (m}^3\text{/seg)}$$

- **Intensidad**

El cálculo de intensidad se obtuvo a partir de información proporcionada por la estación hidrológica Huehuetenango (07.01.03) del Instituto de Sismología, Vulcanología, meteorología e Hidrológica (INSIVUMEH).

El valor de intensidad depende del período de retorno que se considera más crítico, así mismo depende del tiempo de concentración.

- **Período de retorno**

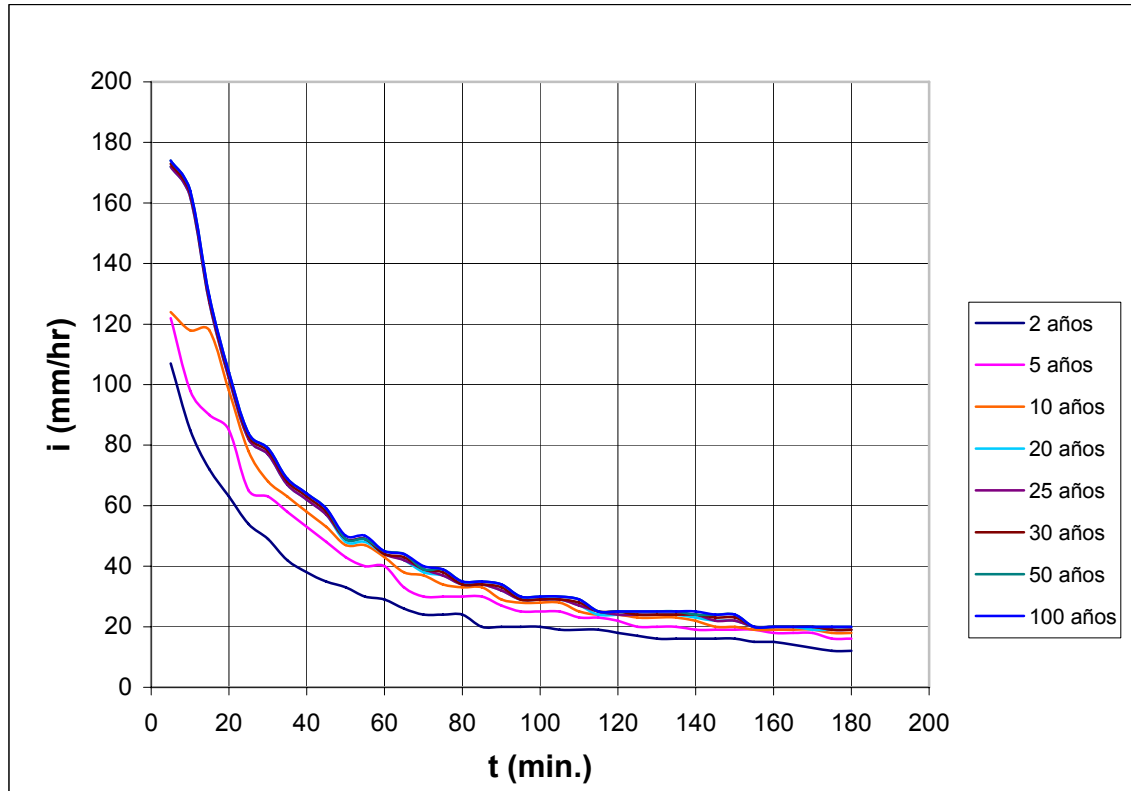
Los datos obtenidos son a partir de las tabulaciones de intensidad de lluvia (mm/hr.), para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100 años.

Tabla XV. Cálculo de intensidades de lluvia

DATOS OBTENIDOS A PARTIR DE LA TABULACION DE LAS INTENSIDADES DE LLUVIA (mm/hr) PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO PARA EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO.								
t en minutos	TIEMPO EN AÑOS							
	2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	30 años	50 años	100 años
5	107	122	124	172	172	173	174	174
10	85	98	118	162	162	163	164	164
15	72	90	118	127	127	128	129	129
20	63	85	98	102	102	103	104	104
25	54	65	78	82	82	83	84	84
30	49	63	68	77	77	78	79	79
35	42	58	63	67	67	68	69	69
40	38	53	58	62	62	63	64	64
45	35	48	53	57	57	58	59	59
50	33	43	47	48	49	49	49	50
55	30	40	47	48	49	49	49	50
60	29	40	43	44	44	44	45	45
65	26	33	38	42	42	43	44	44
70	24	30	37	38	39	39	39	40
75	24	30	34	37	37	38	39	39
80	24	30	33	34	34	34	35	35
85	20	30	33	34	34	34	35	35
90	20	27	29	32	32	33	34	34
95	20	25	28	29	29	29	30	30
100	20	25	28	29	29	29	30	30
105	19	25	28	29	29	29	30	30
110	19	23	25	27	27	28	29	29
115	19	23	24	24	25	25	25	25
120	18	22	24	24	24	25	25	25
125	17	20	23	24	24	24	25	25
130	16	20	23	24	24	24	25	25
135	16	20	23	24	24	24	25	25
140	16	19	22	23	24	24	24	25
145	16	19	20	22	22	23	24	24
150	16	19	20	22	22	23	24	24
155	15	19	19	20	20	20	20	20
160	15	18	19	20	20	20	20	20
165	14	18	19	20	20	20	20	20
170	13	18	19	19	20	20	20	20
175	12	16	18	19	19	19	20	20
180	12	16	18	19	19	19	20	20

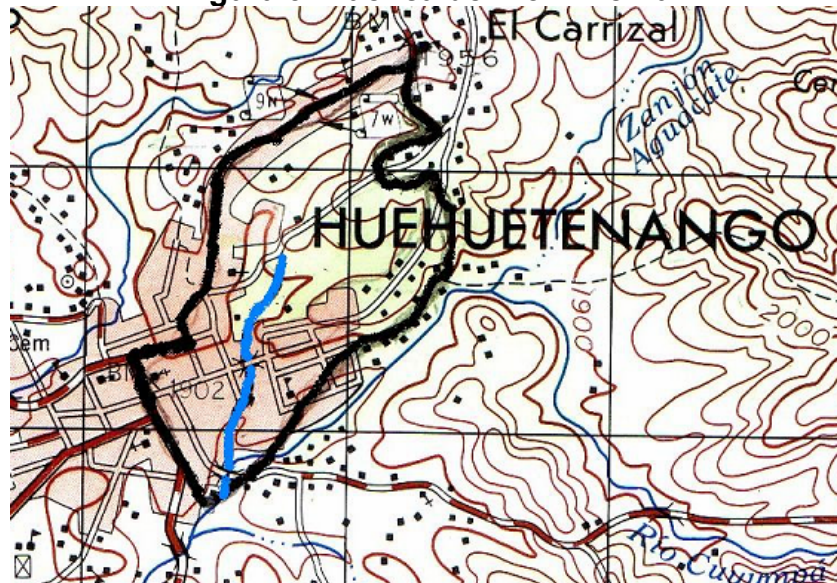
FUENTE: INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGIA (INSIVUMEH)

Figura 8. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia



ESTACION HUEHUETENANGO (07.01.03)

Figura 9. Cuenca del río Minerva



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

- **Tiempo de concentración (t_c)**

El tiempo de concentración se determinó mediante pruebas realizadas en el campo.

La prueba realizada consistió en determinar la velocidad del caudal del río, tomando el tiempo en que recorría un flotador en una distancia determinada, al realizar este proceso se obtuvieron los siguientes datos:

Se tomó una distancia de $D = 26.40$ m

Tiempos en que recorrió la distancia el flotador.

$T_1 = 2$ minutos 04 segundos = 124 segundos.

$T_2 = 2$ minutos 55 segundos = 175 segundos.

$T_3 = 2$ minutos 55 segundos = 175 segundos.

$T_4 = 2$ minutos 16 segundos = 136 segundos.

$T_5 = 2$ minutos 15 segundos = 135 segundos.

$T_6 = 2$ minutos 00 segundos = 120 segundos.

$T_7 = 2$ minutos 00 segundos = 120 segundos.

985 segundos.

Tiempo promedio $T = 985$ segundos / 7 No de datos = **140.71** segundos.

= 2 minutos 20 segundos.

- Se calcula la velocidad del caudal.

$V = \text{distancia} / \text{tiempo.}$ $V = 26.40 \text{ m} / 140 \text{ seg} = \mathbf{0.19 \text{ m/seg}}$

- Mediante los datos obtenidos se calcula el tiempo de concentración del río.

Longitud total del río $L = 1148.84 \text{ m}$

Velocidad del caudal $V = 0.19 \text{ m/seg}$

$t_c = 1148.84 \text{ m}/0.19 \text{ seg} = 6046.52 \text{ segundos} = \mathbf{100 \text{ minutos } 46 \text{ segundos}}$.

Teniendo ya determinado el tiempo de concentración se puede calcular la intensidad en los diferentes periodos de retorno según ecuaciones y grafica de curva de intensidad-duración-frecuencia establecidas por el **INSIVUMEH** que a continuación se muestran.

Tabla XVI. Intensidades en diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno	Ecuación de intensidad	Tiempo de concentración (seg.)	Intensidad en (mm/hr)
2 años	$1,215/((t_c + 11)^{0.875})$	100 min.	19.72
5 años	$4,935/((t_c + 25)^{1.090})$	100 min.	25.56
10 años	$15,870/((t_c + 25)^{1.292})$	100 min.	28.07
25 años	$5,410/((t_c + 17)^{1.097})$	100 min.	29.13
100 años	$5,270/((t_c + 17)^{1.084})$	100 min.	30.19

Para el presente diseño, se tomó la intensidad más crítica que es de 30.19 mm/hr, en un período de retorno de 100 años.

Área:

El área se calculó utilizando un planímetro que en un mapa a escala 1:50,000 de un área de:

$A = 1.03 \text{ Km}^2$

Coeficiente de escorrentía

Para nuestro caso en particular se tomaron dos coeficientes de escorrentía, ya que dentro del casco urbano de Huehuetenango existe área donde se han pavimentado calles y en otros no al igual que las áreas verdes.

- Coeficiente de escorrentías área pavimentada. (60% del área total)

$$C = 0.90$$

- Coeficiente de escorrentías área no pavimentada. (40% del área total)

$$C = 0.20$$

- Cálculo de coeficiente promedio.

$$A_1 = 0.60 * 1.03 \text{ km}^2 = 0.618$$

$$A_2 = 0.40 * 1.03 \text{ km}^2 = 0.412$$

$$C = 1/A * \sum A_1 * C_1$$

$$C = \frac{0.618 * 0.90 + 0.412 * 0.20}{1.03} = \mathbf{0.62}$$

- Cálculo de caudal de diseño.

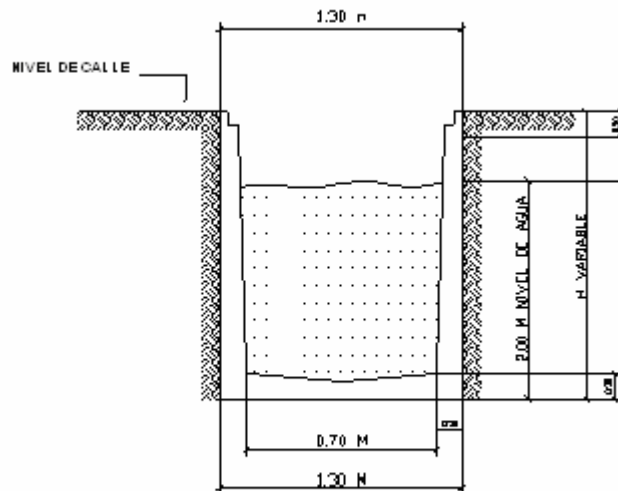
$$Q_d = CIA / 3.6$$

$$Q_d = \frac{0.62 * 30.19 * 1.03}{3.6} = \mathbf{5.36 \text{ m}^3 / \text{seg.}}$$

- **Predimensionamiento de canal**

Por medio de la ecuación *Manning-Strickler*, de caudal y las dimensiones propuestas del canal, chequeamos que el caudal que nos da en la ecuación sea mayor al caudal que nos da en la fórmula del método racional.

Figura 10. Dimensiones propuestas para canal pluvial



$$Q = A k_s R^{2/3} I^{1/2}$$

Donde:

Q = Caudal en m³/seg

A = Área efectiva en m²

K_s = Coeficiente de fricción de *Manning-Strickler*

R = Radio hidráulico en m

I = Pendiente hidráulica.

$$\text{Área} = 2 \text{ m} \times 0.70 \text{ m} = 1.40 \text{ m}^2$$

Radio hidráulico $R = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}}$

$$R = \frac{1.40 \text{ m}^2}{4.70 \text{ m}} = 0.30 \text{ m}$$

El coeficiente de fricción se determina de algunos valores ya establecidos en el presente trabajo, para este caso se tomó un k_s para hormigón con encofrado de madera, que tiene un valor de $k_s = 70$.

El valor de la pendiente (I) se determinó del cálculo de velocidades promedios que publicó la US en 1953. Para nuestro caso se tomó una pendiente mínima de $S = 2 \%$

Chequeo:

$$Q = 1.40 \text{ m}^2 \times 70 \text{ m}^{1/3}/\text{seg} * (0.30 \text{ m})^{2/3} (0.02)^{1/2}$$

$$Q = 6.21 \text{ m}^3/\text{seg}$$

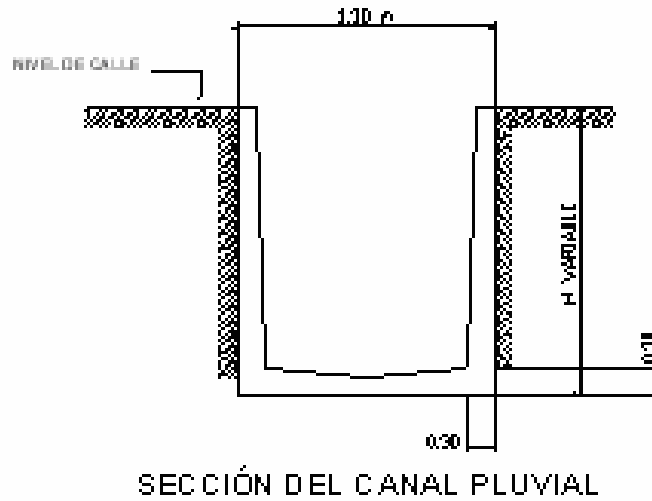
$$6.21 \text{ m}^3/\text{seg} > 5.36 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

Si se chequea pues el caudal de la fórmula de *Manning* éste es mayor al caudal de la fórmula del método racional. Lo cual nos dice que el canal es capaz de captar el agua pluvial de la cuenca que se está analizando.

- **Diseño de muro**

El diseño del muro del canal para este caso en particular, se analizó como si fuera un muro de contención y sólo se tomó en cuenta un extremo del muro debido a que ambos lados son simétricos.

Figura 11. Sección de canal pluvial



Datos:

Valor soporte del terreno	$V_s = 20 \text{ Ton/m}^3$
Ángulo de fricción	$\emptyset = 30^\circ$
Peso específico del concreto	$\delta_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$
Peso específico del suelo	$\delta_s = 1.6 \text{ Ton/m}^3$
Peso específico del agua	$\delta_{ag} = 1 \text{ Ton/m}^3$
Coefficiente de fuerza activa	$k_a = 0.64$
Coefficiente de fuerza pasiva	$k_p = 1.56$

Los coeficientes de empuje Activo y Pasivo respectivamente serán:

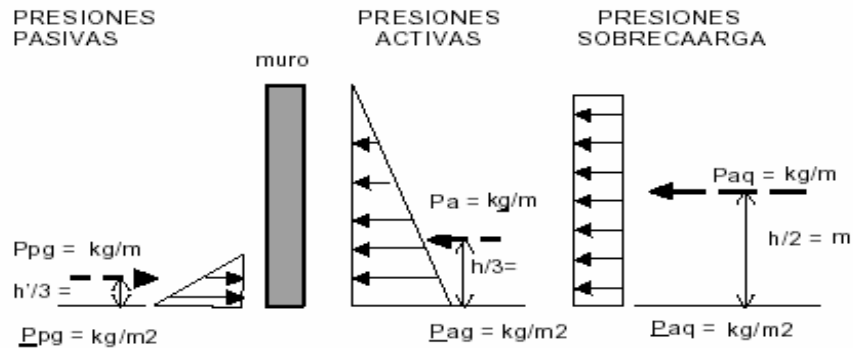
$$K_a = \frac{1 - \text{sen } \emptyset}{1 + \text{sen } \emptyset} = \quad K_a = \frac{1 - \text{sen } 30}{1 + \text{sen } 30} = 0.33$$

$$K_p = \frac{1 + \text{sen } \emptyset}{1 - \text{sen } \emptyset} = \quad K_p = \frac{1 + \text{sen } 30}{1 - \text{sen } 30} = 3$$

$$\mu = 0.9 \text{ tang } \emptyset \quad \mu = 0.9 \text{ tang } 30 = 0.52$$

A continuación se muestra un diagrama de cuerpo libre, donde se muestra las presiones actuantes sobre el muro.

Figura 12. Diagrama de cuerpo libre de canal



- Cálculo de presiones horizontales a una profundidad h del muro.

$$P_{p.ag} = K_p * \delta_{ag} * h = \quad P_{p.ag} = 3.00 * 1 * 0.95 = 2.85 \text{ T/m}^2$$

$$P_{aQ} = K_a * \delta_s * h = \quad P_{aQ} = 1/3 * 1.4 * 3.30 = 1.54 \text{ T/m}^2$$

$$P_{aq} = K_a * q = \quad P_{aq} = 1/3 * 0.5 = 0.17 \text{ T/m}^2$$

- Cálculo de las cargas totales de los diagramas de presión.

$$P_{p.ag} = 1/2 * P_{p.ag} * h = \quad P_{p.ag} = 1/2 * 2.85 * 0.95 = 1.35 \text{ T/m}$$

$$P_{aQ} = 1/2 * P_{aQ} * H = \quad P_{aQ} = 1/2 * 1.54 * 3.30 = 2.54 \text{ T/m}$$

$$P_{aq} = P_{aq} * H = \quad P_{aq} = 0.17 * 3.30 = 0.561 \text{ T/m}$$

- Cálculo de momentos al pie del muro.

$$M_{p.ag} = P_{p.ag} * h/3 = \quad M_{p.ag} = 1.35 * 0.95/3 = 0.43 \text{ T-m/m}$$

$$M_{aQ} = P_{aQ} * H/3 = \quad M_{aQ} = 2.54 * 3.30/3 = 2.79 \text{ T-m/m}$$

$$M_{aq} = P_{aq} * H/2 = \quad M_{aq} = 0.561 * 3.30/2 = 0.93 \text{ T-m/m}$$

De acuerdo con la distribución geométrica del muro indicada en la siguiente figura, se calculará el peso total del sistema y el momento que produce respecto al punto "o".

Figura 13. Diagrama de distribución geométrica en el punto 0

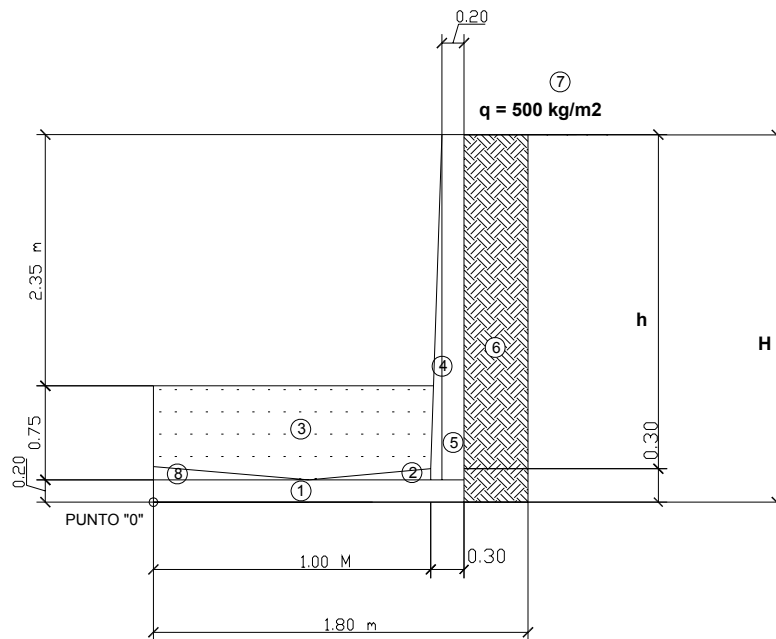


Tabla XVII. Distribución de figuras geométricas

Figura	Área m ²	δ (T/m ²)	W t/m)	Brazo (m)	M (T-m/m)
1	$1.30 * 0.20 = 0.26$	2.4	0.624	$1.30/2 = 0.65$	0.406
2	$1/2 * 0.35 * 0.1 = 0.018$	2.4	0.042	$2/3 * 0.35 + 0.65 = 0.88$	0.037
3	$2 * 0.0175 + 0.65 + 2 * 0.037 = 0.76$	1	0.76	$1.00/2 = 0.50$	0.38
4	$1/2 * 0.1 * 3 + 0.01 = 0.16$	2.4	0.38	$1.00 + 2/3 * 0.10 = 1.067$	0.406
5	$0.20 * 3.1 = 0.62$	2.4	1.49	$1.10 + 0.2/2 = 1.20$	1.79
6	$3.1 * 0.5 = 1.55$	1.4	2.17	$1.30 + 0.25 = 1.55$	3.36
7	0.5	0.5	0.25	1.65	0.41
8	$1/2 * 0.35 * 0.1 = 0.018$	2.4	0.042	$1/3 * 0.65 = 0.22$	0.0091

6.14

6.80

- Chequeo de estabilidad contra volteo

$$F_{sv.} = \frac{\sum M_R}{\sum M_{act}} = \frac{M_{P\bar{o}} + M_w}{M_{a\bar{o}} + M_{aq}} = \frac{(0.43 + 6.80)}{(2.79 + 0.93)} = 1.94 > 1.5$$

$F_{sv.} > 1.5$ sí chequea por volteo

- Chequeo de presión máxima bajo la base del muro, la distancia “a” a partir del punto “o” donde actúan las cargas verticales.

$$a = \frac{\sum M_o}{W} = \frac{M_{P\bar{o}} + M_w - M_{a\bar{o}} - M_{aq}}{W}$$

$$a = \frac{(0.43 + 6.80 - 2.79 - 0.93)}{6.14} = 0.57 \text{ m}$$

$$3a = 0.57 * 3 = 1.71 \text{ m}$$

$$q_{max} = \frac{W}{3/2 * a * b} : \text{ donde } b = L$$

$$q_{max} = \frac{6.14}{3/2 * 0.57 * 1.30} = 5.52 < V_s$$

q_{max} no excede el V_s del suelo.

$$\frac{q_d}{100} = \frac{5.52}{1.30} = q_d = 4.25 \text{ T/m}^2$$

Cargas totales

$$W_{s.s} = (5.52 + 4.25) * 1.00/2 = 4.89 \text{ T/m}$$

$$W_{s.c} = (4.25 * 0.50/2) = 1.06 \text{ T/m}$$

$$W_T = 5.95 \text{ T/m}$$

Diseño del pie

- Chequeo por Corte

$$W_{S+c} = W_{\text{suelo}} + \text{cimiento}$$

$$W_{S+c} = \delta_{ag} * \text{desp} * L_{\text{pie}} + \delta_c * t * L_{\text{pie}}$$

$$W_{S+c} = 1 * 0.75 * 1.30 + 2.4 * 0.25 * 1.30 = 1.76 \text{ T/m}$$

$$W'_{ss} = 4.25 * 1.00 = 4.25 \text{ T/m}$$

$$W''_{ss} = (5.52 - 4.25) \text{ T/m}^2 * 1.00/2 = 0.635 \text{ T/m}$$

- Peralte efectivo

$$d = t - \text{Rec.} - \varnothing/2 \quad \text{Asumiendo } \varnothing \text{ No 4}$$

$$d = (20 - 7.5 - 1.27/2) = 12 \text{ cm.}$$

- Corte Resistente

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d / 1000$$

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{2810} * 100 * 12 / 1000 = 9.48 \text{ T/m}$$

- Corte en el rostro del muro

$$V_{u, \text{Rostro}} = 1.7 (W'_{ss} + W''_{ss} - W_{S+c})$$

$$V_{u, \text{Rostro}} = 1.7 (4.25 + 0.635 - 1.76) = 3.13 \text{ T/m}$$

$$V_{u, \text{Rostro}} < V_R \quad \text{sí chequea.}$$

- Chequeo por flexión

$$M_u = 1.7 (W'_{ss} * (L_{\text{pie}}/2) + W''_{ss} (2/3)L_{\text{pie}} - W_{S+c} * 1/2 L_{\text{pie}})$$

$$M_u = 1.7 (4.25 * (1.00/2) + 0.635(2/3)*1.00 - 1.76 * 1/2 * 1.00) = 1.668 \text{ T-m/m.}$$

Teniendo

$$M_u = 1.668 \text{ T-m/m}$$

$$d = 12 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de área requerida.

$$A_s = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} (1 - \sqrt{1 - M_u / 0.003825 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2})$$

$$A_s = \frac{0.85 \cdot 281 \cdot 100 \cdot 12}{2810} (1 - \sqrt{1 - 16680 / 0.003825 \cdot 281 \cdot 100 \cdot 12^2})$$

$$A_s = 12.55 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de área mínima.

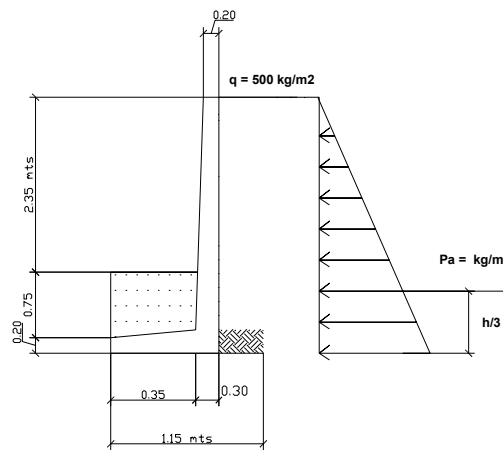
$$A_{sMin} = \frac{14.1}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$A_{sMin} = \frac{14.1}{2810} \cdot 100 \cdot 12 = 6.02 \text{ cm}^2$$

Usar A_{sMin} , con No 4 @ 0.20 mts.

- Diseño de pantalla.

Figura 14. Sección de pantalla



Se tiene que

$$P_{a\delta s} = K_a * \delta_s * H = \quad P_{a\delta s} = 1/3 * 1.4 * 3.30 = 1.54 \text{ T/m}^2$$

$$P_{aq} = K_a * q = \quad P_{aq} = 1/3 * 0.5 = 0.17 \text{ T/m}^2$$

$$P_{a\delta s} = 1/2 * P_{a\delta s} * H = \quad P_{a\delta s} = 1/2 * 1.54 * 3.30 = 2.54 \text{ T/m}$$

$$P_{aq} = P_{aq} * H = \quad P_{aq} = 0.17 * 3.30 = 0.561 \text{ T/m}$$

- Chequeo por corte

$$V_{uRostro} = 1.7 (P'_{a\delta} + P'_{aq}) = 1.7 (2.54 \text{ T/m} + 0.56) = 5.27 \text{ T/m}$$

$$\text{Si } d = t - \text{Rec.} - \varnothing/2 \text{ entonces } d = 30 - 7.5 - 1.27/2 = 21.87 \text{ cm.}$$

Asumiendo \varnothing No 4

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d / 1000$$

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 100 * 22 / 1000 = 16.61 \text{ T}$$

$V_R > V_{uRostro}$ sí resiste el corte actuante.

- Chequeo por flexión

$$M_{uRostro} = 1.7 (P'_{a\delta} * 1/3 * H + P'_{aq} * H/2)$$

$$M_{uRostro} = 1.7 (2.54 * 1/3 * 3.30 + 0.56 * 3.30/2) = 6.32 \text{ T-m/m}$$

Teniendo

$$M_u = 6.32 \text{ T-m/m}$$

$$d = 22 \text{ cm.}$$

$$b = 100 \text{ cm.}$$

$$f'_c = 281 \text{ Kg./cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ Kg./cm}^2$$

- Cálculo de área mínima.

$$A_{sMin} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{sMin} = \frac{14.1}{2810} * 100 * 22 = 11.04 \text{ cm}^2$$

Usar A_{sMin} , con No 4 @ 0.12 m

Figura 15. Sección analizada del canal

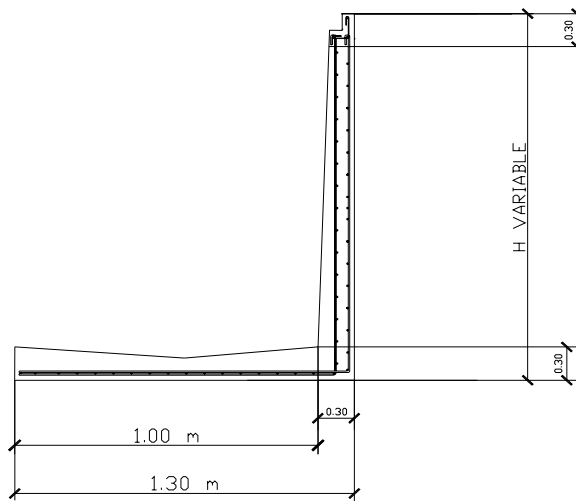
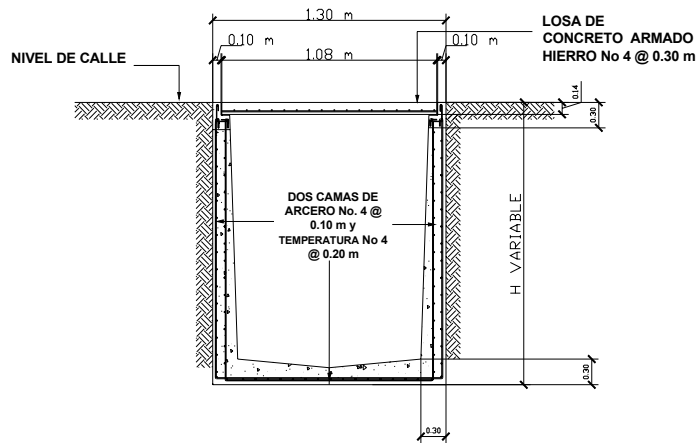


Figura 16. Armado de canal pluvial



ARMADO DE CANAL PLUVIAL

- **Diseño de losa**

- **Cálculo de cargas**

$$W \text{ concreto} = 150 \text{ lb/pie}^2$$

Peralte de losa $h = 5.51 \text{ pul.}$

$$W \text{ muerta} = \frac{150 * 5.51''}{12} = 68.90 \text{ lb/pie}^2$$

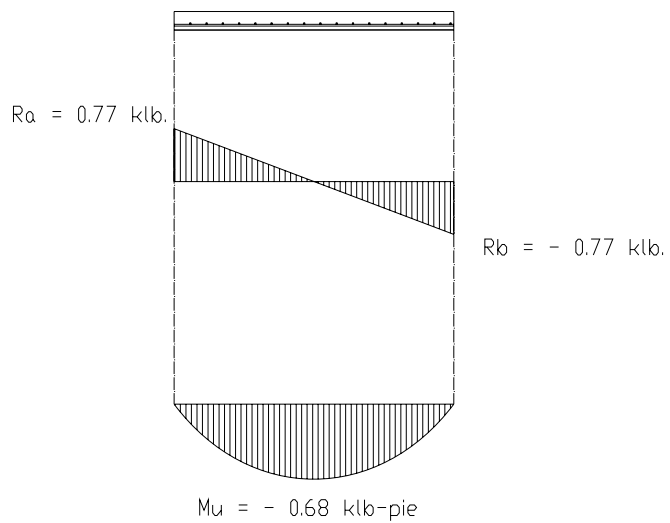
$$W \text{ viva} = \text{Vías peatonales} = 200 \text{ lb/pie}^2$$

$$W \text{ total} = 1.4 (68.90) + 1.7(200)$$

$$W \text{ total} = 96.46 + 340.00$$

$$W \text{ total} = 436.46 \text{ lb/pie}^2$$

Figura 17. Diagrama de corte y momento de losa



- **Encontrando reacciones de apoyos:**

$$\Sigma M_A = -R_B + 0.43646(3.543)/2$$

$$R_B = 0.77 \text{ klb} = R_A$$

- **Encontrando momento máximo:**

$$M \text{ max} = 0.68 \text{ klb} - \text{pie}$$

- **Cálculo de peralte efectivo:**

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2 \text{ varilla \#4}$$

$$d = 5.51 - 1'' - 1.57/2 = 3.725 \text{ pulg.}$$

- **ρ balanceados =**

$$\rho b = 0.85, \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$$

$$\rho = 0.85 (0.85) (4 / 40) (87 / 87+40) = 0.049$$

$$\rho \text{ máximo} = (\text{zona sísmica})$$

$$\rho \text{ max} = 0.75 \rho b$$

$$\rho = 0.75*(0.049) = 0.371$$

$$\rho \text{ mínimo} =$$

$$\rho = 200 / f_y$$

$$\rho \text{ min} = 200 / 40000 = 0.005$$

- **Encontrando cuantía de acero:**

$$M_u = \phi M_n = \phi \cdot \rho \cdot f_y \cdot b \cdot d^2 \cdot (1 - 0.59 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f'_c})$$

$$M_u = 0.68 \text{ klb/pie}$$

$$f_y = 40000 \text{ lb/pie}$$

$$f'c = 4000 \text{ lb/pie}$$

$$d = 3.725 \text{ pul}$$

$$b = 12 \text{ pulg (pie unitario)}$$

$$0.68 * (12) = 0.90 \rho (12) (3.725)^2(40) [1 - (0.59 \rho (40) / 4)]$$

$$8.18 = 5994.27 \rho [1 - 5.9 \rho]$$

$$0.001365 = 1\rho - 5.9 \rho^2$$

$$5.9 \rho^2 - \rho + 0.001365 = 0 \quad /dividiendo \text{ entre } 5.9$$

$$\rho^2 - 0.16949 \rho + 0.00023 = 0$$

$$\rho = 0.08475 \pm \sqrt{(0.08475)^2 - 0.00023}$$

$$\rho = 0.08475 \pm 0.08338$$

$$\rho = 0.00137$$

- **Calculando cuantía de acero**

$$As = \rho bd$$

$$As = 0.00137 (3.725) (12)$$

$$As = 0.06 \text{ plg}^2$$

Usar # 3 @ 0.20 m en ambos lados

- **Calculando cuantía de acero mínima**

$$As \text{ min} = \rho_{min} bd$$

$$As \text{ min} = 0.005 (3.725) (12)$$

$$As \text{ min} = 0.22 \text{ plg}^2$$

Usar #4 a 1 pie = 0.30 m.

2.2.9 Presupuesto

Ver apéndice

CONCLUSIONES

- 1 La construcción del sistema de alcantarillado sanitario es indispensable tanto en el sector Los Aguacatillos zona 2, como para el saneamiento de la ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva ya, que beneficiará a un buen porcentaje de habitantes afectados, en un período de 30 años, tiempo para el cual fue diseñado.
- 2 Para el diseño del alcantarillado sanitario se contempló la utilización de tubería de PVC para el sector Los Aguacatillos, teniendo en cuenta la cantidad de pobladores en el lugar; y, para los ríos Sacumá, Cuyumpá y Minerva, se utilizará tubería de concreto, debido a la cantidad de aguas residuales que se canalizarán.
- 3 Debido a la gran cantidad de basura que se acumula en el río Minerva que son causa de contaminación para los habitantes aledaños, ya que en tiempo de invierno las aguas que corren en él producen zocavamientos en las viviendas ubicadas a la orilla del mismo, se concluyó que la mejor forma de darle solución a este problema es construyendo un canal cerrado, para que sirva como zona de recreación.

RECOMENDACIONES

A la Facultad de Ingeniería

- 1 Continuar con el apoyo a las áreas rurales, por medio del programa de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

A los comités

- 2 Gestionar el financiamiento de los proyectos, a través de instituciones gubernamentales, ONGs, Embajadas y otras.
- 3 Velar por el buen uso y conservación de las obras, durante su ejecución y cuando esté en servicio, en coordinación con la municipalidad.
- 4 Seguir planteando sus necesidades de infraestructura ante la municipalidad, con el fin de buscar los medios adecuados para ser atendidas.

A la municipalidad

- 5 Garantizar la supervisión técnica de los proyectos al momento de su ejecución, para que se cumpla con todas las especificaciones contenidas en los planos.
- 6 Brindar el mantenimiento y monitoreo a los proyectos al estar ejecutados, para que sean funcionales y alcancen el tiempo de vida para el cual que fueron diseñados.
- 7 Actualizar los precios de los materiales de ambos proyectos al momento de someterlos a consideración en la Municipalidad o en alguna institución, para no caer en una sub valuación de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 GARCÍA CHEX, HERMAN DOVANET. Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Los Jocotes, municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 74 pp.
- 2 GONZALEZ SETT, JORGE MARIO, Diseño de la red de Alcantarillado sanitario del Barrio la voladora del municipio de Sanarate, departamento de el Progreso, tesis de graduación de Ingeniería Civil Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1993, 80 pp.
- 3 NILSON, ARTHUR H. **Diseño de Estructuras de Concreto**, Bogota, Colombia, Editorial McGraw-Hill Interamericana, S.A., 1999.
- 4 Normas de Alcantarillado para la ciudad de Guatemala Instituto de Fomento Municipal **INFOM.**, Noviembre de 2001.
- 5 NORMAS ESTRUCTURALES DE DISEÑO RECOMENDADAS PARA LA REPUBLICA DE GUATEMALA. AGIES NR-1:2000, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural. AGIES. Junio de 2002.
- 6 WIRSHING, JAMES R. **Introducción a la Topografía**. México: Editorial McGraw Hill, 1987.

APÉNDICE A

RESUMEN DE PRESUPUESTO
INTEGRACIÓN DE COSTOS TOTALES DEL PROYECTO

INTEGRACIÓN DE COSTOS TOTALES			
PROYECTO DE EPS HUEHUETENANGO.			
No.	DESCRIPCIÓN	TOTAL	TOTAL US
1	SECTOR AGUACATILLOS ZONA 2	Q 5.444.556,23	\$ 707.866,64
2	DRENAJE DE RIOS SACUMA Y CUYUMPA	Q 21.027.418,58	\$ 2.733.851,47
3	DRENAJE DE RIO MINERVA	Q 2.671.153,88	\$ 347.286,47
4	CANAL CERRADO SOBRE RIO MINERVA	Q 7.399.586,03	\$ 962.047,20
TOTAL		Q 36.542.714,72	\$ 4.751.051,77
CAMBIO AL DÍA 18 DE FEBRERO DE 2007.			

INTEGRACIÓN DE COSTOS
DRENAJE DEL SECTOR LOS AGUACATILLOS ZONA 2,
HUEHUETENANGO

INTEGRACIÓN DE COSTOS		
SECTOR AGUACATILLOS ZONA 2, HUEHUETENANGO.		
No.	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	PRELIMINARES	Q 175.245,86
2	COLECTOR DE 6"	Q 2.292.816,41
3	POZOS DE VISITA	Q 1.888.170,33
4	CAJAS DE REGISTRO Y CONEXIONES	Q 571.040,30
5	OTROS	Q 258.018,75
6	HERRAMIENTA Y EQUIPO	Q 259.264,58
TOTAL		Q 5.444.556,23

INTEGRACIÓN DE COSTOS
SANEAMIENTO DE LOS RÍOS SACUMÁ, CUYUMPA, HUEHUETENANGO

INTEGRACIÓN DE COSTOS		
RIO SACUMA Y RIO CUYUMPA HUEHUETENANGO		
No.	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	PRELIMINARES	Q 239.072,51
2	COLECTOR DE 6"	Q 66.300,45
3	COLECTOR DE 15"	Q 185.964,50
4	COLECTOR DE 21"	Q 479.430,33
5	COLECTOR DE 24"	Q 288.019,91
6	COLECTOR DE 30"	Q 510.572,16
7	COLECTOR DE 36"	Q 3.210.574,58
8	COLECTOR DE 42"	Q 8.627.238,00
9	COLECTOR DE 48"	Q 3.055.247,04
10	POZOS DE VISITA	Q 214.524,56
11	POZOS DE VISITA TIPO CAJA FUNDIDA	Q 2.385.890,03
12	CAJAS DE REGISTRO Y CONEXIONES	Q 400.263,86
13	OTROS	Q 363.015,00
14	HERRAMIENTA Y EQUIPO	Q 1.001.305,65
TOTAL		Q 21.027.418,58

INTEGRACIÓN DE COSTOS
SANEAMIENTO RÍO MINERVA, HUEHUETENANGO

INTEGRACIÓN DE COSTOS		
RIO MINERVA HUEHUETENANGO		
No.	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	PRELIMINARES	Q 72.523,35
2	COLECTOR DE 20"	Q 124.884,31
3	COLECTOR DE 24"	Q 1.280.609,33
4	COLECTOR DE 30"	Q 225.599,63
5	POZOS DE VISITA	Q 394.646,33
6	POZOS DE VISITA TIPO CAJA FUNDIDA	Q 126.099,49
7	CAJAS DE REGISTRO Y CONEXIONES	Q 210.749,89
8	OTROS	Q 108.843,75
9	HERRAMIENTA Y EQUIPO	Q 127.197,80
TOTAL		Q 2.671.153,88

INTEGRACIÓN DE COSTOS
CANAL CERRADO SOBRE RÍO MINERVA

INTEGRACIÓN DE COSTOS		
CANAL CERRADO SOBRE EL RIO MINERVA HUEHUETENANGO		
No.	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	CANAL CERRADO	Q 7.102.621,11
2	OTROS	Q 151.875,00
3	HERRAMIENTA Y EQUIPO	Q 145.089,92
TOTAL		Q 7.399.586,03

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN LOS AGUACATILLOS

No	REGLONES DE TRABAJO	TIEMPO EN MESES												COSTO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Preliminares													Q 175.245,86
2	Instalación del colector 6"													Q 2.292.816,45
3	Pozos de Visita													Q 1.888.170,33
4	Conexiones domiciliars													Q 571.040,30
5	Otros(transporte, sueldos fijos)													Q 258.018,75
6	Herramienta													Q 259.264,58
	Total Mensual.	Q 78.156,12	Q 504.565,34	Q 504.565,34	Q 568.014,26	Q 568.014,26	Q 532.965,09	Q 532.965,09	Q 532.965,09	Q 532.965,09	Q 532.965,09	Q 278.207,71	Q 278.207,71	
	TOTAL													Q 5.444.556,23

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN RIOS CUYUMPÁ Y SACUMÁ

No	REGLONES DE TRABAJO	TIEMPO EN MESES																			COSTO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	Preliminares	■	■	■	■				■	■				■	■						Q 239.072,51
2	Instalación del colector 6"		■																		Q 66.300,45
3	Instalación del colector 15"			■																	Q 185.964,50
4	Instalación del colector 21"				■	■															Q 479.430,33
5	Instalación del colector 24"						■														Q 288.019,91
6	Instalación del colector 30"							■													Q 510.572,16
7	Instalación del colector 36"								■	■	■										Q 3.210.574,58
8	Instalación del colector 42"											■	■	■	■						Q 8.627.238,00
9	Instalación del colector 48"															■	■				Q 3.055.247,04
10	Pozos de Visita	■	■																		Q 214.524,56
11	Pozos de Visita tipo caja			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q 2.385.890,03
12	Conexiones domiciliare		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q 400.263,86
13	Otros(transporte, sueldos fijos)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q 363.015,00
14	Herramienta	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q 1.001.305,65
	Total Mensual	Q 208.952,69	Q 297.490,02	Q 450.238,26	Q 503.988,93	Q 474.104,87	Q 522.409,61	Q 744.961,86	Q 1.334.465,29	Q 1.334.465,29	Q 1.304.581,23	Q 1.959.837,30	Q 1.959.837,30	Q 1.989.721,36	Q 1.989.721,36	Q 1.959.837,30	Q 1.762.013,22	Q 1.762.013,22	Q 234.389,70	Q 234.389,70	
	TOTAL																				Q21.027.418,58

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN RÍO MINERVA

No	RENGLONES DE TRABAJO	TIEMPO EN MESES				COSTO
		1	2	3	4	
1	Preliminares					Q 72.523,35
2	Instalación del colector 20"					Q 124.804,31
3	Instalación del colector 24"					Q 1.280.609,33
4	Instalación del colector 30"					Q 225.599,62
5	Pozos de Visita					Q 394.646,33
6	Pozos de Visita tipo caja					Q 126.099,49
7	Conexiones Domiciliares					Q 210.749,89
8	Otros(transporte, sueldos fijos)					Q 108.843,75
9	Herramienta					Q 127.197,88
	Total Mensual.	Q 246.623,40	Q 305.648,82	Q 1.812.505,36	Q 306.296,41	
	TOTAL					Q 2.671.073,95

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN CANAL CERRADO

No	REGLONES DE TRABAJO	TIEMPO EN MESES						COSTO
		1	2	3	4	5	6	
1	Canal Cerrado							Q7.102.621,11
2	Otros(transporte, sueldos fijos)							Q 151.875,00
3	Herramienta y Equipo							Q 145.089,92
	Total Mensual	Q 1.233.264,34	Q 1.233.264,34	Q 1.233.264,34	Q 1.233.264,34	Q 1.233.264,34	Q 1.233.264,34	
	TOTAL							Q7.399.586,03

ESTUDIO DE INVERSIÓN

Por medio del Censo nacional 2002 se obtuvieron datos, donde se les cuestionaba a la población cuanto desembolsaría para un servicio de drenaje; donde la mayoría, estaba dispuesta a pagar de Q5.00 a Q15.00 por mes.

A continuación se presenta una tabulación en la que se observa la cantidad que se podría recuperar anual, si cada habitante pagara, de 5 a 15 quetzales y al final de la tabla se obtiene la cantidad recuperada en el tiempo de vida útil para el que fue diseñado el proyecto.

AÑO	POBLACIÓN	VIVIENDAS	PRECIO	TOTAL
0	17916	2986	Q5.00	Q14,930.00
1	18509	3085	Q5.00	Q15,424.18
2	19122	3187	Q5.00	Q15,934.72
3	19755	3292	Q5.00	Q16,462.16
4	20408	3401	Q5.00	Q17,007.06
5	21084	3514	Q5.00	Q17,569.99
6	21782	3630	Q5.00	Q18,151.56
7	22503	3750	Q5.00	Q18,752.38
8	23248	3875	Q5.00	Q19,373.08
9	24017	4003	Q5.00	Q20,014.33
10	24812	4135	Q5.00	Q20,676.80
11	25633	4272	Q5.00	Q21,361.21
12	26482	4414	Q5.00	Q22,068.26
13	27358	4560	Q5.00	Q22,798.72
14	28264	4711	Q5.00	Q23,553.36
15	29200	4867	Q5.00	Q24,332.98
16	30166	5028	Q5.00	Q25,138.40
17	31165	5194	Q5.00	Q25,970.48
18	32196	5366	Q5.00	Q26,830.10
19	33262	5544	Q5.00	Q27,718.18
20	34363	5727	Q5.00	Q28,635.65
21	35500	5917	Q5.00	Q29,583.49
22	36675	6113	Q5.00	Q30,562.70
23	37889	6315	Q5.00	Q31,574.33
24	39143	6524	Q5.00	Q32,619.44
25	40439	6740	Q5.00	Q33,699.14
26	41778	6963	Q5.00	Q34,814.58
27	43160	7193	Q5.00	Q35,966.95
28	44589	7431	Q5.00	Q37,157.45
29	46065	7677	Q5.00	Q38,387.36
30	47590	7932	Q5.00	Q39,657.99
TOTAL AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO				Q786,727.05

AÑO	POBLACIÓN	VIVIENDAS	PRECIO	TOTAL
0	17916	2986	Q15.00	Q44,790.00
1	18509	3085	Q15.00	Q46,272.55
2	19122	3187	Q15.00	Q47,804.17
3	19755	3292	Q15.00	Q49,386.49
4	20408	3401	Q15.00	Q51,021.18
5	21084	3514	Q15.00	Q52,709.98
6	21782	3630	Q15.00	Q54,454.68
7	22503	3750	Q15.00	Q56,257.13
8	23248	3875	Q15.00	Q58,119.24
9	24017	4003	Q15.00	Q60,042.99
10	24812	4135	Q15.00	Q62,030.41
11	25633	4272	Q15.00	Q64,083.62
12	26482	4414	Q15.00	Q66,204.79
13	27358	4560	Q15.00	Q68,396.17
14	28264	4711	Q15.00	Q70,660.08
15	29200	4867	Q15.00	Q72,998.93
16	30166	5028	Q15.00	Q75,415.19
17	31165	5194	Q15.00	Q77,911.44
18	32196	5366	Q15.00	Q80,490.30
19	33262	5544	Q15.00	Q83,154.53
20	34363	5727	Q15.00	Q85,906.95
21	35500	5917	Q15.00	Q88,750.47
22	36675	6113	Q15.00	Q91,688.11
23	37889	6315	Q15.00	Q94,722.99
24	39143	6524	Q15.00	Q97,858.32
25	40439	6740	Q15.00	Q101,097.43
26	41778	6963	Q15.00	Q104,443.75
27	43160	7193	Q15.00	Q107,900.84
28	44589	7431	Q15.00	Q111,472.36
29	46065	7677	Q15.00	Q115,162.09
30	47590	7932	Q15.00	Q118,973.96
TOTAL AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO				Q2,360,181.14

Podemos concluir que el proyecto es puramente una inversión social, debido a que si se pagara Q15.00 por habitante al mes, que es lo mas que están dispuestos a pagar, solo se lograría recuperar casi el 6% de la inversión total inicial.

EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

<p>Instrucciones: Completar el siguiente formato de EAI, colocando una X en las casillas correspondientes y proporcionar información escrita cuando corresponda. La información debe ser proporcionada utilizando letra de molde legible o a máquina, también puede ser utilizado un formato electrónico.</p>									
INFORMACION GENERAL									
<p>1. Nombre del proyecto Canalización de las aguas residuales del sector los Aguacatillos y ríos Cuyumpá, Sacumá y Minerva</p>									
<p>2. Nombre del proponente Municipalidad de Huehuetenango y COCANHUE</p>									
<p>3. Teléfono: 7764-3448 Fax: E- mail</p>									
<p>4. Dirección del Proyecto Zonas 1, 2, 3, 5, 6 y 7 de la cabecera departamental de Huehuetenango</p>									
<p>5. Dirección para recibir notificaciones Municipalidad de Huehuetenango.</p>									
INFORMACION GENERAL									
<p>6. Breve descripción del Proyecto Se construirá un sistema de drenaje sanitario en el sector los Aguacatillos y saneamiento de los ríos Cuyumpá, Sacumá y Minerva por medio de la canalización de las aguas residuales de las zonas mencionadas y construcción de canal cerrado sobre el río Minerva</p>									
<p>7. Describir las actividades o procesos principales del proyecto Construir un sistema de drenaje para captar las aguas residuales que desfogan en los ríos. Además de la construcción de pozos de visita, conexiones domiciliarias, conexiones de desfogues existentes.</p>									
<p>8. Área total de terreno en m2, incluir plano de localización o un mapa escala. 13.95 km2 PLANO VER ANEXO.</p>									
<p>9. Área de construcción en ml. 11,856.12 ml</p>									
<p>10. Colindantes al proyecto: Viviendas aledañas a los ríos por estar dentro del casco urbano</p>									
<p>11. Caracterización de la actividad</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">a) proyecto nuevo <input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">b) actividad de remodelación <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td>c) ampliación <input type="checkbox"/></td> <td>d) reubicación de la actividad <input type="checkbox"/></td> <td>Otro <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>e) <input type="checkbox"/></td> <td colspan="2">Especifique _____</td> </tr> </table>	a) proyecto nuevo <input checked="" type="checkbox"/>	b) actividad de remodelación <input type="checkbox"/>		c) ampliación <input type="checkbox"/>	d) reubicación de la actividad <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	e) <input type="checkbox"/>	Especifique _____	
a) proyecto nuevo <input checked="" type="checkbox"/>	b) actividad de remodelación <input type="checkbox"/>								
c) ampliación <input type="checkbox"/>	d) reubicación de la actividad <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>							
e) <input type="checkbox"/>	Especifique _____								
<p>12. Avance de la actividad en porcentaje</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">a) 0% <input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 20%;">b) 20-30% <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 20%;">c) 50% <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 20%;">d) 75% <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 20%;">e) 100% <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	a) 0% <input checked="" type="checkbox"/>	b) 20-30% <input type="checkbox"/>	c) 50% <input type="checkbox"/>	d) 75% <input type="checkbox"/>	e) 100% <input type="checkbox"/>				
a) 0% <input checked="" type="checkbox"/>	b) 20-30% <input type="checkbox"/>	c) 50% <input type="checkbox"/>	d) 75% <input type="checkbox"/>	e) 100% <input type="checkbox"/>					
<p>13. Características del área de influencia del proyecto (especificar):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) cuerpos de agua cercana (ríos, lagos, quebradas, etc.). _Ríos Sacumá Cuyumpá y Minerva b) presencia de basureros en todo el recorrido de los ríos c) centros poblados cercanos: Área Urbana d) Vegetación (bosque, cultivos, etc.) Área Urbana e) Centros educativos o culturales Área Urbana f) Centros asistenciales (hospitales, asilos, etc.) Área Urbana g) Áreas residenciales Área urbana h) Centros religiosos Área urbana i) Fábricas o industrias Área urbana j) Otros _____ 									
<p>14. Riesgos potenciales en el área</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">a) inundación <input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">b) explosión <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">c) deslizamientos <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>d) derrame de combustible <input type="checkbox"/></td> <td>e) fuga de combustible <input type="checkbox"/></td> <td>f) Otros, especifique: socavamiento a las _____</td> </tr> </table>	a) inundación <input checked="" type="checkbox"/>	b) explosión <input type="checkbox"/>	c) deslizamientos <input type="checkbox"/>	d) derrame de combustible <input type="checkbox"/>	e) fuga de combustible <input type="checkbox"/>	f) Otros, especifique: socavamiento a las _____			
a) inundación <input checked="" type="checkbox"/>	b) explosión <input type="checkbox"/>	c) deslizamientos <input type="checkbox"/>							
d) derrame de combustible <input type="checkbox"/>	e) fuga de combustible <input type="checkbox"/>	f) Otros, especifique: socavamiento a las _____							

	viviendas			
15. Tipo de actividad a realizar <input checked="" type="checkbox"/> d) construcción y vivienda <input type="checkbox"/> h) salud <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> a) industrial <input type="checkbox"/> e) transporte <input type="checkbox"/> i) hidrocarburos <input type="checkbox"/> </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> b) minería <input type="checkbox"/> f) turismo <input type="checkbox"/> j) pesquero <input type="checkbox"/> </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> c) energía <input type="checkbox"/> g) agrícola <input type="checkbox"/> k) forestal <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table>	a) industrial <input type="checkbox"/> e) transporte <input type="checkbox"/> i) hidrocarburos <input type="checkbox"/>	b) minería <input type="checkbox"/> f) turismo <input type="checkbox"/> j) pesquero <input type="checkbox"/>	c) energía <input type="checkbox"/> g) agrícola <input type="checkbox"/> k) forestal <input type="checkbox"/>
a) industrial <input type="checkbox"/> e) transporte <input type="checkbox"/> i) hidrocarburos <input type="checkbox"/>	b) minería <input type="checkbox"/> f) turismo <input type="checkbox"/> j) pesquero <input type="checkbox"/>	c) energía <input type="checkbox"/> g) agrícola <input type="checkbox"/> k) forestal <input type="checkbox"/>		
I- EMISIONES A LA ATMÓSFERA				
1A. GASES Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Hornos, proceso, incinerador, caldera, motores, etc.) a) Por motores de camiones y concretera. b) _____ c) _____ d) _____				
1B. PARTICULAS Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Polvo, Movimiento de tierras, vehículos, proceso, hornos, quemadores, etc.) a) Partículas de polvo producidas por movimiento de tierra. b) _____ c) _____ d) _____				
1C. GENERACIÓN DE SONIDO O RUIDO Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Motores, compresores, instrumentos de sonido, etc.) Se debe presentar en dB (A) la cantidad aproximada a generar a) Por motores de camiones, retroexcavadora y concretera. b) _____ c) _____ d) _____				
1D. GENERACIÓN DE OLORES Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Materia prima, productos químicos, putrefacción de materia orgánica, Procesos, etc.) a) No aplica. b) _____ c) _____ d) _____				
1.E Existen fuentes radiactivas (ionizantes o no ionizantes. Especifique _____)				
1F Qué medidas de mitigación propone para evitar la generación de impactos ambientales a la atmósfera, con base en las Actividades identificadas como emisiones a la atmósfera (adjuntar esquemas, planos, cotizaciones, etc.): a) Acelerar la fase de corte y estabilización de base para construcción de canal cerrado. b) Acelerar la fase de excavación de zanjas en el sector los Aguacatillos. c) _____ d) _____ e) _____ f) _____				
II. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA (SISTEMA HÍDRICO)				
2.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO (ej. Servicio municipal de agua, construcción de pozo mecánico o artesanal, río, nacimiento de agua, etc.)				

a) Servicio de agua potable municipal.	
b) _____	
2.2 Estimación del caudal de agua requerido por m3/día o lt/día: 250 lts/día.	
Indicar usos principales (ej. Agua como insumo, lavado de equipo, limpieza, riego, etc.):	
a) Para hacer concreto.	
b) Para la limpieza de herramienta.	
c) Para el fraguado el canal cerrado.	
2.3 Generación de aguas residuales (aguas negras)	
a) domésticas <input checked="" type="checkbox"/>	c) Otro, especificar. Producidas por el rastro municipal
b) Industriales <input type="checkbox"/>	
2.4 Sistema de tratamiento de aguas residuales (ej. tratamiento primario, secundario, terciario) (especificar adjuntando planos, esquemas, , etc.):	
a) Domésticas: Sistema de Lagunas facultativas tratamiento secundario	
b) Industriales Sistema de Lagunas facultativas tratamiento secundario	
2.5 Descarga final de aguas residuales tratadas (efluente) (ej. Pozo de absorción, drenaje municipal, río, mar, etc) A el Río la Viña_____	
2.6 Disposición de lodos proveniente del sistema de tratamiento Uso para fertilizante	
2.7 Aguas de lluvia (captación y disposición de las mismas) _____	
III. Efectos sobre el Suelo (sistema edáfico y lítico)	
3.1 Uso actual del suelo en el área del proyecto:	
a) No se produce cambio de uso, la actividad a realizar es similar a la existente -----	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Cambio del uso del suelo muy leve-----	<input type="checkbox"/>
c) Cambio significativo en el uso neto, Se desarrollará otra actividad diferente a la anterior-----	<input type="checkbox"/>
d) El cambio de uso del suelo provocará impactos secundarios significativos-----	<input type="checkbox"/>
e) Se produce un cambio muy significativo en el uso del suelo-----	<input type="checkbox"/>
Especificar:_____	
3.2. Movimiento de tierras	
a) Movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad	<input type="checkbox"/>
b) Movimiento de tierra, corte y relleno con movilización fuera del área del proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>
c) Construcción de caminos de acceso	<input type="checkbox"/>
d) No se contempla movimientos de ningún tipo	<input type="checkbox"/>
e) Otro _____	<input type="checkbox"/>
3.3 Cambios en la morfología del suelo. Especifique _____	
3.4 Impactos ambientales (ej. Polvo, eliminación de la cubierta vegetal, cambios morfológicos, etc.) Polvo.	
3.5 ¿Qué medidas propone para contrarrestar los efectos al ambiente que se den por movimientos de tierra?	
Acelerar la fase de movimiento de tierra.	
IV. DESECHOS SÓLIDOS	
4.1. Especifique volumen de los desechos sólidos (basura) a generar en la fase de construcción	
a) Igual al de una residencia 5Kg/día _____	
b) Producción entre 5-100 Kg/día _____	
c) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____	
d) Producción mayor a 1 Tn _____	<input checked="" type="checkbox"/>
Caracterizar (descripción)_____	
4.2 Tipo de desecho sólido en la fase de construcción	

a) Doméstico Basura de bolsas de producto alimenticios	<input type="checkbox"/>
b) Comercial Basura de bolsas de cemento y restos de madera y ripio.	<input type="checkbox"/>
c) Industrial _____	<input type="checkbox"/>
d) peligroso _____	<input type="checkbox"/>
e) Otro _____	<input type="checkbox"/>

4.3 Volumen de los desechos sólidos (basura) en la fase de operación

a) Igual al de una residencia 5Kg/día: Bolsas de comida y de cemento.	<input type="checkbox"/>
b) Producción entre 5-100 Kg/día _____	<input type="checkbox"/>
c) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____	<input type="checkbox"/>
e) Producción mayor a 1 Tn _____	<input type="checkbox"/>

Caracterizar desechos (descripción) _____

4.4 Disposición final de los desechos sólidos (basura) en la fase de construcción u operación

a) botadero autorizado por la Municipalidad	<input type="checkbox"/>
b) tratamiento especial	<input type="checkbox"/>
c) empresa privada	<input type="checkbox"/>
d) Lugar no autorizado por la Municipalidad	<input type="checkbox"/>
e) Exportación de desechos	<input type="checkbox"/>
f) otro	<input type="checkbox"/>

Ampliar información sobre disposición final de desechos sólidos. Se utilizará el tren de aseo municipal.

4.5 ¿Qué medidas propone para contrarrestar la generación de desechos sólidos, para su tratamiento y/o disposición final?
 Clasificar los desechos según su composición.

V: DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

5.1 Consumo aproximado de energía por hora (KW/hr o MW/hr) _____

5.2 Tipo de Abastecimiento de energía

a) Sistema nacional de empresa eléctrica	<input type="checkbox"/>
b) Generación propia	<input type="checkbox"/>
a. Capacidad de generación	
b. Tipo de generación	
i. Térmica	<input type="checkbox"/>
ii. Hidráulica	<input type="checkbox"/>
iii. Eólica	<input type="checkbox"/>
iv. Solar	<input type="checkbox"/>
v. Geotérmica	<input type="checkbox"/>
vi. otra	<input type="checkbox"/>
c. Planta de emergencia	<input type="checkbox"/>

Ampliar información _____

5.3 ¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos ambientales generados por la demanda y consumo de energía?

VI. USO DE COMBUSTIBLES

6.1 ¿Tipo de combustible que utiliza?

a) Gas Licuado de Petróleo –GLP- (Gas propano)	<input type="checkbox"/>
b) Bunker	<input type="checkbox"/>
c) Diesel	<input type="checkbox"/>
d) Butano	<input type="checkbox"/>
e) Gasolina	<input type="checkbox"/>
f) Otro	<input type="checkbox"/>

Especificar: Gasolina para concretera y diesel para camiones y otra maquinaria.

6.2 Cantidades a utilizar por día o por mes: 20 galones por día.

6.3 Tipo de almacenamiento: en galones plásticos.	
6.4 Uso que se dará a el o los combustibles: combustible para concretera y camiones.	
6.5 Tipo y Número de Licencia, extendida por la Dirección General de Hidrocarburos, del Ministerio de Energía y Minas	
6.6. Qué medidas propone para contrarrestar los impactos o riesgos del uso y almacenamiento de combustible? Tener a disposición en la obra extintores para cualquier eventualidad y señalización de área de almacenamiento del combustible.	
VII. EFECTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA, BOSQUES Y ÁREAS PROTEGIDAS.	
7.1 Desplazamiento y/o pérdida de flora y fauna por actividades del proyecto	
a) No habrá desplazamiento de fauna producto de las actividades del proyecto	<input type="checkbox"/>
b) Desplazamiento temporal de la fauna por actividades del proyecto	<input type="checkbox"/>
c) Pérdida parcial de flora y fauna por las actividades del proyecto	<input type="checkbox"/>
d) Pérdida total de flora y fauna, producto de actividades del proyecto	<input type="checkbox"/>
Especificar _____	
7.2 Pérdida de bosque:	
a) La actividad se desarrolla en un área desprovista de árboles	<input type="checkbox"/>
b) La actividad involucra tala de 1-3 árboles aislados dentro de una zona de potrero	<input type="checkbox"/>
c) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque secundario	<input type="checkbox"/>
d) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque primario	<input type="checkbox"/>
e) La tala de árboles, además ocasiona efectos secundarios en sistema suelo, agua, biodiversidad	<input type="checkbox"/>
Especificar _____	
7.3 Efectos en área protegida:	
a) La actividad no se encuentra dentro de un área de protección	<input type="checkbox"/>
b) La actividad se localiza adyacente al área de protección (cuerpo de agua, bosque vecinal) y no lo modifica	<input type="checkbox"/>
c) La actividad se localiza adyacente al área de protección , pero ocasiona efectos secundarios	<input type="checkbox"/>
d) La actividad se localiza dentro de un área de protección	<input type="checkbox"/>
Especifique _____	
7.4 ¿Qué medidas propone para contrarrestar la pérdida de flora o fauna o los impactos?	

VIII. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
8.1 Efectos directos en el medio social del entorno inmediato:	
a) Número de vehículos propiedad de la empresa: 3 unidades	
b) Sitio previsto para aparcamiento: parqueo privado	
8.2 Personal	
a) Jornada de trabajo	
a. Diurna	<input type="checkbox"/>
b. Nocturna	<input type="checkbox"/>
c. Mixta	<input type="checkbox"/>
b) Número de empleados por jornada: 15 empleados	
8.3 Efectos en los recursos culturales- arqueológicos:	
a) La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____	<input type="checkbox"/>
b) La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural o arqueológico _____	<input type="checkbox"/>
c) La actividad afecta significativamente un recurso cultural o arqueológico _____	<input type="checkbox"/>

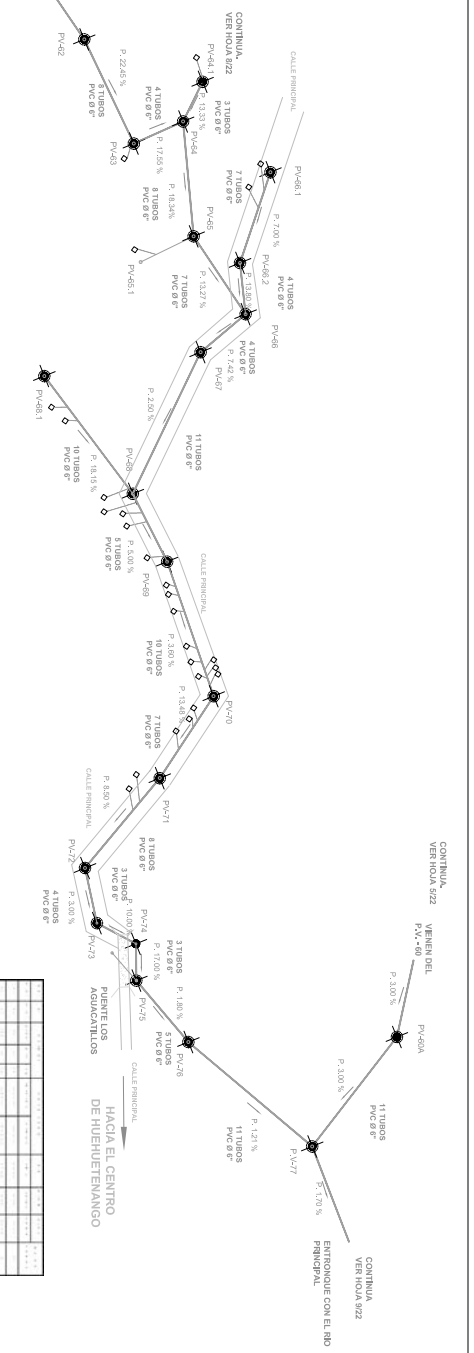
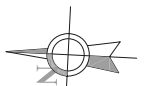
Especificar	
8.4	Identificar algún problema social que puede generarse por la realización del proyecto Que los vecinos no accedan a dar derecho de vía para la construcción del drenaje. _____
8.5	¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos identificados anteriormente? Concienciar a la población de la importancia del proyecto _____
8.6	Afectación al paisaje; Especifique Ninguna ya que el proyecto va en beneficio de la población y al paisaje mismo. _____
IX.EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA	
9.1	Efectos en la salud humana:
a)	La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto
b)	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c)	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores
d)	Efectos sobre los trabajadores
Especificar: Problemas respiratorios ya que los ríos se encuentran contaminados y riesgo al momento de la construcción del canal.	
¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?: dar equipo adecuado para el uso de materiales perjudiciales al ser humano.	

Adjuntar Sigüientes documentos:

- Plano de localización
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento)

ESPACIO RESERVADO PARA LA DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.	
Fecha de recibido _____	
Nombre _____	
Firma _____ Sello	
Firma: _____	
Vo. Bo. Oficina de Servicios al Usuario	
Nota : Presentar original y copia.	

APÉNDICE B

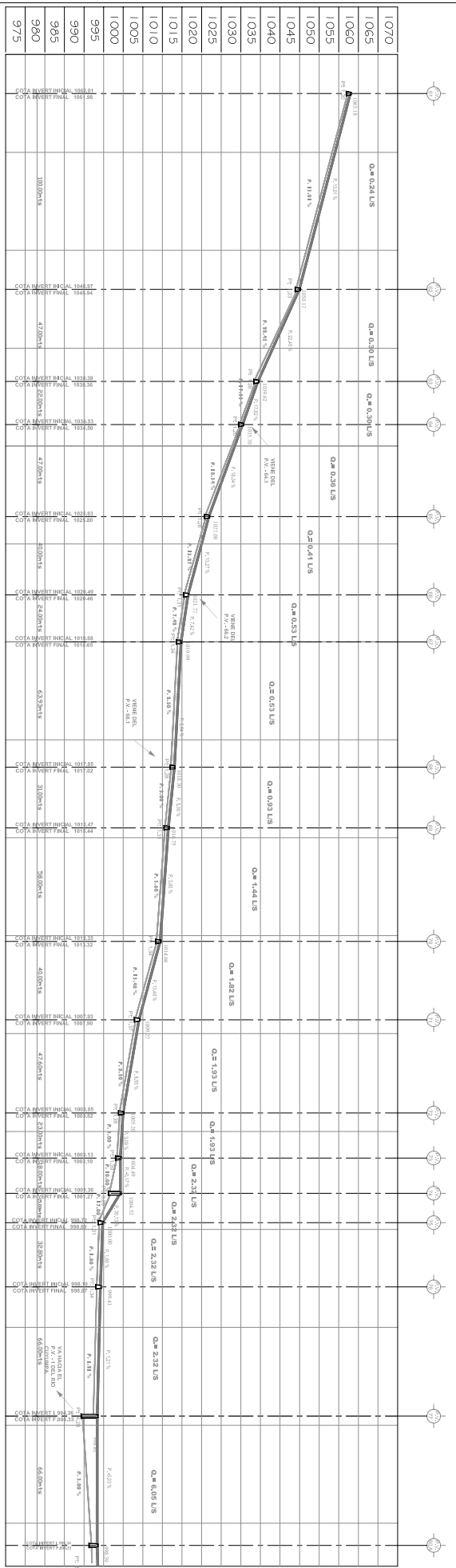


NOMENCLATURA	
	POZO DE BARRA (P.BARR.)
	POZO DE BARRA (P.BARR.)
	VANEDA
	DIRECCION DEL FLUJO Y PENDIENTE %
	MANEJO
	TUBO PVC OMBRADO
	RESERVOIRIOS CASI EN TIERRA O INICIADO

PLANTA

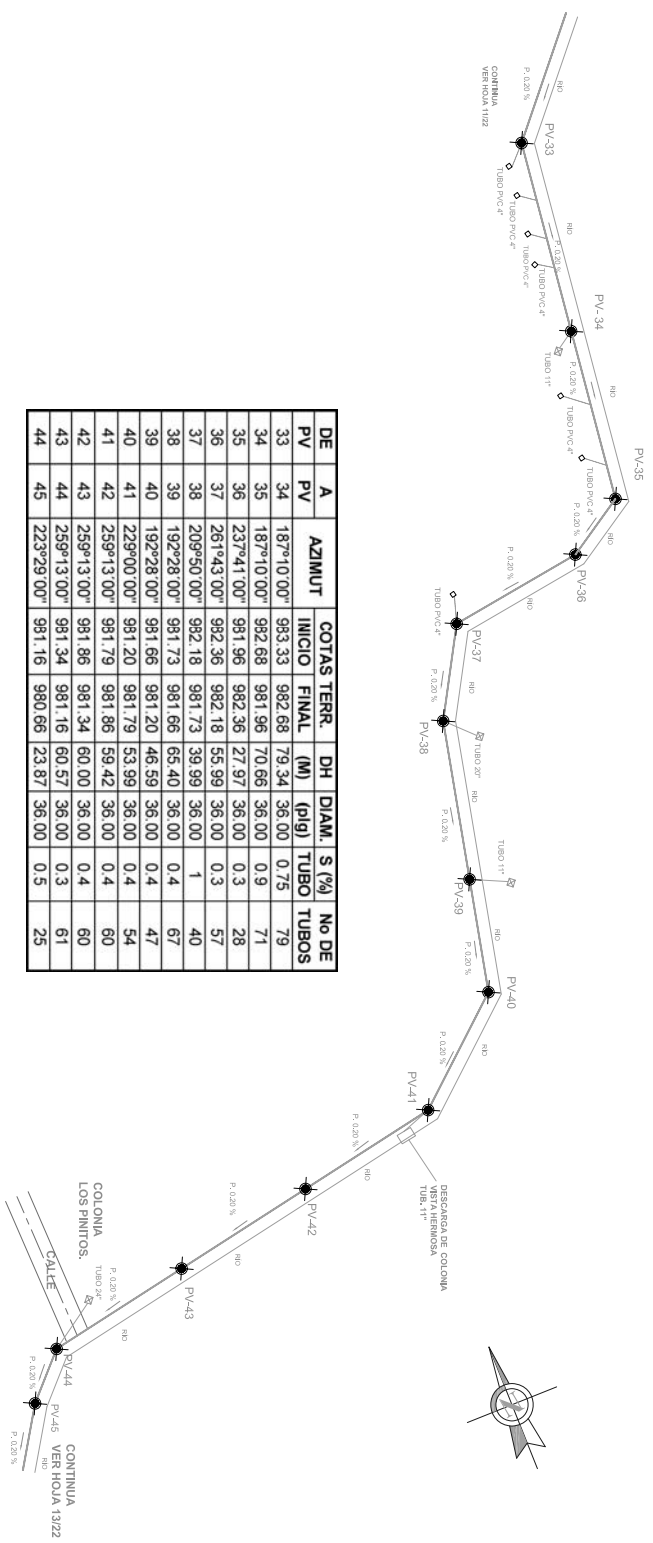
PERFIL

DEL P.V.-61 A P.V.-77



NO. 61	NO. 62	NO. 63	NO. 64	NO. 65	NO. 66	NO. 67	NO. 68	NO. 69	NO. 70	NO. 71	NO. 72	NO. 73	NO. 74	NO. 75	NO. 76	NO. 77
PLANTA - PERFIL																
SERVIDORES ZONIFICADOS Y HUBIERTERMINO HUBIERTERMINO																
DISEÑADO POR: M. LIC. J. G. GONZALEZ																
REVISADO POR: M. LIC. J. G. GONZALEZ																
AUTORIZADO POR: M. LIC. J. G. GONZALEZ																
FECHA: OCTUBRE 2006																
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA																
EFICIENCIA PROFESIONAL SUPERVISADO																
6/22																

NOMENCLATURA	
	POZO DE AGUA (PISETA)
	VENTOSA
	DIRECCION DEL FLUJO Y PERCENTAJE % INCLINADO
	TUBO PVC 6" Ø
	TUBO PVC 8" Ø
	TUBO PVC 10" Ø
	TUBO PVC 12" Ø
	TUBO PVC 15" Ø
	TUBO PVC 20" Ø
	TUBO PVC 24" Ø
	TUBO PVC 30" Ø
	TUBO PVC 36" Ø
	TUBO PVC 42" Ø
	TUBO PVC 48" Ø
	TUBO PVC 60" Ø
	TUBO PVC 72" Ø
	TUBO PVC 84" Ø
	TUBO PVC 96" Ø
	TUBO PVC 108" Ø
	TUBO PVC 120" Ø
	TUBO PVC 132" Ø
	TUBO PVC 144" Ø
	TUBO PVC 156" Ø
	TUBO PVC 168" Ø
	TUBO PVC 180" Ø
	TUBO PVC 192" Ø
	TUBO PVC 204" Ø
	TUBO PVC 216" Ø
	TUBO PVC 228" Ø
	TUBO PVC 240" Ø
	TUBO PVC 252" Ø
	TUBO PVC 264" Ø
	TUBO PVC 276" Ø
	TUBO PVC 288" Ø
	TUBO PVC 300" Ø
	TUBO PVC 312" Ø
	TUBO PVC 324" Ø
	TUBO PVC 336" Ø
	TUBO PVC 348" Ø
	TUBO PVC 360" Ø
	TUBO PVC 372" Ø
	TUBO PVC 384" Ø
	TUBO PVC 396" Ø
	TUBO PVC 408" Ø
	TUBO PVC 420" Ø
	TUBO PVC 432" Ø
	TUBO PVC 444" Ø
	TUBO PVC 456" Ø
	TUBO PVC 468" Ø
	TUBO PVC 480" Ø
	TUBO PVC 492" Ø
	TUBO PVC 504" Ø
	TUBO PVC 516" Ø
	TUBO PVC 528" Ø
	TUBO PVC 540" Ø
	TUBO PVC 552" Ø
	TUBO PVC 564" Ø
	TUBO PVC 576" Ø
	TUBO PVC 588" Ø
	TUBO PVC 600" Ø
	TUBO PVC 612" Ø
	TUBO PVC 624" Ø
	TUBO PVC 636" Ø
	TUBO PVC 648" Ø
	TUBO PVC 660" Ø
	TUBO PVC 672" Ø
	TUBO PVC 684" Ø
	TUBO PVC 696" Ø
	TUBO PVC 708" Ø
	TUBO PVC 720" Ø
	TUBO PVC 732" Ø
	TUBO PVC 744" Ø
	TUBO PVC 756" Ø
	TUBO PVC 768" Ø
	TUBO PVC 780" Ø
	TUBO PVC 792" Ø
	TUBO PVC 804" Ø
	TUBO PVC 816" Ø
	TUBO PVC 828" Ø
	TUBO PVC 840" Ø
	TUBO PVC 852" Ø
	TUBO PVC 864" Ø
	TUBO PVC 876" Ø
	TUBO PVC 888" Ø
	TUBO PVC 900" Ø
	TUBO PVC 912" Ø
	TUBO PVC 924" Ø
	TUBO PVC 936" Ø
	TUBO PVC 948" Ø
	TUBO PVC 960" Ø
	TUBO PVC 972" Ø
	TUBO PVC 984" Ø
	TUBO PVC 996" Ø
	TUBO PVC 1008" Ø
	TUBO PVC 1020" Ø
	TUBO PVC 1032" Ø
	TUBO PVC 1044" Ø
	TUBO PVC 1056" Ø
	TUBO PVC 1068" Ø
	TUBO PVC 1080" Ø
	TUBO PVC 1092" Ø
	TUBO PVC 1104" Ø
	TUBO PVC 1116" Ø
	TUBO PVC 1128" Ø
	TUBO PVC 1140" Ø
	TUBO PVC 1152" Ø
	TUBO PVC 1164" Ø
	TUBO PVC 1176" Ø
	TUBO PVC 1188" Ø
	TUBO PVC 1200" Ø



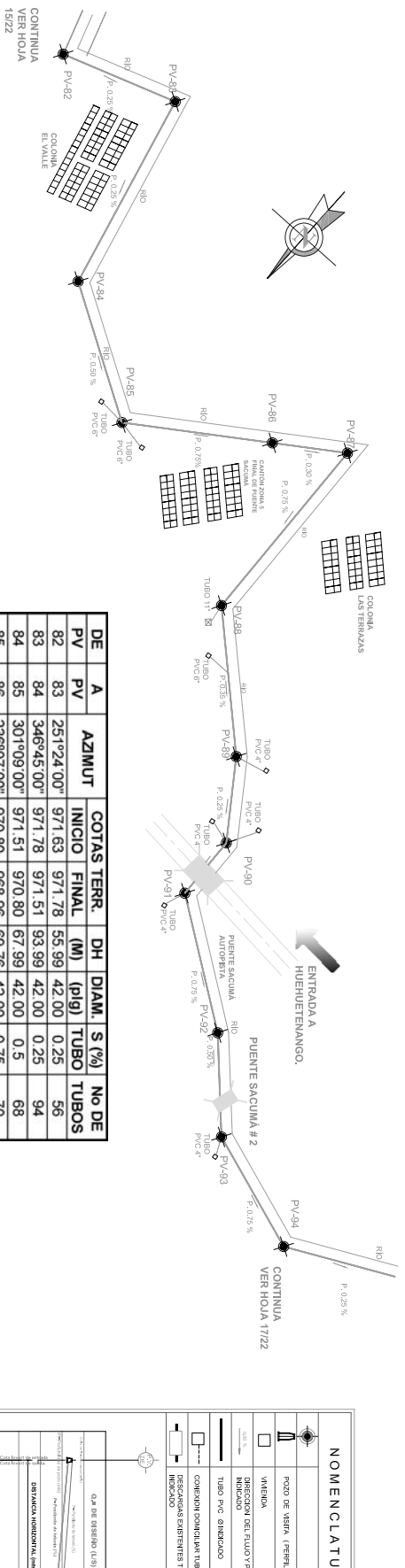
DE	A	AZIMUT	COTAS TERR.	DH	DIAM.	S (%)	No DE TUBOS
PV	PV		INICIO FINAL (M)	(pulg)			
33	34	187°10'00"	983.33 982.68	79.34	36.00	0.75	79
34	35	187°10'00"	982.68 981.96	70.66	36.00	0.9	71
35	36	237°41'00"	981.96 982.36	27.97	36.00	0.3	28
36	37	261°43'00"	982.36 982.18	55.99	36.00	0.3	57
37	38	209°50'00"	982.18 981.73	39.99	36.00	1	40
38	39	192°28'00"	981.73 981.66	65.40	36.00	0.4	67
39	40	192°28'00"	981.66 981.20	46.59	36.00	0.4	47
40	41	229°00'00"	981.20 981.79	53.99	36.00	0.4	54
41	42	259°13'00"	981.79 981.86	59.42	36.00	0.4	60
42	43	259°13'00"	981.86 981.34	60.00	36.00	0.4	61
43	44	259°13'00"	981.34 981.16	60.57	36.00	0.3	61
44	45	223°29'00"	981.16 980.66	23.87	36.00	0.5	25

ESTACION	Q.D.	F. INCLINADO	P. INICIAL	P. FINAL	INCLINACION	TIPO TUBERIA	DIAM. TUBERIA	LONGITUD TUBERIA	COTA INICIAL	COTA FINAL
995	Q.D. 684.90 L/S									
990	Q.D. 687.51 L/S									
985	Q.D. 687.48 L/S									
980	Q.D. 689.63 L/S									
975	Q.D. 689.74 L/S									
970	Q.D. 689.74 L/S									
965	Q.D. 689.74 L/S									
960	Q.D. 689.74 L/S									
955	Q.D. 689.74 L/S									
950	Q.D. 689.74 L/S									
945	Q.D. 689.74 L/S									
940	Q.D. 689.74 L/S									
935	Q.D. 689.74 L/S									
930	Q.D. 689.74 L/S									
925	Q.D. 689.74 L/S									
920	Q.D. 689.74 L/S									

PLANTA PERFIL DEL P.V.-33 A P.V.-45

ESCALA: HOR: 1/1000
VER: 1/500

PROYECTO	PLANTA - PERFIL
CLIENTE	INDUSTRIAL ZONAS T 8'7'
UBICACION	HERMOSUQUO, HERMOSUQUO.
FECHA	OCTUBRE 2006
PROYECTISTA	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROFESIONISTA	EDIFICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTISTA	12/22



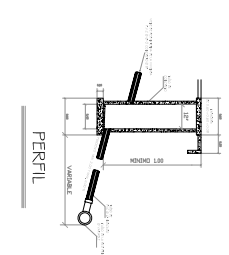
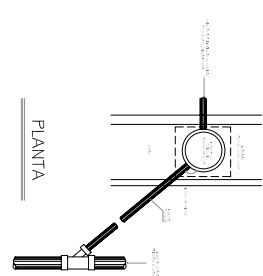
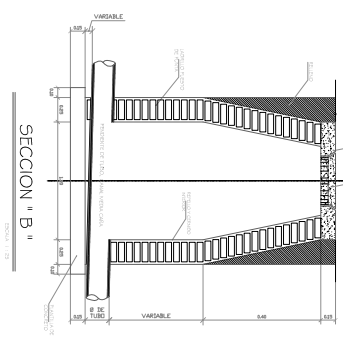
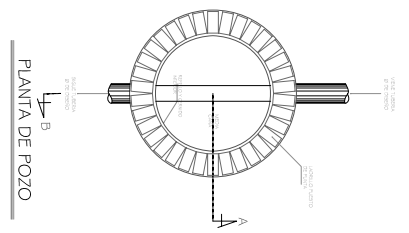
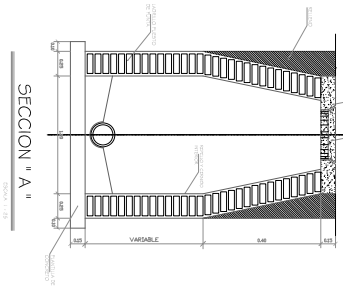
DE	A	AZMUT	COTAS TERR.	DH	DIAM.	S (%)	No DE TUBOS
PV	PV		INICIO FINAL	(M)	(pulg)	TUBO	TUBOS
82	83	261°24'00"	971.63 971.78	55.99	42.00	0.25	56
83	84	346°45'00"	971.78 971.51	93.99	42.00	0.25	94
84	85	301°09'00"	971.51 970.80	67.99	42.00	0.5	68
85	86	236°07'00"	970.80 968.96	69.76	42.00	0.75	70
86	87	236°07'00"	968.96 968.05	34.86	42.00	0.3	35
87	88	357°56'00"	968.05 968.24	90.96	42.00	0.75	91
88	89	312°49'00"	968.24 967.97	69.86	42.00	0.35	88
89	90	324°57'00"	967.97 968.10	39.99	42.00	0.25	41
90	91	357°55'00"	968.10 968.04	29.99	42.00	0.2	31
91	92	305°09'00"	968.04 967.33	65.99	48.00	0.75	66
92	93	316°20'00"	967.33 966.98	47.98	48.00	0.5	48
93	94	288°51'00"	966.98 966.42	57.98	48.00	0.75	58

ESTACION	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S	Q= 775.30 L/S
935												
930												
970												
965												
960												
955												
950												
945												
940												
935												
930												
925												
920												
915												
910												
905												

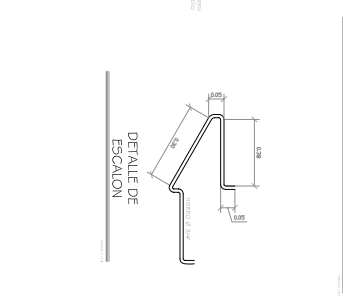
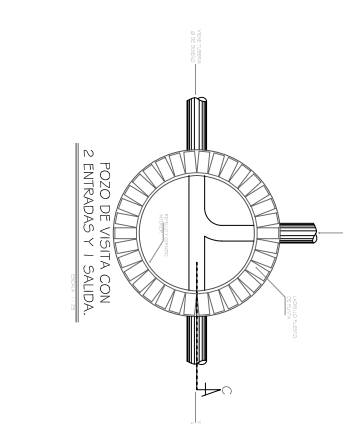
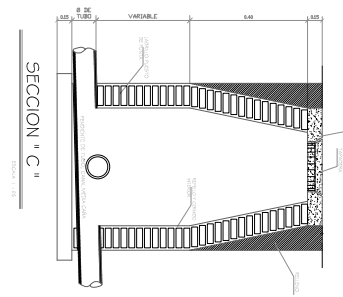
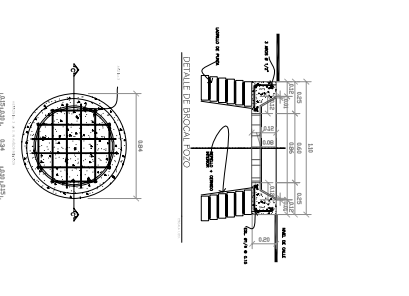
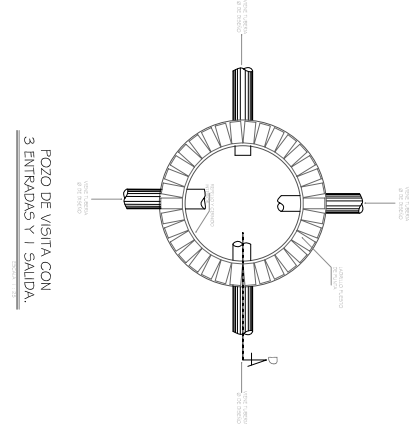
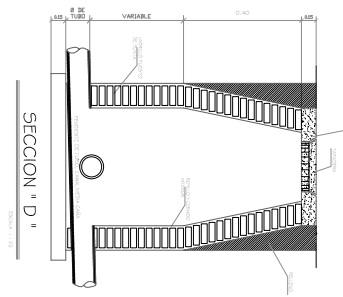
PLANTA PERFIL DEL P.V.-82 A P.V.-94

ESCALA: HOR: 1/1000
VER: 1/500

NO. PROYECTO	NO. PLAN	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	APROBADO
PLANTA - PERFIL	INDICACION ZONAS 5	HUENHUTENANGO HUENHUTENANGO.	CONSTRUCCION Y REALIZACION	CONSTRUCCION Y REALIZACION	CONSTRUCCION Y REALIZACION
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>					
<p>16/22</p>					



CANDELA DE ACOMETIDA DOMICILIAR
SECCION 1:20



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISEÑO.

Periodo de Diseño	30 años
Tasa de Crecimiento	0.0331
Dotación	125lt/hab./dia
Factor de Retorno	0.75
Proporcion de habitante por casa	6 hab/casa
Poblacion actual a servir	672 hab.
Poblacion futura a servir	1785 hab.
Diametro minimo de tubería P.V.C.	6 plg.
Factor de Rugosidad (n) para P.V.C	0.01
Factor de Rugosidad (n) para T.C.	0.015
Velocidad minima del flujo.	0.60 m/seg.
Velocidad maxima del flujo.	3.00 m/seg.
Profundidad minima de tubería	1.20 mis.
Ancho minimo de zanja	0.60 mis.
Intensidad promedio	527.54 mm/ln
Dimensiones de Ladrillo para Pozo de Visita	6.5*14*23 cms
Resistencia de Concreto (f'c)	281 Kg/cm2
Resistencia de Acero (f'c)	2810 Kg/cm2

