



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

**ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJES DE LAS CALLES DE SABANA LARGA, DE LA ALDEA DE AMBERES; Y ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA ENTRADA A LA COLONIA LA UNIÓN, QUE CONDUCE HACIA EL INSTITUTO, AMBOS PROYECTOS EN JURISDICCIÓN DE SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA.**

**Esdras Amilcar Pérez Corado**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, abril de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJES  
DE LAS CALLES DE SABANA LARGA, DE LA ALDEA  
AMBERES; Y ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA PAVIMENTACIÓN  
DE LA ENTRADA A LA COLONIA LA UNIÓN, QUE CONDUCE  
HACIA EL INSTITUTO, AMBOS PROYECTOS EN JURISDICCIÓN  
DE SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ESDRAS AMILCAR PÉREZ CORADO**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL 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 Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. William Yon Chavarría
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA PAVIMENTACIÓN Y DRENAJES  
DE LAS CALLES DE SABANA LARGA, DE LA ALDEA  
AMBERES; Y ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA PAVIMENTACIÓN  
DE LA ENTRADA A LA COLONIA LA UNIÓN, QUE CONDUCE  
HACIA EL INSTITUTO, AMBOS PROYECTOS EN JURISDICCIÓN  
DE SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 27 de marzo de 2006.

Esdras Amilcar Pérez Corado

## **ACTO QUE DECIDO A:**

### **DIOS NUESTRO SEÑOR**

Porque sin tu bondad no sería posible estar aquí.

### **MI MADRE**

Rosadelia Corado +

Por su incondicional amor hacia mí, por darme su apoyo en todo y por sus sabios consejos.

**MIS HERMANAS** Rosadelia y Arely, por su amor.

### **A MIS PADRES CONY Y DONALDO**

Por su incondicional amor y apoyo en todo.

### **MIS TÍAS**

Con cariño y aprecio para cada una de ellas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**DIOS NUESTRO SEÑOR** Por permitirme la vida. Y por guiarme por el camino de la verdad.

**EL ING. MANUEL ARRIVILLAGA** Por el apoyo técnico, brindado de manera incondicional, por su paciencia y su valiosa asesoría en el presente trabajo de graduación.

**TODOS LOS QUE FUERON MIS CATEDRÁTICOS** Que con su dedicación transmitieron sus enseñanzas y permitieron el forjamiento sólido de mi persona y demás profesionales.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX

### 1 INVESTIGACIÓN

1.1	Monografía de la aldea Amberes y la cabecera municipal.....	1
1.1.1	Ubicación.....	1
1.1.2	Límites y colindancias.....	1
1.1.3	Clima.....	2
1.1.4	Topografía.....	2
1.1.5	Suelo.....	3
1.1.6	Vías de acceso, comunicación y transporte.....	3
1.1.7	Idioma.....	4
1.1.8	Servicios públicos.....	5
1.1.9	Aspectos de salud.....	6
1.2	Encuesta sanitaria.....	7
1.2.1	Datos de la población.....	7

1.2.2	Datos de vivienda.....	7
1.2.3	Datos sobre el uso del agua.....	7
1.2.4	Canalización de las aguas servidas.....	8
1.3	Investigación sobre las necesidades prioritarias del lugar.....	8

## **2 DESARROLLO DEL PROYECTO DE DRENAJE SANITARIO PARA LAS CALLES DE SABANA LARGA, AMBERES.**

2.1	Levantamiento topográfico.....	11
2.1.1	Levantamiento planimétrico.....	11
2.1.2	Levantamiento altimétrico.....	12
2.2	Características del subsuelo.....	12
2.3	Tipo de sistema a usar.....	13
2.4	Período de diseño.....	13
2.5	Estimación de la población de diseño.....	13
2.6	Determinación del caudal de las aguas servidas.....	14
2.6.1	Población tributaria.....	14
2.6.2	Dotación.....	14
2.6.3	Factor de retorno del sistema.....	15
2.6.4	Factor de flujo instantáneo.....	15
2.6.5	Relación de diámetros y caudales .....	15
2.6.6	Caudal domiciliar.....	16
2.6.7	Caudal de infiltración.....	16
2.6.8	Caudal de conexiones ilícitas.....	16
2.6.9	Factor de caudal medio.....	17
2.6.10	Caudal de diseño.....	17
2.6.11	Diseño de secciones y pendientes.....	17



2.6.12	Obras accesorias.....	18
2.6.13	Diseño de la red de alcantarillado sanitario.....	18
2.7	Integración de costos unitarios .....	22
2.8	Resumen de presupuesto.....	26
2.9	Programa de ejecución e inversión.....	27
2.9	Selección del tipo de tratamiento.....	28
2.10	Propuesta de las unidades de tratamiento.....	31
2.11	Estudio de impacto ambiental.....	31
2.12	Evaluación socio-económica.....	32

### **3 ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PARA LAS CALLES DE SABANA LARGA, AMBERES Y ENTRADA A COLONIA LA UNIÓN, EN LA CABECERA MUNICIPAL.**

3.1	Período de diseño.....	37
3.2	Topografía.....	37
3.2.1	Planimetría.....	37
3.2.2	Altimetría.....	38
3.3	Ensayos de laboratorio de suelos .....	38
3.3.1	Granulometría.....	39
3.3.2	Límites de Atterberg.....	40
3.3.3	Ensayo de Compactación ( Proctor modificado ).....	42
3.3.4	Ensayo de valor soporte.....	48
3.3.5	Ensayo de equivalente de arena.....	51
3.3.6	Análisis de resultados .....	54
3.4	Rasante.....	55
3.5	Justificación Para el diseño de un pavimento rígido.....	55

3.6	Elementos estructurales del pavimento.....	55
3.7	Diseño de pavimento rígido.....	57
	3.7.1 Módulo de ruptura.....	60
	3.7.2 Soporte de la subrasante.....	61
3.8	Cálculo de pavimento rígido.....	62
<b>4</b>	<b>PRESUPUESTO Y PROGRAMA EJECUCION E INVERSIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO PARA LAS CALLES DE SABANA LARGA, AMBERES, Y ENTRADA A COLONIA LA UNIÓN, EN LA CABECERA MUNICIPAL.</b>	
4.1	Costos unitarios por renglón de trabajo.....	85
4.2	Resumen general de renglones.....	91
4.3	Programa de ejecución e inversión.....	92
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>95</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Diagrama de flujo.....	35
2	Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y valores de porte.....	70

### TABLAS

I	Categorías de carga por eje .....	69
II	Tipos de suelo de subrasante y valores aproximados de K.....	71
III	Valores de K para diseño sobre bases granulares (PCA).....	72
IV	Valores de K para diseño sobre bases de suelo cemento de (PCA).....	72
V	TPDC permisible, carga por eje categoría 1, pavimentos con Junta de trabe por agregados.....	73
VI	TPDC permisible, carga por eje categoría 2, pavimento con Juntas doveladas.....	74
VII	TPDC permisible, carga por eje categoría 2, pavimentos con Juntas con agregado de trabe.....	75
VIII	TPDC permisible, carga por eje categoría 3, pavimentos con Juntas doveladas.....	76
IX	TPDC permisible, carga por eje categoría 3, pavimentos con Juntas con agregados de trabe.....	77
X	TPDC permisible, carga por eje categoría 4, pavimento con Juntas doveladas.....	78

XI	TPDC permisible, carga por eje categoría 4, pavimento con Juntas agregados de trave.....	77
XII	Revenimiento recomendado para algunas estructuras de Concreto.....	80
XIII	Relación agua-cemento para concreto de diferentes resistencias.....	80
XIV	Relación asentamiento-agua-tamaño de agregado grueso.....	81
XV	Relación tamaño máximo de agregado grueso - % de agua.....	81

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>lts/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>q.</b>	Caudal de diseño expresado en $m^3/s$
<b>Q.</b>	Caudal a sección llena en tuberías expresada en $m^3/s$
<b>V.</b>	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en $m/s$
<b>D.</b>	Diámetro de la tubería expresada en m
<b>v/V.</b>	Relación de velocidades
<b>d/D.</b>	Relación de diámetros
<b>q/Q.</b>	Relación de caudal / caudal a sección llena
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros al cuadrado
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>I.</b>	Intensidad de lluvia
<b>C.</b>	Coefficiente de escorrentía superficial
<b>mm/h</b>	Milímetros por hora
<b>n.</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>S.</b>	Pendiente
<b>Rh.</b>	Radio hidráulico

<b>Min.</b>	Mínima
<b>Máx.</b>	Máxima
<b>Dist.</b>	Distancia
<b>Hab.</b>	Habitantes
<b>P.V.</b>	Pozo de visita
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
<b>mts/seg</b>	Metros sobre segundo
<b>K</b>	Módulo de reacción.
<b>AASHTO</b>	Asociación de Carreteras Estatales y Oficiales de Transporte, por sus siglas en inglés.

## GLOSARIO

<b>Aguas negras</b>	El agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos, no produce efectos adversos a su salud.
<b>Alcantarillado</b>	Conducto subterráneo o sumidero construido para recoger las aguas residuales y darles paso.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que trata de la medida de las alturas.
<b>Anaeróbico</b>	Condición en la cual no se encuentra presencia de oxígeno.
<b>Base de diseño</b>	Parámetros que se utilizarán en la elaboración de un diseño, como la población, el clima, tipos de comercio, caudales.
<b>Bombeo</b>	Pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje, para evitar la acumulación del agua sobre la superficie de rodamiento.

<b>Candela</b>	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y conduce estas mismas, al colector del sistema de drenaje.
<b>Carril</b>	Superficie de rodamiento, el cual tiene el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería, en una unidad de tiempo determinado.
<b>Caudal de diseño</b>	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
<b>Colector</b>	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
<b>Compactación del suelo</b>	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad para soporte de cargas.
<b>Cota invert</b>	Cota o altura de la parte inferior interna de la tubería ya instalada.
<b>Cuneta</b>	Zanja en cada uno de los lados del camino o carretera, en la cual, el agua circula debido a la acción de la gravedad.



<b>Densidad de vivienda</b>	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
<b>Descarga</b>	Lugar donde se descargan las aguas de lluvia que proviene de un colector.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.
<b>Fórmula de Manning</b>	Fórmula para determinar la velocidad de un flujo en un canal abierto; esta fórmula se relaciona con la rugosidad del material con que está construido el canal, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
<b>Fosa séptica</b>	Consiste en un depósito cubierto y hermético, diseñado para que las aguas negras se mantengan a una velocidad muy baja, por un tiempo determinado, durante el cual se efectúa un proceso anaerobio de eliminación de sólidos sedimentales.
<b>Grado máximo de curvatura</b>	De acuerdo con el tipo de carretera, se fija un grado máximo de curva a usarse. Éste debe llenar las condiciones de seguridad para el tránsito de la velocidad de diseño.
<b>Hábitat</b>	Es el ambiente natural de un animal o planta.

<b>Impacto Ambiental</b>	Consecuencia, efectos o cambios en el ambiente derivados de la ejecución de un proyecto en particular. Su influencia puede ser a corto o largo plazo, directa o indirecta, positiva o negativa y su acción temporal o permanente.
<b>Monografía</b>	Breve descripción sobre características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que trata de la mediciones horizontales de una superficie.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo.
<b>Revenimiento</b>	Hundimiento.
<b>Sección típica</b>	Es la representación gráfica transversal y acotada, la cual muestra las partes y componentes de una carretera.
<b>Sub-rasante</b>	Es la superficie del suelo que sostiene la estructura del pavimento.
<b>Sub-base</b>	Es la capa del pavimento que transmite directamente las cargas a la sub-rasante y absorbe las irregularidades de la sub-rasante para que no afecten las capas superiores.

<b>Superficie de Rodadura</b>	Área designada a la circulación de vehículos.
<b>Talud</b>	Inclinación de un terreno que pertenece a la sección típica, la cual delimita los volúmenes de corte o terraplén y está contenido entre la cuneta y el terreno original.
<b>Terracería</b>	Prisma de corte o terraplén, en el cual se construyen las partes de la carretera mostradas en la sección típica.
<b>Tramo inicial</b>	Primer tramo a diseñar o construir en un drenaje.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.



## RESUMEN

Las necesidades que aquejan a los guatemaltecos en cuanto a infraestructura se refiere, son grandes, es triste ver que por falta de un buen camino, se hace costoso el transporte de cosechas, lo cual incrementa el precio de los productos y repercute en todos los consumidores.

En el presente trabajo de graduación se diseñó la pavimentación de dos de los caminos más importantes de este municipio, ambos comunican a escuelas, y con esto se resolverá el problema que se ocasiona en los inviernos, época en que los caminos se vuelven intransitables, además se diseñó el drenaje sanitario, con el fin de solucionar una serie de problemas con enfermedades provocadas por bacterias de aguas que corren a flor de tierra.

Los problemas y soluciones de los mismos se identificaron con investigaciones con encuestas y visitas a los lugares afectados, con esto se beneficiarán los habitantes del lugar y vecinos que utilizan los caminos para transportarse hacia otras comunidades.

A continuación se presentan las bases, teorías y planteamiento de los diseños que se realizaron en las dos comunidades seleccionadas del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

El principal objetivo que se pretende alcanzar con la ejecución del presente proyecto, es mejorar la condición de vida de los habitantes del cantón Sabana Larga de la aldea Amberes, y la colonia La Unión de la cabecera municipal y abrir una brecha hacia el desarrollo económico social.

### **ESPECÍFICO**

Realizar un estudio para poder pavimentar dos tramos de carretera y evitar el hecho de tener que balastar el camino, ya que es muy oneroso y al final el trabajo se pierde por las lluvias. Diseñar una red de drenajes en el cantón Sabana Larga de la aldea Amberes, para que las aguas residuales ya no corran a flor de tierra y evitar enfermedades. Con lo anterior se mejorará el nivel de vida de los habitantes, así como el ornato del lugar.





## INTRODUCCIÓN

En el municipio de Santa Rosa de Lima, existe deficiencia de muchos servicios.

El 86 por ciento de viviendas, disponen de letrinas, pero pocas familias las utilizan, no hay un sistema de drenaje, tratamiento de desechos sólidos y líquidos, situación que causa infecciones respiratorias y digestivas.

Pueden observarse bajos niveles de inversión en el municipio, con respecto al resto del departamento, en lo que se refiere a vías de comunicación y otros servicios básicos

En este Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), se hizo un estudio para poder resolver una pequeña parte de los problemas mencionados anteriormente. Con estas soluciones se beneficiarán muchos habitantes del municipio de Santa Rosa de Lima, del departamento de Santa Rosa, esperando como resultado que se reduzcan enfermedades y se les facilite movilizarse hacia los poblados vecinos, también mejorar y reducir los costos para transportar los productos que los habitantes producen en estas comunidades, así como también se mejorará la condición de los alumnos del instituto de la colonia La Unión y de la Escuela de Sabana Larga, que es el principal objetivo, al pavimentar la entrada a la colonia La Unión y las calles de Sabana Larga, y la construcción del sistema de drenajes de Sabana Larga.

# 1 INVESTIGACIÓN

## 1.1 Monografía de la aldea Amberes y la cabecera municipal

### 1.1.1 Ubicación

El municipio de Santa Rosa de Lima está localizado a una latitud 14°23'18" y longitud 90°17'42". Tiene una extensión territorial de 67 kilómetros cuadrados. Geográficamente, limita al Norte con Mataquescuintla, Jalapa; al Este con Nueva Santa Rosa y Casillas (Santa Rosa); al Sur con Nueva Santa Rosa, Cuilapa y Barberena (Santa Rosa); y al Oeste con Santa Cruz Naranjo (Santa Rosa) y Fraijanes (Guatemala).

La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 70 km. de la ciudad capital y a 28 de la cabecera departamental.

### 1.1.2 Límites y colindancias

Geográficamente, limita al Norte con Mataquescuintla, Jalapa; al Este con Nueva Santa Rosa y Casillas (Santa Rosa); al Sur con Nueva Santa Rosa, Cuilapa y Barberena (Santa Rosa); y al Oeste con Santa Cruz Naranjo (Santa Rosa) y Fraijanes (Guatemala).

### **1.1.3 Clima**

Santa Rosa de Lima se encuentra a una altitud promedio de 946 metros sobre el nivel del mar. Posee un clima-templado a frío. Está ubicado en la zona de vida de Bosque Húmedo sub.-tropical (semitemplado). Temperatura media de 15 a 25°C. La precipitación anual promedia entre 1,500 a 2,500 mm. Anuales.

### **1.1.4 Topografía**

El municipio presenta topografía variable, cerros bien definidos, con altitudes de 700 a 1,300 msnm.

El terreno es bastante accidentado, puede apreciarse a simple vista al transitar por la carretera que desde pavón Fraijanes conduce hasta Santa Rosa de Lima, ya que existen bastantes curvas verticales con pendientes bastante pronunciadas.

Los accidentes orográficos de Santa Rosa de Lima, son los cerros Gordo, Trinidad, Vivo.

La hidrografía está constituida por 7 ríos, 3 riachuelos, 20 quebradas y una laguneta. Los ríos son: Belén, El Manzano, El Valle, La Plata, Los Esclavos, Matapalos y Pinula. Los riachuelos son: Cerro Verde, Belén y Pajuiles, en la actualidad estos riachuelos contienen agua, y la laguneta Carrizal. Las quebradas son: Quebrada Chaparrón, El Pito,, Quebrada Verde, Quebrada Rudal, Quebrada Honda, Parritas, Hato, Seca, Homoa, El Salto, San

Isidro, El Cementerio, La Tigra, Maquiadera, Santa Rosa, El terreno, Pajuiles, Bálsamo, Monja y Medina. Estas quebradas solo tienen agua en invierno.

### **1.1.5 Suelo**

La extensión territorial de Santa rosa de Lima es de 67 kilómetros cuadrados, sin embargo la información desagregada que se tienen da un total de 134 kilómetros, de donde puede asegurarse que el 60.1% de los suelos es de vocación forestal y el 25.5% es de vocación agrícola, lo que implica que en la actualidad, se está haciendo un uso inadecuado del suelo, debido a que la frontera agrícola ha avanzado aceleradamente.

Los suelos son propios para selvicultura y agricultura, aplicando tecnología apropiada, en zonas propias para mini riego.

La frontera agrícola ha avanzado en un 26.5% sobre las tierras con vocación forestal, lo que pone en riesgo la cubierta vegetal del suelo y las fuentes de agua.

### **1.1.6 Vías de acceso, comunicación y transporte**

La carretera asfaltada es la que comunica la ciudad capital con el departamento de Jalapa, vía Mataquescuitla. Además se construyó la carretera asfaltada que conduce de Santa Rosa de Lima a la capital vía Fraijanes, que tiene 42 kilómetros de longitud, que acorta el acceso a la capital.

En la cabecera municipal de Barberena, del Km. 53.70 de la ruta nacional 2 o carretera Interamericana CA-1 inicia la carretera departamental. Santa Rosa 3-N, que aproximadamente 13 Km. al norte lleva al lado oeste de la aldea Amberes, de donde rumbo este tiene unos 5 Km. a la cabecera. Cuenta también con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos.

La red vial que comunica al municipio con la capital y la cabecera departamental, está en buenas condiciones, pero las vías de comunicación hacia las comunidades no solo son insuficientes, sino que además están en mal estado.

Existen autobuses que comunican a Santa Rosa de Lima con Jalapa, la capital y la cabecera departamental. Existe también autobuses que conducen a algunas comunidades, una vez al día. Si las carreteras estuvieran en buenas condiciones, facilitarían el transporte de personas y de productos.

### **1.1.7 Idioma**

El 100% de los habitantes hablan español, aunque según las investigaciones existen algunos descendientes de indígenas, pero de todas maneras no hablan ningún dialecto.

### **1.1.8 Servicios públicos**

#### Educación:

El sector educación no ha sido una prioridad en este municipio, por lo que los servicios públicos y privados de educación han sufrido un estancamiento, a tal grado que ni siquiera la cabecera municipal cuenta con el nivel diversificado.

La población se queja de la cobertura y de la calidad de la educación preprimaria y primaria. La infraestructura, el equipamiento y los materiales educativos son insuficientes, para la población en edad escolar.

#### Agua y saneamiento

En Santa Rosa de Lima, el 80.2% de las viviendas tienen agua entubada, habiendo deficiencia en el servicio en tiempo de verano, debido a que no existen caudales de agua suficientes. Únicamente en la cabecera municipal tiene instalada una planta de tratamiento de agua para consumo humano, pero por falta de mantenimiento no esta funcionando.

El 70.4% de las viviendas tienen letrinas, éstas fueron instaladas hace aproximadamente 10 ó 12 años, por lo que algunas ya están en mal estado. Cuando se instalaron las letrinas, no se acompañó de un programa educativo, por lo que muchas letrinas están de macetas en los alrededores de las viviendas.

El 14.5% de las viviendas tienen drenaje. El 5% de las viviendas, tienen servicio de extracción de basura, a través de un servicio privado de recolección tres veces por semana, a razón de Q15.00 por casa, por mes.

#### Electricidad

No se cuenta con información para el municipio, pero según datos proyectados para el año 2006, según el ministerio de ingeniería y minas, el 95% de los habitantes de Santa Rosa cuenta con este servicio, aunque hay que recordar que este es el municipio mas abandonado de Santa Rosa.

#### **1.1.9 Aspectos de salud**

El centro de salud se encuentra localizado en la cabecera municipal, los puestos de salud están ubicados en las aldeas Amberes, Rinconcito, Cerro Gordo, La Casita, El Salitre. Existen cuatro centros de convergencia ubicados en las aldeas Sabanetas, El Rodeo, Laguna de Pereira y El carrizal.

Las clínicas privadas se localizan en la cabecera municipal de Santa Rosa de Lima.

Existe además, una farmacia comunitaria.

Las 8 promotoras de la Asociación pro bienestar de la familia (APROFAM), tienen presencia en la cabecera municipal y en las aldeas: El Salitre, La Sabana, El Rodeo, El Rincón, Cerro Grande, La Casita y Laguna de Pereira.

## **1.2 Encuesta sanitaria**

Se realizó para poder clasificar a la población, en función de sus costumbres y necesidades, y así poder hacer diseños adaptados, y además saber quienes son los beneficiarios directos e indirectos.

### **1.2.1 Datos de la población**

El 100% de la población beneficiada con los estudios realizados para estos proyectos se dedican a la agricultura, por lo menos un miembro de cada familia a emigrado para mejorar su condición de vida y la de su familia, el 70% de los que han emigrado están en Estados Unidos y el resto en la capital de Guatemala. Estos datos se obtuvieron durante el proceso de levantamiento topográfico, donde se ubicaron el numero de habitantes por vivienda totales y nombre del jefe de familia.

### **1.2.2 Datos de vivienda**

En nuestro caso de análisis, las viviendas son de construcción de block y techo de lamina, en ambos lugares existen centros de estudios, en la Colonia la Unión esta el instituto de educación básica y en Sabana larga esta la escuela primaria, en cada casa viven un promedio de 6 personas, y por lo menos un perro y un gato.

### **1.2.3 Datos sobre el uso del agua**

El agua en un 95% es utilizada para usos domésticos, casi no existen sistemas de riego para cultivos, no hay industrias, existen suficientes recursos



naturales para extraer agua, 7 ríos, 3 riachuelos, 1 Laguneta y 20 quebradas. Sin embargo tiene grandes deficiencias en cuanto a fuentes naturales de agua, ya que en la estación seca los caudales de los ríos, riachuelos y de la laguneta, bajan significativamente. En el caso de las quebradas solo tienen agua en invierno. Los ríos son contaminados por desechos sólidos y líquidos que provienen de los centros poblados.

#### **1.2.4 Canalización de las aguas servidas**

En cuanto al servicio de agua entubada, en la cabecera municipal el 96.1% y en el área rural el 63.8%, tienen infraestructura, pero debido a la falta de fuentes de agua, el servicio sólo llega en época lluviosa. En el área rural del municipio no existe un sistema de tratamiento de agua para consumo humano. El 86% de viviendas, disponen de letrinas, pero pocas familias las utilizan, no hay un sistema de drenaje, tratamiento de desechos sólidos y líquidos, situación que causa infecciones respiratorias y digestivas.

#### **1.3 Investigación sobre las necesidades prioritarias del lugar**

En el municipio de Santa Rosa de Lima, existe deficiencia de los servicios de salud, por falta de personal permanente sobre todo en el área rural, ya que solo una enfermera asiste una vez a la semana a cada uno de los puestos de salud y centros de convergencia. El centro de salud ya no es suficiente en cuanto a personal, equipamiento y medicamentos para atender las necesidades de la población.

La cobertura de los servicios públicos de educación es deficiente en todos los niveles, desde la preprimaria hasta el diversificado.

En cuanto al servicio de agua entubada, en la cabecera municipal el 96.1% y en el área rural el 63.8%, tienen infraestructura, pero debido a la falta de fuentes de agua, el servicio sólo llega en época lluviosa. En el área rural del municipio no existe un sistema de tratamiento de agua para consumo humano. El 86% de viviendas, disponen de letrinas, pero pocas familias las utilizan, no hay un sistema de drenaje, tratamiento de desechos sólidos y líquidos, situación que causa infecciones respiratorias y digestivas.

En el municipio, principalmente en la cabecera municipal, existen problemas con el acceso a la vivienda, por falta de financiamiento para adquirir terrenos y para la construcción de las mismas. Además no todas las viviendas cuentan con los servicios mínimos.

Los habitantes del municipio viven en inseguridad alimentaria, por falta de apoyo a la producción agrícola, educación ocupacional, asistencia técnica agrícola y manejo sostenido del bosque, no existen empresas, no hay posibilidades de comercialización para sus productos, hay dependencia del cultivo del café y hay falta de recursos económicos para la diversificación agrícola, entre otras.

Existe el servicio de energía eléctrica, suministrado a través de la empresa Distribución Eléctrica de Oriente Sociedad Anónima (DEORSA). La población no cuenta con los recursos para sufragar los costos de este servicio y el alumbrado público. El servicio es deficiente, ya que cuando se presenta

algún problema y lo reportan a la oficina de la mencionada empresa, pasan algunos días para que lleguen a hacer la reparación.

Para este municipio según el mapa de la pobreza de Guatemala, elaborado por SEGEPLAN, se determinó que existe un 57.3% de pobreza general y un 13.8% en extrema pobreza, a partir de la información de los representantes comunitarios, se pudo llegar a profundizar y detectar que los niveles de pobreza están más enraizados en las áreas urbanas marginales y rurales.

Pueden observarse bajos niveles de inversión en el municipio, con respecto al resto del departamento en lo que se refiere a vías de comunicación y otros servicios básicos y de apoyo a la producción agrícola, que es la actividad económica principal, situación que limita las oportunidades de comercialización y comunicación dentro de las comunidades y con el resto del país.

La pobreza es un problema que la sociedad de Santa Rosa de Lima debe enfrentar en su conjunto, con la participación de todos los actores sociales que se ven involucrados directa o indirectamente en ella y en su abatimiento; la estrategia constituye el eje conductor para la planificación del desarrollo del municipio, adicionalmente para la ejecución de lo planificado y su seguimiento y evaluación por parte de la sociedad.

## **2 DESARROLLO DEL PROYECTO DE DRENAJE SANITARIO PARA LAS CALLES DE SABANA LARGA, AMBERES.**

### **2.1 Levantamiento topográfico**

Dependiendo del tamaño y tipo del proyecto, habitantes a ser beneficiados, características del terreno, aparatos a emplearse y errores permisibles, los levantamientos topográficos a realizarse pueden ser de primero, segundo o tercer orden, dependiendo de la complejidad del proyecto. En nuestro caso utilizamos topografía de primer orden, ya que el tramo es considerablemente pequeño, el agua tiene que correr por gravedad, los errores deben ser casi imperceptibles.

#### **2.1.1 Levantamiento planimétrico**

También llamado Control Horizontal. La planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno. Aquí *no* interesan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal. El conjunto de líneas que unen los

puntos observados se denomina Poligonal Base y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento, a partir de la cual se referencia la posición de todos los detalles o accidentes naturales y/o artificiales de interés. La poligonal base puede ser abierta o cerrada según los requerimientos del levantamiento topográfico. Como resultado de los trabajos de planimetría se obtiene un esquema horizontal.

### **2.1.2 Levantamiento altimétrico**

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical.

## **2.2 Características del subsuelo**

Ya que en este mismo lugar también se hizo un estudio para la pavimentación de la calle, se facilita describir con exactitud la característica del subsuelo, pues se realizaron ensayos de este, en el centro de investigaciones de ingeniería, cuyos resultados se presentan detalladamente mas adelante, por el momento podemos decir que el suelo es arcilloso con poca presencia de limo y de color café, bastante malo para construir el pavimento por cierto, ya que su CBR es muy bajo.

### **2.3 Tipo de sistema a usar**

El sistema a utilizar es drenaje sanitario, ya que lo que se necesita es recoger las aguas residuales de uso domiciliario, no es necesario por el momento el diseño de drenaje pluvial, los parámetros y justificaciones se encontrarán más adelante mientras se adentre en el contenido del presente trabajo.

### **2.4 Periodo de diseño**

Se considera como tal el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño. Para fijarlo se tomará en cuenta la vida útil de los materiales, costos y tasas de interés, población de diseño, comportamiento de la obra en sus primeros años y posibilidades de ampliación de acuerdo al recurso de agua. El periodo de diseño adoptado para todos los componentes del sistema de este proyecto es de 20 años.

### **2.5 Estimación de la población de diseño**

El crecimiento poblacional en el medio rural guatemalteco es geométrico, cuando no se cuenta con datos estadísticos, no es posible emplear la ecuación del crecimiento geométrico. Es necesario entonces recurrir al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda, el número de habitantes por vivienda puede tomarse de 5 a 7. Si tomamos la ecuación de este crecimiento,  $N = n(1 + r)^S$ ; en la cual **n** es la población actual y **N** es el número de población al final del periodo de diseño **S**, si tomamos 20

años. La población al final de la vida de diseño, si tomamos una tasa de crecimiento del 3.5% será como sigue:

$$Poblacionfutura = 300(1 + 0.035)^{20} = 597 \text{ habitantes}$$

## **2.6 Determinación del caudal de las aguas servidas**

Este se determinó de acuerdo con los parámetros que a continuación se presentan, detallando paso a paso los resultados, de una forma sencilla y sin redundar.

### **2.6.1 Población tributaria**

Es la cantidad población que va ha ser beneficiada con el proyecto, esta ya se estimó en el capitulo 2.5, 597 habitantes, por supuesto proyectándola al final del periodo de diseño, esta es muy importante para el calculo del caudal de las aguas servidas.

### **2.6.2 Dotación**

Es la cantidad de agua que se le asigna a una persona cuando se diseña un sistema de agua, se expresa en litros por habitante día; se consideran los factores: clima, nivel de vida, actividades, productividad, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

### **2.6.3 Factor de retorno del sistema**

Este esta en función de las costumbres y necesidades de los habitantes, representa el porcentaje del caudal agua potable que se le asigna a una vivienda, que regresara como aguas residuales, por las tuberías de drenajes sanitario; este porcentaje oscila generalmente entre el 70% a 90%.

### **2.6.4 Factor de flujo instantáneo**

Representa la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en una comunidad, en Guatemala para calcularlo usamos el factor de Harmond el cual esta representado por la siguiente ecuación:

$$FH = 18 + \frac{\sqrt{Población}}{4 + \sqrt{Población}}$$

### **2.6.5 Relación de diámetros y caudales**

El principio que rige la relación de diámetros y caudales es el hecho de que una tubería para drenajes nunca debe trabajar a sección llena, la relación de caudales para PVC deberán estar entre 0.1 y 0.75, las velocidades deben oscilar dentro de un rango, en este caso se utilizará PVC, la velocidad debe comprenderse entre 0.4 y 4 metros por segundo, esto deberá ser como se indico anteriormente, ya que si la velocidad es pequeña, el agua no correrá, y si por el contrario la velocidad es muy alta se dañará la tubería.



### 2.6.6 Caudal domiciliar

Las aguas residuales se dividen según su origen, si el agua sale de las viviendas, le llamaremos caudal domiciliar; si sale de comercios, le llamaremos caudal comercial; si sale de industrias, le llamaremos caudal industrial, etc. En este caso daremos mayor énfasis al caudal domiciliar, el cual está definido por la ecuación siguiente:

$$Caudal\ domiciliar = \frac{No.Hab. \times Factor\ de\ retorno \times Dotación}{86400}$$

### 2.6.7 Caudal de infiltración

Cuando se utiliza tubería de concreto el agua se infiltra por los poros en invierno, en el caso de PVC, este caudal se desprecia, ya que no hay riesgo de que el agua se cuele el agua; este se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{inf} = \frac{factor\ inf \times (metros \cdot de \cdot tubo + No.de \cdot casas \times 6)}{1000}$$

### 2.6.8 Caudal de conexiones ilícitas

Este no es más que un cálculo aproximado, basado en que no se puede controlar a algunos pobladores que conectan a la red de drenajes, el desfogue de aguas residuales, que no estaban previstas en los cálculos de diseño, tales como comercios, industrias o nuevas casas, este está definido según la siguiente ecuación:

$$Q_{ci} = \frac{CIA \times 1000}{360} \times \% \text{ de viviendas}$$

El porcentaje de viviendas presentado en esta ecuación oscila entre 0.5% y 2.5%.

### **2.6.9 Factor de caudal medio**

Este esta determinado por la suma de todos los caudales (domiciliar, comercial, industrial, infiltración, conexiones ilícitas, etc.), dividido entre el número de habitantes del lugar. En la ciudad de Guatemala, EMPAGUA utiliza 0.003, pero existe un rango permisible de este factor que oscila entre 0.002 y 0.005; depende del diseñador qué número utilizar, si no existe alguna otra condicionante que obligue a utilizar un valor fijo, este numero es constante para todo el sistema, si los resultados arrojados según los cálculos son menores o mayores al rango permitido, utilizar los límites ya descritos (0.002 ó 0.005).

### **2.6.10 Caudal de diseño**

Es el que me va ha servir para calcular los diámetros de tubería, este se calcula de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$Q_{\text{diseño}} = \text{No. de habitantes} \times f_{qm} \times \text{factor de harmond}$$

### **2.6.11 Diseño de secciones y pendientes**

De acuerdo al caudal de diseño se proponen las secciones a utilizar, luego se revisa si chequean las velocidades, de acuerdo a las cotas invert se calculan las pendientes, y también se chequean si están dentro de los rangos permitidos, la ecuación para calcular la pendiente es:

$$Pendiente = \frac{(Cota\ invert\ del\ punto\ A) - (Cota\ invert\ del\ punto\ B)}{(Distancia\ comprendida\ entre\ los\ dos\ puntos)} \times 100$$

Para dar el resultado en porcentaje se multiplica por 100.

### 2.6.12 Obras accesorias

Existen dos tipos de obras en la construcción de un sistema de drenaje, las básicas son los colectores, pozos de visita, conexiones domiciliarias y tragantes, mientras que las accesorias son las que no van en todos los sistemas de drenaje, sino que se incluyen de acuerdo a las necesidades, tales como pozos de luz, derivadotes de caudal, disipadores de energía, tuberías de ventilación, sifones invertidos, y alguna otra que se haya escapado de nombrar, su función será la de darle un perfecto funcionamiento al sistema.

### 2.6.13 Diseño de la red de alcantarillado sanitario

Siguiendo todos los pasos anteriores se obtuvo la siguiente tabla, donde se presenta el diseño completo del presente proyecto; pero antes se menciona los parámetros en que se basó la tabla obtenida:

Es sistema de alcantarillado sanitario, bajo la norma ASTM 3034, en la cual se establece un **coeficiente de rugosidad de 0.009**; **el factor de retorno que se usó fue 0.8**, con una **dotación de 125 L/habitante/día**, con pendientes para conexiones domiciliarias en el rango de 2% a 6%, el factor de caudal medio es de 0.003, las relaciones de caudal se encuentran en el rango de 0.1 a 0.75 de acuerdo a las normas, se utilizó también la fórmula de maning para obtener

las velocidades  $V = \frac{0.03429}{0.009} \times \text{diametro}^{2/3} \times \sqrt{\frac{\text{Pendiente}}{100}}$ , y con una manipulación

de esta misma fórmula se obtiene el caudal a sección llena de la siguiente

forma  $Q_{\text{seccion llena}} = \frac{\text{velocidad} \times 3.1416}{4} \times \left( \frac{\text{diametro}}{39.37} \right)^2 \times 1000$  las relaciones

hidráulicas  $q/Q$  y  $v/V$  se obtuvieron en base a tablas de cálculos

preestablecidos de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular sin corrección por variaciones en aspereza con la profundidad, las cuales son presentadas mas adelante.

Todos los cálculos ya fueron detallados anteriormente, pero para despejar cualquier posible duda, se darán los cálculos de la primera iteración, los que no han sido calculados por supuesto: Las cotas están dadas por la topografía, la cual se presenta en los anexos, para la pendiente del pozo 1 a 2, se calcula como ya fue explicado

$$\text{Pendiente} = \frac{(\text{Cota terreno del punto A}) - (\text{Cota terreno del punto B})}{(\text{Distancia comprendida entre los dos puntos})} \times 100$$

$$\text{Pendiente} = \frac{1033.95 - 1030}{60} \times 100 = 6.58\% ; \text{ la pendiente del tubo se calcula de la}$$

misma forma, pero utilizando las cotas invert

$$\text{Pendiente} = \frac{1032.55 - 1027.50}{60} \times 100 = 8.42\% ; \text{ para calcular la velocidad a sección}$$

llena utilizamos la ecuación descrita en la pagina anterior, pero para esto tenemos que proponer una sección adecuada de tubo, para nuestro caso utilizamos tubería de 6", se hace la salvedad que un tubo de 4" también cumple con el rango de velocidad permisible, pero las normas no me permiten tubería de diámetro menor a 6" para la línea de conducción central, por lo tanto mi

primer velocidad a seccion llena me da  $V = \frac{0.03429}{0.009} \times 6^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{\frac{8.42}{100}} = 3.65$

metros/segundo, con esta velocidad calculamos el caudal a sección llena y nos

da  $Q_{\text{seccion llena}} = \frac{3.65 \times 3.1416}{4} \times \left(\frac{6}{39.37}\right)^2 \times 1000 = 66.58$  litros/segundo.

Para seguir avanzando en nuestros cálculos, dividimos nuestro  $Q_{\text{diseño}}$  (q)

$Q_{\text{diseño}} = \text{No. de habitantes} \times f_{qm} \times \text{factor de harmond}$

$q = 30 \times 0.003 \times 4.36 = 0.39$  entre el Q a seccion llena y nos da una relación de

$\frac{q}{Q} = 0.006$ , con este resultado nos ubicamos en unas tablas de relaciones

hidráulicas, las cuales se incluyen en los anexos de este trabajo, al ubicar este

número en las tablas mencionadas, nos desplazamos de una forma horizontal

para ubicar la correspondiente relación de velocidades, para encontrar la

relación  $\frac{v}{V} = 0.276517$ , para poder encontrar la velocidad media a la que

correrá el agua de acuerdo a la pendiente previamente establecida en este

calculo, el resultado de esta es  $\frac{v}{3.65} = 0.276517$  despejando  $v = 3.65 \times$

$0.276517 = 0.99$  m/s. Las cotas invert son propuestas según la conveniencia

de la profundidad del pozo, entonces las las profundidades de pozo serán la

diferencia entre la cota de terreno y la cota invert; el ancho de zanja también es

propuesto, en este caso se propuso 0.5 m; el volumen de corte de terreno

obviamente dependerá de la profundidad del pozo y del ancho de zanja, y se

hace de la siguiente manera, se promedian la profundidad del pozo de salida y

el de entrada y se multiplica por la distancia horizontal y para la primera línea

nos un volumen de = 58.50 m<sup>3</sup>.

Esperamos que este ejemplo pueda ser de ayuda para alguien que

necesite aprender a hacer estos cálculos, y como se mencionó al inicio de este

inciso, a continuación se presenta el cálculo completo para el diseño del presente proyecto.

DISEÑO DE DRENAJE PARA EL CANTON SABANA LARGA DE LA ALDEA AMBERES, SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA																											
DE	A	COTAS TERR.		DH	S (%)	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		FACT. HARRI		Qdis (L/s)		DIAM. (pulg)	S (%)	SECC. LLEÑA		REL. HIDRAULICAS		v (m/s)		COTINVERT		PROF. POZO		ANCHO Zanja (m)	EXC. (M3)
		Inicio	Final			Local	Acum.	Act. Acu.	Fut. Acu.	Act.	Fut.	Act.	Fut.			Vel. (m/s)	Q (l/s)	q/Q	v/V	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final		
1	2	1033.95	1030.00	60.00	6.58	3	3	15	30	4.40	4.36	0.20	0.39	6	8.42	3.65	66.58	0.006	0.27	0.99	1022.55	1027.50	1.40	2.50	0.5	58.50	
2	3	1030.00	1023.89	60.00	10.18	3	6	30	60	4.35	4.30	0.39	0.77	6	8.27	3.62	65.98	0.012	0.33	1.19	1027.45	1022.49	2.55	1.40	0.5	59.25	
3	4	1023.89	1019.45	85.00	5.22	4	10	50	99	4.31	4.24	0.65	1.27	6	6.81	3.28	59.89	0.021	0.40	1.31	1022.44	1016.65	1.45	2.80	0.5	90.31	
4	5	1019.45	1013.40	75.00	8.07	3	13	65	129	4.29	4.21	0.84	1.63	6	6.93	3.31	60.43	0.027	0.43	1.42	1016.60	1011.40	2.85	2.00	0.5	90.94	
5	6	1013.40	1008.62	85.00	5.62	5	18	90	179	4.26	4.17	1.15	2.24	6	6.15	3.12	56.92	0.039	0.48	1.50	1011.35	1006.12	2.05	2.50	0.5	96.89	
6	7	1008.62	1006.23	75.00	3.19	3	21	105	209	4.24	4.14	1.33	2.60	6	2.19	1.66	33.93	0.076	0.59	1.10	1006.07	1004.43	2.55	1.80	0.5	81.56	
7	8	1006.23	1004.08	85.00	2.53	3	24	120	239	4.22	4.12	1.52	2.95	6	2.00	1.78	32.45	0.091	0.62	1.10	1004.38	1002.68	1.85	1.40	0.5	69.06	
8	9	1004.08	1002.38	75.00	2.27	4	28	140	279	4.20	4.09	1.76	3.42	6	3.67	2.41	43.94	0.078	0.59	1.42	1002.63	999.88	1.45	2.50	0.5	74.06	
9	10	1002.38	999.20	80.00	5.22	3	31	155	308	4.19	4.07	1.95	3.77	6	3.79	2.45	44.66	0.084	0.60	1.47	999.83	996.80	2.55	1.40	0.5	79.00	
10	11	999.20	995.34	80.00	3.58	3	34	170	338	4.17	4.06	2.13	4.12	6	3.51	2.36	43.01	0.096	0.63	1.49	996.75	993.94	1.45	1.40	0.5	57.00	
11	12	995.34	995.65	90.00	-0.34	4	38	190	378	4.16	4.03	2.37	4.57	6	0.49	0.88	16.05	0.285	0.86	0.76	993.89	993.45	1.45	2.20	0.5	82.12	
12	13	995.65	995.07	70.00	-0.60	3	41	205	408	4.14	4.02	2.55	4.92	6	0.47	0.86	15.76	0.312	0.88	0.76	993.40	993.07	2.25	3.00	0.5	91.88	
13	14	995.07	995.66	70.00	0.59	3	44	220	438	4.13	4.00	2.73	5.26	6	0.23	0.60	10.97	0.479	0.99	0.60	993.02	992.86	3.05	2.80	0.5	102.38	
14	15	995.66	995.11	30.00	1.83	0	44	220	438	4.13	4.00	2.73	5.26	6	1.67	1.62	29.63	0.177	0.75	1.22	992.81	992.31	2.85	2.80	0.5	42.38	
15	16	995.11	993.62	45.00	3.31	2	46	230	458	4.13	3.99	2.85	5.46	6	1.42	1.50	27.37	0.200	0.78	1.17	992.26	991.62	2.85	2.00	0.5	54.56	
16	17	993.62	990.73	95.00	3.04	4	50	250	497	4.11	3.98	3.08	5.93	6	3.52	2.36	43.03	0.138	0.70	1.65	991.57	988.23	2.05	2.50	0.5	108.06	
17	18	990.73	987.13	100.00	3.60	4	54	270	537	4.10	3.96	3.32	6.38	6	3.55	2.37	43.24	0.148	0.71	1.68	988.18	984.63	2.55	2.50	0.5	126.25	
18	19	987.13	984.20	80.00	3.66	3	57	285	567	4.09	3.95	3.50	6.71	6	2.73	2.08	37.88	0.177	0.75	1.56	984.58	982.40	2.55	1.80	0.5	87.00	
19	20	984.20	982.07	100.00	2.13	3	60	300	597	4.08	3.93	3.67	7.04	6	2.78	2.10	38.26	0.184	0.76	1.59	982.35	979.57	1.85	2.50	0.5	108.75	
20	21	982.07	977.67	42.00	10.48	0	60	300	597	4.08	3.93	3.67	7.04	8	9.29	4.64	150.60	0.047	0.51	2.37	979.57	975.67	2.50	2.00	0.5	47.25	

## 2.7 Integración de costos unitarios

Presupuesto drenaje sanitario Cantón Sabana Larga de la aldea Amberes

Proyecto: Drenaje sanitario Cantón Sabana Larga de la aldea Amberes

Municipio: Santa Rosa de Lima

Departamento: Santa Rosa

No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>COLECTOR P.V.C.</b>				Q194,680.35
1.1	tubería p.v.c.				
1.1.1	Materiales				Q148,058.23
1.1.1.1	tubo p.v.c. de 4"	unidad	0	Q261.69	Q0.00
1.1.1.2	tubo p.v.c. de 6"	unidad	246	Q583.68	Q143,585.28
1.1.1.3	tubo p.v.c. de 8"	unidad	5	Q894.59	Q4,472.95
1.1.2	<b>Mano de obra</b>				Q46,622.12
1.1.2.1	excavación línea central	ml	1590	Q10.00	Q15,900.00
1.1.2.2	colocación de tubería de p.v.c.	unidad	251	Q3.00	Q753.00
1.1.2.3	relleno y compactación al 85 %				
	del proctor modificado	<i>m<sup>3</sup></i>	1607	Q10.00	Q16,070.00
1.1.2.4	implementos	global	1	Q981.69	Q981.69
1.1.2.5	prestaciones	global	1	Q12,917.43	Q12,917.43

<b>2</b>	<b>POZOS DE VISITAS</b>				Q71,050.85
2.1	<b>materiales</b>				Q52,970.85
2.1.1	ladrillo tayuyo	unidad	18875	Q2.00	Q37,750.00
2.1.2	cemento	sacos	223	Q40.00	Q8,920.00
2.1.3	arena	m <sup>3</sup>	26	Q80.00	Q2,080.00
2.1.4	piedrin	m <sup>3</sup>	11	Q120.00	Q1,320.00
2.1.5	acero AG 40 No. 4	varillas	30	Q32.25	Q967.50
	acero AG 40 No. 3	varillas	84	Q21.90	Q1,839.60
2.1.7	acero AG 40 No. 2	varillas	0	Q9.75	Q0.00
2.1.8	alambre de amarre	Lb	25	Q3.75	Q93.75
2.2	<b>mano de obra</b>				Q16,800.00
2.2.1	construcción de pozos	unidad	21	Q800.00	Q16,800.00
2.3	<b>costos indirectos</b>				Q1,280.00
2.3.1	fletes		1	Q1,280.00	Q1,280.00

<b>3</b>	<b>CONEXIONES COMICILIARES</b>				Q45,296.31
3.1	<b>materiales</b>				Q33,536.31
3.1.1	tubo de cemento de 12"	unidad	60	Q60.00	Q3,600.00
3.1.2	tubo de p.v.c. de 4" para conexión dom.	unidad	62	Q261.69	Q16,224.78
3.1.3	codos de 90 de 4"	unidad	60	Q37.37	Q2,242.20
3.1.4	silletas de p.v.c. de 6" x 4"	unidad	60	Q132.58	Q7,954.80
3.1.5	empaque para silleta de 6" x 4"	unidad	60	Q2.50	Q150.00
3.1.6	adhesivo novafor de 300 ml.	unidad	41	Q55.00	Q2,255.00
3.1.7	pegamento para p.v.c. tangit	galón	2.5	Q443.81	Q1,109.53
3.2	<b>mano de obra</b>				Q11,760.00
3.2.1	excavación conexión domiciliar	ml	360	Q10.00	Q3,600.00
3.2.2	colocación de tubo de cemento de 12"	unidad	60	Q36.00	Q2,160.00
3.2.3	conexión domiciliar	unidad	60	Q25.00	Q1,500.00
3.2.4	brocal + tapadera	unidad	60	Q75.00	Q4,500.00



4	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				Q282,903.20
4.1	<b>TANQUE IMHOFF</b>				
4.1.1	tanque imhoff global	unidad	1		Q275,000.00
4.2	bomba				
4.2.1	bomba de 1/2 caballo de fuerza de 115 voltios, descarga de 2"	unidad	1		Q6,000.00
4.3	<b>CAJA DE SUCCION 12 M^3</b>				
4.3.1	<b>materiales</b>				Q403.20
4.3.1.1	block	unidad	6	Q1.55	Q9.30
4.3.1.2	acero No. 3	varillas	6	Q21.90	Q131.40
4.3.1.3	alambre de amarre	Lb	6	Q3.75	Q22.50
4.3.1.4	cemento	qq	6	Q40.00	Q240.00
4.4	<b>mano de obra</b>				
4.4.1	construcción de caja	unidad	1	Q1,500.00	Q1,500.00

5	<b>CABEZAL Y DESCARGA</b>				Q4,448.50
5.1	<b>materiales</b>				Q2,954.00
5.1.1	piedrin	m^3	3.5	Q150.00	Q525.00
5.1.2	cemento	sacos	53	Q38.00	Q2,014.00
5.1.3	arena de río	m^3	2.5	Q70.00	Q175.00
5.1.4	piedra bola	m^3	2	Q120.00	Q240.00
5.2	<b>mano de obra</b>				Q994.50
5.2.1	excavación	m^3	3.5	Q20.00	Q70.00
5.2.3	retiro de sobrante	m^3	3.5	Q17.00	Q59.50
5.2.4	fundición de cabezal de descarga	m^3	3.5	Q110.00	Q385.00
5.2.5	hechura de concreto ciclópeo	m^3	6	Q80.00	Q480.00
5.3	<b>costos indirectos</b>				
5.3.3	fletes	global	1	Q500.00	Q500.00

**COSTOS UNITARIOS**

<b>No.</b>	<b>REGLÓN</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>COLECTOR P.V.C.</b>	
	materiales	Q148,058.23
	mano de obra	Q46,622.12
	<b>TOTAL COLECTOR P.V.C.</b>	<b>Q194,680.35</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>Q122.44</b>

<b>No.</b>	<b>REGLÓN</b>	<b>TOTAL</b>
<b>2</b>	<b>POZOS DE VISITAS</b>	
	materiales	Q52,970.85
	mano de obra	Q16,800.00
	costos indirectos	Q1,680.00
	<b>TOTAL POZOS DE VISITAS</b>	<b>Q71,450.85</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>Q3,402.42</b>

<b>No.</b>	<b>REGLÓN</b>	<b>TOTAL</b>
<b>3</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>	
	materiales	Q33,536.31
	mano de obra	Q11,760.00
	<b>TOTAL CONEXIONES DOMICILIARES</b>	<b>Q45,296.31</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>Q754.94</b>

## 2.8 Resumen de presupuesto

No.	ACTIVIDAD	SUB-TOTAL
1	COLECTOR P.V.C	Q194,680.35
2	POZOS VISITAS	Q71,050.85
3	CONEXIONES DOMICILIARES	Q45,296.31
4	PLANTA DE TRATAMIENTO	Q282,903.20
5	CABEZAL Y DESCARGA	Q4,448.50
		<b>Q598,379.21</b>
	SUPERVISIÓN ( 8% )	Q47,870.34
	IMPREVISTOS ( 7% )	Q41,886.54
	GASTOS ARMINISTRATIVOS ( 5% )	Q29,918.96
	UTILIDAD ( 10% )	Q59,837.92
		<b>Q179,513.76</b>
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>Q777,892.97</b>
<b>COSTO PO ML</b>		<b>Q489.24</b>

$$\text{Costo en dólares} = \frac{777892.97}{7.55} = 103032.18$$

## 2.9 Programa de ejecución e inversión

PROGRAMA DE EJECUCION E INVERSION, DRENAJE SANTIARIO CANTON SABANA LARGA, ALDEA AMBERIS, SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA												
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL	1mes	2mes	3mes	4mes	5mes	6mes	7mes
	CANT. EJECUTADA					318	318	318	318	318		
	DESCRIPCION		ml	122.44 Q	194.600.00							
	CANT. INVERTIDA					Q 38.936.00	Q 38.936.00	Q 38.936.00	Q 38.936.00	Q 38.936.00		
	CANT. EJECUTADA					4.20	4.20	4.20	4.20	4.20		
	DESCRIPCION		unidad	3.383.37 Q	71.050.85							
	CANT. INVERTIDA					Q 14.210.17	Q 14.210.17	Q 14.210.17	Q 14.210.17	Q 14.210.17		
	CANT. EJECUTADA					15	15	15	15	15		
	DESCRIPCION		unidad	754.94 Q	45.296.31							
	CANT. INVERTIDA					Q 11.324.08	Q 11.324.08	Q 11.324.08	Q 11.324.08	Q 11.324.08		
	CANT. EJECUTADA											
	DESCRIPCION		unidad	282.903.20 Q	282.903.20							
	CANT. INVERTIDA											
	CANT. EJECUTADA											
	DESCRIPCION		unidad	4.448.50 Q	4.448.50							
	CANT. INVERTIDA											
	Sub total				Q 595.378.86							
	Supervision (8%)				Q 47.870.31							
	Impenistos (7%)				Q 41.886.52							
	Gastos administrativos (5%)				Q 29.918.94							
	Utilidad (10%)				Q 59.837.89							
	Gran Total				Q 777.892.52							
	total por periodo				Q 53.146.17	Q 64.470.25	Q 64.470.25	Q 64.470.25	Q 64.470.25	Q 158.771.31	Q 94.301.07	Q 98.749.57
	total acumulado				Q 53.146.17	Q 117.616.42	Q 182.086.67	Q 246.556.91	Q 405.328.23	Q 499.629.29	Q 499.629.29	Q 598.378.86
	% por periodo				9%	11%	11%	11%	11%	27%	16%	17%
	% acumulado				9%	20%	30%	41%	68%	83%	100%	

## **2.10 Selección del tipo de tratamiento**

El tratamiento de las aguas negras es el proceso por el cual los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente, haciendo que el resto de los sólidos orgánicos complejos muy putrescibles queden convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. La magnitud de este cambio depende del proceso de tratamiento empleado.

Dentro de los objetivos que se consideran al darle tratamiento a las aguas negras se incluyen: La conservación de la fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico, la prevención de enfermedades, la prevención de molestias y malos olores, el mantenimiento de aguas limpias para baño y otros propósitos recreativos, mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de los peces, conservación del agua para usos industriales y agrícolas y la prevención del azolve de los canales navegables.

Una planta de tratamiento de aguas negras se diseña para retirar del agua negra la cantidad suficiente de sólidos orgánicos e inorgánicos que pueden eliminarse, sin infringir los objetivos propuestos. Los dispositivos para el tratamiento solamente localizan y limitan estos procesos a un área adecuada, restringida y controlada, y proporcionan las condiciones favorables para la aceleración de las condiciones físicas y biológicas.

El grado hasta el cual sea necesario llevar un tratamiento determinado varía mucho de un lugar a otro. Existen tres factores básicos determinantes: Las características y la cantidad de los sólidos acarreados por las aguas negras; los objetivos que se propongan en el tratamiento; la capacidad o aptitud que tenga el terreno (para la eliminación superficial o por irrigación), o el agua receptora (en la eliminación por dilución), para verificar la auto purificación o

dilución necesaria de los sólidos de las aguas negras, sin violar los objetivos propuestos).

Después de evacuar el efluente de una planta de tratamiento, quedan aun en ella los sólidos y el agua contenidos en los lodos, que han sido separados de las aguas negras, los cuales tienen que eliminarse también en forma segura y sin producir molestias; además, puede también necesitarse un tratamiento para controlar los olores, para retardar las actividades biológicas o destruir organismos patógenos.

A pesar de que son muchos los métodos usados para el tratamiento de las aguas negras, todos pueden incluirse dentro de los cinco procesos siguientes: Tratamiento preliminar, tratamiento primario, tratamiento secundario, cloración, tratamiento de los lodos.

La disposición satisfactoria de las aguas negras, ya sea por irrigación, por el método sub superficial o por el de dilución, depende del tratamiento previo a su disposición. Para la disposición por dilución se necesita un tratamiento apropiado para prevenir la contaminación de las aguas receptoras a un grado que pueda interferir con su mejor empleo, ya sea como agua de abastecimiento, para fines recreativos, para la pesca o cualquier otro propósito. Siempre es necesario algún tratamiento para evitar el crear condiciones ofensivas, aun cuando una masa de agua no tenga otra aplicación que la disposición de aguas negras o desechos industriales.

El tratamiento de las aguas negras es el conjunto de recursos por medio de los cuales es posible verificar las diferentes etapas que tiene lugar en la auto

purificación de una corriente, dentro de un área limitada y apartada y bajo condiciones controladas.

El propósito del tratamiento de las aguas negras, previo a su disposición por dilución, consiste en separar de ellas la cantidad suficiente de sólidos que permita que los que queden al ser descargados a las aguas receptoras no interfieran con el mejor o mas adecuado empleo de éstas, tomando en cuenta la capacidad de las aguas receptoras para asimilar la carga que se agregue. Los sólidos que se eliminan son principalmente orgánicos, pero se incluyen también sólidos inorgánicos. Como el mejor empleo de las aguas receptoras puede variar desde ser una agua para beber o para fines culinarios, la cantidad o grado de tratamiento que se da a las aguas negras o a los desechos debe variar de acuerdo con ello. Debe procurarse un tratamiento para los sólidos líquidos que se eliminan como lodos, y puede también necesitarse un tratamiento para controlar los olores, para retardar las actividades biológicas o destruir los organismos patógenos.

En la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para proteger el equipo de bombeo y hacer mas fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas. En algunos casos como, por ejemplo, en la disposición por dilución en aguas marinas, pueden ser suficientes los resultados que se logren por el tratamiento preliminar.

Para alcanzar los objetivos de un tratamiento preliminar se emplean comúnmente los siguientes dispositivos: Rejas de barras o mas finas, desmenuzadores, ya sea molinos, cortadoras o trituradores, desarenadores,

tanques de preaeración. Además de los anteriores, a veces se hace la donación en el tratamiento preliminar. Los dispositivos para el tratamiento preliminar, requieren un diseño y operación cuidadosos.

### **2.11 Propuesta de las unidades de tratamiento**

Se propone un tanque imhoff, es un modelo de tanque de sedimentación, encaja en lo descrito anteriormente como tratamiento primario, son de tal naturaleza los resultados que se logran mediante este tratamiento, junto con los que se logran por la digestión anaeróbica de los lodos, que pueden ser comparados con la zona de degradación de la auto purificación de las corrientes. En este caso el tratamiento primario es suficientemente adecuado para que se pueda permitir la descarga del efluente a las aguas receptoras, sin que se interfiera con el uso adecuado subsecuente de dichas aguas.

### **2.12 Estudio de impacto ambiental**

En este caso obviamente se ve, que lo que se persigue con la construcción del proyecto es mejorar la calidad de vida de los habitantes, reduciendo las enfermedades por la contaminación existente, encausando las aguas residuales de uso domestico, hacia una unidad de tratamiento primario, con el fin de no alterar la naturaleza, aunque de alguna forma se altera la situación actual; pero es insignificante comparado con el beneficio. Por lo que no hay objeción en la realización del mismo.



## **2.13 Evaluación socio-económica**

### **Valor Presente Neto (V.P.N)**

El objetivo de cualquier empresa es encontrar una ganancia real que supere los costos a los que tiene que recurrir para llevar a cabo un proyecto. Antes que la empresa tome la decisión de llevarlo a la realidad, se debe evaluar si realmente genera ganancias para la misma.

El criterio del cálculo del valor presente neto (VPN) es solamente uno entre varios que llevan a decisiones de inversión, es importante saber que muchos de estos no llevan a la mejor decisión de inversión en comparación con este que también es llamada valor actual neto.

El VPN es el mejor criterio para hacer una evaluación financiera porque este reconoce que un quetzal de hoy vale más que un quetzal de mañana, cualquiera que no tome en cuenta lo anterior no puede evaluar correctamente un proyecto. Por otro lado el VPN depende más de los flujos procedentes del proyecto y del costo de oportunidad del capital, si se toman en cuenta cuestiones externas se conducirá a malas decisiones.

El valor presente neto de una inversión se puede determinar cuando todos los ingresos y egresos a lo largo de un periodo analizado se trasladan a la actualidad o a un punto en común.

El análisis correspondiente se realizará de diversas formas para poder tener mayor certeza de que la inversión a realizar es la mas adecuada y será realizada de la mejor forma.

La herramienta a utilizar para este análisis será la fórmula matemática del valor presente neto, la cual es:

$$F = P \times (1 + i)^N$$

Donde:

F = Valor futuro de la inversión a realizarse en la actualidad

P = Valor presente de la inversión a realizarse en la actualidad

i = Taza de interés ponderado

N = Número de períodos a evaluar el proyecto

Esta formula para poder ser aplicada directamente a nuestro análisis se deben de realizar algunos despejes en la misma por lo que la formula ya despejada nos da como resultado:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^N}$$

Con respecto a la tasa de interés que será utilizada en este análisis se consideró que como nuestro país esta tasa es un poco variable se realizará una ponderación de la misma por lo que se utilizará la siguiente tasa de interés:

Calculo de costo de mantenimiento:

Fontanero = Q1800.00 de salario x 12 meses = Q21600.00

Accesorios e implementos de trabajo = Q500.00 x 12 meses = Q6000.00

Total de gasto para el funcionamiento anual del proyecto = Q21600.00 + Q6000.00 = Q27600.00

Tomando en cuenta que en la actualidad hay 59 viviendas + 1 escuela= 60 viviendas, se divide el costo anual entre este número de viviendas:

$Q27600.00 / 60 = Q460.00$  anual por vivienda

$Q460 / 12$  meses =  $Q38.33$  mensual / vivienda

Por lo que la tarifa anual para el Cantón Sabana Larga es de  $Q460.00$  por vivienda.

Para el analizar el proyecto por medio del VPN se propone una tasa de 5% anual, hay que tomar en cuenta que el proyecto es de tipo social no lucrativo.

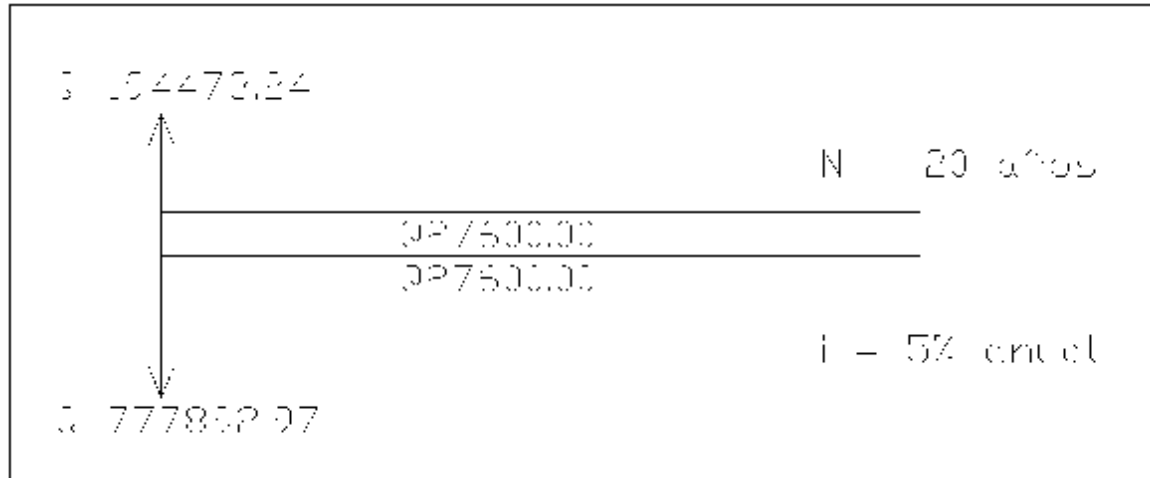
El costo total del proyecto es de  $Q777892.97$

Como todo proyecto de desarrollo debe contar con cierto aporte por parte de los beneficiados, en este caso se propone que la municipalidad cobre una cuota simbólica a los pobladores por motivo de conexión domiciliar, se propone que sea el 20% del costo total del proyecto.

$Q777892.97 \times 0.20 = Q194473.24 / 60$  viviendas =  $Q3241.22$  cada/vivienda pagados a un año.

$Q3241.22 \times 60$  viviendas =  $Q194473.24$  anual por todo el proyecto

**Figura 1. Diagrama de flujo**



Tomando un periodo de un año, para un futuro dado tenemos que

$$P = \frac{F}{(1+i)^N}$$

$$P = \frac{194473.24}{(1+0.05)^1} = 185212.61$$

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right]$$

$$P = 27600 \left[ \frac{(1+0.05)^{20} - 1}{0.05(1+0.05)^{20}} \right] = 343957$$

Este valor presente es el mismo para los ingresos como para los egresos por lo cual al realizar la sumatoria algebraica se elimina mutuamente.

$$VPN = -777892.97 + 194473.24 = -583419.73$$

El VPN es negativo lo cual nos indica que el proyecto no es rentable, pero recordemos nuevamente, que es un proyecto social y no lucrativo, por lo tanto esto no importa, solo es para confirmar que no se va a ganar nada

económicamente hablando, pero se retribuirá con el hecho de que la población se enfermará menos que antes de la construcción del proyecto.

### **3 ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PARA LAS CALLES DE SABANA LARGA, AMBERES Y ENTRADA A COLONIA LA UNIÓN, EN LA CABECERA MUNICIPAL**

#### **3.1 Período de diseño**

El periodo de diseño se considera como el periodo de análisis del tránsito, ya que es difícil hacer la predicción del tránsito con suficiente aproximación para un largo tiempo. Para un pavimento rígido se considera adecuado tomar 20 años como periodo de diseño; por lo que el que se elija incide directamente en los espesores, ya que esto determina cuantos vehículos tendrán que circular sobre el pavimento en ese lapso. El seleccionar el periodo de diseño de un pavimento es función del tipo de carretera, nivel de tránsito, análisis económico y el servicio que preste. Para este proyecto se tomo un periodo de 20 años.

#### **3.2 Topografía**

Lo constituyen la planimetría y altimetría, las cuales son bases fundamentales para todo proyecto vial. Su aplicación es determinante para obtener las libretas de campo y planos que reflejen la conformación real del lugar de ejecución de un proyecto.

##### **3.2.1 Planimetría**

Este trabajo se realizó para obtener una representación gráfica en planta del terreno, localizando la línea central, secciones transversales y la ubicación

de los servicios existentes en la vía principal. Mas adelante se presenta la libreta y sus respectivos cálculos.

### **3.2.2 Altimetría**

Como se explicó , esta sirve para conocer las diferentes alturas del terreno, y así poder ubicar pendientes, secciones transversales, donde ubicar drenajes, etc.

### **3.3 Ensayos de laboratorio de suelos**

El terreno natural de una carretera o calle (rasante natural) no puede soportar las cargas de las ruedas de los vehículos que, constantemente, transitan, sin que sufra una deformación considerable; por tal motivo, no podrá proporcionar una superficie de rodadura adecuada, por ello es necesario construir encima del suelo un pavimento, con el fin primordial de distribuir uniformemente la carga de las ruedas y proporcionar una superficie de rodamiento cómoda y segura. Es importante también, que este pavimento esté construido de manera que ninguna de sus partes sufra tensiones superiores a las que pueda resistir y que, además, sea duradero. Con un pequeño gasto en el estudio de las condiciones del suelo y la utilización de los métodos de diseño, se reducirán las fallas y el costo de su construcción será menor, pues los espesores sobrantes de las buenas subrasantes, se podrán emplear en reforzar las áreas con mala cimentación y además se estará garantizando una vida útil de por lo menos 20 años.

El estudio de suelos para el diseño de la estructura de los pavimentos, comprende una serie de ensayos que a continuación se detallan.

### **3.3.1 Granulometría**

La clasificación de los suelos acostumbra a utilizar algún tipo de análisis granulométrico, constituyendo este ensayo una parte importante de los criterios de aceptabilidad de suelos para carreteras.

El análisis granulométrico de una masa de suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen. Obviamente, para obtener un resultado significativo, la muestra debe ser estadísticamente representativa de la masa del suelo. Como no es posible determinar el tamaño real de cada partícula independiente de suelo, el ensayo se limita a determinar el grupo de los granos por el rango de tamaño que este grupo posea.

Para lograr lo anterior se debe obtener la cantidad de material que pasa a través de un tamiz con un tamaño de abertura dado, pero que es retenido en un siguiente tamiz cuya malla tiene aberturas ligeramente menores a la anterior, se relaciona la cantidad retenida en cada tamiz con el total de la muestra inicial pasada a través de todos los tamices. Es evidente que el material retenido de esta forma consiste en partículas de muchos tamaños, todos los cuales son menores al tamaño de las mallas en las que todo el material pasó, pero mayores que el tamaño del tamiz en el cual el suelo se retuvo. Luego, se obtiene el porcentaje de material que es retenido en cada tamiz. Es necesario el procedimiento de la granulometría por hidrómetro según AASHTO T 88. Todo el



análisis granulométrico deberá ser echo por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

$$\% \text{ retenido} = \frac{\text{peso del suelo retenido}}{\text{peso total del suelo}} \times 100$$

Para este caso, en el pavimento No. 1 el análisis granulométrico presenta un 0.8% de grava, 65.7% de arena y 33.6% de finos; para el pavimento No. 2 un 2.5% de grava, 46% de arena y 51.5% de finos.

### **3.3.2 Límites de Atterberg**

Son ciertos límites arbitrarios en el contenido de humedad de los suelos finos, para dividir los estados de consistencia de estos suelos. Así, para obtener el límite líquido, se sigue el procedimiento requerido.

Para efectuar este ensayo se utiliza el material que pasa el tamiz No. 40, mezclándolo con agua hasta formar una pasta suave. Se coloca en el platillo del aparato de Casa Grande hasta llenarlo, aproximadamente, 1/3 de su capacidad formando una masa lisa. Se divide esta pasta en dos partes por medio del ranurador especial. Se hace girar la manivela del aparato a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que el fondo del surco se cierre en una longitud de 1/2 “, aproximadamente. El número de golpes debe ser de 15 a 35. Luego, se toma la muestra y se le determina el contenido de humedad. El procedimiento analítico para la determinación de esté límite se basa en la norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

Para determinar el límite plástico se utiliza una porción de la misma muestra preparada en el ensayo del límite líquido. Se tiene que dejar secar hasta que posea una consistencia que no tenga adherencia a la palma de la mano; se hace rodar con la palma sobre una superficie lisa no absorbente, formando cilindros de aproximadamente 1/8"; por medio del manipuleo de estos cilindros, se va reduciendo el contenido de humedad hasta que el cilindro empiece a desmoronarse. En este instante se determina el contenido de humedad y este es el valor del límite plástico.

El índice plástico o de plasticidad se obtiene como la diferencia del límite líquido y el límite plástico.

El índice de grupo es un valor que indica la calidad de suelo como una subrasante.

Las subrasantes pueden clasificarse en función del índice de grupo de la manera siguiente:

ȳ	Excelente	$I = 0.$
ȳ	Buena	$I = 0 \text{ a } 1.$
ȳ	Regular	$I = 2 \text{ a } 4.$
-	Mala	$I = 5 \text{ a } 9.$
-	Muy Mala	$I = 10 \text{ a } 20.$

El índice de grupo se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = 0.2 + 0.005ac + 0.01bd$$

Donde:

- a. Porcentaje de material que pasa por la malla # 200, menos 35 %.  
Si el porcentaje que pasa por la malla # 200 es mayor de 75 %, se anotará 75 %, y si es menor de 35 se anotará 0.
- b. Porcentaje del material que pasa por la malla # 200, menos 15 %.  
Si el porcentaje que pasa por la malla # 200 es mayor de 55 %, se anotará 55 %, si es menor de 15, se anotará 0.
- c. Valor del límite líquido, menos 40 %. si el límite líquido es mayor de 60 % se anotará 60 y si es menor de 40 % se anotará 0.
- d. Valor del índice de plasticidad menos 10. si el índice de plasticidad es mayor de 30, se anotará 30, y si es menor de 10 se anotará 0.

Aplicando esta fórmula, según nuestros resultados, obtenemos que el índice de grupo para el material del pavimento No. 1 es igual a 0. En conclusión, el material se clasifica como excelente para subrasante. Mientras que para el pavimento No. 2 el índice de plasticidad se encuentra entre 0 y 1, por lo que de acuerdo a este criterio, el material no es tan malo para subrasante.

### **3.3.3 Ensayo de Compactación ( Proctor modificado )**

#### **Compactación**

Un suelo está formado por diferentes tamaños de partículas, éstas tienen formas diversas, existiendo entre ellas espacios inter-granulares que se denominan vacíos, los que pueden estar ocupados por aire, agua o ambos a la vez. Si una masa de tierra se presenta en estado suelto, su volumen es mayor que si está comprimido, es decir, su volumen de vacíos es mayor, el cual se

puede reducir a base de una acción de comprimir la masa de tierra; a esta operación se le denomina compactación.

### **Definición**

Compactación es el proceso realizado generalmente por medios mecánicos, para efectuar presiones sobre el material para mejorar su densidad o acondicionar mejor su volumen disminuyendo sus vacíos. Por medio de la compactación del suelo en condiciones controladas, casi puede eliminarse el aire de los poros y llevar el terreno a unas condiciones en las que será menor la tendencia a que se produzcan posteriores cambios de humedad.

Al compactar un suelo se obtienen las siguientes ventajas:

- a) Se establece un contacto más firme entre las partículas.
- b) Las partículas de menor tamaño son forzadas a ocupar los vacíos formados por los de mayor dimensión.
- c) Cuando el suelo está compactado, aumenta su valor soporte y se hace más estable.
- d) Como quiera que las partículas se hallan firmemente adheridas después de la compactación, la masa del suelo será más densa y su volumen de vacíos quedará reducido a un mínimo. Por lo tanto, la capacidad absorbente (de agua) de un suelo quedará grandemente reducida por efecto de la compactación. En resumen, se puede decir que el objetivo principal de la compactación de un suelo es mejorar sus propiedades y, en particular, aumentar su resistencia y su capacidad de carga, reducir su compresibilidad y disminuir su aptitud para absorber carga.

## **Métodos para determinar la humedad óptima y densidad máxima**

Se determina la densidad seca de un suelo después de haberle aplicado una misma intensidad de compactación para varios contenidos diferentes de humedad. Para obtener la humedad óptima y la densidad máxima, existen diferentes métodos, que se pueden resumir en dos grupos, así:

- a) Dinámicos: Son aquellos, en los que la energía de compactación se aplica por medio de golpes de pisón (mazo o martillo) dinámicamente. (PROCTOR).
- b) Estáticos: Son aquellos métodos en que la energía de compactación se aplica por medio de presión (prensas hidráulicas) (Estático de California).

Los más usados son los dinámicos, y para el proceso de obtención de la densidad máxima y la humedad óptima sólo se describirá en detalle uno de ellos: Método AASHO Standard T-180 (Proctor modificado), en el entendido que el llamado Proctor estándar (AASHO T-99) difiere, casi sólo en que se usa un mazo más pequeño (de 5.5 libras de peso y 12" de caída) y se compacta en 3 capas.

### **AASHO Standard T-180-Proctor modificado**

- Molde de 4"
  - Volumen 1/30 pie cúbico (944 cm<sup>3</sup>)
  - Diámetro = 4" (10.16 cm.)
  - Altura (h) = 4.6" (11.68 cm.)
- Molde de 6"

Volumen= 1/(13.33) pie cúbico

Diámetro = 6"

Altura = 5"

- Martillo:

Diámetro = 2"

Caída = 18"

Peso = 10 lbs

Hay cuatro procedimientos alternativos:

**Método A:** se usa el molde de 4" con material que pasa tamiz N° 4, en cinco capas, dando 25 golpes por capa.

**Método B:** molde de 6". Material pasa tamiz No.4, con 5 capas; 56 golpes por capa.

**Método C:** Molde de 4". Material pasa tamiz No.3/4", 5 capas, con 25 golpes cada una.

**Método D:** Molde de 6". Material pasa ¾", 5 capas con 56 golpes cada una.

## Forma del ensayo – Proctor modificado

### Equipo

- Balanza de 20 Kg. de capacidad y aproximación de 1 gr. o una de 35 lbs de capacidad y aproximación de 0.01 lb.
- Balanza de 3 escalas de 0.01 de aproximación.
- Tarros metálicos para determinación de humedad.
- Molde de compactar, puede ser de 4" ó 6" ya descritos.
- Pistón de compactar de 10 Lbs. de peso y 18" de caída.
- Estufa u horno capaz de mantener una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Tamiz de 2", tamiz no.4 y tamiz de  $\frac{3}{4}$ ".
- Espátula, cucharón de mezclar, cuchara de albañil y otras herramientas para mezclar.
- Rodillo.
- Extractor de muestras (opcional).
- Regla de acero de 12".

### **Preparación de la muestra**

- a) Se seca al aire en un horno a  $60^{\circ}\text{C}$ , una muestra representativa que contenga aproximadamente 16 libras de material.
- b) Se disgregan los terrones de material fino, pasándoles el rodillo, sobre una superficie plana.
- c) Se criba a través del tamiz No.4, desechando la porción retenida.

### **Procedimiento de ensayo**

- a) Se amasa a fondo la muestra con agua suficiente para formar una mezcla húmeda que se desmenuza cuando se suelta, después de haber sido estrujada en la mano. Procúrese no hacer esta mezcla inicial demasiado húmeda. La experiencia indica a que humedad aproximada debe compactarse el primer punto del Proctor.
- b) Se divide la mezcla húmeda en cinco porciones aproximadamente iguales.
- c) Se pesa el molde de compactar de 6" en la balanza de 20 Kg. con una aproximación de 1 gramo o en la de 35 Lb. con aproximación de 0.01 lb.; luego se le une la placa de base y el anillo de extensión y se le coloca sobre un apoyo firme.
- d) Se pone una porción de la mezcla húmeda en el molde, nivelando la superficie con la mano o con una cuchara de albañil.
- e) Se coloca el pisón de compactar con guía sobre el material, dentro del molde, se eleva luego sobre el mango hasta que el pisón alcanza la parte superior de la guía, entonces se suelta aquél, permitiendo que el pisón caiga libremente sobre la muestra, sin darle impulso adicional con la mano.
- f) Se cambia la posición de la guía y otra vez se deja caer el pisón. Se repite el proceso cubriendo sistemáticamente la superficie entera de la muestra hasta que el pisón haya caído 56 veces.
- g) Se saca el pisón del molde, se pone otra porción de la muestra, en él, y se apisona como antes. Se repite todo el proceso con las otras porciones que quedan. Cada capa compactada debe ser de 2.54 cm. (una pulgada) aproximadamente y la muestra compactada entera debe extenderse 1.27 cm. (1/2") dentro del anillo de extensión, como mínimo. El peso de la



muestra necesario para este objeto se determina por tanteo y variará con los diferentes suelos.

- h) Se quita el anillo y con un cuchillo se recorta la muestra hasta enrasar con los bordes del molde de compactación. Comprobar la nivelación con la regla de acero.
- i) Se quita la placa de base y se pesa el molde que contiene la muestra compactada con una aproximación de 1 gr. ó 0.01 Lb.
- j) Se toman 2 muestras con contenido de humedad (10 ó 25 gramos cada una) del centro del material extraído del molde. Para los cálculos se usa el valor medio, si salen muy distantes habrá que descartar uno de los dos.
- k) Se saca el suelo compactado del molde, se vuelve a pulverizar con el rodillo y se le coloca en un recipiente.

### **3.3.4 Ensayo de valor soporte**

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, sin embargo, por las condiciones de humedad y densidad, es evidente que este número no es constante para un suelo dado, sino que se aplica sólo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

El número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón de un área de 19.4 cm<sup>2</sup>, entre la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad, respecto de una carga patrón requerida para obtener la

misma profundidad de penetración en una muestra Standard de material triturado. Lo anterior se resume en la siguiente ecuación:

$$CBR = \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patrón}} \times 100$$

De esta ecuación se puede ver que el número CBR es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la práctica, el símbolo de porcentaje se obvia y la relación se presenta por el número entero, por ejemplo, como 5, 48 ó 95.

El número CBR, usualmente se basa en la relación de carga para una penetración de 0.10 Plg. Sin embargo, si el valor de penetración de 0.20 plg. es mayor, el ensayo debería de repetirse. Si un segundo ensayo produce nuevamente un valor de CBR mayor de 0.20 Plg. de penetración, dicho valor debe aceptarse como valor final del ensayo.

El CBR se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido, para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad de una muestra patrón de piedra triturada bien graduada.

Para determinar el CBR se tomó como material de compactación o patrón a la piedra triturada, a la que se le asignó un CBR de 100 %.

El ensayo de CBR comprende, además, la determinación de las propiedades expansivas del material.

Se debe hacer el CBR sobre muestras a diferentes grados de compactación a la humedad óptima, después se elabora un diagrama de CBR contra densidad, de donde se puede determinar el valor de CBR a la densidad deseada, según la especificación de construcción que deba cumplir el material. Sin embargo, el CBR también puede hacerse sobre una muestra compactada con el contenido de humedad óptimo, para un suelo específico, utilizando un ensayo de compactación Proctor ya sea estándar o modificado.

En el laboratorio, ordinariamente deberían compactarse dos moldes de suelo, uno para penetración inmediata y otro para después de dejarlo saturar en agua por un periodo de 96 horas o más, bajo una carga aproximadamente igual al peso del pavimento que se utilizará en el campo, pero, en ningún caso, menor que 4.5 Kg. Es durante este periodo cuando se toman registros de expansión para instantes escogidos arbitrariamente. Al final del periodo de saturación se hace la penetración para obtener el valor de CBR, para el suelo en condiciones de saturación completa.

El ensayo con la muestra saturada cumple con dos propósitos:

- Dar información sobre la expansión esperada en el suelo, bajo la estructura del pavimento cuando el suelo se satura.
- Dar indicación de la pérdida de resistencia debida a la saturación en el campo.

El valor final del CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos, principalmente con fines de utilización de bases y subrasante bajo pavimentos de carreteras o aéreo pistas.

Número de CBR	Clasificación general	Usos
0 – 3	muy pobre	subrasante
3 – 7	pobre a regular	subrasante
7 – 20	regular	sub-base
20 – 50	bueno	sub-base, base
50 ó más	excelente	base

Finalmente, el CBR es el factor que determinara el diseño de espesores de capas de pavimento. Usualmente, el valor CBR se convierte en módulo de valor soporte del suelo. El procedimiento para el CBR deberá realizarse como lo indica la norma AASHO T – 193.

### 3.3.5 Ensayo de equivalente de arena

Este ensayo se efectúa con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos - plásticos que contienen los suelos y los agregados pétreos; es un método rápido que se puede hacer en el campo como en el laboratorio. Se lleva a cabo, principalmente cuando se trata de materiales que se usarán para base, sub-base, es decir, bancos de préstamo.

#### Equipo

- Probetas de 17” de alto, graduadas hasta las 15” y con divisiones hasta 1/10, el diámetro será de 1 ¼.
- El pie, que consiste en una varilla de acero, delgada, de 18” de largo, que tiene en su parte superior un contra peso que da al conjunto un peso total de 1 Kg. y en la parte inferior, un pequeño cono que se asienta

sobre el material depositado en el fondo de la probeta, tiene también una pequeña roldada movable a lo largo de la varilla, esta roldada tiene un diámetro exterior igual al diámetro interior de la probeta.

- Un tarro metálico de 88cc de capacidad.
- Un tapón de hule para cerrar la probeta cuando ésta tiene la solución y el material listo para la prueba y efectuar el movimiento horizontal de los ciclos.
- Un embudo con boca ancha.
- Un frasco de un galón, implementado con un tapón que lleva un tubo para el aire, un pequeño sifón de vidrio al que se le adapta una manguera de hule de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro interno, al exterior libre de la manguera se le adapta un tubo de metal llamado cánula, por el que desagua la solución proveniente del galón, a la probeta, la cánula lleva en su extremo libre agujeros que sirven para que el agua salga en forma de regadera y ayude a levantar mas rápidamente los granos finos, este frasco se coloca 3" arriba de la mesa de trabajo.
- Solución básica AASHTO T-176
- Cronometro

Procedimiento:

- Se prepara un galón de agua y se le agregan 88 cc de la solución básica compuesta por cloruro de calcio mezclado con formaldehído y glicerina.
- Por medio del sifón, manguera y la cánula se deposita la solución en la probeta, hasta una altura de 4".
- Para preparar el material se toman unos 500 gramos del mismo, que pasa el tamiz No. 4 y se cuarteán, luego se toman 100 gramos para la prueba total; debe cuidarse que los grumos mayores de  $\frac{1}{4}$ " se deshagan y se desprenda el material fino adherido a las piedras.

- Se introducen los 100 gramos en la solución que se encuentra en la probeta, dejándolos reposar durante 10 minutos. El material se deposita en la probeta por medio del embudo fino de metal de 4" o en un extremo, haciéndolo de papel, teniendo cuidado que el material fino no se vuele, golpear con la mano el fondo de la probeta para desalojar el aire.
- Cuando ya han transcurrido los 10 minutos, se tapa la probeta con el tapón de hule y se procede a agitarla vigorosamente durante 90 ciclos ( un ciclo consiste en llevar la probeta ida y vuelta, con un movimiento horizontal, de 8" de recorrido de izquierda a derecha y sujetados firmemente sus extremos con las manos en el transcurso de un minuto, aproximadamente. Se recomienda mover, únicamente, los antebrazos, relajando los hombros, de preferencia deber+ a usarse un agitador mecánico especial para disminuir el factor humano en la prueba.
- Una vez que terminan los 90 ciclo, se asienta fijamente la probeta y se le introduce rápidamente la cánula de metal, haciendo que ésta tenga un movimiento de descanso vertical rotativo, con el objeto de facilitar la separación de los finos, la cantidad de solución agregada será hasta que llegue a las 15" de graduación de la probeta.
- En el momento en que la solución llega a las 15" se cierra la llave que tiene la manguera para evitar que pase mas solución, al mismo tiempo de cerrar la llave, se conecta el cronometro que marcará el tiempo de descanso de los finos, durante 20 minutos exactos, los movimientos perturban el asentamiento de los finos y producen un resultado equivocado.
- Se toma la lectura de caída de los finos en periodos de 2 minutos para arcillas y de 1 minuto para arenas, hasta llegar a los 20 minutos, respectivamente. Con los datos obtenidos se traza la curva.

- La lectura de la arcilla es la que se toma a los 20 minutos (la última) del nivel superior de la suspensión de arcilla, se estima al 0.1 de pulgada.
- Se introduce cuidadosamente, el pie hasta que asienta sobre la arena y se toma la altura que queda del material depositado entre el fondo de la probeta y la parte inferior del pie, esta es la lectura de la arena.
- El equivalente de arena se obtiene dividiendo la lectura de arena entre la lectura de arcilla y luego este resultado se multiplica por 100, para poder expresarlo en porcentaje.
- Los porcentajes aceptables de equivalente de arena según el Manual de caminos son: para bases 30% como mínimo y para sub bases 25% como mínimo. Si el equivalente de arena da un valor inferior al especificado, efectuar dos pruebas mas y tómesese el promedio de las tres como equivalente de arena del material.

### **3.3.6 Análisis de resultados**

Para determinar las características físicas y mecánicas de una muestra representativa del suelo de fundación o subrasante, es necesario que el ingeniero constructor, tenga los resultados de laboratorio de cada uno de los ensayos practicados, para que posteriormente, se proceda al análisis de los resultados obtenidos, lo cual le servirá de base para tomar las precauciones necesarias en la construcción de su obra en ejecución y aplicar criterios y métodos adecuados al tipo de suelo encontrado. Mas adelante se analizarán los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a los suelos en los que se realizarán los pavimentos.

### **3.4 Rasante**

La rasante es el nivel de la superficie de rodadura, se diseña adaptándola lo más posible al perfil natural del terreno, aplicando el criterio generalmente aceptado, de la rasante que resulte más económica bajo condiciones críticas.

### **3.5 Justificación Para el diseño de un pavimento rígido**

La razón principal, es que los tramos no son tan grandes como para movilizar toda la maquinaria pesada que se necesita para construir un pavimento flexible, lo que resulta oneroso y demasiado caro, pues tampoco hay materiales cerca como para construir este tipo de pavimento. Hay suficiente arena y piedrin cerca, lo que hace que resulte más práctico y económico un pavimento rígido. Otra razón es que la municipalidad tiene experiencia en la construcción de pavimento rígido.

### **3.6 Elementos estructurales del pavimento**

El elemento básico de de los pavimentos rígidos es el concreto, pero según las exigencias de la vida útil del mismo incluyen algunas variantes como, varillas de transferencia de carga (dovelas), diferentes tipos de juntas, concreto reforzado, de refuerzo continuo sin juntas de contracción.

En pavimentos de concreto simple, el espaciamiento entre juntas no debe exceder los 4.5 metros, para que las losas tengan un buen comportamiento. En pavimentos con dovelas, las losas no deben ser mayores de 6 metros y en pavimentos reforzados las losas no deben ser mayores de 12



metros, lo cual permite un buen comportamiento, ya que espaciamentos mayores a los mencionados, produce problemas tanto en las juntas como en las fisuras transversales intermedias.

Las diferentes capas que constituyen el pavimento, también forman parte de su estructura básica.

El procedimiento de diseño desarrollado por PCA, establece varias condiciones, tales como:

- Transferencia de cargas, dependiendo del tipo de pavimento que se considere.
- El uso de hombros de concreto o asfalto adheridos al pavimento, permite reducir los esfuerzos de flexión y deflexiones, producidos por las cargas de los vehículos en los bordes de las losas.
- Para reducir los esfuerzos que se producen al paso de las ruedas sobre las juntas, es necesario el uso de subbases estabilizadas, ya que estas proporcionan superficies de soporte de mejor calidad y resistencia a la erosión a causa de las deflexiones de las losas de pavimento.
- Se adicionan dos criterios básicos en el diseño y son: **Fatiga**; esta sirve para mantener los esfuerzos que se producen dentro de los límites de seguridad, ya que el paso de cargas sobre las losas del pavimento producen esfuerzos que se convierten en agrietamientos. **Erosión**; este sirve para limitar los efectos de deflexión que se producen en los bordes de las losas, juntas y esquinas del pavimento, también para tener control sobre la erosión que se produce en la subbases o subrasante y los materiales que conforman los hombros.

### 3.7 Diseño de pavimento rígido

En el diseño de cualquier tipo de pavimento se deben tomar en cuenta los criterios mínimos para pendientes, curvas verticales, curvas horizontales, longitudes, tangentes de intersección, distancias mínimas de visibilidad y frenado, pendientes gobernadoras, todo de acuerdo con las especificaciones mínimas de vías terrestres.

Diseño geométrico en planta:

Este contempla el diseño de curvas horizontales, radios de curvatura, longitudes y visibilidad.

Diseño de curvas horizontales:

Para obtener un equilibrio adecuado de todos los elementos del diseño geométrico de un camino, se deben determinar en función de los aspectos económicos, para dar una operación continua a velocidad segura, bajo las condiciones generales del camino. A continuación se describen las normas de diseño para radios de curvatura mínima, velocidades y otros criterios.

- La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener mayor prioridad
- Evitar las curvas de radios mínimos antes de entrar a un puente, cruces de caminos o algún elemento que puede originar condiciones desfavorables a la seguridad.
- Para una velocidad de diseño determinada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible.
- La topografía condiciona, muy especialmente, los radios de curvatura y la velocidad de diseño.

- Incrementar en todo lo que sea posible la longitud de curva, para que la curva sea lo mas cómoda para el conductor.
- La distancia de visibilidad, debe considerarse conjuntamente con la topografía, ya que frecuentemente la visibilidad requiere radios mayores.

#### Diseño geométrico en perfil:

Para obtener el perfil de un terreno, es necesario hacer el levantamiento topográfico del mismo, parte de este levantamiento consiste en obtener los niveles de la línea central del terreno y con ellos se plotea, en papel milimetrado, el perfil longitudinal a 2 escalas, la horizontal que contiene el caminamiento a escala 1:500 y la vertical que contiene las elevaciones a escala 1:50.

Una vez trazado el perfil longitudinal, se procede al diseño de la rasante final tomando en consideración las especificaciones y criterios de diseño, la rasante final debe ser diseñada de tal forma que queden, de preferencia, por debajo de las cotas de plataforma de las viviendas y, así obtener la solución mas favorable para los drenajes a diseñar.

#### Diseño de curvas verticales:

La finalidad de estas curvas es suavizar los caminos en el movimiento vertical, puesto que a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida, proporcionando de esta forma una operación segura y confortable, además de una agradable apariencia y característica para un drenaje adecuado.

A continuación se describen algunas normas y criterios de diseño para curva verticales:

- Los radios mínimos en radios de vías públicas tomados del eje central de la misma deben ser: en calles principales de 60 m y en calles secundarias de 30 m.
- En urbanizaciones la pendiente mínima longitudinal es de 1% y la pendiente máxima a utilizar en calles principales es de 10% y en calles peatonales el 20%.
- En terrenos llanos se diseñará la rasante en relleno, es decir, por encima del perfil natural del terreno, esto con el fin de dar lugar a las instalaciones necesarias, de drenaje, para proteger al pavimento de la humedad del suelo.
- Cualquier cambio de pendiente en una vía pública en que la diferencia algebraica de los porcentajes de pendientes sea 0.5% o mas se suavizará con una curva vertical de longitud mínima de 20 m.
- Cuando la diferencia algebraica entre la pendiente de entrada de una curva y la pendiente de salida de la misma curva es menor de 0.5% no es necesario diseñar la curva vertical, debido a que la pendiente es muy pequeña.
- Evitar curvas cóncavas en corte, porque provocan dificultad en el drenaje , cuando estas curvas enlacen pendientes con signo contrario, en pendientes de igual signo, no se presentará esta dificultad.
- Se debe eliminar la curva vertical convexa en corte, si las pendientes de enlace son muy suaves.

Las especificaciones de la dirección general de caminos, tiene tabulados valores de k para las longitudes mínimas de curvas verticales para distancia de visibilidad de parada, en función de la diferencia algebraica de pendientes o de la velocidad de diseño y son las siguientes:

Velocidad en Km./hora	Cóncava	Convexa
20	1	2
40	5	7
60	12	12
80	29	23
100	60	36

$$L = k \times \text{diferencia algebraica de pendientes}$$

Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas según su forma, la corrección máxima por curva vertical está dada por:

$$OM = \frac{(P1 - P2) \times L}{800}$$

Donde P2 es la pendiente de salida, P1 es la pendiente de entrada, L la longitud de curva vertical y OM la ordenada media; la corrección en cada punto cualquier será:  $Y = \frac{(OM \times X^2)}{\left(\frac{L}{2}\right)^2}$ , donde X es la distancia del punto intermedio de la curva ala estación deseada.

### 3.7.1 Módulo de ruptura

Este valor se utiliza en el diseño, bajo el criterio de la fatiga que sufren los materiales por el paso de las cargas impuestas por los vehículos pesados, que tienden a producir agrietamiento en el pavimento.

La deformación que se produce en el pavimento de concreto por efecto de las cargas, hace que las losas estén sometidas a esfuerzos de tensión y compresión. La relación existente entre las deformaciones debido a las cargas y los esfuerzos de compresión es muy baja como para incidir en el diseño del espesor de la losa. La relación entre la tensión y la flexión son mayores, situación que afecta el espesor de la losa. De lo anterior se deduce que los esfuerzos y la resistencia a la flexión (módulo de ruptura) son factores principales a considerar en el diseño de pavimentos rígidos.

### 3.7.2 Soporte de la subrasante

Es el suelo natural donde se construirá el pavimento, puede estar formado por un suelo natural mejorado o una sustitución de éste. El tipo de suelo que forma la subrasante, depende de las características que tenga, las cuales se obtienen a través de los ensayos de laboratorio.

Los espesores de las diferentes capas del pavimento, dependen de la capacidad soporte de la subrasante, la cual se clasifica en los siguientes rangos:

CBR	Calidad de la subrasante
0% a 3%.....	muy mala
3% a 5%.....	mala
5% a 20%.....	regular a buena
20% a 30 % o mas .....	excelente

Comúnmente, los suelos de mala calidad son los que tienen materia orgánica y arcilla en exceso. Para evitar los efectos nocivos de este tipo de suelos, la mejor opción es sustituirlos.

La subrasante, debe compactarse hasta obtener como mínimo el 95% de compactación, respecto de la densidad máxima obtenida en laboratorio.

### **3.8 Cálculo de pavimento rígido**

#### **Descripción de los métodos de diseño para pavimentos rígidos**

La PCA, Asociación del Cemento Pórtland, ha desarrollado dos métodos, para determinar el espesor de las diferentes capas de un pavimento que resista las cargas que ocasiona el tránsito.

- Método de capacidad:

Este método se utiliza cuando es posible obtener datos exactos de carga del tránsito.

- Método simplificado:

Este reduce considerablemente el espesor de losa, fue publicado por la PCA. Para este método fue generada una serie de tablas de diseño, basadas en la distribución de ejes de carga que representan las diferentes categorías de carreteras y tipos de calles. Estas tablas muestran datos, para periodos de diseño de 20 años, y también muestran los esfuerzos combinados de subrasante y base, ya que mejoran la estructura del pavimento. Para efecto de procedimiento se selecciona el método simplificado.

#### **Procedimiento para el diseño de pavimento rígido**

Los pasos del diseño son los siguientes:

- 1) Estimar ADTT (Transito Promedio Diario Pesado, en dos direcciones); excluyendo camiones de dos ejes y 4 llantas.
- 2) Seleccionar la categoría del eje de carga, según la Tabla I
- 3) Encontrar el espesor de la subbase
- 4) Encontrar el espesor de la losa requerida en las tablas V, VI, VII
- 5) Periodo de diseño: El periodo de diseño utilizado fue de 20 años

- **Diseño del pavimento rígido de la colonia La Unión**

- a. Primero se establece la categoría de las vías, para esto se debe contar con datos del transito promedio. Para obtener datos estimados, el cálculo se hizo por medio de encuestas, por conteo en tiempos de 24 horas. De acuerdo al resultado obtenido, según la tabla 1 en la pagina 67, se cae en la categoría 1, correspondiente a calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio), con un transito promedio diario TDP en un rango de 200 a 800 vehículos y un transito promedio diario de camiones TPDC alrededor de 25, con una carga máxima por eje sencillo de 22 KIPS y 36 KIPS para eje tandem.
- b. Para **determinar el módulo de ruptura** del concreto, se estimó que este representa un 15% de la resistencia a compresión del concreto, debido a que este concreto tiene 4000 PSI de resistencia, **el módulo de ruptura será de 600 PSI.**
- c. Por medio de los valores de CBR de 60 % se busca en la Fig. 1 de la pagina 68 y encontramos el modulo de reacción K de la subrasante, la



lectura la hacemos en la tercera línea de abajo para arriba, partiendo del lado izquierdo en la fila, que en este caso se obtiene un valor de  $K = 600 \text{ lb./plg}^3$ .

- d. En la tabla II de la pagina 69 obtenemos la descripción del tipo de suelo en base al valor  $K = 600 \text{ lb./plg}^3$  obtenido de la figura 1 de la pagina 66; puede observarse en una inspección simple, que este valor está arriba de  $400 \text{ lb./plg}^3$ , es decir que esta fuera de los rangos establecidos en dicha tabla, por lo tanto el valor soporte es muy alto, por tal motivo este suelo tiene cualidades de sub-base tratada con cemento.
- e. Posteriormente en la Tabla IV de la página 70, se verifica los valores de  $K$  sobre la base con respecto a los valores de reacción  $K$  de la subrasante, obtenidos de la Fig. 1 en la pagina 68, por lo descrito en el inciso c, se deduce que la base no necesita ningún tratamiento, según esta tabla estamos diseñando sobre una base de suelo-cemento, al tratar de ubicar el valor  $K$  de la subrasante en la primera columna del lado izquierdo, se puede dar cuenta que no está, por tal razón nos ubicamos en el ultimo valor que aparece de arriba hacia abajo, que corresponde a  $200 \text{ lb./plg}^3$ ; estando en ese punto avanzamos sobre esa fila de izquierda a derecha, hasta ubicar las  $600 \text{ lb./plg}^3$  que se obtuvieron en la figura 1, se observa que el valor mas cercano a este es el que se encuentra en la tercera columna, entonces se observa que el espesor correspondiente es 6 plg. equivalente a 0.15 m.
- f. Con estos datos se utiliza la Tabla V en la pagina 71 de TPDC permisible, carga por eje categoría 1 para pavimentos con juntas de

trabe por agregados (no necesita dobelas), en la pagina 69 se calcula el espesor de la losa, este diseño contempla la inclusión de banqueteta, con el fin de disminuir el espesor de la losa y tener paso peatonal, por tanto utilizamos el lado derecho de la tabla, en donde se encuentran los datos para diseñar con hombros de concreto, bordillos o banquetas, bajamos por la columna donde se encuentra el valor **alto** del soporte de la subrasante y sub-base, hasta donde esta el rango del modulo de ruptura  $MR= 600 \text{ PSI}$ , se hace la aclaración que los valores que aparecen son del transito promedio diario de camiones permisible, ya que el valor no pasa de 75 camiones diarios, tomamos ese valor, ya que 730 es muy alto, al cual le corresponde una losa de concreto de 5 pulgadas de espesor, equivalente a 13 cm.

Por lo que realmente se tiene, el diseño del pavimento rígido para un CBR de 60% queda de la siguiente manera:

13 cm. de losa .

15 cm. de sub-base

28 cm. espesor total del pavimento.

- **Diseño del pavimento rígido del cantón Sabana Larga**

g. Primero se establece la categoría de las vías, para esto se debe contar con datos del transito promedio. Para obtener datos estimados, el cálculo se hizo por medio de encuestas, por conteo en tiempos de 24 horas. De acuerdo al resultado obtenido, según la tabla 1 en la página 66, se cae en la categoría 1, correspondiente a calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio), con un tránsito promedio

diario TDP en un rango de 200 a 800 vehículos y un tránsito promedio diario de camiones TPDC alrededor de 25, con una carga máxima por eje sencillo de 22 KIPS y 36 KIPS para eje tandem.

- h. Para **determinar el modulo de ruptura** del concreto, se estimo que este representa un 15% de la resistencia a compresión del concreto, debido a que este concreto también tiene 4000 PSI de resistencia, **el módulo de ruptura será de 600 PSI.**
  
- i. Por medio de los valores de CBR de 8 % se busca en la Fig. 1 de la página 68 y encontramos el módulo de reacción K de la subrasante, la lectura la hacemos en la tercera línea de abajo para arriba, partiendo del lado izquierdo en la fila, que en este caso se obtiene un valor de  $K = 180 \text{ lb./plg}^3$ .
  
- j. En la tabla II de la página 69 obtenemos la descripción del tipo de suelo con base al valor  $K = 180 \text{ lb./plg}^3$  obtenido de la figura 1 de la página 66; puede observarse en una inspección simple, que se cae en el rango de 180 a 220 por tanto el suelo es Arena y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.
  
- k. Posteriormente en la Tabla III de la página 70, se verifica los valores de K sobre la base con respecto a los valores de de reacción K de la subrasante, de la Fig. 1 de la página 68. para diseño sobre bases granulares. De la misma manera que en el diseño anterior (Colonia La Unión), para ubicar el espesor de la base, el valor  $K = 180 \text{ lb./plg}^3$  de la

subrasante se encuentra en el rango de 100 lb/plg<sup>3</sup> y 200 lb/plg<sup>3</sup>, se puede utilizar cualquiera de estos 2 valores que son los que se encuentran en la 2da y 3ra líneas respectivamente, en este caso se escoge 100 lb/plg<sup>3</sup>, pero se aclara que también puede ser el otro valor, seguidamente se lee de izquierda a derecha hasta ubicar nuevamente en un rango el valor de 180 lb/plg<sup>3</sup>, se observa que cae en un rango de 160 a 190 lb./pul<sup>3</sup>; se puede utilizar el valor mas alto, en este caso 190 lb/plg<sup>3</sup>, que corresponde a un espesor de 12 pulgadas igual a 30 cm. El criterio para la utilización del valor más alto es el hecho de que el CBR del terreno natural tiene un valor bajo.

- I. Con estos datos se utiliza la Tabla V en la página 71, de TPDC permisible, carga por eje categoría 1 para pavimentos con juntas de trabe por agregados (no necesita dobelas), en la página 69 se calcula el espesor de la losa, este diseño contempla la inclusión de banqueteta, con el fin de disminuir el espesor de la losa y tener paso peatonal, por tanto utilizamos el lado derecho de la tabla, en donde se encuentran los datos para diseñar con hombros de concreto, bordillos o banquetetas, bajamos por la columna donde se encuentra el valor **alto** del soporte de la subrasante y sub-base, hasta donde esta el rango del modulo de ruptura MR= 600 PSI, se hace la aclaración que los valores que aparecen son del transito promedio diario de camiones permisible, ya que el valor no pasa de 75 camiones diarios, tomamos ese valor, ya que 730 es muy alto, al cual le corresponde una losa de concreto de 5 pulgadas de espesor, equivalente a 13 cm.

Por lo que realmente se tiene, el diseño del pavimento rígido queda de la siguiente manera:

Para C.B.R. 8%

13 cm. de losa .

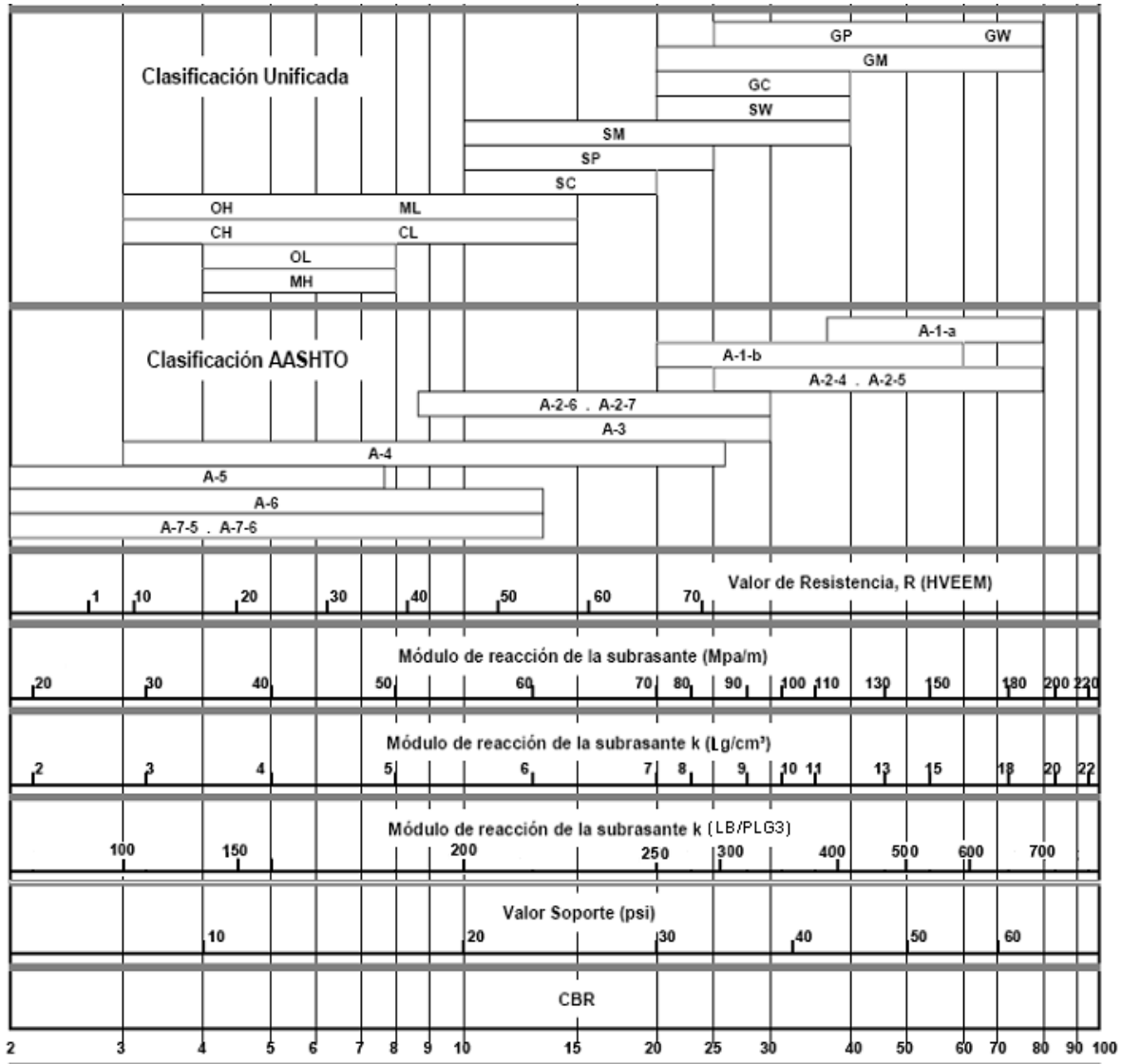
30 cm. de sub-base

43 cm. espesor total del pavimento.

**Tabla I. Categorías de carga por eje**

CARGA POR EJE CATEGORÍA A	DESCRIPCIÓN	TRÁFICO			MÁXIMA CARGA POR EJE, KIPS	
		TPD	TPDC		Eje sencillo	Eje tandem
			%	Por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 a 3	Arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 a 18	De 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio), supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 2 carriles 3000 a 50000 4 carriles o más.	8 a 30	De 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000 a 20000 2 carriles 3000 a 15000 4 carriles o más.	8 a 30	De 1500 a 8000	34	60

**Figura 2. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y valores de soporte**



**Fuente:** Manual Centroamericano para diseño de carreteras.

**Tabla II. Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K.**

<b>TIPOS DE SUELOS</b>	<b>SOPORTE</b>	<b>RANGO DE VALORES DE K</b>
Suelos de grano fino, en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predomina.	Bajo	75-120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla.	Medio	130-170
Arena y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180-220
Sub-base tratadas con cemento.	Muy alto	250-400

**Fuente:** Manual Centroamericano para diseño de carreteras.



**Tabla III. Valores de K para diseño sobre bases granulares (de PCA)**

Valor de K de la subrasante lb/pl	Valores de Ks sobre la base lb./plg3			
	Espesor 4 pulg.	Espesor 6 pulg.	Espesor 9 pulg.	Espesor 12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

**Fuente:** Manual Centroamericano para diseño de carreteras.

**Tabla IV. Valores de K para diseño sobre bases de suelo – cemento (de PCA)**

Valor de K de la subrasante Lb/PI	Valores de K sobre la base lb./plg3			
	Espesor 4 pulg.	Espesor 6 pulg.	Espesor 9 pulg.	Espesor 12 pulg.
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	-----

**Fuente:** Manual Centroamericano para diseño de carreteras.

**Tabla V. TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con juntas de trave por agregados (no necesita dovelas)**

Sin hombros de concreto o bordillo				Con hombros de concreto o bordillo			
Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante – sub-base			Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante - sub-base		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 650 PSI	4,5		0,1	4 4,5	2	0,2 8	0,9 25
	5 5,5	0,1 3	0,8 15	3 45	5 5,5	30 320	130 330
	6 6,5	40 330		160 430			
MR = 600 PSI	5 5,5		0,1 3	0,4 9	4 4,5	0,2 1	0,1 5
	6 6,5	8 76	36 300	98 760	5 5,5	6 73	27 290
	7	520			6	610	
MR = 550 PSI	5,5	0,1	0,3	1	4,5		0,2 0,6
	6 6,5	1 13	6 60	18 160	5 5,5	0,8 13	4 27
	7 7,5	110 620		400	6	130	480

NOTA: El análisis de fatiga controla el diseño.

NOTA: Una fracción de TPDC, indica que el pavimento puede transportar un número ilimitado de vehículos pequeños y camiones con dos ejes y cuatro llantas. Pero únicamente pocos camiones pesados por semana (TPDC de 0.3 x 7 días indica dos camiones pesados por semana).

El presente TPDC excluye a camiones de cuatro llantas dos ejes, por lo que el número de camiones permitidos puede ser grande.

**Tabla VI. TPDC permisible, carga por eje categoría 2 pavimentos con juntas doveladas**

Concreto sin hombros o bordillo					Concreto con hombros o bordillo				
Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base			
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
MR = 650 PSI	5,5				5				
	6				5,5	9	3	9	42
	6,5	9	4	12	6	96	42	120	450
	7	80	43	120	6,5	710	380	2600	970
MR = 600 PSI	7,5	490	320	1900	840	3100			
	8	2500							
	6				11				
	6,5		8	24	110	5	1	8	1
MR = 550 PSI	7	15	70	190	750	6	19	84	220
	7,5	110	440	1100	750	6,5	160	620	1500
	8	590							
	8,5	2700	2300			7	1000	3600	
MR = 550 PSI	6,5			4	19	5,5			3
	7		11	34	150	6	3	14	41
	7,5	19	84	230	890	6,5	29	120	320
	8	120	470			7	210	770	
MR = 550 PSI	8,5	560	2200	1200		7,5	1100	4000	1900
	9	2400							

Nota: El análisis de fatiga controla el diseño.

**Tabla VII. TPDC permisible, carga por eje categoría 2 pavimentos con juntas con agregados de trave**

Concreto sin hombros o bordillo					Concreto con hombros o bordillo					
Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	
MR = 650 PSI	5,5				5 5,5	9	3 42	9 120	42 450	
	6 6,5	9	4 43	12 120	59 490	6 6,5	96 650	380 1000	700 1400	970 2100
	7 7,5	80 490	320 1200	840 1500	1200	7	1100	1900		
	8	1300	1900							
MR = 600 PSI	6 6,5		8	24	11 110	5 5,5	1	8	1 23	8 98
	7 7,5	15 110	70 440	190 1100	750 2100	6 6,5	19 160	84 520	220 1400	810 2100
	8 8,5	590 1900	1900			7	1000	1900		
MR = 550 PSI	6,5			4	19	5,5			3	17
	7 7,5	19	11 84	34 230	150 890	6 6,5	3 29	14 120	41 320	160 1100
	8 8,5	120 560	470 2200	1200		7 7,5	210 1100	770	1900	
	9	2400								

Nota: Análisis de erosión controla el diseño; de otro modo el análisis de fatiga controla.

**Tabla VIII. TPDC permisible, carga por eje categoría 3 pavimentos con juntas doveladas**

Concreto sin hombros o bordillo					Concreto con hombros o bordillo					
Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	
MR = 650 PSI	7,5				250	6,5			83	320
	8		130	350	1300	7	52	220	550	1900
	8,5	160	640	1600	6200	7,5	320	1200	2900	9800
	9	700	2700			8	1600	5700		
	9,5	2700	10800	7000	11500	8,5	6900	23700	13800	
10	9900									
MR = 600 PSI	8			73	310	6,5			120	67
	8,5		140	380	1500	7			680	440
	9	160	640	1700		8	370	1300	3200	
	9,5	630	2500	6500	6200	8,5	1600	5800	14100	10800
	10	2300				9				
10,5	7700	9300				6600				
MR = 550 PSI	8,5			70	300	7			130	82
	9		120	340	1300	8	67	270	670	2300
	9,5	120	520	1300	5100	8,5	330	1200	2900	9700
	10	460	1900	4900		9	1400	4900		
	10,5	1600	6500	17400	19100	9,5	5100	18600	11700	
11	4900									

Nota: Análisis de erosión controlada el diseño; de otro modo el análisis de fatiga controla.

**Tabla IX. TPDC permisible, carga por eje categoría 3 pavimentos con juntas con agregados de trave.**

Concreto sin hombros o bordillo					Concreto con hombros o bordillo					
Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	
MR = 650 PSI	7,5			60	250	7,5	320	220 640	510 890	750 1400
	8		130	350	830	8	610	1100	1500	2500
	8,5	160	640	900	1300	8,5	950	1800	2700	4700
	9	680	1000	1300	2000	9	1500	2900	4600	
	9,5	960	1500	200	2900	9,5	2300	4700	8000	8700
	10	1300	2100	2800	4300	10	3500			
	10,5	1800	2900	4000	6300	10,5	5300	7700		
	11	2500	4000	5700						
	11,5	3300	5500	7900	9200	11	8100			
	12	4400	7500							
MR = 600 PSI	8			73	310	7			120	440
	8,5		140	380	1300	7,5	67	270	680	1400
	9	160	640	1300	2000	8	370	1100	1500	2500
	9,5	630	1500	2000	2900	8,5	950	1800	2700	4700
	10	1300	2100	2800	4300	9	1500	2900	4600	
	10,5	1800	2900	4000	6300	9,5	2300	4700	8000	8700
	11	2500	4000	5700		10	3500			
	11,5	3300	5500	7900	9200	10,5	5300	7700		
	12	4400	7500			11	8100			
MR = 550 PSI	8				56	7				82
	8,5			70	300	,5			130	480
	9		120	340	1300	8	67	270	670	2300
	9,5	120	520	1300	2900	8,5	330	1200	2700	4700
	10	460	1900	2800	4300	9	1400	2900	4600	
	10,5	1600	2900	4000	6300	9,5	2300	4700	8000	8700

Nota: Análisis de erosión controla el diseño, de otro modo el de fatiga controla.

**Tabla X. TPDC permisible, carga por eje categoría 4 pavimentos con juntas doveladas**

Concreto sin hombros o bordillo					Concreto con hombros o bordillo					
Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	
MR = 650 PSI	8				270	7				400
	8,5		120	340	1300	7,5		240	620	2100
	9	140	580	1500	5600	8	330	1200	3000	9800
	9,5	570	2300	5900	14700	8,5	1500	5300	12700	41100
MR = 600 PSI	10	2000	8200	18700	25900	9	5900	21400		
	10,5	6700	24100	31800	45800	9,5	22500	52000	44900	
	11	21600								
	11,5	39700	39600			10	45200			
MR = 550 PSI	8,5				300	7				
						7,5			130	490
	9		120	340	1300	8		270	690	2300
	9,5	120	530	1400	5200	8,5	340	1300	3000	9900
	10	480	1900	5100	19300	9	1400	5000	1200	
	10,5	1600	6500	17500	45900	9,5	5200	18800	45900	40200
MR = 550 PSI	11	4900	21400							
	11,5	14500	65000	53800		10	18400			
	12	44000								
	9				260	8			130	480
9,5			280	1100	8,5		250	620	2100	
10		390	1100	4000	9	280	1000	2500	8200	
10,5	320	1400	3600	13800	9,5	1100	3900	9300	30700	
11	1000	4300	11600		10	3800	13600			
11,5	3000	13100	37200	46600	10,5	122400	46200	32900		

**Tabla XI. TPDC permisible, carga por eje categoría 4 pavimentos con juntas agregados de trave**

Concreto sin hombros o bordillo					Concreto con hombros o bordillo					
Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante -sub-base				
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	
MR = 650 PSI	8			270	7			100	400	
	8,5		120	340	990	7,5		240	620	910
	9	140	580	1100	1500	8	330	770	1100	1700
	9,5	570	1200	1600	2300	8,5	720	1300	1900	3100
	10	1100	1700	2200	3400	9	1100	2100	3200	5700
	10,5	1500	2300	3200	4900	9,5	1700	3400	5500	10200
	11	2000	3300	4500	7200					
11,5	2700	1500	6300	10400	10	2600	5500	9200	17900	
	12	3600	6100	8800	14900	11	5900	13600	24200	
	13	6300	11100	16800		12	12800			
	14	10800								
MR = 600 PSI	8				7					
	8,5			300	7,5			130	490	
	9		120	340	1300	8		270	690	1700
	9,5	120	530	1400	2300	8,5	340	1300	1900	3100
	10	480	1700	2200	3400	9	1100	2100	3200	5700
	10,5	1500	2300	3200	4900	9,5	1700	3400	5500	10200
	11	2000	3300	4500	7200					
11,5	2700	4500	6300	10400	10	2600	5500	9200	17900	
	12	3600	6100	8800	14900	11	12800			
	13	6300	11100	16800		12	12800			
	14	10800								
MR = 550 PSI	10		390	1100	3400	9	280	1000	2500	5700
	10,5	320	1400	3200	4900	9,5	1100	3400	5500	10200
	12	3600	6100	8800	14900	9,5	1100	3400	5500	10200



## Diseño de la mezcla de concreto

En el diseño de la mezcla de concreto, se utilizaron tablas, que son resultado de numerosos ensayos de laboratorio y que ayudan a obtener mezclas con las características deseadas (ver tablas de la 1 a la 4).

Al requerir un concreto con una resistencia a la compresión de 4000 Lb/Plg<sup>2</sup> (281Kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días de curado, la tabla 1 indica un revenimiento máximo de 8 cm., la tabla 2 da una relación agua–cemento de 0.44. Conociendo el revenimiento máximo de la mezcla, se obtiene de la tabla 3, la cantidad de agua por metro cúbico de concreto, que para este caso es de 195 lt/m<sup>3</sup>, utilizando un tamaño máximo del agregado grueso de 1 pulgada. El porcentaje de arena sobre el agregado total, se obtiene de la tabla 4, al conocer el tamaño máximo del agregado grueso. Para este caso es de 42%.

### Pasos para el diseño de la mezcla

- a. Calcular la cantidad de cemento, dividiendo la cantidad de agua por metro cúbico por la relación agua-cemento.

$$\text{Cemento} = \frac{195 \text{ Lt} / \text{m}^3}{0.44} \quad \text{Cemento} = 443.18 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

Tomando en consideración que un litro de agua pesa un kilogramo.

- b. Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento del peso total de un metro cúbico de concreto:

$$\text{Agregado} = 2400 - 443.18 - 195 \quad \text{Agregado} = 1761.82 \text{ Kg/m}^3$$

c. La cantidad de arena, se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente:

$$\text{Arena} = 1761.82 \times 42\% \quad \text{Arena} = 739.96 \text{ Kg/m}^3$$

d. La cantidad de pedrín será, el agregado total menos la cantidad de arena:

$$\text{Piedrín} = 1761.82 - 739.96 \quad \text{Piedrín} = 1021.86 \text{ Kg/m}^3$$

Se concluye entonces que la proporción final será:

Cemento:	Arena:	Piedrín:
<u>443.18</u>	<u>739.96</u>	<u>1021.86</u>
443.18	443.18	443.18
1	1.67	2.30

Se concluye entonces que la proporción será 1:1.67:2.30

Equivalente a:

$$\text{Cemento} = 443.18 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Arena} = 739.96 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Piedrin} = 1021.86 \text{ Kg/m}^3$$

**Tabla XII. Revenimiento recomendado para algunas estructuras de concreto**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>ASENTAMIENTO (REVENIMIENTO)</b>
Cimiento, muros Columnas, vigas	10 cm.
Pavimentos Losas	8 cm.

**Tabla XIII. Relación agua-cemento para concreto de diferentes resistencias**

<b>RESISTENCIA ( Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RELACIÓN AGUA -CEMENTO</b>
352	0.30
316	0.38
281	0.44
246	0.51
211	0.58
176	0.67

**Tabla XIV. Relación asentamiento-agua-tamaño de agregado grueso**

ASENTAMIENTO (CM.)	Lts. De agua por m3				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3 – 5	205	200	185	180	175
8 - 10	225	215	200	195	180
15- 18	240	230	210	205	200

**Tabla XV. Relación tamaño máximo de agregado grueso - % de agua**

TAMAÑO MÁXIMO AGREGADO GRUESO	% DE ARENA SOBRE AGREGADO TOTAL
3/8"	48
1/2"	46
3/4"	44
1"	42
1 1/2"	40



**4 PRESUPUESTO Y PROGRAMA EJECUCIÓN E INVERSIÓN DE  
PAVIMENTO DE CONCRETO PARA LAS CALLES DE SABANA  
LARGA, AMBERES Y ENTRADA A COLONIA LA UNIÓN, EN LA  
CABECERA MUNICIPAL.**

**4.1 Costos unitarios por renglón de trabajo**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA COLONIA LA UNION, SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA

LONGITUD = 433.91  
ANCHO= 5 METROS + 0.8 DE ACERA A CADA LADO  
AREA SIN INCLUIR ACERA= 2169.55  
AREA DE ACERA= 694.25

No.	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	TOTAL
1	CONFORMACION DEL TERRENO		325.43 m3		
1.1	Patrol 120H	Hora	5	300	Q1500.00
1.2	Tractor	Hora	16	450	Q7200.00
1.3	Camiones	Dia	10	1000	Q10,000.00
1.4	Topografia	Dia	2	600	Q1,200.00
1.5	Mano de obre (peones)	peon dia	10	75	Q750.00
					Q20,650.00

2	CONF. Y PREP SUB-RASANTE				
2.1	Patrol 120H	Hora	5	300	Q1,500.00
2.2	Regadora	Dia	1	600	Q600.00
2.3	Camiones	camion/dia	10	1000	Q10,000.00
2.4	Vibro compactador	Hora	6	200	Q1,200.00
2.5	Material grava clasificada t=0.1	m3	217	50	Q10,850.00
2.6	Mano de obra (peones)	peon dia	6	75	Q450.00
					Q24,600.00

3	BASE				
3.1	Patrol 120H	Hora	5	300	Q1,500.00
3.3	Regadora	Día	1	600	Q600.00
3.4	Vibro compactador	Hora	6	200	Q1,200.00
3.5	material t=0.15	m3	326.25	50	Q16,312.50
3.6	Camiones	Día	10	1000	Q10,000.00
3.7	Mano de obra (peones)	peón día	6	75	Q450.00
					Q30,062.50

4	FUNDICION DE LOSA DE CONCRETO 2169.55 m2 de área				
4.1	Piedrin Triturado	m3	227.8	225	Q51,255.00
4.2	Arena de Río	m3	162.72	100	Q16,272.00
4.3	cemento	Saco	3417.02	40	Q136,680.80
4.4	Antisol	Caneca	22	575	Q12,650.00
4.5	Costanera de metal de 8"x2"x9'	Unidad	10	285	Q2,850.00
4.6	Tabla de pino rustico de 1"x1'x 10'	Unidad	10	50	Q500.00
4.7	Sello de junta sika latex	Quintal	6	750	Q4,500.00
4.8	Clavo de 3"	lb.	2	4	Q8.00
MANO DE OBRA					
4.9	Fundición de losa de concreto	M2	2169.55	50	Q108,477.50
4.11	Construcción de bordillo	MI	867.82	75.5	Q65,520.41
4.12	Aplicación de antisol	m2	2169.55	7.75	Q16,814.01
4.13	Sello de junta	MI	976.3	6.49	Q6,336.19
4.14	Limpieza final	Global	1	1000	Q1000.00
					Q422,863.91

5	ACERA 694.25 m2				
5.1	Piedrin Triturado	m3	49.29	225	Q11,090.25
5.2	Arena de Río	m3	32.63	100	Q3,263.00
5.3	cemento	Saco	573.8	40	Q22,952.00
5.4	Antisol	Caneca	7	575	Q4,025.00
5.5	Tabla de pino rustico de 1"x1'x10'	Unidad	10	50	Q500.00
5.6	Sello de junta sika latex	Quintal	1	750	Q750.00
5.7	Clavo de 3"	Lb	2	4	Q8.00
MANO DE OBRA					
5.8	Fundición de losa de concreto	M2	694.25	50	Q34,712.50
5.9	Aplicación de antisol	m2	694.25	7.75	Q5,380.44
5.1	Sello de junta	MI	347.12	6.49	Q2,252.81
5.11	Limpieza final	Global	1	1000	Q1000.00

6		<b>DRENAJES TRANSVERSALES</b>				
6.1	Alcantarillado de 36 pulgadas	unidad	2	1000	Q2,000.00	
6.2	Concreto ciclopeo colocado	m3	2	924	Q1,848.00	

Q3,848.00

**PRECIOS UNITARIOS**

No.	ACTIVIDAD	TOTAL
<b>4</b>	<b>FUNDICION DE LOSA DE CONCRETO</b>	
1.1	materiales	Q224,715.80
1.2	mano de obra	Q198,148.11
	<b>TOTAL FUNDICION DE LOSA</b>	<b>Q422,863.91</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>Q194.91</b>

No.	ACTIVIDAD	TOTAL
<b>5</b>	<b>ACERA</b>	
1.1	materiales	Q42,588.25
1.2	mano de obra	Q43,345.75
	<b>TOTAL ACERA</b>	<b>Q85,934.00</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>Q123.78</b>

No.	ACTIVIDAD	SUB-TOTAL
1	CONFORMACION DEL TERRENO	Q20650.00
2	CONF. Y PREP. SUBRASANTE	Q24600.00
3	BASE	Q30062.50
4	FUNDICION DE LOSA DE CONCRETO	Q422,863.91
5	ACERA	Q85,933.99
6	DRENAJES TRANSVERSALES	Q3,848.00
		<b>Q587,958.41</b>
	SUPERVISION (8%)	Q47036.67
	IMPREVISTOS (7%)	Q41157.08
	GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)	Q29397.92
	UTILIDAD (10%)	Q58795.84
		<b>Q176387.52</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q764,345.93</b>
	<b>COSTO POR M2</b>	<b>Q266.90</b>



PRESUPUESTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE CANTON SABANA LARGA, ALDEA AMBERES, SANTA ROSA

LONGITUD = 2259.02  
 ANCHO= 4.5 METROS + 0.8 DE ACERA A CADA LADO  
 AREA SIN INCLUIR ACERA= 10165.59  
 AREA DE ACERA= 3614.43 M2

No.	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	TOTAL
-----	-----------	--------	----------	-------------	-------

1	CONFORMACION DEL TERRENO 325.43 m3				
1.1	Patrol 120H	hora	55	300	Q16,500.00
1.2	Tractor	hora	55	450	Q24,750.00
1.3	Camiones	dia	10	1000	Q10,000.00
1.4	Topografia	dia	5	600	Q3000.00
1.5	Mano de obre (peones)	peon dia	10	75	Q750.00
					Q55,000.00

2	CONF. Y PREP SUB-RASANTE				
2.1	Patrol 120H	hora	32	300	Q9,600.00
2.2	Regadora	dia	4	600	Q2,400.00
2.3	Camiones	camion/dia	10	1000	Q10,000.00
2.4	Vibro compactador	hora	32	200	Q6,400.00
2.5	Material grava clasificada t=0.15	m3	1016.56	50	Q50,828.00
2.6	Mano de obra (peones)	peon dia	10	75	Q750.00
					Q79,978.00

3	BASE				
3.1	Patrol 120H	hora	32	300	Q9,600.00
3.3	Regadora	dia	4	600	Q2,400.00
3.4	Vibro compactador	hora	32	200	Q6,400.00
3.5	material t=0.3	m3	3049.68	50	Q152,484.00
3.6	Camiones	dia	10	1000	Q10,000.00
3.7	Mano de obra (peones)	peon dia	10	75	Q750.00

4		FUNDICION DE LOSA DE CONCRETO				10165.59 m2 de area
	4.1	Piedrin Triturado	m3	1067.4	225	Q240,165.00
	4.2	Arena de Río	m3	762.42	100	Q76,242.00
	4.3	cemento	saco	15858.32	40	Q634,332.80
	4.4	Antisol	caneca	104	575	Q59,800.00
	4.5	Costanera de metal de 8"x2"x9'	unidad	10	285	Q2,850.00
	4.6	Tabla de pino rustico de 1"x1'x10'	unidad	20	50	Q1,000.00
	4.7	Sello de junta sika latex	quintal	29	750	Q21,750.00
	4.8	Clavo de 3"	Lb	5	4	Q20.00
		MANO DE OBRA				
	4.9	Fundición de losa de concreto	M2	10165.59	50	Q508,279.50
	4.11	Construcción de bordillo	ml	4518.04	75.5	Q341,112.02
	4.12	Aplicación de antisol	m2	10165.59	7.75	Q78,783.32
	4.13	Sello de junta	ml	4800.42	6.49	Q31,154.72
	4.14	Limpieza final	global	1	1000	Q1,000.00

Q1,996,489.37

5		ACERA				3614.43 m2
	5.1	Piedrin Triturado	m3	256.63	225	Q57,741.75
	5.2	Arena de Río	m3	169.88	100	Q16,988.00
	5.3	cemento	saco	3036.12	40	Q121,444.80
	5.4	Antisol	caneca	37	575	Q21,275.00
	5.5	Tabla de pino rustico de 1"x1'x10'	unidad	10	50	Q500.00
	5.6	Sello de junta sika latex	quintal	5	750	Q3,750.00
	5.7	Clavo de 3"	Lb	2	4	Q8.00
		MANO DE OBRA				
	5.8	Fundición de losa de concreto	M2	3614.43	50	Q180,721.50
	5.9	Aplicación de antisol	m2	3614.43	7.75	Q28,011.83
	5.1	Sello de junta	ml	903.61	6.49	Q5,864.43
	5.11	Limpieza final	global	1	1000	Q1,000.00

Q437,305.31

6		DRENAJES TRANSVERSALES				
	6.1	Alcantarillado de 36 pulgadas	unidad	10	1000	Q10,000.00
	6.2	Concreto ciclópeo colocado	m3	10	924	Q9,240.00

Q19,240.00

**PRECIOS UNITARIOS**

No.	ACTIVIDAD	TOTAL
<b>4</b>	<b>FUNDICION DE LOSA DE CONCRETO</b>	
1.1	materiales	Q1,036,159.80
1.2	mano de obra	Q960,329.57
	<b>TOTAL FUNDICION DE LOSA</b>	<b>Q1,996,489.37</b>
	<b>PRECIO UNITARIO m2</b>	<b>Q196.40</b>

No.	ACTIVIDAD	TOTAL
<b>5</b>	<b>ACERA</b>	
1.1	materiales	Q221,707.55
1.2	mano de obra	Q215,597.76
	<b>TOTAL ACERA</b>	<b>Q437,305.31</b>
	<b>PRECIO UNITARIO m2</b>	<b>Q120.99</b>

No.	ACTIVIDAD	SUB-TOTAL
1	CONFORMACION DEL TERRENO	Q55,000.00
2	CONF. Y PREP. SUBRASANTE	Q79,978.00
3	BASE	Q181,634.00
4	FUNDICION DE LOSA DE CONCRETO	Q1,996,489.37
5	ACERA	Q437,305.31
6	DRENAJES TRANSVERSALES	Q19,240.00
		<b>Q2,769,646.68</b>
	SUPERVISION (8%)	Q221,571.73
	IMPREVISTOS (7%)	Q193,875.23
	GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)	Q138,482.33
	UTILIDAD (10%)	Q276,964.67
		<b>Q830,894.00</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q3,600,540.68</b>
	<b>COSTO POR M2</b>	<b>Q261.29</b>

## 4.2 Resumen general de renglones

### Colonia La Unión

No.	ACTIVIDAD	SUB-TOTAL
1	CONFORMACION DEL TERRENO	Q20,650.00
2	CONF. Y PREP. SUBRASANTE	Q24,600.00
3	BASE	Q30,062.50
4	FUNDICION DE LOSA DE CONCRETO	Q422,863.91
5	ACERA	Q85,933.99
6	DRENAJES TRANSVERSALES	Q3,848.00
		<b>Q587,958.41</b>
SUPERVISION (8%)		Q47,036.67
IMPREVISTOS (7%)		Q41,157.08
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)		Q29,397.92
UTILIDAD (10%)		Q58,795.84
		<b>Q176,387.52</b>
COSTO TOTAL		<b>Q764,345.93</b>
COSTO POR M2		<b>Q266.89</b>

### Cantón Sabana Larga

No.	ACTIVIDAD	SUB-TOTAL
1	CONFORMACION DEL TERRENO	Q55,000.00
2	CONF. Y PREP. SUBRASANTE	Q79,978.00
3	BASE	Q181,634.00
4	FUNDICION DE LOSA DE CONCRETO	Q1,996,489.37
5	ACERA	Q437,305.31
6	DRENAJES TRANSVERSALES	Q19,240.00
		<b>Q2,769,646.68</b>
SUPERVISION (8%)		Q221,571.73
IMPREVISTOS (7%)		Q193,875.23
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)		Q138,482.33
UTILIDAD (10%)		Q276,964.63
		<b>Q830,894.00</b>
COSTO TOTAL		<b>Q3,600,540.68</b>
COSTO POR M2		<b>Q261.29</b>

$$\text{Costo en dolares} = \frac{3600540.68}{7.55} = 476892.81 \$$$

) Cantón Sabana Larga

$$\text{Costo en dolares} = \frac{764345.93}{7.55} = 101237.87 \$$$

) Colonia La Union

### 4.3 Programa de ejecución e inversión

PROGRAMA DE EJECUCION E INVERSION, PAVIMENTO RIGIDO DE LA COLONIA LA UNION, SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA										
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL	1mes	2mes	3mes	4mes	
	CANT. EJECUTADA					433.91				
<b>1</b>	DESCRIPCION	ml	433.91	Q 47.59	Q 20.650.00					
	CANT. INVERTIDA					Q20.650.00				
<b>2</b>	DESCRIPCION	ml	433.91	Q 56.69	Q 24.600.00	216.96	216.96			
	CANT. INVERTIDA					Q12.300.00	Q12.300.00			
<b>3</b>	DESCRIPCION	m3	326.25	Q 92.15	Q 30.062.50		163.125	163.125		
	CANT. INVERTIDA						Q15.031.25	Q 15.031.25		
<b>4</b>	DESCRIPCION	m2	2169.55	Q 194.91	Q.422.863.91			1084.775	1084.775	
	CANT. INVERTIDA							Q211.431.96	Q211.431.96	
<b>5</b>	DESCRIPCION	m2	694.25	Q 123.78	Q 85.934.00				694.25	
	CANT. INVERTIDA								Q 85.934.00	
<b>6</b>	DESCRIPCION	unidad	2	Q 1.924.00	Q 3.848.00	2				
	CANT. INVERTIDA					Q 3.848.00				
	Sub total				Q.587.958.41					
	Supervision (8%)				Q 47.036.67					
	Imprevistos (7%)				Q 41.157.09					
	Gastos administrativos (5%)				Q 29.397.92					
	Utilidad (10%)				Q 58.795.84					
	Gran Total				Q.764.345.93					
	total por periodo					Q.36.798.00	Q.27.331.25	Q.226.463.21	Q.297.365.96	
	total acumulado					Q.36.798.00	Q.64.129.25	Q.290.592.46	Q.587.958.41	
	% por periodo					6%	5%	39%	51%	
	% acumulado					6%	11%	49%	100%	

**PROGRAMA DE EJECUCION E INVERSION, PAVIMENTO RIGIDO CANTON SABANA LARGA, ALDEA AMBERES, SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA**

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL	1mes	2mes	3mes	4mes	5mes	6mes	7mes
<b>1</b>	CANT. EJECUTADA					2259.02						
	DESCRIPCION	ml	2259.02	Q 24.35	Q 55,000.00							
	CANT. INVERTIDA					Q 55,000.00						
<b>2</b>	CANT. EJECUTADA					1129.51	1129.51					
	DESCRIPCION	ml	2259.02	Q 35.40	Q 79,978.00							
	CANT. INVERTIDA					Q 39,989.00	Q 39,989.00					
<b>3</b>	CANT. EJECUTADA					1524.84	1524.84					
	DESCRIPCION	m3	3049.68	Q 59.56	Q 181,634.00							
	CANT. INVERTIDA					Q 90,817.00	Q 90,817.00					
<b>4</b>	CANT. EJECUTADA					2033.118		2033.118	2033.118	2033.118	2033.118	2033.118
	DESCRIPCION	m2	40165.59	Q 196.40	Q 1,996,489.37							
	CANT. INVERTIDA					Q 399,297.87	Q 399,297.87	Q 399,297.87	Q 399,297.87	Q 399,297.87	Q 399,297.87	Q 399,297.87
<b>5</b>	CANT. EJECUTADA					1807.125		1807.125				
	DESCRIPCION	m2	3614.25	Q 120.99	Q 437,305.31							
	CANT. INVERTIDA					Q 218,652.66		Q 218,652.66				
<b>6</b>	CANT. EJECUTADA					10						
	DESCRIPCION	unidad	10	Q 1,924.00	Q 19,240.00							
	CANT. INVERTIDA					Q 19,240.00						
	Sub total				Q 2,769,646.68							
	Supervision (8%)				Q 221,571.73							
	Imprevistos (7%)				Q 193,875.27							
	Gastos administrativos (5%)				Q 138,482.33							
	Utilidad (10%)				Q 276,964.67							
	Gran Total				Q 3,600,540.69							
	total por periodo				Q 114,229.00	Q 130,806.00	Q 490,114.87	Q 399,297.87	Q 399,297.87	Q 617,950.53	Q 617,950.53	
	total acumulado				Q 114,229.00	Q 245,035.00	Q 735,149.87	Q 1,134,447.75	Q 1,533,745.62	Q 2,151,696.15	Q 2,769,646.68	
	% por periodo				4%	5%	18%	14%	14%	22%	22%	
	% acumulado				4%	9%	27%	41%	55%	78%	100%	



## CONCLUSIONES

1. El análisis socioeconómico indica que el proyecto no produce ganancias, es decir que la inversión no se recuperará; pero se justifica su construcción, en que no es un proyecto con fines de lucro, si no de tipo social, y su beneficio se verá en la mejora de la calidad de vida de los habitantes del lugar, reduciendo las enfermedades.
2. El 86% de viviendas disponen de letrinas; pero pocas familias las utilizan, no hay un sistema de drenaje, tratamiento de desechos sólidos y líquidos, situación que causa infecciones respiratorias y digestivas.
3. Pueden observarse bajos niveles de inversión en el municipio, con respecto al resto del departamento en lo que se refiere a vías de comunicación y otros servicios básicos y de apoyo a la producción agrícola, que es la actividad económica principal, situación que limita las oportunidades de comercialización y comunicación dentro de las comunidades y con el resto del país.
4. Para la población de diseño se asumió una tasa de crecimiento de 3.5%, pero existe la posibilidad de que ésta pudiera disminuir según el avance del tiempo, ya que la mayoría de los habitantes actuales, prefieren emigrar hacia otros lugares en vez de preocuparse de la mejora en la infraestructura del municipio y sus comunidades.



5. Se optó por seleccionar un pavimento rígido (hidráulico), debido a que la municipalidad no da apoyo a otro tipo de pavimento, lo que pone en riesgo el hecho de construirlo o no construirlo, esto es porque ya se tiene experiencia en este tipo de construcción, mientras que para un pavimento asfáltico, aparte de que la municipalidad no tiene experiencia en la supervisión de su construcción, tampoco existen plantas para poder procesar este tipo de pavimento en las cercanías, además, algunos caminos tienen demasiadas curvas verticales y horizontales, con pendientes demasiado pronunciadas; esto hace que se dificulte el transporte de maquinaria pesada por medio de *lowboy*; todo lo mencionado anteriormente hace que no sea viable para tramos cortos, como los que se pretende construir.

## RECOMENDACIONES

1. Construir según lo planificado en este estudio
2. Dar el mantenimiento necesario a los drenajes para no tener problemas de taponamientos, además se debe instruir a los usuarios acerca de lo que se debe o no se debe introducir a los drenajes.
3. Tomar en cuenta que conforme el tiempo avanza y no se llevan a cabo los proyectos, el costo en quetzales aumenta, ya que la moneda se devalúa debido a la inflación, entre más tiempo se tarden en construirlos, más será el costo, y el presente presupuesto no será real.
4. Supervisar durante la construcción de estos proyectos, para que se utilicen los materiales indicados y que se rijan de acuerdo a los planos proporcionados aquí.
5. Se recomienda a la municipalidad ordenar un departamento de planificación y supervisión de construcción, ya que si no se le da seguimiento a lo planificado, se pierde la inversión de tiempo y dinero.



## BIBLIOGRAFÍA

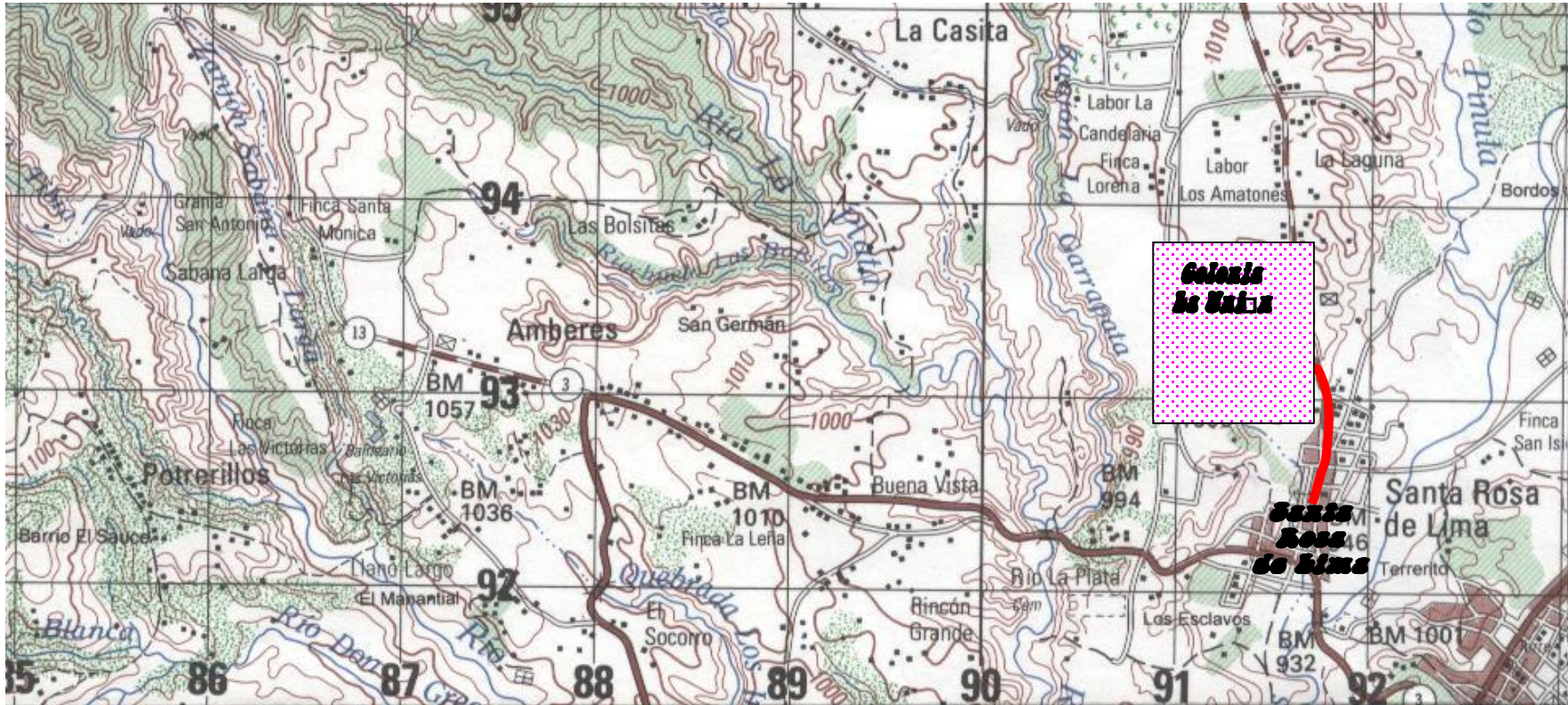
1. Pacheco Mazariegos, Angélica Cecilia. Proyecto de Pavimentos de un sector de la zona 12 y compactación de suelos. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1995. 103 pp
2. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria II. Tesis de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1989.
3. Steel, E.W. Terence J Mcghee. Abastecimiento de Agua y alcantarillado. Editorial Gustavo Pili S.A., quinta edición, Barcelona, 1981.
4. Estrategia para la reducción de la pobreza de Santa Rosa de Lima. Documento elaborado por SEGEPLAN en noviembre del 2001.
5. Apuntes de los cursos de topografía, ingeniería sanitaria II, mecánica de suelos, concreto.



# ANEXOS



Pavimentacion y drenajes en calles en Sabana Larga,  
Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, Guatemala.



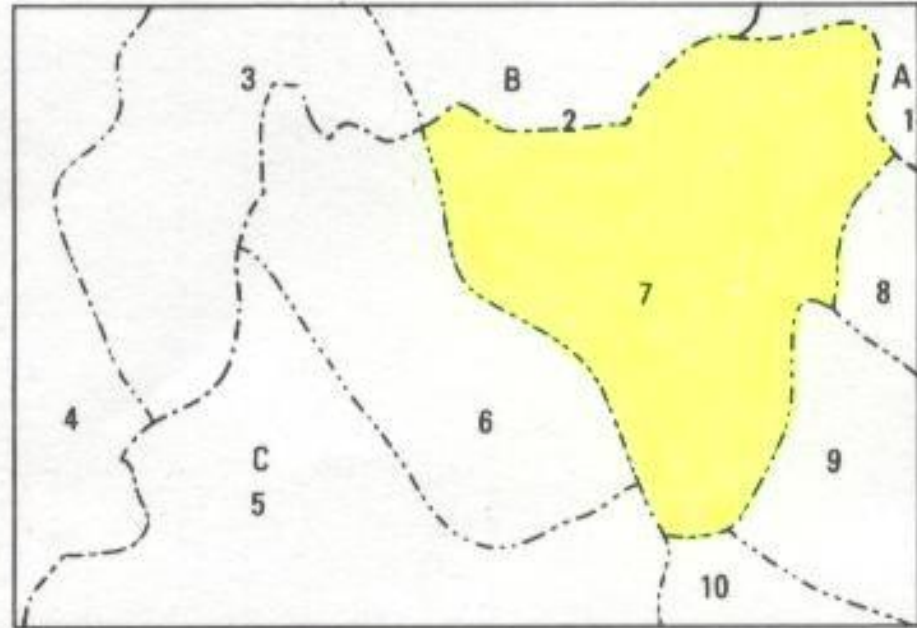
Pavimentación en la entrada a la colonia La Unión,  
que conduce hacia el Instituto



## BOUNDARIES LÍMITES

Límite departamental -----  
Límite municipal -----

- A. Departamento de Jalapa
- 1. Municipio: Mataquescuintla
- B Departamento de Guatemala
- 2. Municipio: San José Pinula
- 3. Municipio: Fraijanes
- 4. Municipio: Villa Canales
- C. Departamento de Santa Rosa
- 5. Municipio: Barberena
- 6. Municipio: Santa Cruz Naranjo
- 7. Municipio: Santa Rosa de Lima
- 8. Municipio: Casillas
- 9. Municipio: Nueva Santa Rosa
- 10. Municipio: Cuilapa



The representation of boundaries is not necessarily authoritative.  
La representación de límites no debe considerarse autoritaria.

# Santa Rosa de Lima

DE PV	A PV	COTAS TERR.		DH Local (m)	S (%) Terreno	No.DE CASAS		HAB.SERVIR		FACT. HARM		Qdis (L/s)		DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		REL. HIDRAULICAS		v (m/s) Fut.	COT.INVERT		PROF.POZO		ANCHO Zanja (m)	EXC. (M3)
		Inicio	Final			Local	Acum.	Act. Acu.	Fut. Acu.	Act.	Fut.	Act.	Fut.			Vel. (m/s)	Q (l/s)	q/Q	v/V		Inicio	Final	Inicio	Final		
1	2	1033.95	1030.00	60.00	6.58	3	3	15	30	4.40	4.36	0.20	0.39	6	8.42	3.65	66.58	0.006	0.37	1.35	1032.55	1027.50	1.40	2.50	0.5	58.50
2	3	1030.00	1023.89	60.00	10.18	3	6	30	60	4.35	4.30	0.39	0.77	6	8.27	3.62	65.98	0.012	0.46	1.66	1027.45	1022.49	2.55	1.40	0.5	59.25
3	4	1023.89	1019.45	85.00	5.22	4	10	50	99	4.31	4.24	0.65	1.27	6	6.81	3.28	59.89	0.021	0.55	1.81	1022.44	1016.65	1.45	2.80	0.5	90.31
4	5	1019.45	1013.40	75.00	8.07	3	13	65	129	4.29	4.21	0.84	1.63	6	6.93	3.31	60.43	0.027	0.60	1.99	1016.60	1011.40	2.85	2.00	0.5	90.94
5	6	1013.40	1008.62	85.00	5.62	5	18	90	179	4.26	4.17	1.15	2.24	6	6.15	3.12	56.92	0.039	0.66	2.06	1011.35	1006.12	2.05	2.50	0.5	96.69
6	7	1008.62	1006.23	75.00	3.19	3	21	105	209	4.24	4.14	1.33	2.60	6	2.19	1.86	33.93	0.076	0.80	1.49	1006.07	1004.43	2.55	1.80	0.5	81.56
7	8	1006.23	1004.08	85.00	2.53	3	24	120	239	4.22	4.12	1.52	2.95	6	2.00	1.78	32.45	0.091	0.84	1.49	1004.38	1002.68	1.85	1.40	0.5	69.06
8	9	1004.08	1002.38	75.00	2.27	4	28	140	279	4.20	4.09	1.76	3.42	6	3.67	2.41	43.94	0.078	0.81	1.95	1002.63	999.88	1.45	2.50	0.5	74.06
9	10	1002.38	998.20	80.00	5.22	3	31	155	308	4.19	4.07	1.95	3.77	6	3.79	2.45	44.66	0.084	0.83	2.03	999.83	996.80	2.55	1.40	0.5	79.00
10	11	998.20	995.34	80.00	3.58	3	34	170	338	4.17	4.06	2.13	4.12	6	3.51	2.36	43.01	0.096	0.85	2.00	996.75	993.94	1.45	1.40	0.5	57.00
11	12	995.34	995.65	90.00	-0.34	4	38	190	378	4.16	4.03	2.37	4.57	6	0.49	0.88	16.05	0.285	1.12	0.99	993.89	993.45	1.45	2.20	0.5	82.13
12	13	995.65	996.07	70.00	-0.60	3	41	205	408	4.14	4.02	2.55	4.92	6	0.47	0.86	15.76	0.312	0.88	0.76	993.40	993.07	2.25	3.00	0.5	91.88
13	14	996.07	995.66	70.00	0.59	3	44	220	438	4.13	4.00	2.73	5.26	6	0.23	0.60	10.97	0.479	0.99	0.60	993.02	992.86	3.05	2.80	0.5	102.38
14	15	995.66	995.11	30.00	1.83	0	44	220	438	4.13	4.00	2.73	5.26	6	1.67	1.62	29.63	0.177	0.75	1.22	992.81	992.31	2.85	2.80	0.5	42.38
15	16	995.11	993.62	45.00	3.31	2	46	230	458	4.13	3.99	2.85	5.48	6	1.42	1.50	27.37	0.200	0.78	1.17	992.26	991.62	2.85	2.00	0.5	54.56
16	17	993.62	990.73	95.00	3.04	4	50	250	497	4.11	3.98	3.08	5.93	6	3.52	2.36	43.03	0.138	0.70	1.65	991.57	988.23	2.05	2.50	0.5	108.06
17	18	990.73	987.13	100.00	3.60	4	54	270	537	4.10	3.96	3.32	6.38	6	3.55	2.37	43.24	0.148	0.71	1.68	988.18	984.63	2.55	2.50	0.5	126.25
18	19	987.13	984.20	80.00	3.66	3	57	285	567	4.09	3.95	3.50	6.71	6	2.72	2.08	37.88	0.177	0.75	1.56	984.58	982.40	2.55	1.80	0.5	87.00
19	20	984.20	982.07	100.00	2.13	3	60	300	597	4.08	3.93	3.67	7.04	6	2.78	2.10	38.26	0.184	0.76	1.59	982.35	979.57	1.85	2.50	0.5	108.75
20	21	982.07	977.67	42.00	10.48	0	60	300	597	4.08	3.93	3.67	7.04	8	9.29	4.64	150.60	0.047	0.51	2.37	979.57	975.67	2.50	2.00	0.5	47.25

Elementos hidraulicos de una alcantarilla de sección transversal circular (sin corrección por variaciones en aspereza con la profundidad)											
q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.00000	0.00100	0.01922	0.00005	0.00460	0.04900	0.25354	0.01814	0.01958	0.09700	0.39349	0.04977
0.00001	0.00200	0.03051	0.00015	0.00480	0.05000	0.25689	0.01869	0.02001	0.09800	0.39606	0.05052
0.00001	0.00300	0.03996	0.00028	0.00501	0.05100	0.26022	0.01925	0.02044	0.09900	0.39861	0.05128
0.00002	0.00400	0.04840	0.00043	0.00522	0.05200	0.26353	0.01981	0.02088	0.10000	0.40116	0.05204
0.00003	0.00500	0.05614	0.00060	0.00544	0.05300	0.26681	0.02038	0.02132	0.10100	0.40369	0.05281
0.00005	0.00600	0.06337	0.00079	0.00566	0.05400	0.27007	0.02095	0.02177	0.10200	0.40622	0.05358
0.00007	0.00700	0.07022	0.00099	0.00589	0.05500	0.27330	0.02153	0.02222	0.10300	0.40873	0.05435
0.00009	0.00800	0.07673	0.00121	0.00612	0.05600	0.27652	0.02212	0.02267	0.10400	0.41123	0.05513
0.00012	0.00900	0.08297	0.00145	0.00635	0.05700	0.27971	0.02270	0.02313	0.10500	0.41373	0.05591
0.00015	0.01000	0.08898	0.00169	0.00659	0.05800	0.28288	0.02330	0.02359	0.10600	0.41621	0.05669
0.00019	0.01100	0.09479	0.00195	0.00683	0.05900	0.28603	0.02389	0.02406	0.10700	0.41868	0.05747
0.00022	0.01200	0.10042	0.00222	0.00708	0.06000	0.28916	0.02450	0.02454	0.10800	0.42115	0.05826
0.00027	0.01300	0.10589	0.00251	0.00734	0.06100	0.29227	0.02510	0.02502	0.10900	0.42360	0.05905
0.00031	0.01400	0.11122	0.00280	0.00760	0.06200	0.29536	0.02572	0.02550	0.11000	0.42604	0.05985
0.00036	0.01500	0.11641	0.00311	0.00786	0.06300	0.29843	0.02633	0.02599	0.11100	0.42848	0.06065
0.00042	0.01600	0.12149	0.00342	0.00813	0.06400	0.30148	0.02695	0.02648	0.11200	0.43090	0.06145
0.00047	0.01700	0.12646	0.00374	0.00840	0.06500	0.30451	0.02758	0.02698	0.11300	0.43332	0.06225
0.00054	0.01800	0.13134	0.00408	0.00868	0.06600	0.30753	0.02821	0.02748	0.11400	0.43572	0.06306
0.00060	0.01900	0.13611	0.00442	0.00896	0.06700	0.31052	0.02884	0.02798	0.11500	0.43812	0.06387
0.00067	0.02000	0.14080	0.00477	0.00924	0.06800	0.31350	0.02948	0.02850	0.11600	0.44051	0.06469
0.00075	0.02100	0.14541	0.00513	0.00953	0.06900	0.31647	0.03013	0.02901	0.11700	0.44288	0.06550
0.00083	0.02200	0.14995	0.00550	0.00983	0.07000	0.31941	0.03077	0.02953	0.11800	0.44525	0.06632
0.00091	0.02300	0.15441	0.00588	0.01013	0.07100	0.32234	0.03142	0.03006	0.11900	0.44761	0.06715
0.00100	0.02400	0.15880	0.00627	0.01043	0.07200	0.32526	0.03208	0.03059	0.12000	0.44996	0.06797
0.00109	0.02500	0.16313	0.00666	0.01074	0.07300	0.32815	0.03274	0.03112	0.12100	0.45231	0.06880
0.00118	0.02600	0.16740	0.00706	0.01106	0.07400	0.33103	0.03341	0.03166	0.12200	0.45464	0.06963
0.00128	0.02700	0.17161	0.00747	0.01138	0.07500	0.33390	0.03407	0.03220	0.12300	0.45697	0.07047
0.00139	0.02800	0.17577	0.00789	0.01170	0.07600	0.33665	0.03475	0.03275	0.12400	0.45928	0.07131
0.00150	0.02900	0.17987	0.00831	0.01203	0.07700	0.33958	0.03542	0.03330	0.12500	0.46159	0.07215
0.00161	0.03000	0.18392	0.00874	0.01236	0.07800	0.34241	0.03610	0.03386	0.12600	0.46389	0.07299
0.001725	0.03100	0.18793	0.00918	0.01270	0.07900	0.34522	0.03679	0.03442	0.12700	0.46619	0.07384
0.00185	0.03200	0.19189	0.00962	0.01304	0.08000	0.34801	0.03748	0.03499	0.12800	0.46847	0.07469
0.00197	0.03300	0.19580	0.01008	0.01339	0.08100	0.35079	0.03817	0.03556	0.12900	0.47075	0.07554
0.00210	0.03400	0.19962	0.01053	0.01374	0.08200	0.35355	0.03887	0.03614	0.13000	0.47301	0.07639
0.00224	0.03500	0.20350	0.01100	0.01410	0.08300	0.35630	0.03957	0.03672	0.13100	0.47527	0.07725
0.00238	0.03600	0.20730	0.01147	0.01446	0.08400	0.35904	0.04027	0.03730	0.13200	0.47753	0.07811
0.00252	0.03700	0.21105	0.01195	0.01483	0.08500	0.36176	0.04098	0.03789	0.13300	0.47977	0.07898
0.00267	0.03800	0.21477	0.01243	0.01520	0.08600	0.36448	0.04169	0.03848	0.13400	0.48201	0.07984
0.00282	0.03900	0.21845	0.01292	0.01557	0.08700	0.36717	0.04241	0.03908	0.13500	0.48424	0.08071
0.00298	0.04000	0.22210	0.01342	0.01595	0.08800	0.36986	0.04313	0.03969	0.13600	0.48646	0.08158
0.00314	0.04100	0.22571	0.01392	0.01634	0.08900	0.37253	0.04385	0.04029	0.13700	0.48867	0.08246
0.00331	0.04200	0.22929	0.01443	0.01673	0.09000	0.37519	0.04458	0.04091	0.13800	0.49088	0.08333
0.00348	0.04300	0.23284	0.01494	0.01712	0.09100	0.37784	0.04531	0.04152	0.13900	0.49308	0.08421
0.00365	0.04400	0.23636	0.01546	0.01752	0.09200	0.38048	0.04604	0.04215	0.14000	0.49527	0.08510
0.00381	0.04500	0.23985	0.01599	0.01792	0.09300	0.38310	0.04678	0.04277	0.14100	0.49745	0.08598
0.00402	0.04600	0.24332	0.01652	0.01833	0.09400	0.38572	0.04752	0.04340	0.14200	0.49963	0.08687
0.00421	0.04700	0.24675	0.01705	0.01874	0.09500	0.38832	0.04827	0.04404	0.14300	0.50180	0.08776
0.00440	0.04800	0.25016	0.01759	0.01916	0.09600	0.39091	0.04902	0.04468	0.14400	0.50396	0.08865

Continuación

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,04532	0,14500	0,50612	0,08955	0,08147	0,19300	0,60214	0,13530	0,12736	0,24100	0,68607	0,18564
0,04597	0,14600	0,50827	0,09044	0,08233	0,19400	0,60400	0,13630	0,12841	0,24200	0,68770	0,18673
0,04662	0,14700	0,51041	0,09134	0,08319	0,19500	0,60586	0,13731	0,12947	0,24300	0,68934	0,18782
0,04728	0,14800	0,51254	0,09225	0,08401	0,19600	0,60771	0,13832	0,13053	0,24400	0,69098	0,18891
0,04794	0,14900	0,51467	0,09315	0,08493	0,19700	0,60955	0,13933	0,13160	0,24500	0,69262	0,19001
0,04861	0,15000	0,51679	0,09406	0,08581	0,19800	0,61139	0,14035	0,13267	0,24600	0,69426	0,19110
0,04928	0,15100	0,51890	0,09497	0,08669	0,19900	0,61323	0,14136	0,13374	0,24700	0,69590	0,19220
0,04996	0,15200	0,52011	0,09588	0,08757	0,20000	0,61506	0,14238	0,13482	0,24800	0,69754	0,19330
0,05064	0,15300	0,52311	0,09680	0,08846	0,20100	0,61689	0,14340	0,13590	0,24900	0,69918	0,19440
0,05132	0,15400	0,52521	0,09772	0,08935	0,20200	0,61872	0,14442	0,13698	0,25000	0,70082	0,19550
0,05201	0,15500	0,52729	0,09864	0,09025	0,20300	0,62055	0,14544	0,13807	0,25100	0,70227	0,19661
0,05271	0,15600	0,52937	0,09956	0,09115	0,20400	0,62238	0,14647	0,13916	0,25200	0,70387	0,19771
0,05340	0,15700	0,53145	0,10049	0,09206	0,20500	0,62421	0,14750	0,14026	0,25300	0,70547	0,19882
0,05411	0,15800	0,53352	0,10141	0,09297	0,20600	0,62604	0,14852	0,14136	0,25400	0,70707	0,19992
0,05481	0,15900	0,53558	0,10234	0,09388	0,20700	0,62787	0,14956	0,14246	0,25500	0,70867	0,20103
0,05552	0,16000	0,53763	0,10328	0,09480	0,20800	0,62970	0,15059	0,14357	0,25600	0,71026	0,20214
0,05624	0,16100	0,53968	0,10421	0,09572	0,20900	0,63153	0,15162	0,14468	0,25700	0,71186	0,20326
0,05696	0,16200	0,54173	0,10515	0,09665	0,21000	0,63336	0,15266	0,14579	0,25800	0,71346	0,20437
0,05769	0,16300	0,54376	0,10609	0,09758	0,21100	0,63487	0,15370	0,14691	0,25900	0,71506	0,20548
0,05842	0,16400	0,54579	0,10703	0,09851	0,21200	0,63664	0,15474	0,14803	0,26000	0,71666	0,20660
0,05915	0,16500	0,54782	0,10797	0,09945	0,21300	0,63842	0,15578	0,14916	0,26100	0,71808	0,20772
0,05989	0,16600	0,54983	0,10892	0,10039	0,21400	0,64019	0,15682	0,15029	0,26200	0,71964	0,20884
0,06063	0,16700	0,55185	0,10987	0,10134	0,21500	0,64196	0,15787	0,15142	0,26300	0,72119	0,20996
0,06138	0,16800	0,55385	0,11082	0,10229	0,21600	0,64373	0,15891	0,15256	0,26400	0,72275	0,21108
0,06213	0,16900	0,55585	0,11177	0,10325	0,21700	0,64550	0,15996	0,15370	0,26500	0,72430	0,21220
0,06288	0,17000	0,55785	0,11273	0,10420	0,21800	0,64728	0,16101	0,15484	0,26600	0,72586	0,21333
0,06364	0,17100	0,55983	0,11369	0,10517	0,21900	0,64905	0,16207	0,15599	0,26700	0,72742	0,21445
0,06441	0,17200	0,56182	0,11465	0,10613	0,22000	0,65082	0,16312	0,15714	0,26800	0,72897	0,21558
0,06518	0,17300	0,56379	0,11561	0,10711	0,22100	0,65238	0,16418	0,15829	0,26900	0,73053	0,21671
0,06595	0,17400	0,56576	0,11657	0,10808	0,22200	0,65411	0,16523	0,15945	0,27000	0,73208	0,21784
0,06673	0,17500	0,56773	0,11754	0,10906	0,22300	0,65583	0,16629	0,16061	0,27100	0,73350	0,21897
0,06751	0,17600	0,56969	0,11851	0,11004	0,22400	0,65756	0,16735	0,16178	0,27200	0,73500	0,22010
0,06830	0,17700	0,57164	0,11948	0,11103	0,22500	0,65929	0,16842	0,16295	0,27300	0,73650	0,22124
0,06909	0,17800	0,57359	0,12045	0,11202	0,22600	0,66101	0,16948	0,16412	0,27400	0,73800	0,22237
0,06988	0,17900	0,57553	0,12143	0,11302	0,22700	0,66274	0,17055	0,16530	0,27500	0,73951	0,22351
0,07068	0,18000	0,57746	0,12240	0,11401	0,22800	0,66446	0,17161	0,16648	0,27600	0,74101	0,22465
0,07149	0,18100	0,57939	0,12338	0,11502	0,22900	0,66619	0,17268	0,16766	0,27700	0,74251	0,22578
0,07230	0,18200	0,58132	0,12436	0,11602	0,23000	0,66792	0,17375	0,16885	0,27800	0,74401	0,22692
0,07311	0,18300	0,58324	0,12535	0,11704	0,23100	0,66944	0,17483	0,17004	0,27900	0,74551	0,22807
0,07392	0,18400	0,58515	0,12633	0,11805	0,23200	0,67112	0,17590	0,17123	0,28000	0,74702	0,22921
0,07475	0,18500	0,58706	0,12732	0,11907	0,23300	0,67280	0,17698	0,17243	0,28100	0,74854	0,23035
0,07557	0,18600	0,58897	0,12831	0,12009	0,23400	0,67448	0,17805	0,17363	0,28200	0,75002	0,23150
0,07640	0,18700	0,59086	0,12930	0,12112	0,23500	0,67617	0,17913	0,17483	0,28300	0,75149	0,23264
0,07723	0,18800	0,59276	0,13030	0,12215	0,23600	0,67785	0,18021	0,17604	0,28400	0,75296	0,23379
0,07807	0,18900	0,59464	0,13129	0,12318	0,23700	0,67953	0,18129	0,17725	0,28500	0,75443	0,23494
0,07891	0,19000	0,59653	0,13229	0,12422	0,23800	0,68121	0,18238	0,17847	0,28600	0,75591	0,23609
0,07976	0,19100	0,59840	0,13329	0,12526	0,23900	0,68289	0,18346	0,17969	0,28700	0,75738	0,23724
0,08061	0,19200	0,60027	0,13429	0,12631	0,24000	0,68457	0,18455	0,18091	0,28800	0,75885	0,23839

Continuación											
q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,18213	0,28900	0,76033	0,23955	0,24202	0,33500	0,82373	0,29294	0,30812	0,38100	0,88053	0,34958
0,18336	0,29000	0,76180	0,24070	0,24339	0,33600	0,82503	0,29410	0,30962	0,38200	0,88169	0,35080
0,18459	0,29100	0,76322	0,24186	0,24477	0,33700	0,82633	0,29526	0,31112	0,38300	0,88286	0,35201
0,18583	0,29200	0,76466	0,24302	0,24615	0,33800	0,82763	0,29642	0,31262	0,38400	0,88402	0,35323
0,18707	0,29300	0,76610	0,24418	0,24753	0,33900	0,82894	0,29758	0,31413	0,38500	0,88519	0,35444
0,18831	0,29400	0,76753	0,24533	0,24892	0,34000	0,83024	0,29874	0,31564	0,38600	0,88635	0,35566
0,18955	0,29500	0,76897	0,24650	0,25031	0,34100	0,83153	0,29990	0,31715	0,38700	0,88751	0,35687
0,19080	0,29600	0,77041	0,24766	0,25170	0,34200	0,83280	0,30106	0,31866	0,38800	0,88868	0,35809
0,19206	0,29700	0,77185	0,24882	0,25310	0,34300	0,83407	0,30222	0,32017	0,38900	0,88984	0,35930
0,19331	0,29800	0,77328	0,24998	0,25449	0,34400	0,83534	0,30338	0,32169	0,39000	0,89091	0,36052
0,19457	0,29900	0,77472	0,25115	0,25589	0,34500	0,83662	0,30455	0,32321	0,39100	0,89205	0,36173
0,19583	0,30000	0,77616	0,25232	0,25730	0,34600	0,83789	0,30571	0,32473	0,39200	0,89319	0,36295
0,19710	0,30100	0,77755	0,25346	0,25870	0,34700	0,83916	0,30687	0,32626	0,39300	0,89433	0,36416
0,19837	0,30200	0,77896	0,25462	0,26011	0,34800	0,84043	0,30803	0,32778	0,39400	0,89546	0,36538
0,19964	0,30300	0,78036	0,25578	0,26153	0,34900	0,84170	0,30919	0,32931	0,39500	0,89660	0,36659
0,20091	0,30400	0,78176	0,25694	0,26294	0,35000	0,84297	0,31192	0,33084	0,39600	0,89774	0,36781
0,20219	0,30500	0,78316	0,25811	0,26436	0,35100	0,84423	0,31313	0,33238	0,39700	0,89888	0,36902
0,20347	0,30600	0,78456	0,25927	0,26578	0,35200	0,84547	0,31435	0,33391	0,39800	0,90002	0,37024
0,20476	0,30700	0,78596	0,26043	0,26720	0,35300	0,84671	0,31556	0,33545	0,39900	0,90106	0,37145
0,20605	0,30800	0,78737	0,26159	0,26863	0,35400	0,84795	0,31678	0,33699	0,40000	0,90217	0,37267
0,20734	0,30900	0,78877	0,26275	0,27006	0,35500	0,84919	0,31799	0,33853	0,40100	0,90328	0,37388
0,20863	0,31000	0,79017	0,26391	0,27149	0,35600	0,85043	0,31921	0,34007	0,40200	0,90440	0,37509
0,20993	0,31100	0,79154	0,26507	0,27292	0,35700	0,85167	0,32042	0,34162	0,40300	0,90551	0,37630
0,21232	0,31200	0,79291	0,26623	0,27436	0,35800	0,85290	0,32164	0,34317	0,40400	0,90662	0,37751
0,21254	0,31300	0,79428	0,26739	0,27580	0,35900	0,85414	0,32285	0,34472	0,40500	0,90774	0,37872
0,21384	0,31400	0,79565	0,26855	0,27724	0,36000	0,85538	0,32407	0,34627	0,40600	0,90885	0,37993
0,21515	0,31500	0,79702	0,26972	0,27868	0,36100	0,85663	0,32528	0,34783	0,40700	0,90996	0,38114
0,21647	0,31600	0,79839	0,27088	0,28013	0,36200	0,85784	0,32650	0,34939	0,40800	0,91107	0,38235
0,21779	0,31700	0,79977	0,27204	0,28158	0,36300	0,85905	0,32771	0,35094	0,40900	0,91219	0,38356
0,21911	0,31800	0,80114	0,27320	0,28303	0,36400	0,86027	0,32893	0,35251	0,41000	0,91330	0,38477
0,22043	0,31900	0,80251	0,27436	0,28449	0,36500	0,86148	0,33014	0,35407	0,41100	0,91442	0,38598
0,22176	0,32000	0,80388	0,27552	0,28595	0,36600	0,86269	0,33136	0,35563	0,41200	0,91552	0,38719
0,22308	0,32100	0,80519	0,27668	0,28741	0,36700	0,86391	0,33257	0,35720	0,41300	0,91664	0,38840
0,22442	0,32200	0,80653	0,27784	0,28887	0,36800	0,86512	0,33379	0,35877	0,41400	0,91774	0,38961
0,22575	0,32300	0,80786	0,27900	0,29034	0,36900	0,86633	0,33500	0,36034	0,41500	0,91885	0,39082
0,22709	0,32400	0,80920	0,28016	0,29181	0,37000	0,86754	0,33622	0,36192	0,41600	0,91996	0,39203
0,22843	0,32500	0,81053	0,28133	0,29328	0,37100	0,86873	0,33743	0,36349	0,41700	0,92107	0,39324
0,22978	0,32600	0,81186	0,28249	0,29475	0,37200	0,86991	0,33865	0,36507	0,41800	0,92218	0,39445
0,23113	0,32700	0,81320	0,28365	0,29623	0,37300	0,87109	0,33986	0,36665	0,41900	0,92328	0,39566
0,23248	0,32800	0,81453	0,28481	0,29770	0,37400	0,87227	0,34108	0,36823	0,42000	0,92439	0,39687
0,23383	0,32900	0,81587	0,28597	0,29918	0,37500	0,87345	0,34229	0,36981	0,42100	0,92549	0,39808
0,23519	0,33000	0,81720	0,28713	0,30067	0,37600	0,87464	0,34351	0,37140	0,42200	0,92659	0,39929
0,23655	0,33100	0,81852	0,28829	0,30215	0,37700	0,87582	0,34472	0,37299	0,42300	0,92769	0,40050
0,23791	0,33200	0,81982	0,28945	0,30364	0,37800	0,87700	0,34594	0,37458	0,42400	0,92879	0,40171
0,23928	0,33300	0,82113	0,29061	0,30513	0,37900	0,87818	0,34715	0,37617	0,42500	0,92989	0,40292
0,24064	0,33400	0,82243	0,29177	0,30663	0,38000	0,87936	0,34837	0,37776	0,42600	0,93100	0,40413

Continuación

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,37936	0,42700	0,93122	0,40723	0,45454	0,47300	0,97614	0,46463	0,53240	0,51900	1,01571	0,52419
0,38095	0,42800	0,93227	0,40847	0,45621	0,47400	0,97706	0,46588	0,53411	0,52000	1,01652	0,52546
0,38255	0,42900	0,93332	0,40972	0,45788	0,47500	0,97797	0,46713	0,53583	0,52100	1,01727	0,52673
0,38415	0,43000	0,93430	0,41097	0,45955	0,47600	0,97888	0,46838	0,53754	0,52200	1,01806	0,52801
0,38575	0,43100	0,93532	0,41222	0,46122	0,47700	0,97980	0,46963	0,53926	0,52300	1,01884	0,52928
0,38736	0,43200	0,93634	0,41347	0,46289	0,47800	0,98071	0,47087	0,54097	0,52400	1,01963	0,53055
0,38896	0,43300	0,93736	0,41471	0,46457	0,47900	0,98162	0,47212	0,54269	0,52500	1,02042	0,53182
0,39057	0,43400	0,93838	0,41596	0,46625	0,48000	0,98253	0,47337	0,54440	0,52600	1,02120	0,53310
0,39218	0,43500	0,93940	0,41721	0,46792	0,48100	0,98342	0,47462	0,54612	0,52700	1,02199	0,53437
0,39379	0,43600	0,94043	0,41846	0,46960	0,48200	0,98430	0,47587	0,54784	0,52800	1,02277	0,53564
0,39541	0,43700	0,94145	0,41971	0,47128	0,48300	0,98519	0,47711	0,54955	0,52900	1,02356	0,53692
0,39702	0,43800	0,94247	0,42095	0,47296	0,48400	0,98607	0,47836	0,55127	0,53000	1,02435	0,53819
0,39864	0,43900	0,94349	0,42220	0,47464	0,48500	0,98696	0,47961	0,55299	0,53100	1,02511	0,53946
0,40026	0,44000	0,94451	0,42345	0,47633	0,48600	0,98784	0,48086	0,55471	0,53200	1,02587	0,54074
0,40188	0,44100	0,94547	0,42470	0,47801	0,48700	0,98873	0,48211	0,55643	0,53300	1,02663	0,54201
0,40350	0,44200	0,94646	0,42595	0,47970	0,48800	0,98961	0,48335	0,55815	0,53400	1,02739	0,54328
0,40512	0,44300	0,94745	0,42719	0,48138	0,48900	0,99049	0,48460	0,55987	0,53500	1,02816	0,54455
0,40675	0,44400	0,94844	0,42844	0,48307	0,49000	0,99138	0,48585	0,56159	0,53600	1,02892	0,54583
0,40837	0,44500	0,94943	0,42969	0,48476	0,49100	0,99226	0,48710	0,56331	0,53700	1,02968	0,54710
0,41000	0,44600	0,95042	0,43094	0,48645	0,49200	0,99312	0,48835	0,56503	0,53800	1,03044	0,54837
0,41163	0,44700	0,95142	0,43219	0,48814	0,49300	0,99398	0,48959	0,56675	0,53900	1,03120	0,54965
0,41326	0,44800	0,95241	0,43343	0,48983	0,49400	0,99484	0,49084	0,56848	0,54000	1,03197	0,55092
0,41490	0,44900	0,95340	0,43468	0,49152	0,49500	0,99571	0,49209	0,57020	0,54100	1,03270	0,55219
0,41653	0,45000	0,95439	0,43593	0,49322	0,49600	0,99657	0,49334	0,57192	0,54200	1,03343	0,55347
0,41817	0,45100	0,95535	0,43718	0,49491	0,49700	0,99743	0,49459	0,57364	0,54300	1,03417	0,55474
0,41980	0,45200	0,95631	0,43843	0,49661	0,49800	0,99829	0,49583	0,57537	0,54400	1,03491	0,55601
0,42144	0,45300	0,95728	0,43967	0,49830	0,49900	0,99915	0,49708	0,57709	0,54500	1,03564	0,55728
0,42308	0,45400	0,95824	0,44092	0,50000	0,50000	1,00002	0,50000	0,57881	0,54600	1,03638	0,55856
0,42473	0,45500	0,95921	0,44217	0,50170	0,50100	1,00085	0,50127	0,58054	0,54700	1,03712	0,55983
0,42637	0,45600	0,96018	0,44342	0,50340	0,50200	1,00169	0,50255	0,58226	0,54800	1,03786	0,56110
0,42802	0,45700	0,96114	0,44467	0,50510	0,50300	1,00253	0,50382	0,58399	0,54900	1,03859	0,56238
0,42966	0,45800	0,96211	0,44591	0,50680	0,50400	1,00337	0,50509	0,58571	0,55000	1,03933	0,56365
0,43131	0,45900	0,96307	0,44716	0,50850	0,50500	1,00422	0,50637	0,58744	0,55100	1,04004	0,56492
0,43296	0,46000	0,96404	0,44841	0,51020	0,50600	1,00506	0,50764	0,58916	0,55200	1,04075	0,56620
0,43461	0,46100	0,96496	0,44966	0,51191	0,50700	1,00590	0,50891	0,59089	0,55300	1,04146	0,56747
0,43627	0,46200	0,96590	0,45091	0,51361	0,50800	1,00674	0,51018	0,59261	0,55400	1,04218	0,56874
0,43792	0,46300	0,96684	0,45215	0,51531	0,50900	1,00758	0,51146	0,59434	0,55500	1,04289	0,57001
0,43958	0,46400	0,96778	0,45340	0,51702	0,51000	1,00843	0,51273	0,59606	0,55600	1,04361	0,57129
0,44123	0,46500	0,96871	0,45465	0,51873	0,51100	1,00919	0,51400	0,59779	0,55700	1,04432	0,57256
0,44289	0,46600	0,96965	0,45590	0,52043	0,51200	1,01000	0,51528	0,59951	0,55800	1,04503	0,57383
0,44455	0,46700	0,97059	0,45715	0,52214	0,51300	1,01082	0,51655	0,60124	0,55900	1,04575	0,57511
0,44621	0,46800	0,97153	0,45839	0,52385	0,51400	1,01163	0,51782	0,60296	0,56000	1,04646	0,57638
0,44787	0,46900	0,97247	0,45964	0,52556	0,51500	1,01245	0,51910	0,60469	0,56100	1,04713	0,57765
0,44954	0,47000	0,97340	0,46089	0,52727	0,51600	1,01326	0,52037	0,60642	0,56200	1,04782	0,57893
0,45120	0,47100	0,97432	0,46214	0,52898	0,51700	1,01408	0,52164	0,60814	0,56300	1,04850	0,58020
0,45287	0,47200	0,97523	0,46339	0,53069	0,51800	1,01489	0,52291	0,60987	0,56400	1,04919	0,58147

Continuación

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,61159	0,56500	1,04988	0,58274	0,69236	0,61200	1,07946	0,64220	0,77130	0,65900	1,10346	0,70410
0,61332	0,56600	1,05056	0,58402	0,69406	0,61300	1,08004	0,64352	0,77295	0,66000	1,10392	0,70542
0,61504	0,56700	1,05125	0,58529	0,69577	0,61400	1,08058	0,64484	0,77459	0,66100	1,10438	0,70674
0,61677	0,56800	1,05194	0,58656	0,69747	0,61500	1,08114	0,64616	0,77624	0,66200	1,10483	0,70805
0,61849	0,56900	1,05262	0,58784	0,69917	0,61600	1,08170	0,64747	0,77788	0,66300	1,10529	0,70937
0,62022	0,57000	1,05331	0,58911	0,70087	0,61700	1,08226	0,64879	0,77952	0,66400	1,10575	0,71069
0,62194	0,57100	1,05397	0,59038	0,70257	0,61800	1,08282	0,65011	0,78116	0,66500	1,10621	0,71201
0,62367	0,57200	1,05464	0,59166	0,70427	0,61900	1,08338	0,65142	0,78279	0,66600	1,10666	0,71332
0,62539	0,57300	1,05530	0,59293	0,70597	0,62000	1,08394	0,65274	0,78443	0,66700	1,10699	0,71464
0,62712	0,57400	1,05596	0,59420	0,70767	0,62100	1,08449	0,65406	0,78606	0,66800	1,10741	0,71596
0,62884	0,57500	1,05662	0,59547	0,70937	0,62200	1,08505	0,65537	0,78769	0,66900	1,10783	0,71727
0,63057	0,57600	1,05728	0,59675	0,71106	0,62300	1,08557	0,65669	0,78932	0,67000	1,10825	0,71859
0,63229	0,57700	1,05795	0,59802	0,71276	0,62400	1,08610	0,65801	0,79095	0,67100	1,10867	0,71991
0,63402	0,57800	1,05861	0,59929	0,71445	0,62500	1,08663	0,65933	0,79257	0,67200	1,10910	0,72122
0,63574	0,57900	1,05927	0,60057	0,71614	0,62600	1,08717	0,66064	0,79420	0,67300	1,10952	0,72254
0,63746	0,58000	1,05993	0,60184	0,71783	0,62700	1,08770	0,66196	0,79582	0,67400	1,10994	0,72386
0,63918	0,58100	1,06057	0,60311	0,71953	0,62800	1,08823	0,66328	0,79744	0,67500	1,11036	0,72518
0,64091	0,58200	1,06121	0,60439	0,72121	0,62900	1,08877	0,66459	0,79905	0,67600	1,11078	0,72649
0,64263	0,58300	1,06185	0,60566	0,72290	0,63000	1,08930	0,66591	0,80067	0,67700	1,11121	0,72781
0,64435	0,58400	1,06248	0,60693	0,72459	0,63100	1,08983	0,66723	0,80228	0,67800	1,11163	0,72913
0,64607	0,58500	1,06312	0,60820	0,72628	0,63200	1,09035	0,66854	0,80390	0,67900	1,11205	0,73044
0,64779	0,58600	1,06376	0,60948	0,72796	0,63300	1,09086	0,66986	0,80550	0,68000	1,11247	0,73176
0,64951	0,58700	1,06440	0,61075	0,72965	0,63400	1,09138	0,67118	0,80711	0,68100	1,11277	0,73308
0,65123	0,58800	1,06504	0,61202	0,73133	0,63500	1,09189	0,67250	0,80872	0,68200	1,11314	0,73439
0,65295	0,58900	1,06567	0,61330	0,73301	0,63600	1,09241	0,67381	0,81032	0,68300	1,11351	0,73571
0,65467	0,59000	1,06631	0,61457	0,73469	0,63700	1,09292	0,67513	0,81192	0,68400	1,11388	0,73703
0,65639	0,59100	1,06692	0,61584	0,73637	0,63800	1,09344	0,67645	0,81352	0,68500	1,11426	0,73835
0,65811	0,59200	1,06753	0,61712	0,73805	0,63900	1,09395	0,67776	0,81512	0,68600	1,11463	0,73966
0,65983	0,59300	1,06814	0,61839	0,73972	0,64000	1,09447	0,67908	0,81671	0,68700	1,11500	0,74098
0,66155	0,59400	1,06875	0,61966	0,74140	0,64100	1,09499	0,68040	0,81831	0,68800	1,11537	0,74230
0,66326	0,59500	1,06936	0,62093	0,74307	0,64200	1,09542	0,68171	0,81990	0,68900	1,11574	0,74361
0,66498	0,59600	1,06997	0,62221	0,74474	0,64300	1,09591	0,68303	0,82148	0,69000	1,11612	0,74493
0,66670	0,59700	1,07058	0,62348	0,74641	0,64400	1,09639	0,68435	0,82307	0,69100	1,11649	0,74625
0,66841	0,59800	1,07119	0,62475	0,74808	0,64500	1,09688	0,68567	0,82465	0,69200	1,11686	0,74756
0,67013	0,59900	1,07180	0,62603	0,74975	0,64600	1,09736	0,68698	0,82624	0,69300	1,11723	0,74888
0,67184	0,60000	1,07241	0,62640	0,75142	0,64700	1,09785	0,68830	0,82781	0,69400	1,11760	0,75020
0,67355	0,60100	1,07302	0,62772	0,75308	0,64800	1,09833	0,68962	0,82939	0,69500	1,11798	0,75152
0,67527	0,60200	1,07361	0,62903	0,75473	0,64900	1,09882	0,69093	0,83096	0,69600	1,11835	0,75283
0,67698	0,60300	1,07419	0,63035	0,75641	0,65000	1,09930	0,69225	0,83254	0,69700	1,11872	0,75415
0,67869	0,60400	1,07478	0,63167	0,75807	0,65100	1,09979	0,69357	0,83411	0,69800	1,11909	0,75547
0,68040	0,60500	1,07536	0,63299	0,75973	0,65200	1,10027	0,69488	0,83567	0,69900	1,11946	0,75678
0,68211	0,60600	1,07595	0,63430	0,76139	0,65300	1,10076	0,69620	0,83724	0,70000	1,11984	0,74768
0,68382	0,60700	1,07653	0,63562	0,76304	0,65400	1,10118	0,69752	0,83880	0,70100	1,12012	0,74885
0,68553	0,60800	1,07712	0,63694	0,76470	0,65500	1,10164	0,69884	0,84036	0,70200	1,12044	0,75002
0,68724	0,60900	1,07770	0,63825	0,76635	0,65600	1,10209	0,70015	0,84192	0,70300	1,12076	0,75119
0,68895	0,61000	1,07829	0,63957	0,76800	0,65700	1,10255	0,70147	0,84347	0,70400	1,12109	0,75235
0,69065	0,61100	1,07887	0,64089	0,76965	0,65800	1,10301	0,70279	0,84502	0,70500	1,12141	0,75352

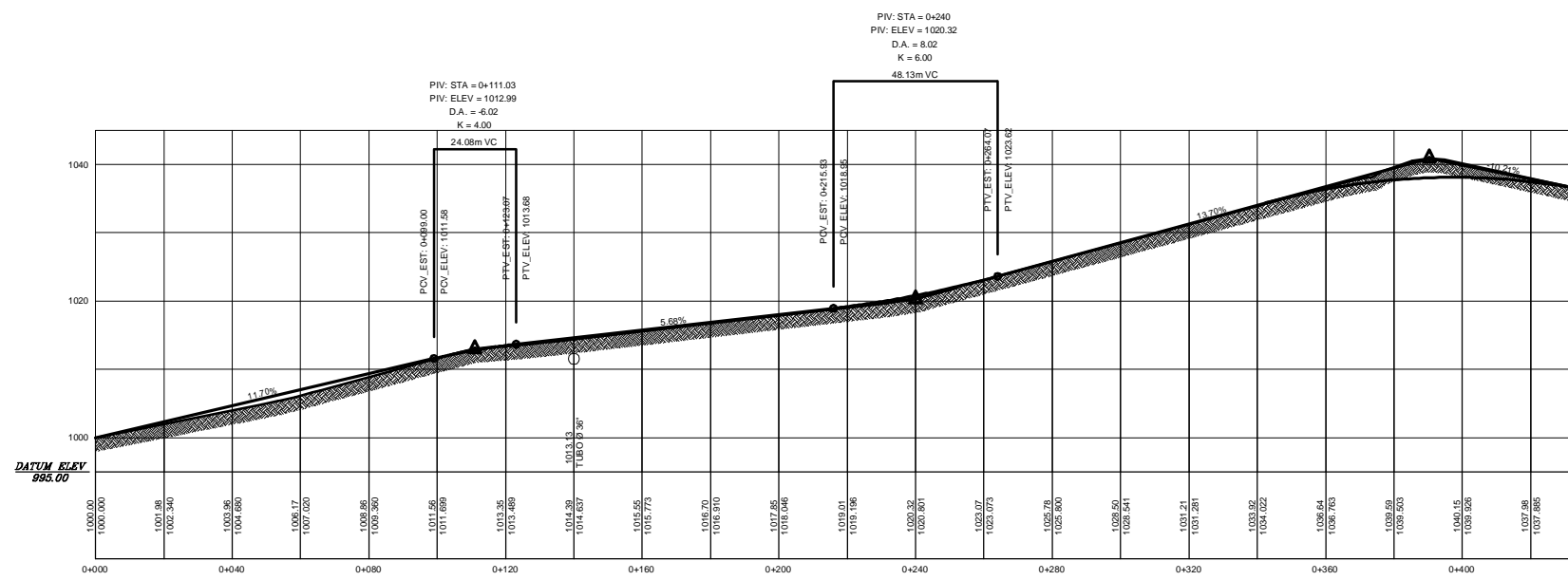
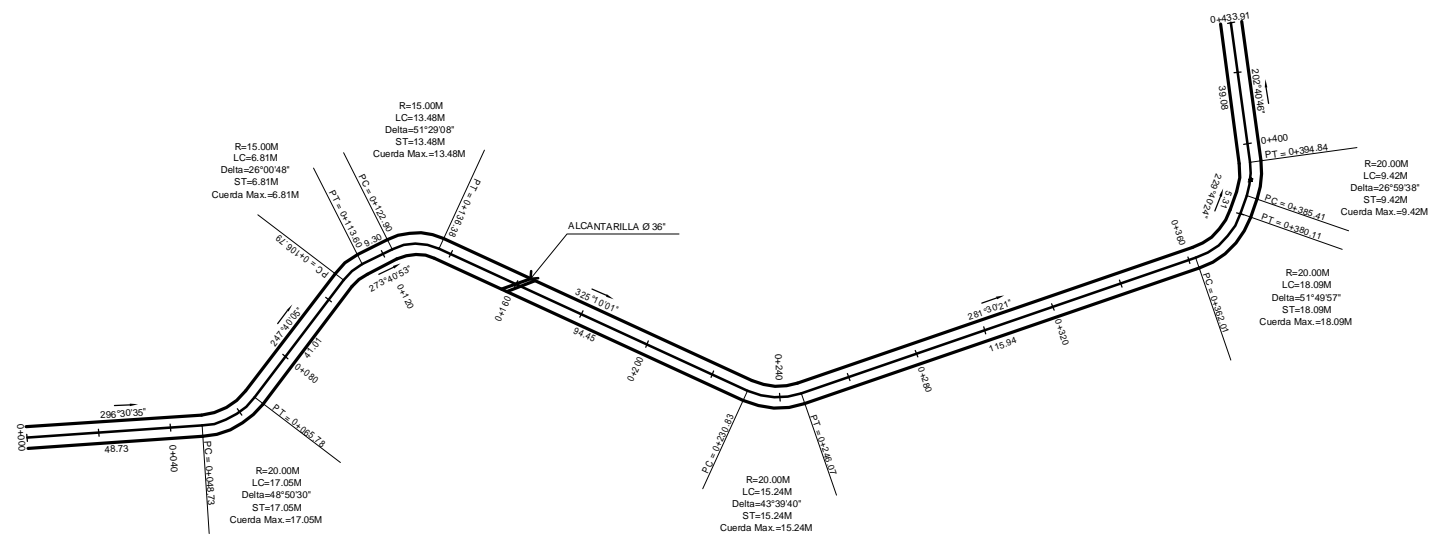
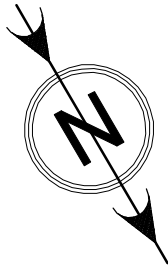
Continuación

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,84657	0,70600	1,12173	0,75469	0,91470	0,75200	1,13387	0,80670	0,97506	0,79800	1,13964	0,85730
0,84812	0,70700	1,12205	0,75585	0,91610	0,75300	1,13406	0,80780	0,97627	0,79900	1,13968	0,85840
0,84966	0,70800	1,12238	0,75702	0,91750	0,75400	1,13425	0,80890	0,97747	0,80000	1,13972	0,85950
0,85121	0,70900	1,12270	0,75819	0,91890	0,75500	1,13444	0,81000	0,97866	0,80100	1,13976	0,85837
0,85275	0,71000	1,12302	0,75935	0,92029	0,75600	1,13463	0,81110	0,97986	0,80200	1,13980	0,85966
0,85428	0,71100	1,12335	0,76052	0,92168	0,75700	1,13482	0,81220	0,98104	0,80300	1,13985	0,86094
0,85582	0,71200	1,12367	0,76169	0,92306	0,75800	1,13501	0,81330	0,98222	0,80400	1,13989	0,86223
0,85735	0,71300	1,12399	0,76286	0,92444	0,75900	1,13520	0,81440	0,98340	0,80500	1,13993	0,86351
0,85888	0,71400	1,12432	0,76402	0,92582	0,76000	1,13539	0,81550	0,98457	0,80600	1,13997	0,86480
0,86040	0,71500	1,12464	0,76519	0,92719	0,76100	1,13552	0,81660	0,98574	0,80700	1,14001	0,86608
0,86192	0,71600	1,12496	0,76636	0,92856	0,76200	1,13568	0,81770	0,98690	0,80800	1,14006	0,86737
0,86344	0,71700	1,12528	0,76752	0,92993	0,76300	1,13584	0,81880	0,98805	0,80900	1,14010	0,86866
0,86496	0,71800	1,12561	0,76869	0,93129	0,76400	1,13600	0,81990	0,98920	0,81000	1,14014	0,86994
0,86647	0,71900	1,12593	0,76986	0,93265	0,76500	1,13616	0,82100	0,99035	0,81100	1,14002	0,87123
0,86799	0,72000	1,12625	0,77102	0,93400	0,76600	1,13632	0,82210	0,99149	0,81200	1,14003	0,87251
0,86949	0,72100	1,12638	0,77219	0,93535	0,76700	1,13648	0,82320	0,99262	0,81300	1,14003	0,87380
0,87100	0,72200	1,12666	0,77336	0,93670	0,76800	1,13663	0,82430	0,99375	0,81400	1,14003	0,87509
0,87250	0,72300	1,12694	0,77453	0,93804	0,76900	1,13677	0,82540	0,99487	0,81500	1,14002	0,87637
0,87400	0,72400	1,12721	0,77569	0,93938	0,77000	1,13691	0,82650	0,99599	0,81600	1,14002	0,87766
0,87550	0,72500	1,12749	0,77686	0,94071	0,77100	1,13705	0,82760	0,99710	0,81700	1,14001	0,87894
0,87699	0,72600	1,12777	0,77803	0,94204	0,77200	1,13720	0,82870	0,99821	0,81800	1,14000	0,88023
0,87848	0,72700	1,12805	0,77919	0,94337	0,77300	1,13733	0,82980	0,99931	0,81900	1,14000	0,88152
0,87997	0,72800	1,12832	0,78036	0,94469	0,77400	1,13746	0,83090	1,00041	0,82000	1,13999	0,88280
0,88146	0,72900	1,12860	0,78153	0,94601	0,77500	1,13759	0,83200	1,00150	0,82100	1,13999	0,88409
0,88294	0,73000	1,12888	0,78269	0,94732	0,77600	1,13772	0,83310	1,00258	0,82200	1,13988	0,88537
0,88441	0,73100	1,12910	0,78386	0,94863	0,77700	1,13785	0,83420	1,00366	0,82300	1,13984	0,88666
0,88589	0,73200	1,12934	0,78503	0,94993	0,77800	1,13799	0,83530	1,00473	0,82400	1,13980	0,88795
0,88736	0,73300	1,12959	0,78620	0,95123	0,77900	1,13812	0,83640	1,00580	0,82500	1,13976	0,88923
0,88883	0,73400	1,12983	0,78736	0,95252	0,78000	1,13825	0,83750	1,00686	0,82600	1,13972	0,88343
0,89030	0,73500	1,13008	0,78853	0,95382	0,78100	1,13829	0,83860	1,00791	0,82700	1,13969	0,88439
0,89176	0,73600	1,13032	0,78970	0,95510	0,78200	1,13840	0,83970	1,00896	0,82800	1,13965	0,88536
0,89322	0,73700	1,13057	0,79086	0,95638	0,78300	1,13850	0,84080	1,01000	0,82900	1,13955	0,88632
0,89467	0,73800	1,13081	0,79203	0,95766	0,78400	1,13860	0,84190	1,01104	0,83000	1,13949	0,88729
0,89613	0,73900	1,13106	0,79320	0,95893	0,78500	1,13870	0,84300	1,01207	0,83100	1,13942	0,88825
0,89758	0,74000	1,13130	0,79436	0,96020	0,78600	1,13879	0,84410	1,01309	0,83200	1,13936	0,88921
0,89902	0,74100	1,13153	0,79553	0,96147	0,78700	1,13889	0,84520	1,01411	0,83300	1,13929	0,89018
0,90046	0,74200	1,13175	0,79670	0,96273	0,78800	1,13899	0,84630	1,01512	0,83400	1,13923	0,89114
0,90190	0,74300	1,13197	0,79787	0,96398	0,78900	1,13904	0,84740	1,01613	0,83500	1,13916	0,89211
0,90334	0,74400	1,13219	0,79903	0,96523	0,79000	1,13910	0,84850	1,01713	0,83600	1,13904	0,89307
0,90477	0,74500	1,13240	0,80020	0,96648	0,79100	1,13915	0,84960	1,01812	0,83700	1,13895	0,89403
0,90620	0,74600	1,13262	0,80137	0,96772	0,79200	1,13921	0,85070	1,01911	0,83800	1,13886	0,89500
0,90762	0,74700	1,13284	0,80253	0,96895	0,79300	1,13926	0,85180	1,02009	0,83900	1,13877	0,89596
0,90905	0,74800	1,13306	0,80370	0,97018	0,79400	1,13932	0,85290	1,02106	0,84000	1,13868	0,89693
0,91046	0,74900	1,13328	0,80487	0,97141	0,79500	1,13937	0,85400	1,02203	0,84100	1,13859	0,89789
0,91188	0,75000	1,13349	0,80603	0,97263	0,79600	1,13943	0,85510	1,02299	0,84200	1,13845	0,89885
0,91329	0,75100	1,13367	0,80560	0,97385	0,79700	1,13959	0,85620	1,02395	0,84300	1,13833	0,89982



Continuación

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
1,02490	0,84400	1,13822	0,90078	1,04158	0,86300	1,13523	0,91774	1,05552	0,88200	1,13050	0,93417
1,02584	0,84500	1,13811	0,90174	1,04239	0,86400	1,13498	0,91865	1,05617	0,88300	1,13020	0,93493
1,02677	0,84600	1,13799	0,90271	1,04319	0,86500	1,13478	0,91956	1,05681	0,88400	1,12991	0,93570
1,02770	0,84700	1,13788	0,90367	1,04398	0,86600	1,13456	0,92047	1,05744	0,88500	1,12961	0,93647
1,02862	0,84800	1,13777	0,90464	1,04476	0,86700	1,13435	0,92138	1,05807	0,88600	1,12932	0,93723
1,02953	0,84900	1,13757	0,90560	1,04553	0,86800	1,13414	0,92228	1,05868	0,88700	1,12902	0,93800
1,03044	0,85000	1,13743	0,90594	1,04630	0,86900	1,13392	0,92319	1,05928	0,88800	1,12864	0,93876
1,03134	0,85100	1,13728	0,90685	1,04706	0,87000	1,13371	0,92410	1,05988	0,88900	1,12831	0,93953
1,03223	0,85200	1,13714	0,90776	1,04781	0,87100	1,13350	0,92501	1,06047	0,89000	1,12798	0,94030
1,03312	0,85300	1,13699	0,90866	1,04855	0,87200	1,13319	0,92592	1,06104	0,89100	1,12763	0,94106
1,03400	0,85400	1,13684	0,90957	1,04929	0,87300	1,13294	0,92682	1,06161	0,89200	1,12729	0,94183
1,03487	0,85500	1,13670	0,91048	1,05001	0,87400	1,13269	0,92773	1,06217	0,89300	1,12695	0,94259
1,03574	0,85600	1,13649	0,91139	1,05073	0,87500	1,13243	0,92881	1,06272	0,89400	1,12661	0,94336
1,03659	0,85700	1,13631	0,91230	1,05144	0,87600	1,13217	0,92957	1,06325	0,89500	1,12627	0,94413
1,03744	0,85800	1,13614	0,91320	1,05214	0,87700	1,13192	0,93034	1,06378	0,89600	1,12585	0,94489
1,03829	0,85900	1,13596	0,91411	1,05284	0,87800	1,13167	0,93110	1,06430	0,89700	1,12547	0,94566
1,03912	0,86000	1,13577	0,91502	1,05352	0,87900	1,13141	0,93187	1,06481	0,89800	1,12510	0,94642
1,03995	0,86100	1,13559	0,91593	1,05420	0,88000	1,13108	0,93264	1,06531	0,89900	1,12472	0,94719
1,04077	0,86200	1,13541	0,91684	1,05486	0,88100	1,13079	0,93340	1,06580	0,90000	1,12431	0,94796

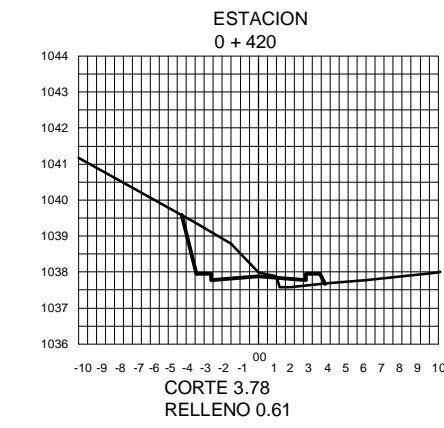
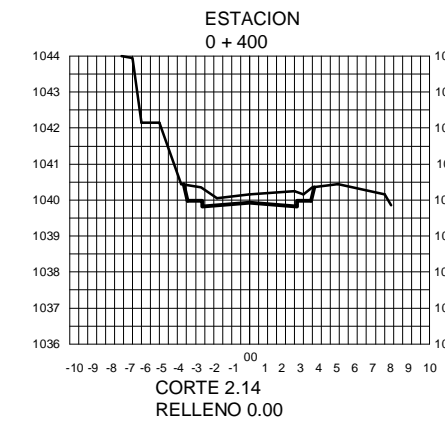
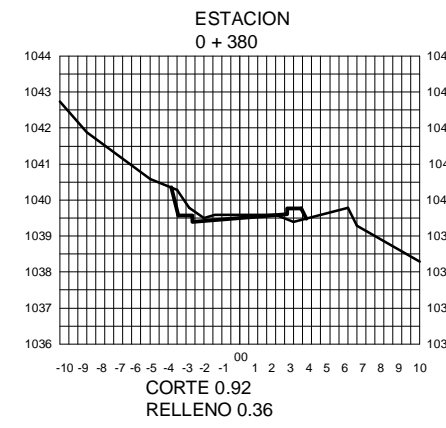
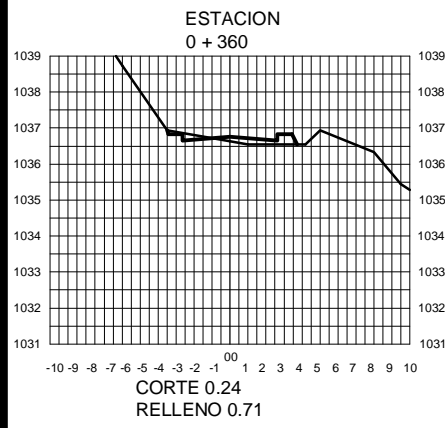
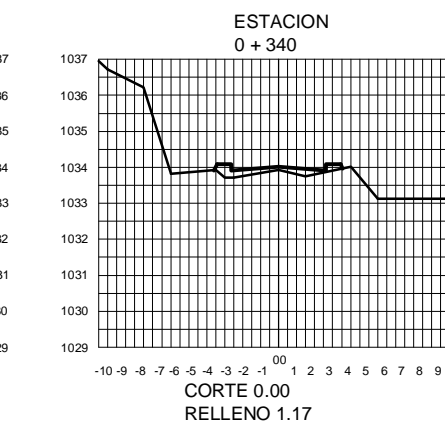
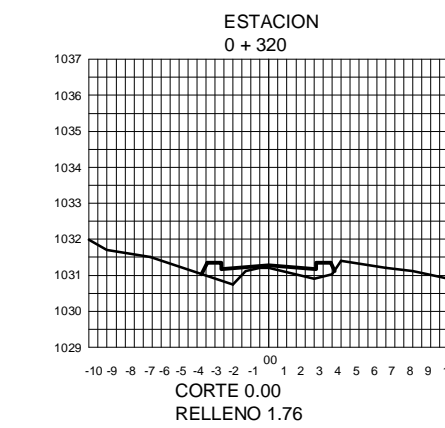
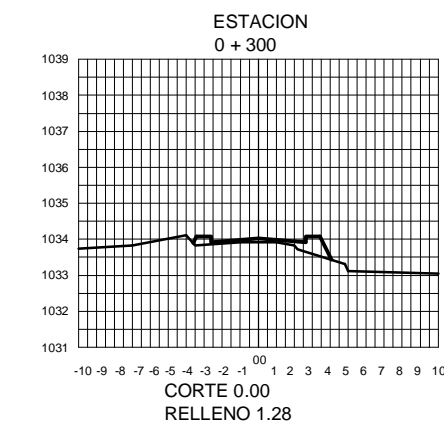
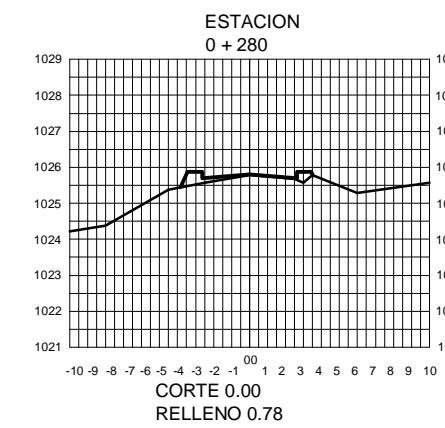
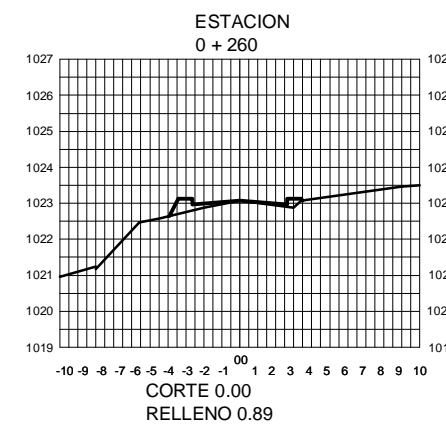
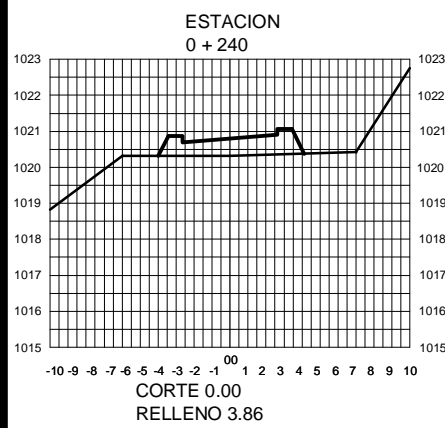
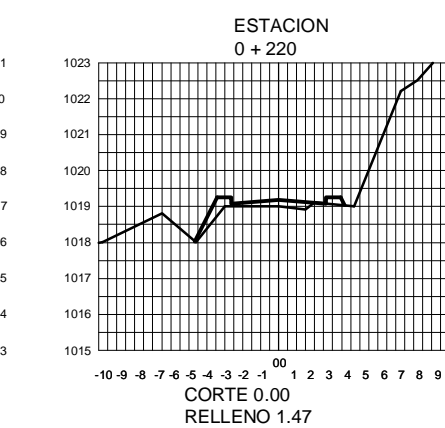
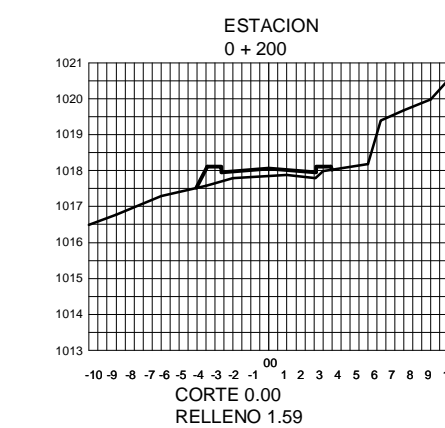
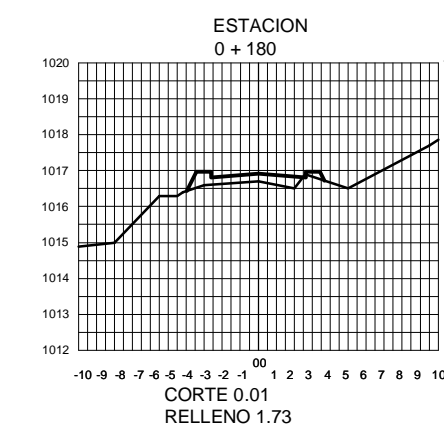
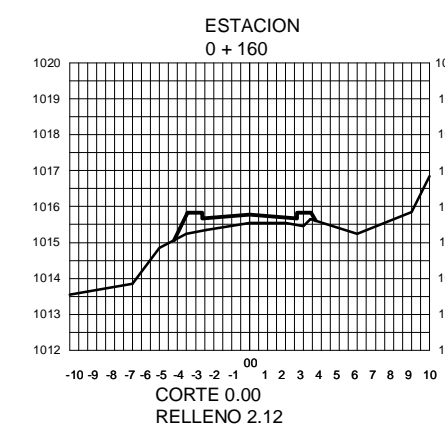
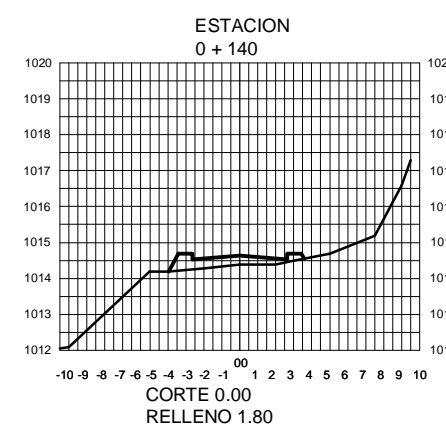
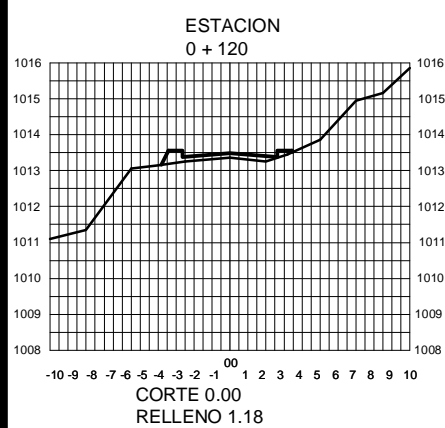
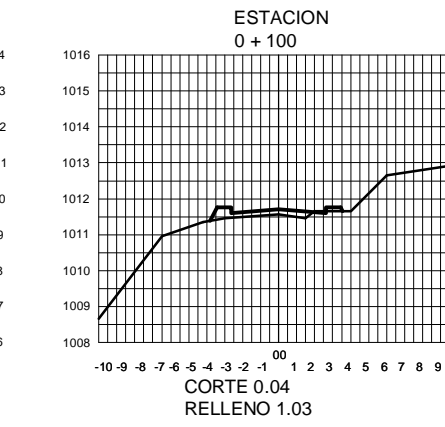
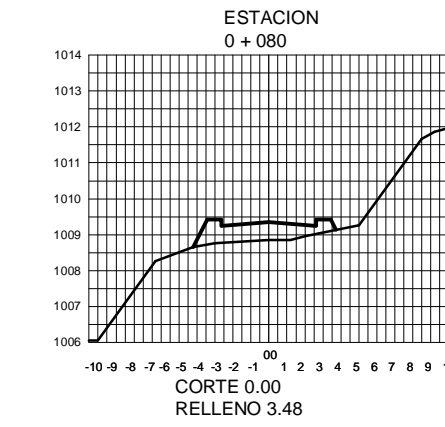
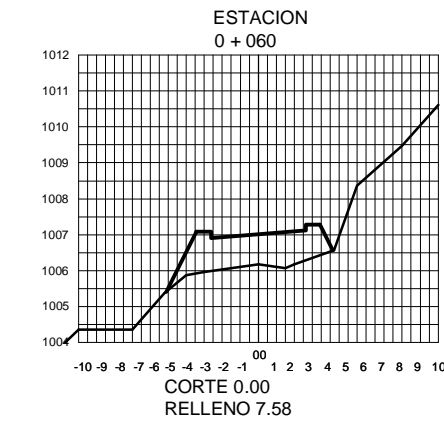
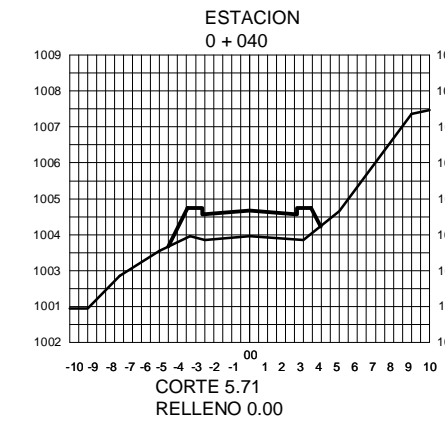
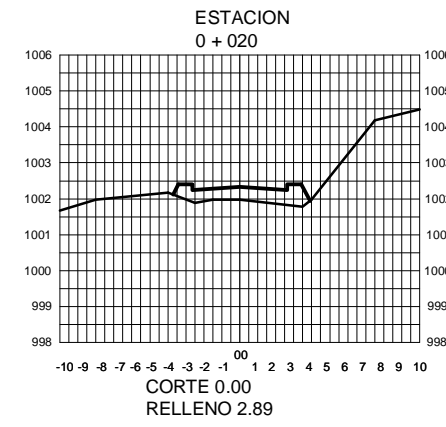
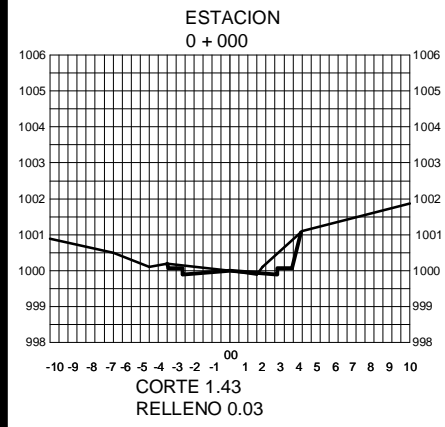


PLANTA + PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PROYECTO:		PAVIMENTACION DE LA ENTRADA A LA COLONIA LA UNION QUE CONDUCE HACIA EL INSTITUTO SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2006
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	
CARNE:	1008-10042	<b>PLANTA + PERFIL</b>	
DISEÑO Y CALCULO ESORAS AMLCAR PEREZ C.			
Vc. Sñ. PROPIETARIO		Vc. Sñ. PLANIFICADOR	
		1/3	

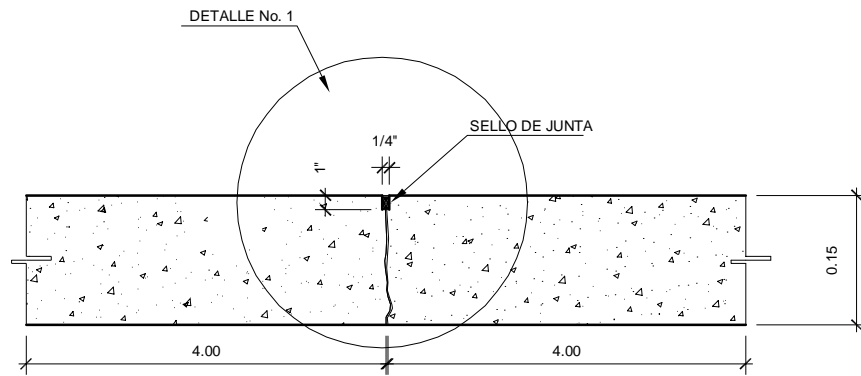


SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA HORIZONTAL 1 : 200  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



PROYECTO:		PAVIMENTACION DE LA ENTRADA A LA COLONIA LA UNION QUE CONDUCE HACIA EL INSTITUTO SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	SECCIONES
CARNE:	1998-10642		
DISEÑO Y CALCULO		ESDRAS AMILCAR PEREZ C.	
Vc. Sr. PROPIETARIO		Vc. Sr. PLANIFICADOR	
		Vc. Sr. INGENIERO EN JEFE	



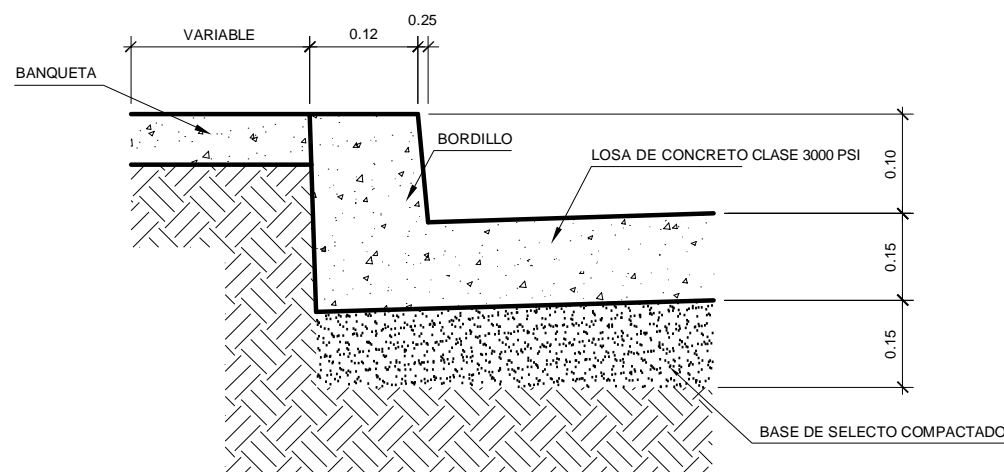
### JUNTA TRANSVERSAL

escala 1 : 5

**NOTA 1:**  
EL PAVIMENTO DE CONCRETO DEBERA DE POSEER UNA JUNTA TRANSVERSAL A CADA 4.00 METROS

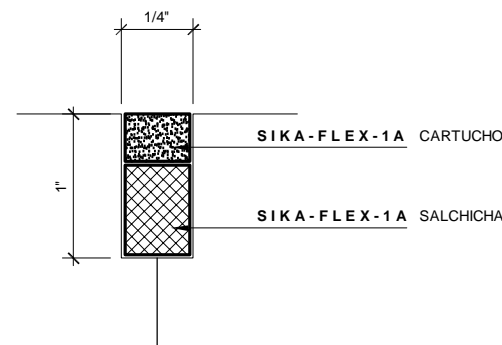
Fc' = 4000 P.S.I.

**NOTA 2:**  
LAS SISAS SERAN DE 1/4" DE PULGADA DE ANCHO Y 1" PULGADA DE PROFUNDIDAD Y SERAN SELLADAS CON MATERIAL ELASTOMETRICO A BASE DE POLIUTERANO, Y RELLENADAS EN SU BASE CON ESPONJA O DUROPORT. SE RECOMIENDA EL USO DE SIKA-FLEX-1A PARA SELLO DE ELASTOMETRICO Y COMO BASE EL MISMO.  
UN CARTUCHO DE SIKA-FLEX-1A DE 1 cm. DE PROFUNDIDAD Y 1 cm. DE ANCHO RINDE PARA 3.00 Mts. LINEALES.  
UN KILOGRAMO DE SIKA-FLEX-1A EN JUNTA DE 1 cm. X 1 cm. (Ancho x Profundidad) RINDE PARA SELLAR 8.30 Mts. LINEALES.



### DETALLE DE PAVIMENTO + BORDILLO

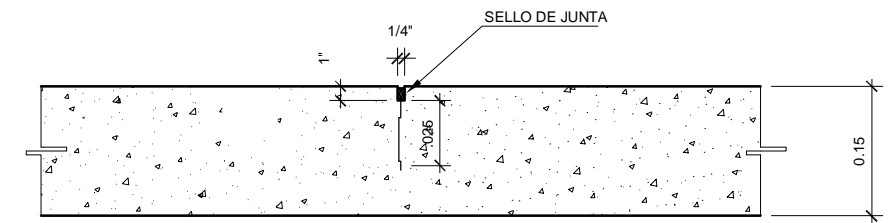
escala 1 : 25



### Sello Para Junta Transversal Y Longitudinal

DETALLE No. 1

sin escala

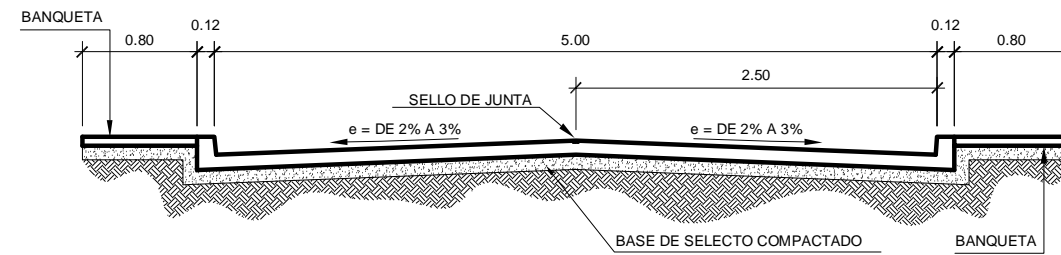


### JUNTA LONGITUDINAL

escala 1 : 5

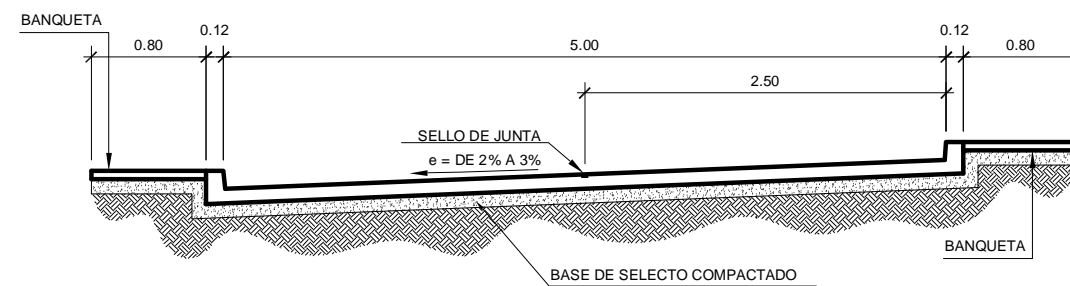
**NOTA 3:**  
EL PAVIMENTO DE CONCRETO DEBERA DE POSEER UNA JUNTA LONGITUDINAL A LA MITAD DEL ANCHO TOTAL QUE ES 2.50 METROS

Fc' = 4000 P.S.I.



### SECCION TIPICA EN RECTA

sin escala



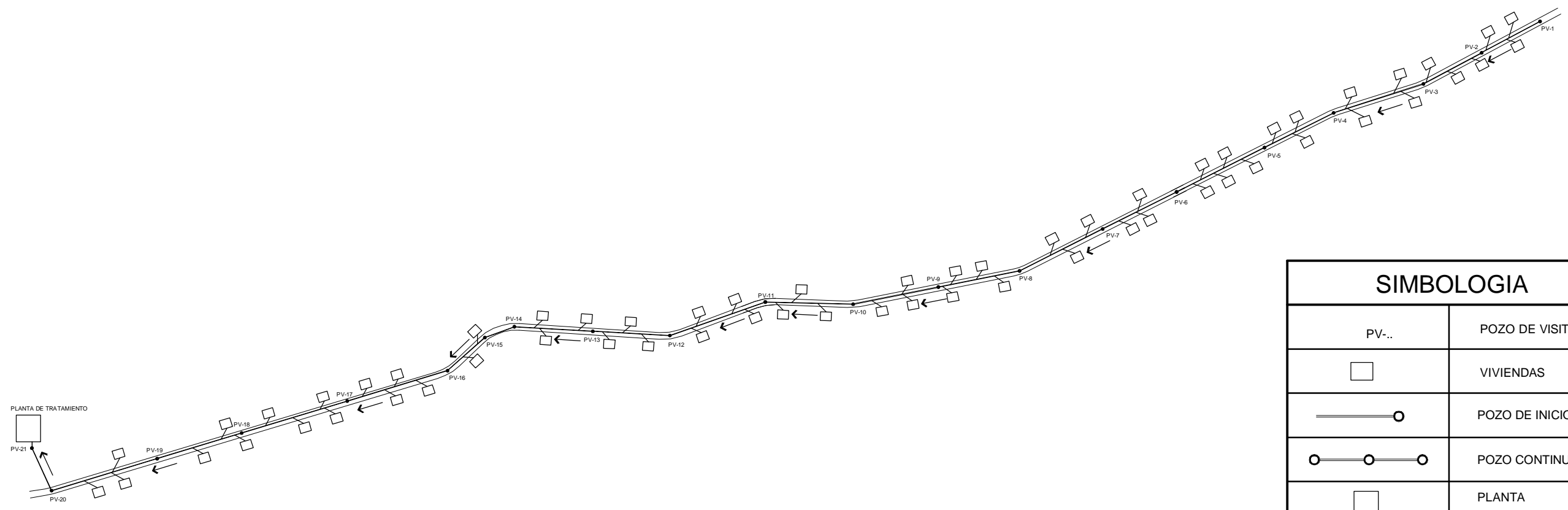
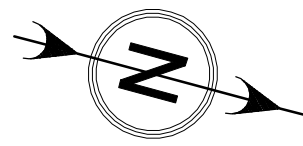
### SECCION TIPICA EN CURVA

sin escala

**NOTA 5:**  
EL PAVIMENTO DE CONCRETO TENDRA UN FRAGUADO DE 28 DIAS POR CONCIDERARSE UN CONCRETO Fc' = 4000 P.S.I.  
LA PROPORCION A UTILIZAR SERA: 1 : 2 : 3  
= 10.5 SACOS DE CEMENTO  
8 CARRETAS DE ARENA DE RIO  
11 CARRETAS DE PIEDRIN DE 3/4" A 1"



PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA ENTRADA A LA COLONIA LA UNION QUE CONDUCE HACIA EL INSTITUTO SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO DE 2008	CONTENIDO: DETALLES	
DIBUJO: E.A.P.C.	CARNE: 1998-10842	HOJA P-3	
DISEÑO Y CALCULO: ESDRAS AMILCAR PEREZ C.		3/3	
Vc. Sr. PROPIETARIO		Vc. Sr. PLANIFICADOR	
E. _____		E. _____	



SIMBOLOGIA	
PV-..	POZO DE VISITA
	VIVIENDAS
	POZO DE INICIO
	POZO CONTINUO
	PLANTA DE TRATAMIENTO
	DIRECCION DE FLUJO

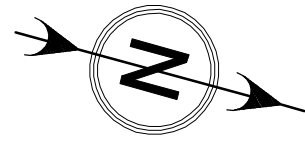
NOTA:  
TODA LA TUBERIA SERA DE PVC.  
NORMA ASTM-3034

PLANTA + PERFIL

ESCALA: 1:2000



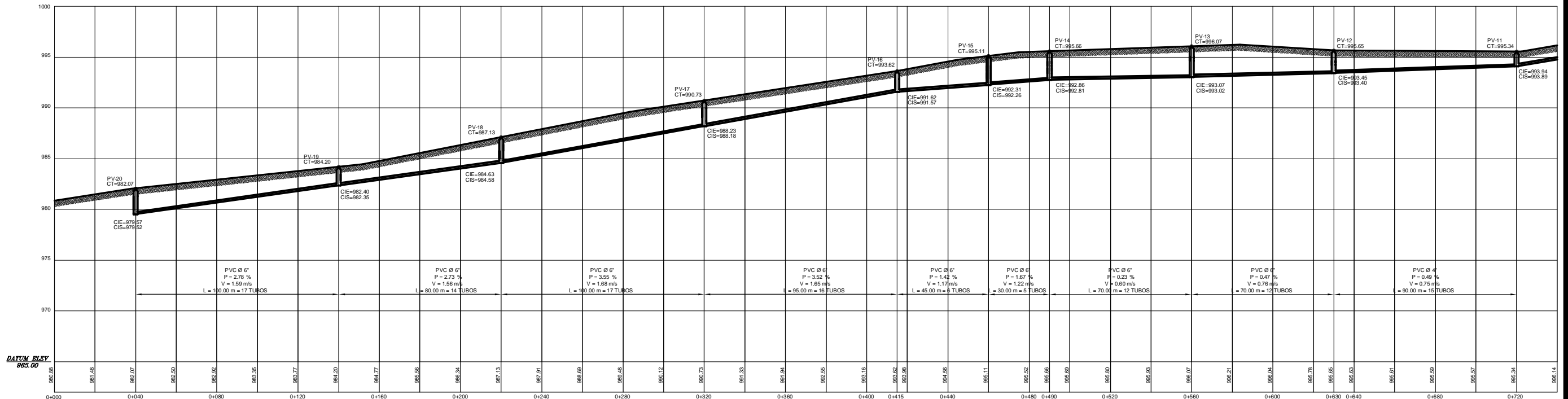
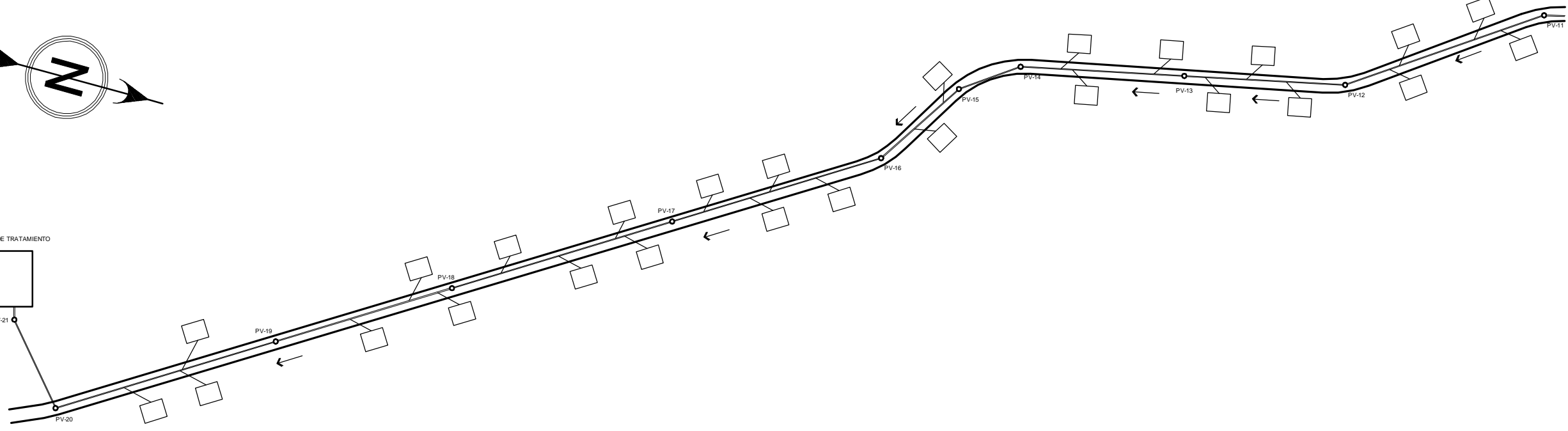
PROYECTO:		<b>DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA</b>	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	<b>PLANTA</b>
CARNE:	1998-10842		
DISEÑO Y CALCULO ESDRAS AMILCAR PEREZ C.			
Vo. Sr. PROPIETARIO		Vo. Sr. PLANIFICADOR	
		Ing. MANUEL ALFONSO ARRIAGA CORTA	
			<b>HOJA D-1</b>
			<b>1/5</b>



PLANTA DE TRATAMIENTO



PV-21

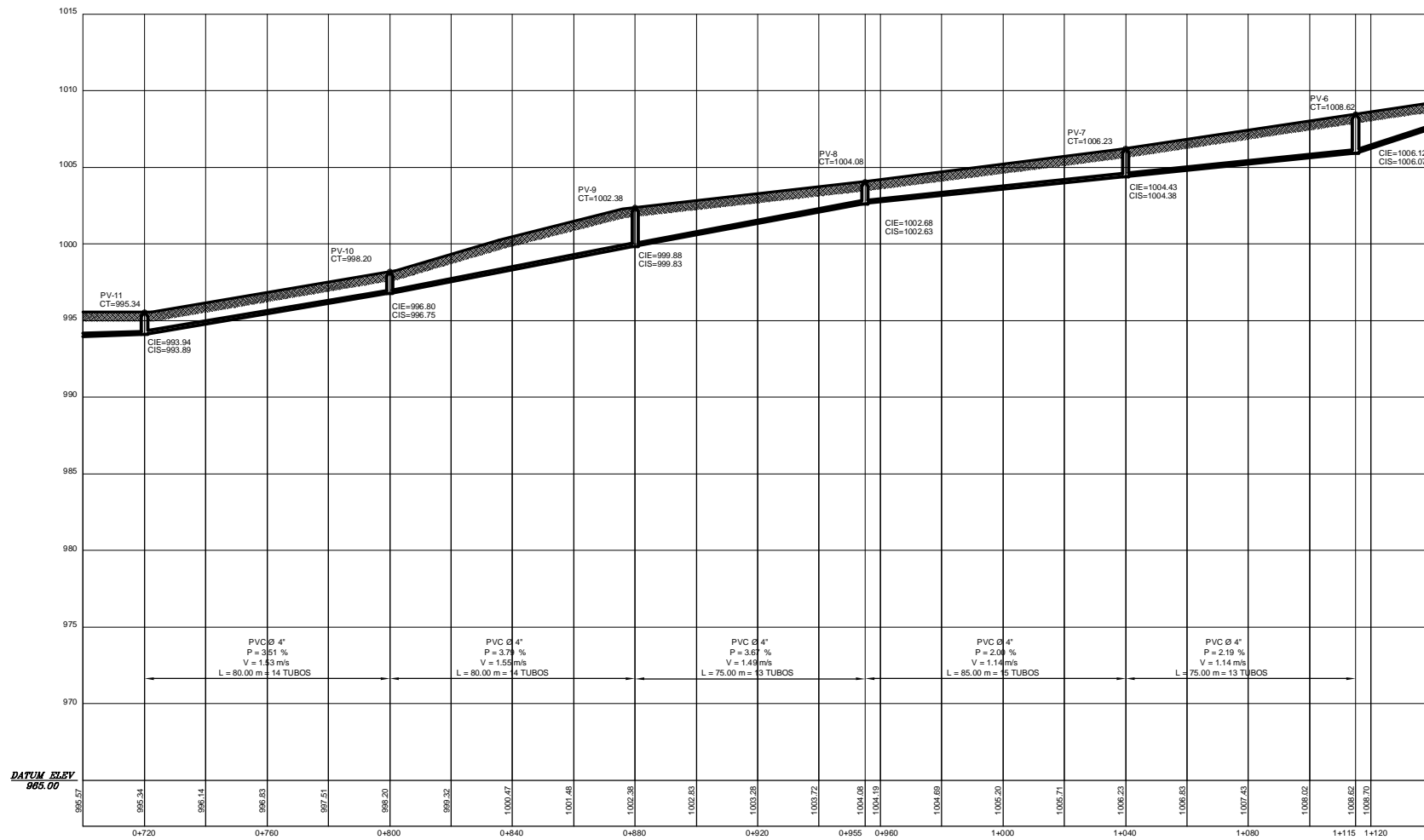
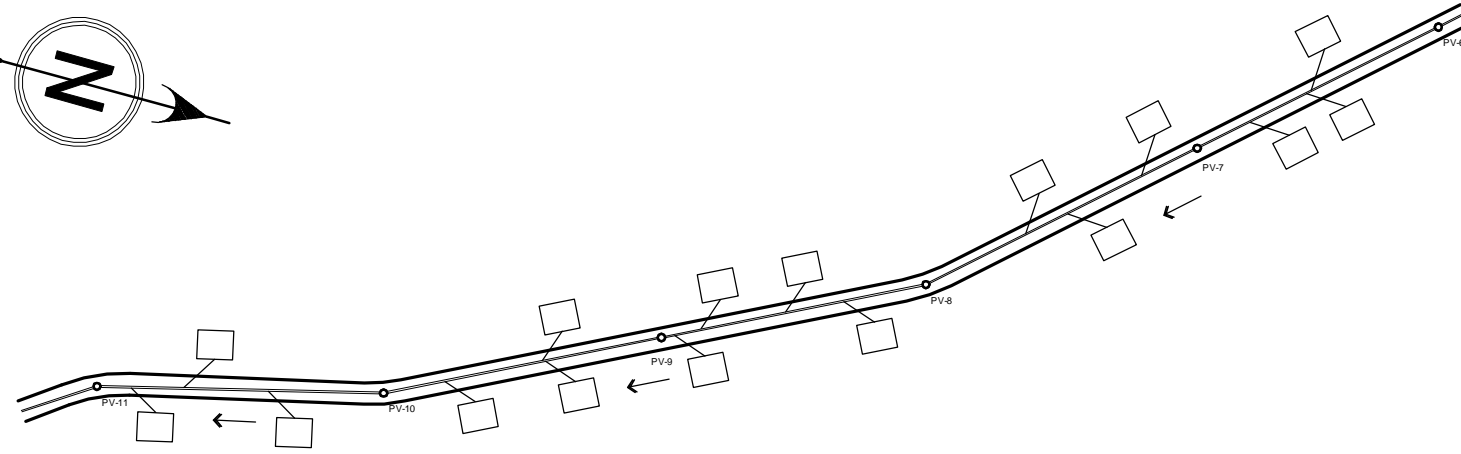
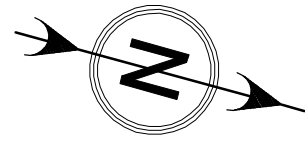


PLANTA + PERFIL

ESCALA VERTICAL 1:500  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

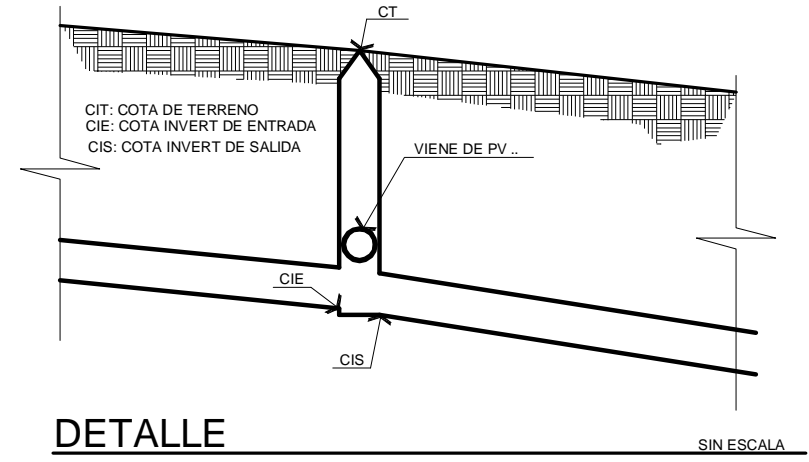


PROYECTO:		<b>DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA</b>	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS		FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	PLANTA + PERFIL
CARNE:	1008-10042		HOJA D-2
DISEÑO Y CALCULO		ESDRAS AMILCAR PEREZ C.	
Vc. Sñ. PROPIETARIO		Vc. Sñ. PLANIFICADOR	
		ING. MANUEL ALFREDO ARROYO LAGUNA COMPTA	



SIMBOLOGIA	
PV-..	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	POZO DE INICIO
	POZO CONTINUO
	TRAMOS DE POZO DE VISITA
	DIRECCION DE FLUJO

NOTA:  
TODA LA TUBERIA SERA DE PVC.  
NORMA ASTM-3034



DETALLE

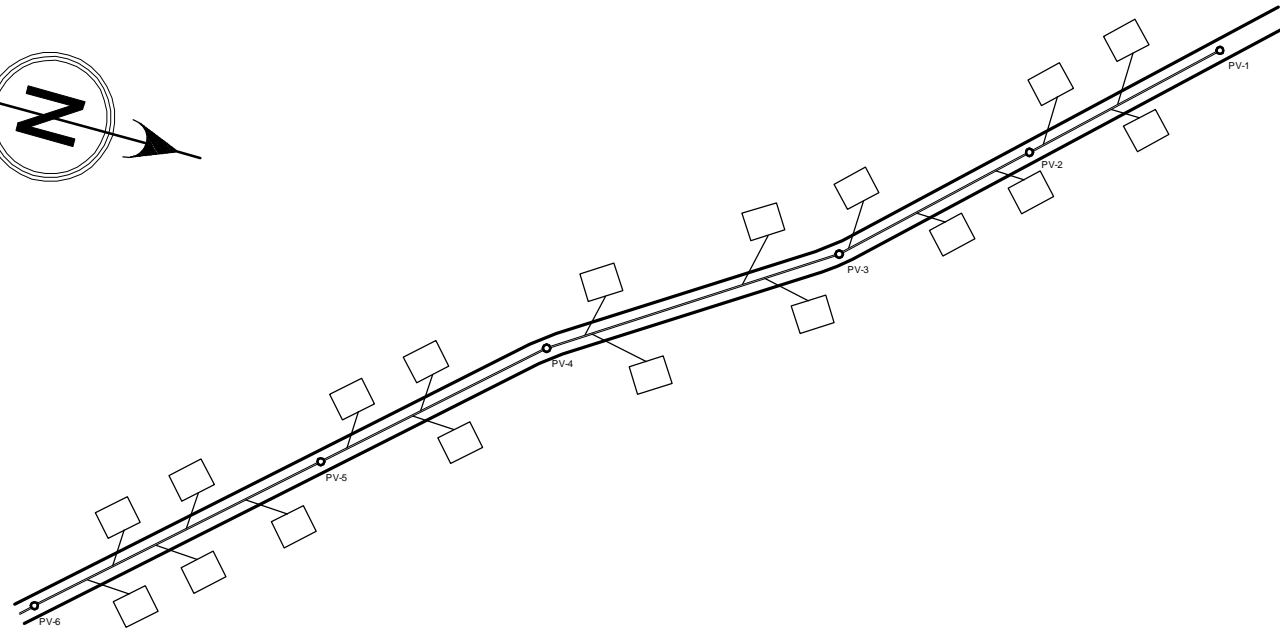
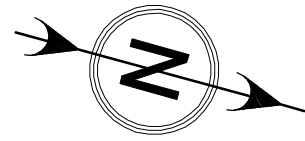
SIN ESCALA

PLANTA + PERFIL

ESCALA VERTICAL 1:500  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

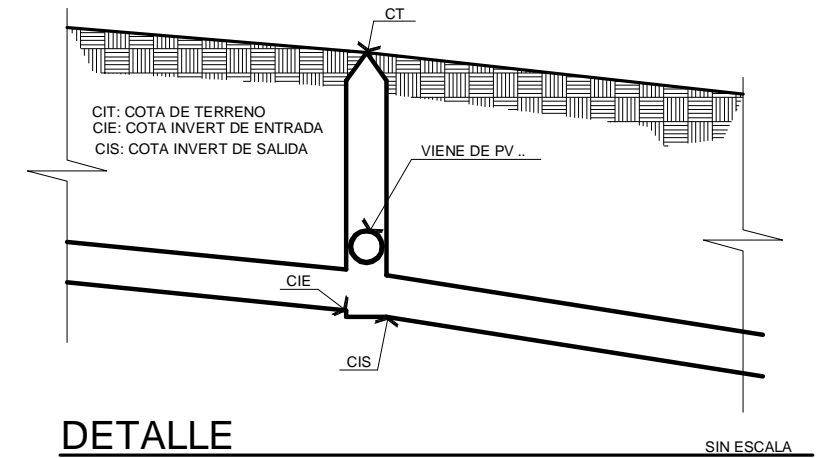
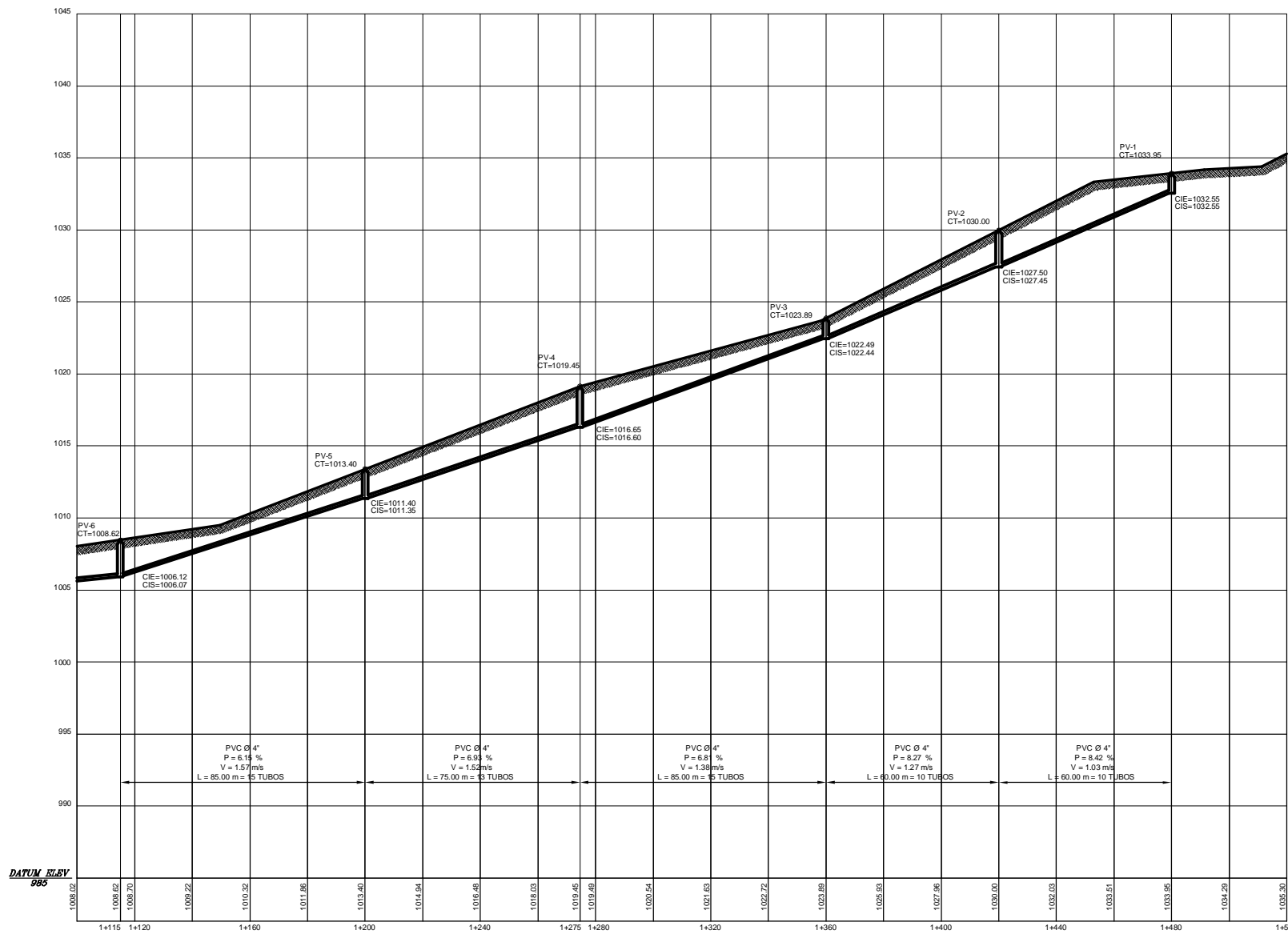


PROYECTO:		DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS			
DIBUJO:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	PLANTA + PERFIL
CARNE:	1008-10042		
DISEÑO Y CALCULO ESDRAS AMILCAR PEREZ C.			
Vs. Sr. PROPIETARIO		Vs. Sr. PLANIFICADOR	
		HOJA D-3	
		3/5	



SIMBOLOGIA	
PV-..	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	POZO DE INICIO
	POZO CONTINUO
	TRAMOS DE POZO DE VISITA
	DIRECCION DE FLUJO

NOTA:  
TODA LA TUBERIA SERA DE PVC.  
NORMA ASTM-3034



DETALLE

SIN ESCALA

PLANTA + PERFIL

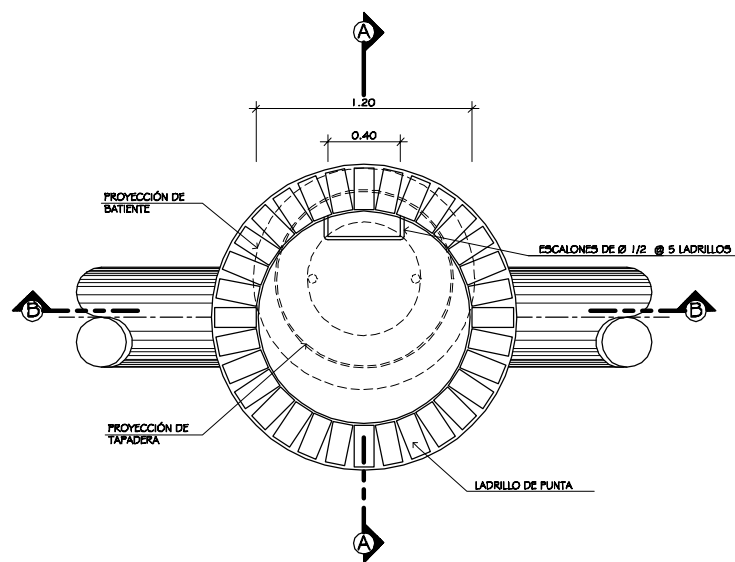
ESCALA VERTICAL 1:500  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



PROYECTO:		DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
DIBUJO:		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
CARNE:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	
1998-10042		PLANTA + PERFIL	
DISEÑO Y CALCULO		ESDRAS AMILCAR PEREZ C.	
Vb. DEL PROPIETARIO		Vb. DEL PLANIFICADOR	
L. _____		L. _____	
		ING. MANUEL ALFREDO ARROYAVE	

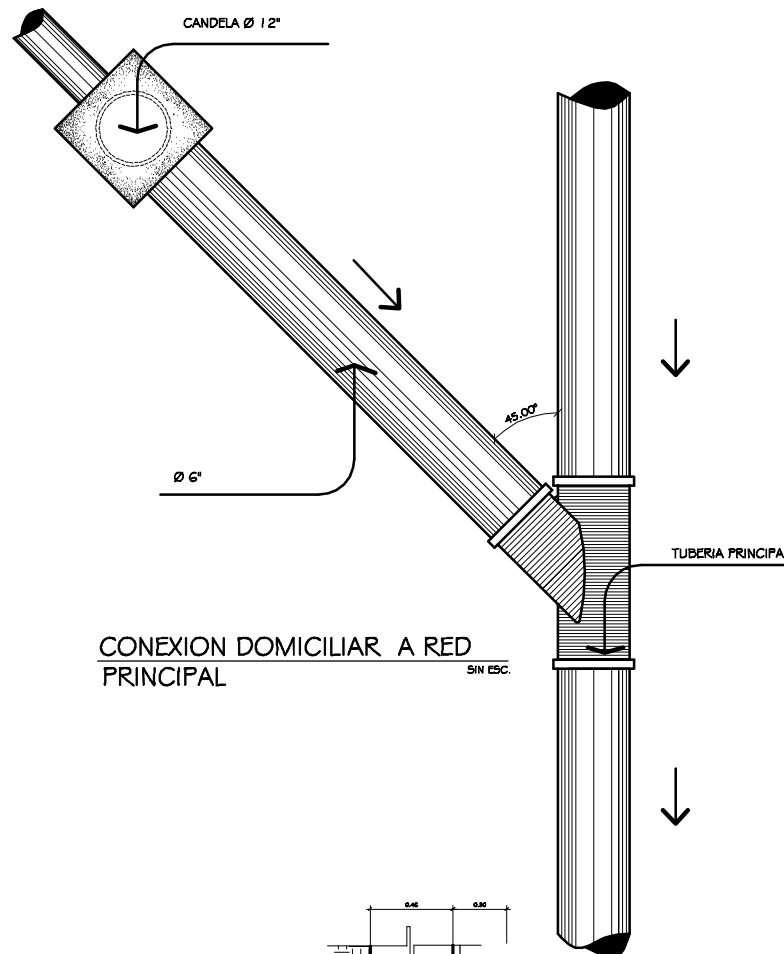
HOJA  
D-4  
4/5





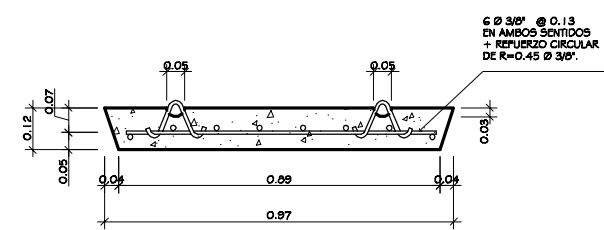
PLANTA DE POZO DE VISITA

ESC. 1:20



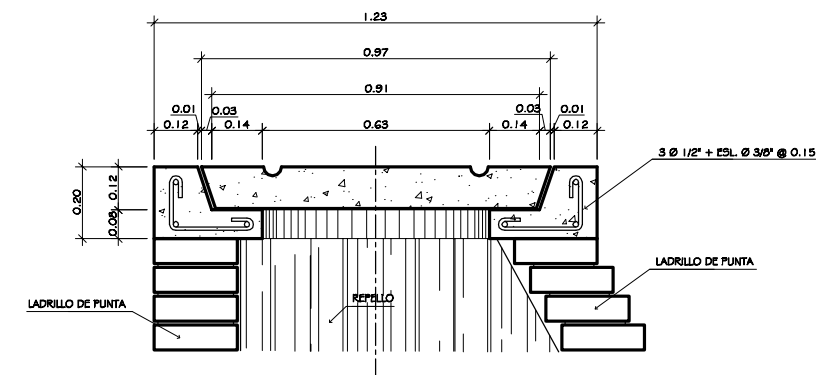
CONEXION DOMICILIAR A RED PRINCIPAL

SIN ESC.



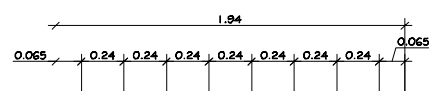
SECCIÓN DE TAPADERA

ESC. 1:10



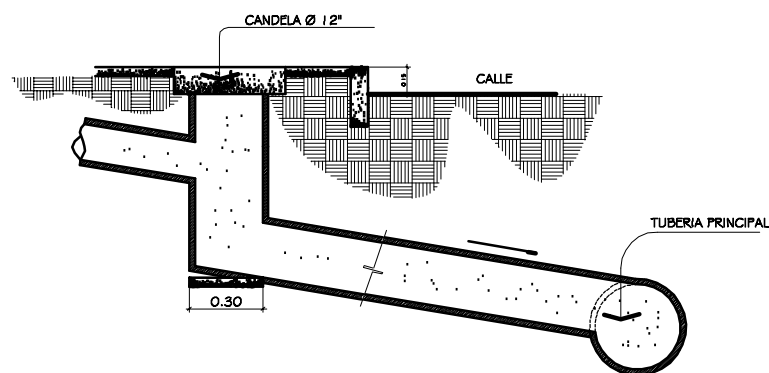
DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESC. 1:10



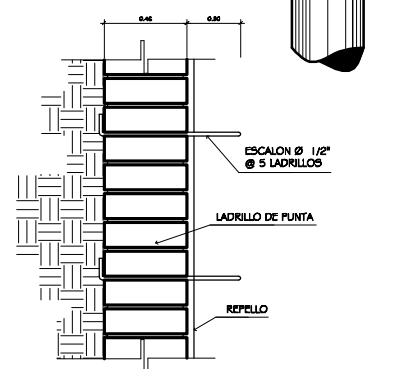
DETALLE DE TAPADERA

ESC. 1:10



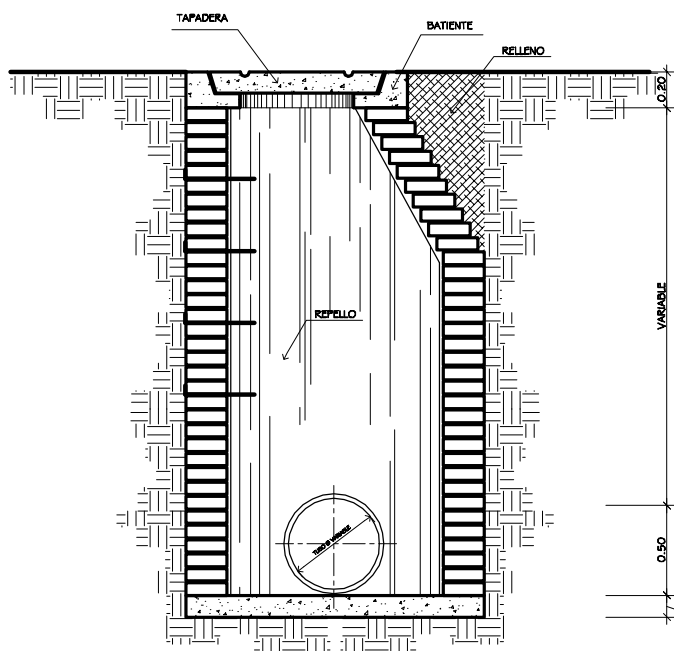
CONEXION DOMICILIAR A RED PRINCIPAL

ESC. 1:10



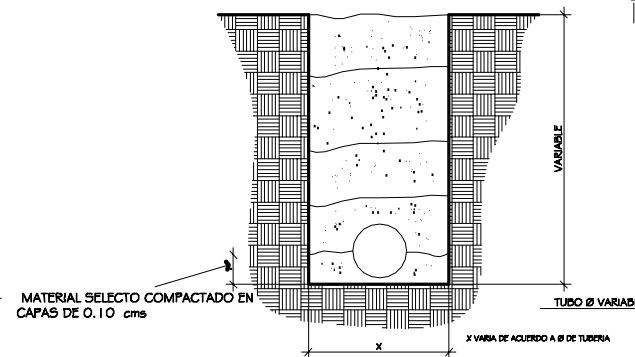
DETALLE DE ESCALÓN

ESC. 1:10



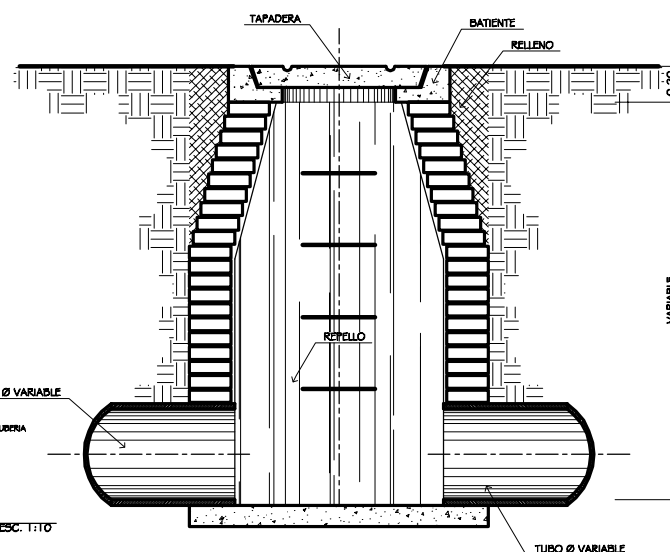
SECCION A-A'

ESC. 1:20



DETALLE TIPICO DE ZANJA

ESC. 1:10



SECCION B-B'

ESC. 1:20

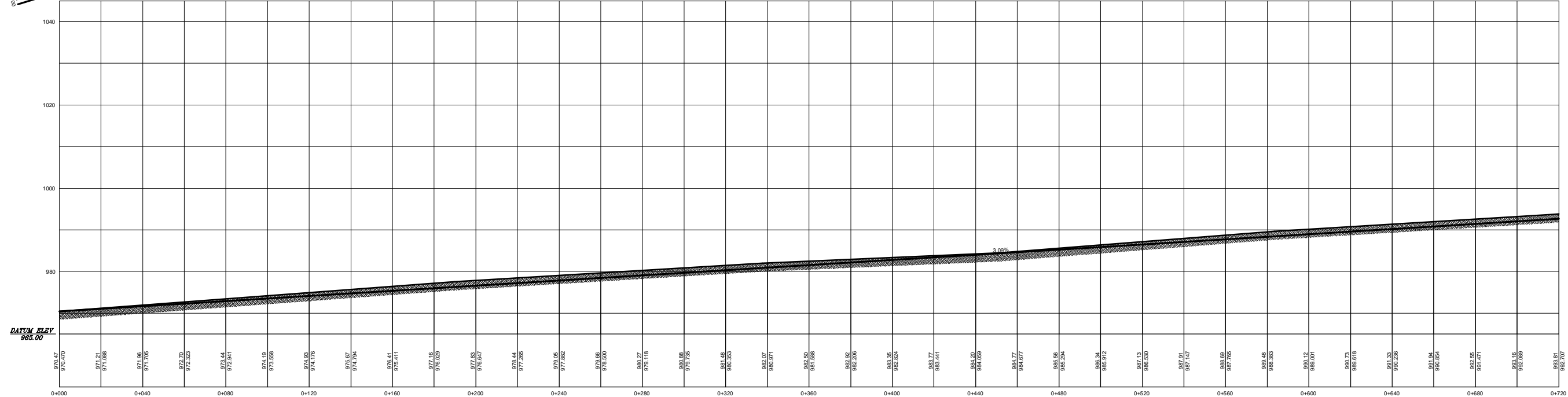
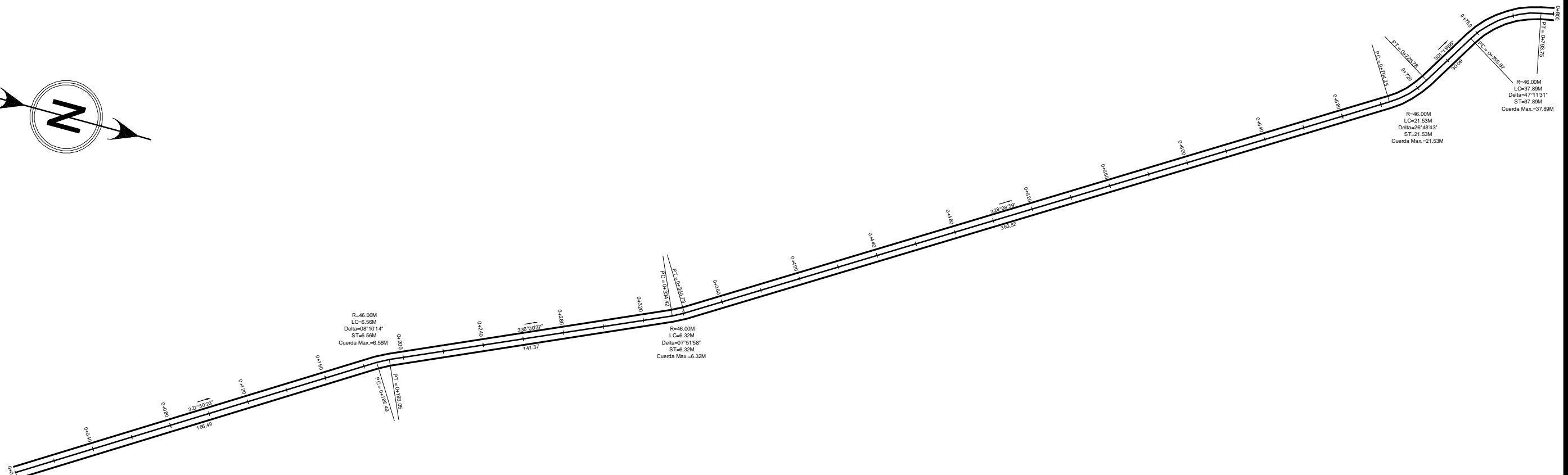
### ESPECIFICACIONES

- 1.- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO RED GENERAL.
- 2.- EL CONCRETO DEBERA TENER UN REFUERZO  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PROPORCION 1:2:2:  
= 10 SACOS DE CEMENTO  
9 CARRETAS DE ARENA DE RIO  
9 CARRETAS DE PIEDRIN DE 3/4" A 1"
- 3.- EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO SERA DE SABIETA DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.  
= 10 SACOS DE CEMENTO  
14 CARRETAS DE ARENA DE RIO
- 4.- LOS BROCLES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN DE CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
- 5.- EL ACERO A UTILIZAR SERA  $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  (GRADO 40)
- 6.- TODAS LAS TAPADERAS DEBERAN SER ENUMERADAS EN BAJO RELIEVE.
- 7.- EL INTERIOR DE LOS POZOS SE ALISARAN CON SABIETA (CEMENTO Y ARENA DE RIO 1:3) HASTA UNA ALTURA DE 0.30 cm. SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERIA DE ENTRADA.
- 8.- TODA LA TUBERIA ES PVC NORMA ASTM-3034 DIAMETROS INDICADOS EN LOS PLANOS.



PROYECTO:		DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS		FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	
CARNE:	1998-10942		
DISEÑO Y CALCULO		ESDRAS AMILCAR PEREZ C.	
Vc. Sr. PROPIETARIO		Vc. Sr. PLANIFICADOR	
E.		E.	
		RS. MANUEL ALFREDO ARROYO LAGUNA COMPTA	

HOJA  
D-5  
5/5



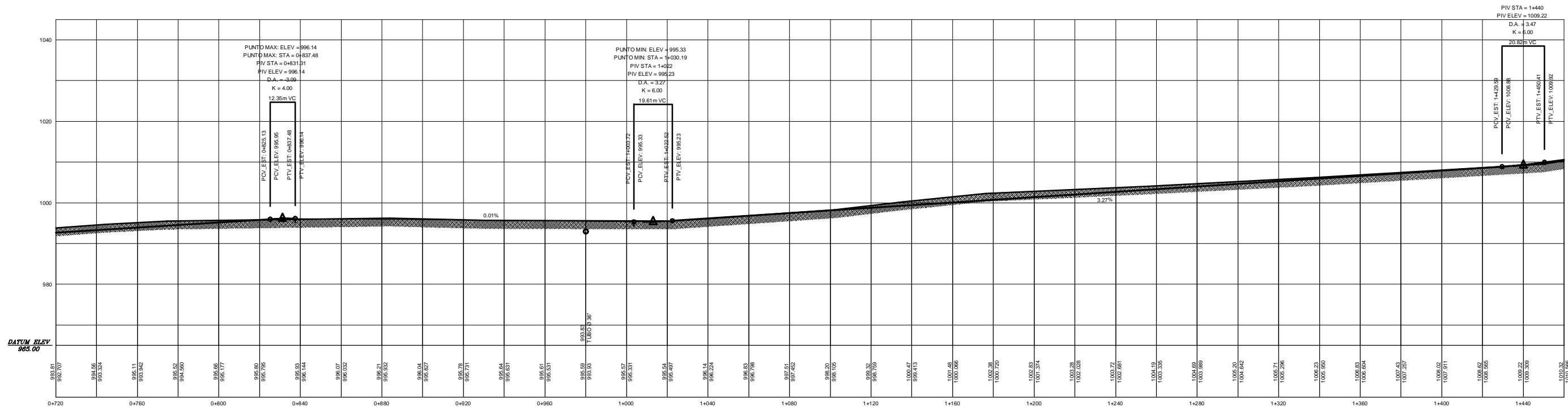
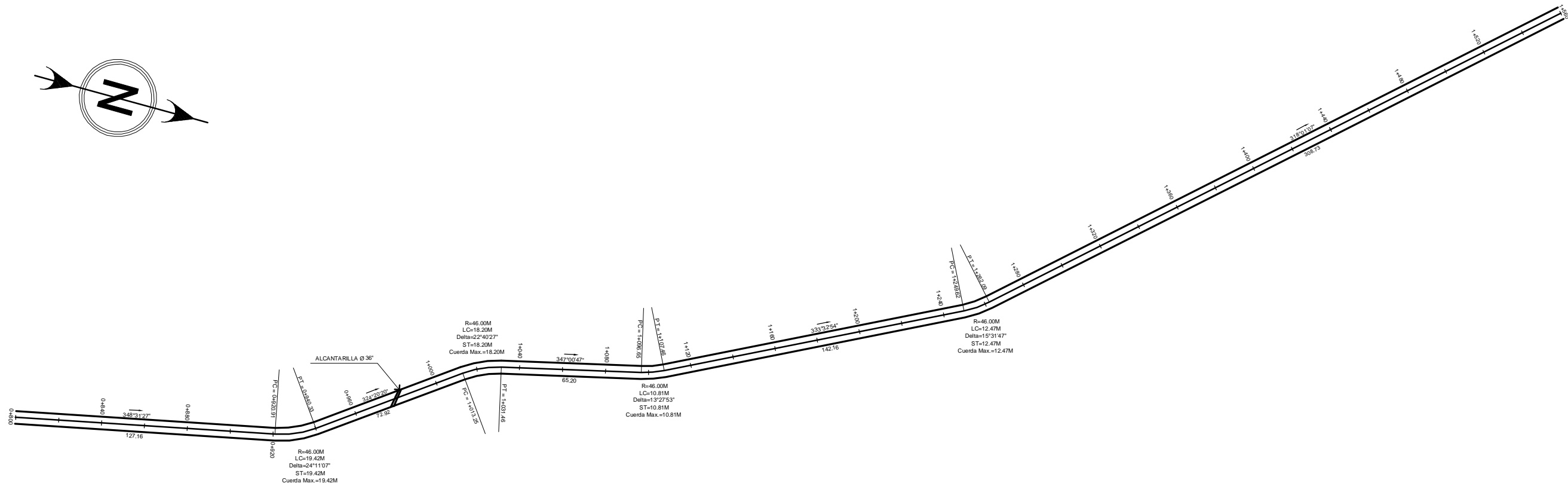
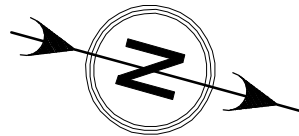
PLANTA + PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PROYECTO:		PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	PLANTA + PERFIL
CARNE:	1008-10042		
DISEÑO Y CALCULO ESDRAS AMLCAR PEREZ C.		Vc. Ss. PLANIFICADOR	
Vc. Ss. PROPIETARIO		Vc. Ss. PLANIFICADOR	
		Vc. Ss. PLANIFICADOR	

HOJA  
P-1  
1/9



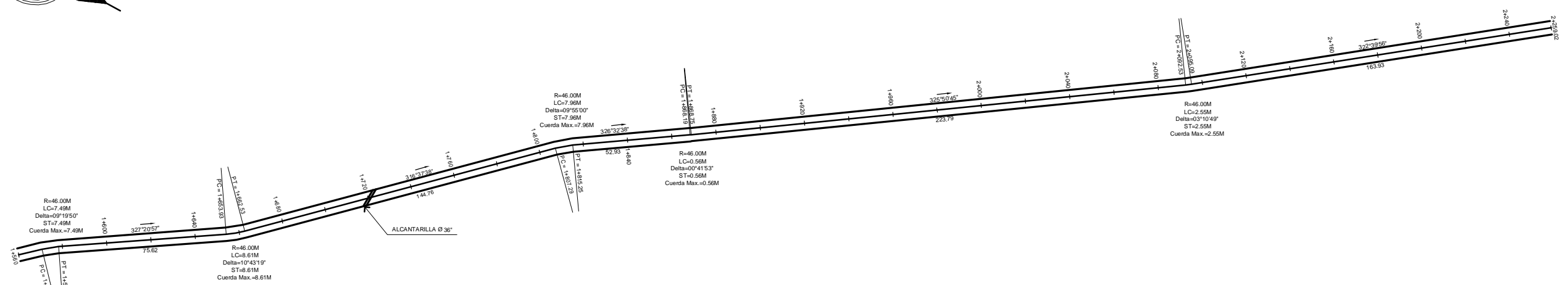
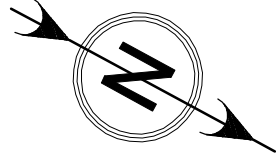
PLANTA + PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 500

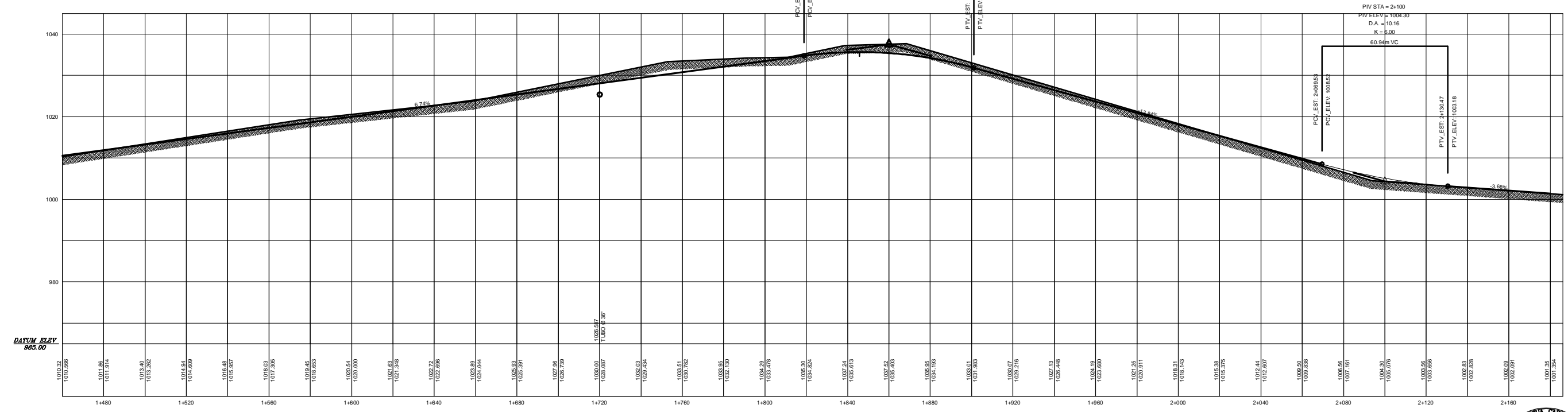


PROYECTO:		PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
DIBUJO:		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
CARNE:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	
DISEÑO Y CALCULO		1998-10942	
ESDRAS AMILCAR PEREZ C.		PLANTA + PERFIL	
Vc. Sr. PROPIETARIO		Vc. Sr. PLANIFICADOR	
f. _____		t. _____	

HOJA  
P-2  
2/9



PUNTO MAX: ELEV = 1036.66  
 PUNTO MAX: STA = 1+845.79  
 PIV STA = 1+860  
 PIV ELEV = 1037.52  
 D.A. = -20.58  
 K = 4.00  
 82.32m VC



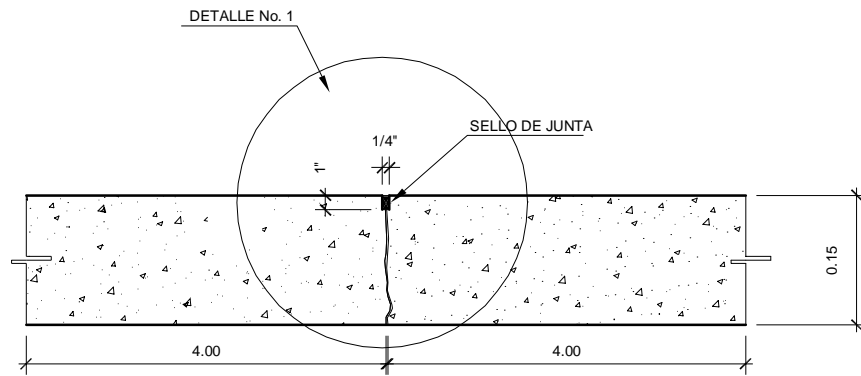
PLANTA + PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 500



PROYECTO:		PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2008
DIBUJO:		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
CARNE:		CONTENIDO:	
1998-10842		PLANTA + PERFIL	
DISEÑO Y CALCULO		ESDRAS AMILCAR PEREZ C.	
Vc. Sr. PROPIETARIO		Vc. Sr. PLANIFICADOR	
_____		_____	
_____		_____	

HOJA  
 P-3  
 3/9



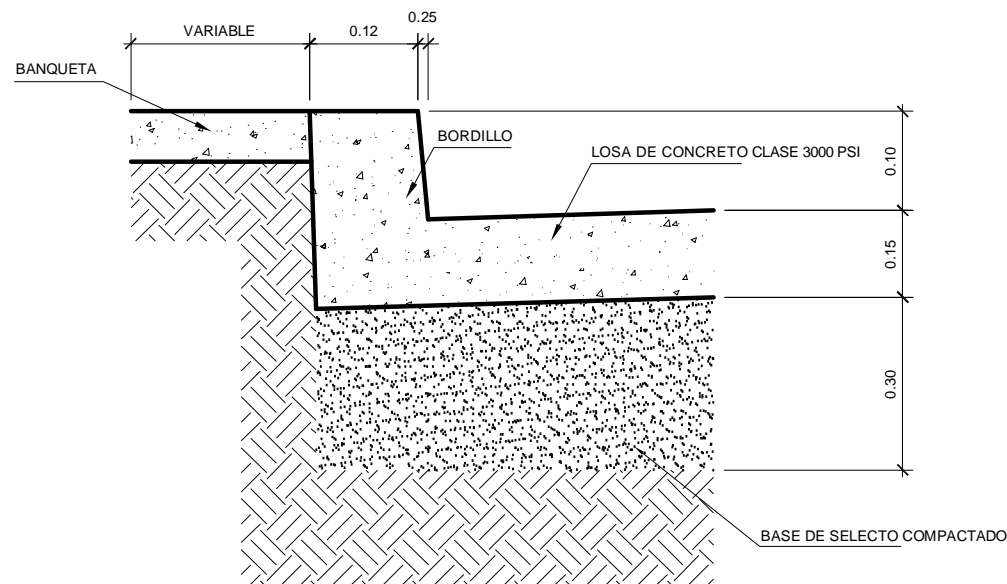
### JUNTA TRANSVERSAL

escala 1 : 5

NOTA 1:  
EL PAVIMENTO DE CONCRETO  
DEBERA DE POSEER UNA JUNTA  
TRANSVERSAL A CADA 4.00 METROS

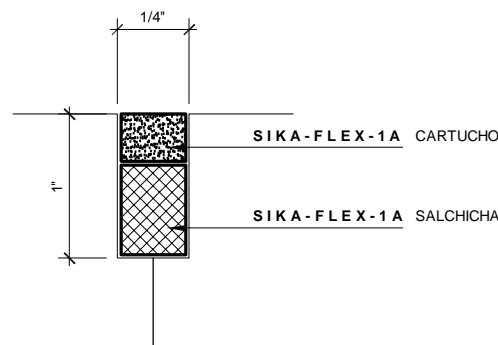
Fc' = 4000 P.S.I.

NOTA 2:  
LAS SISAS SERAN DE 1/4" DE PULGADA DE ANCHO Y 1" PULGADA  
DE PROFUNDIDAD Y SERAN SELLADAS CON MATERIAL  
ELASTOMETRICO A BASE DE POLIUTERANO, Y RELLENADAS  
EN SU BASE CON ESPONJA O DUROPORT. SE RECOMIENDA EL  
USO DE SIKA-FLEX-1A PARA SELLO DE ELASTOMETRICO Y COMO  
BASE EL MISMO.  
UN CARTUCHO DE SIKA-FLEX-1A DE 1 cm. DE PROFUNDIDAD Y 1 cm.  
DE ANCHO RINDE PARA 3.00 Mts. LINEALES.  
UN KILOGRAMO DE SIKA-FLEX-1A EN JUNTA DE 1 cm. X 1 cm. (Ancho x  
Profundidad) RINDE PARA SELLAR 8.30 Mts. LINEALES.



### DETALLE DE PAVIMENTO + BORDILLO

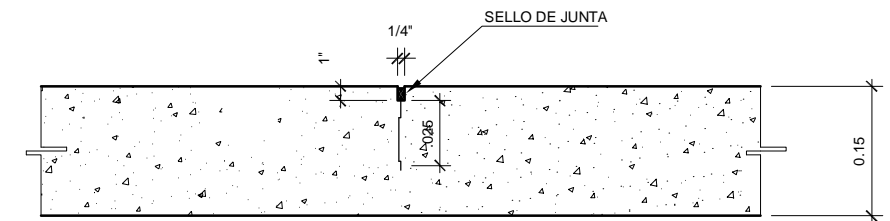
escala 1 : 25



### Sello Para Junta Transversal Y Longitudinal

#### DETALLE No. 1

sin escala

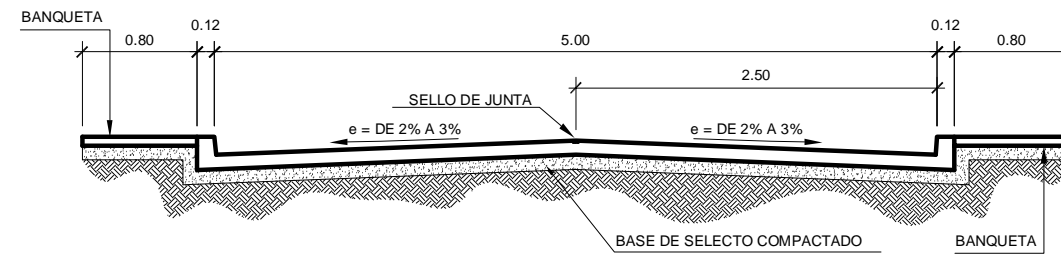


### JUNTA LONGITUDINAL

escala 1 : 5

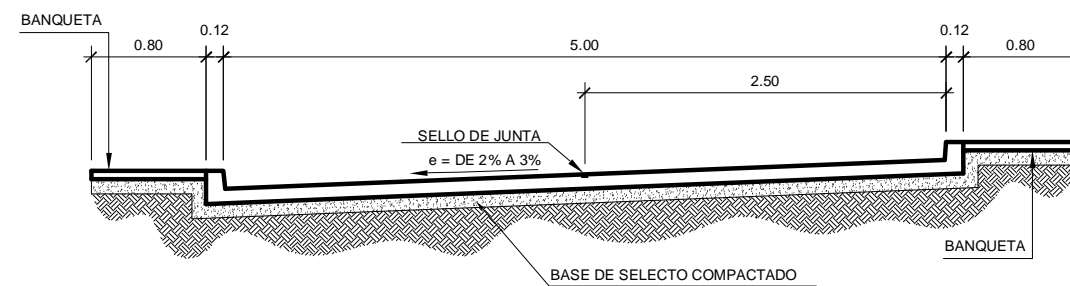
NOTA 3:  
EL PAVIMENTO DE CONCRETO  
DEBERA DE POSEER UNA JUNTA  
LONGITUDINAL A LA MITAD DEL ANCHO  
TOTAL QUE ES 2.50 METROS

Fc' = 4000 P.S.I.



### SECCION TIPICA EN RECTA

sin escala



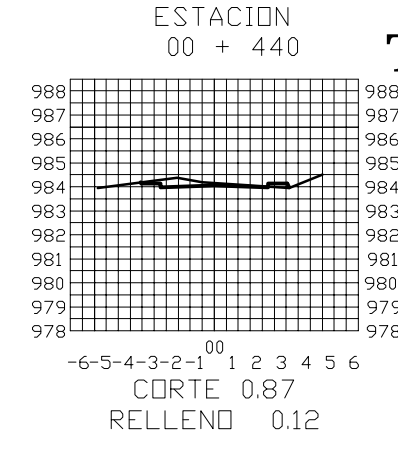
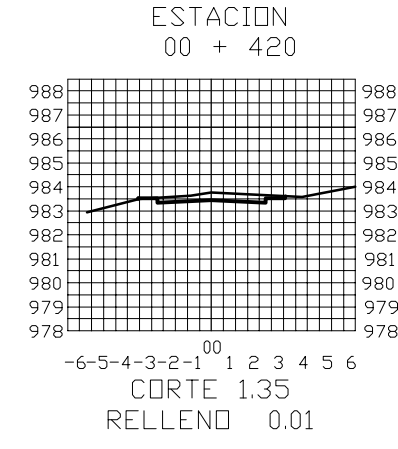
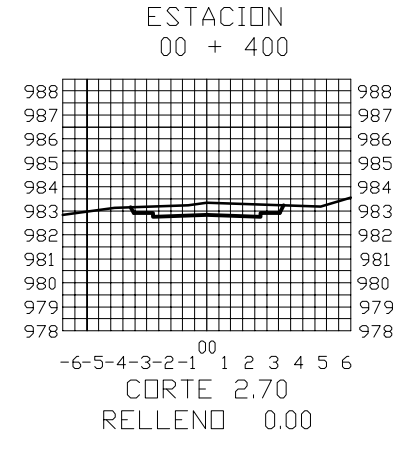
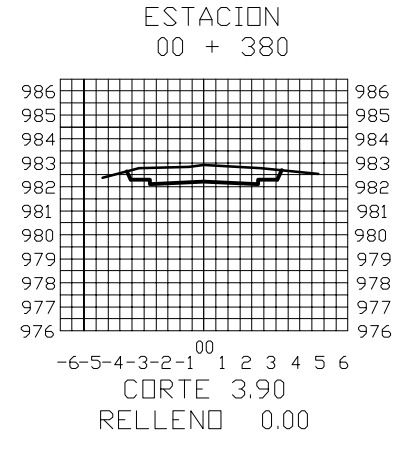
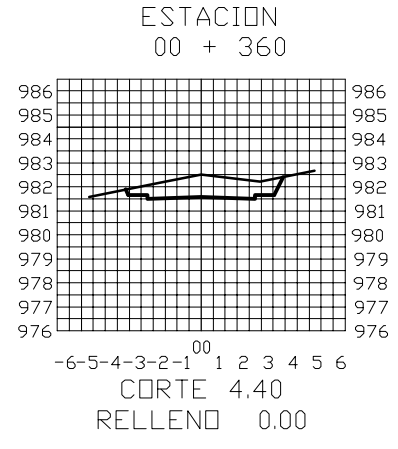
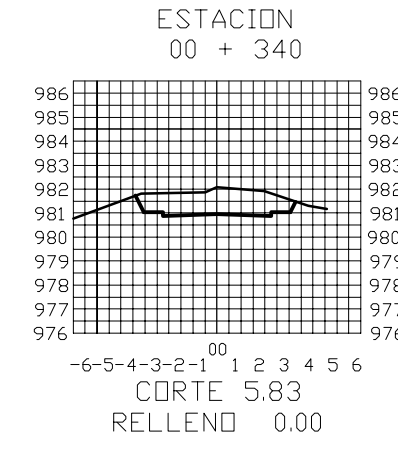
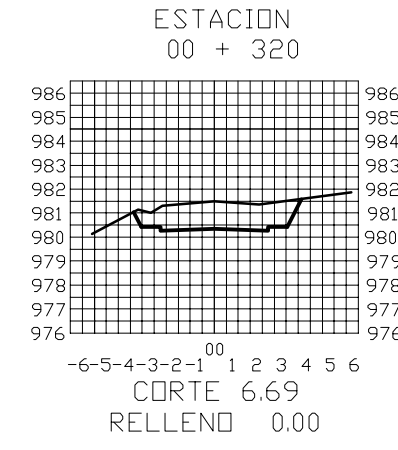
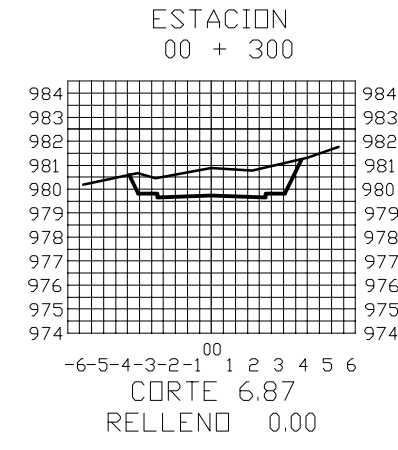
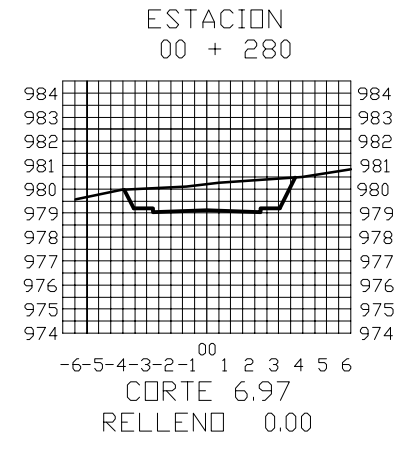
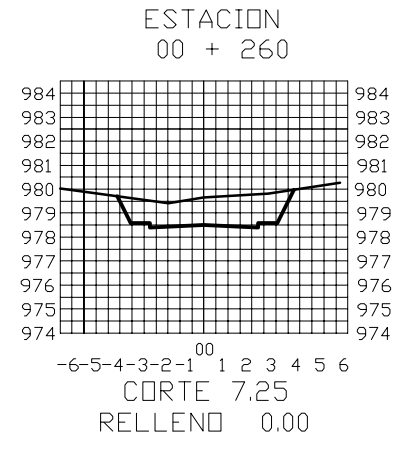
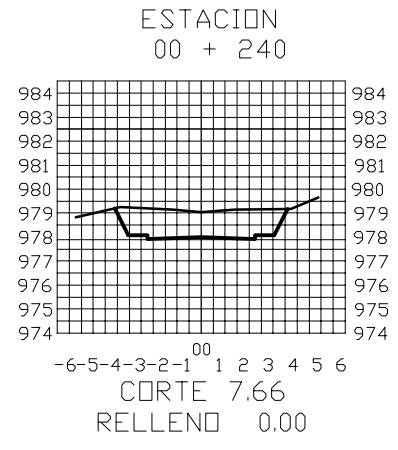
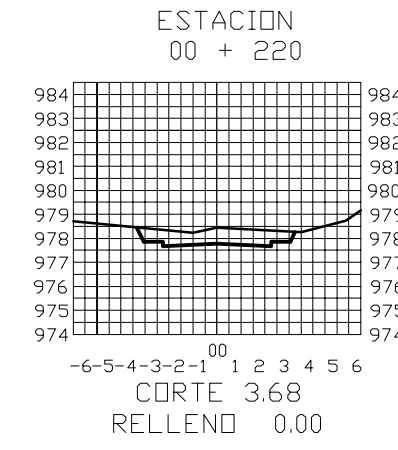
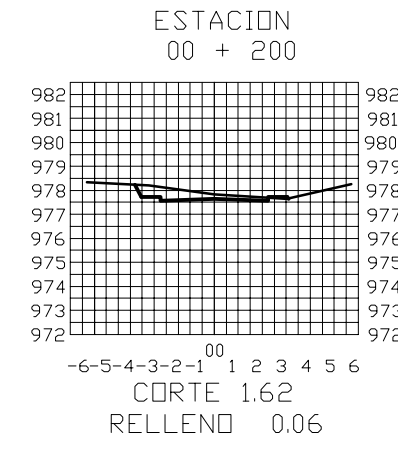
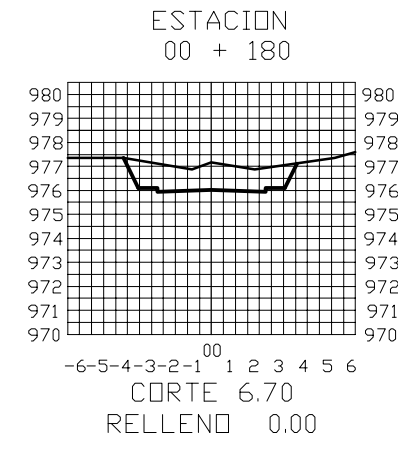
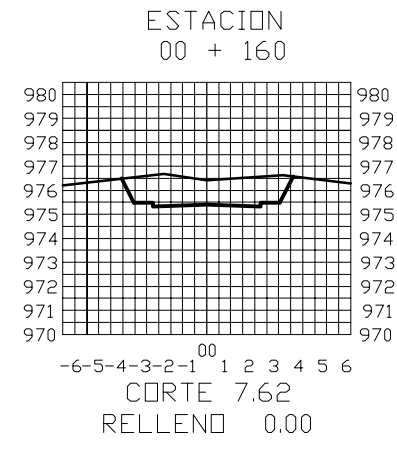
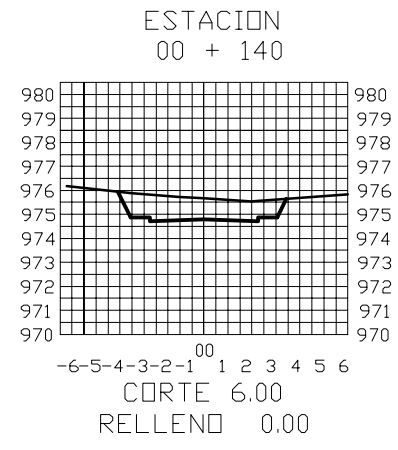
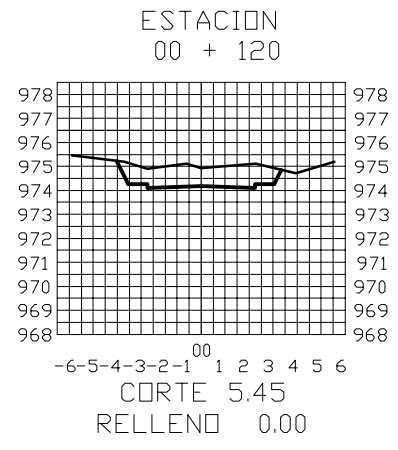
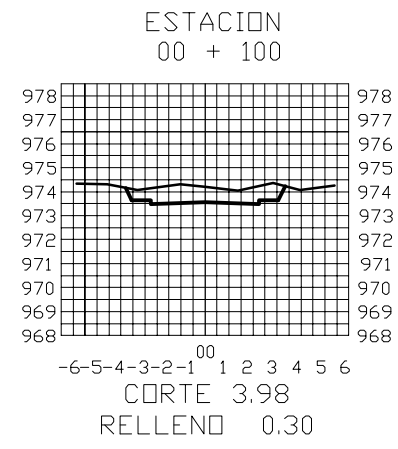
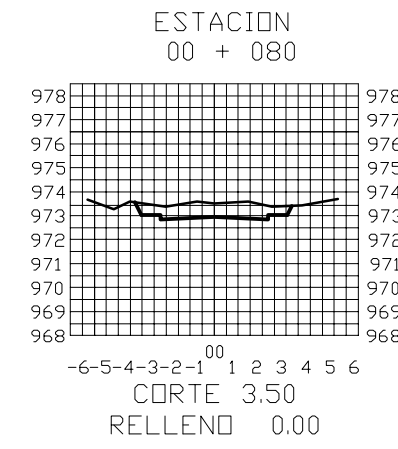
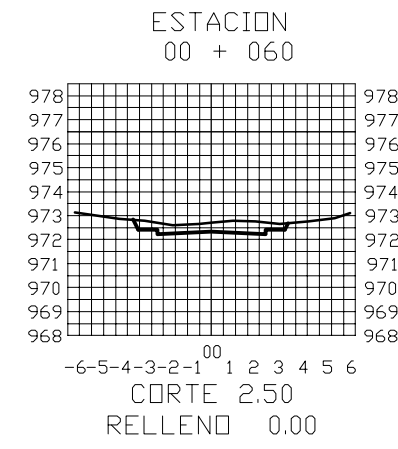
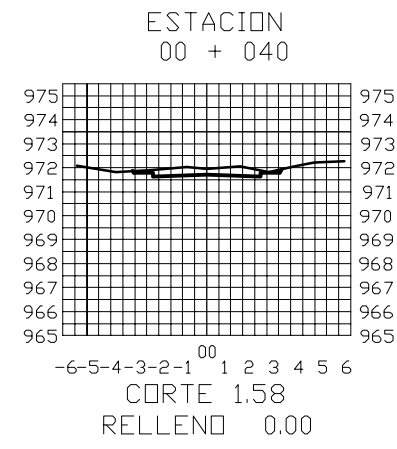
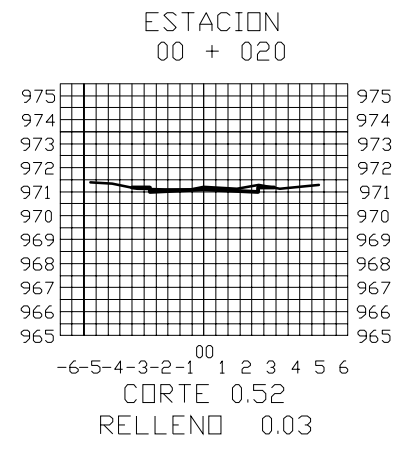
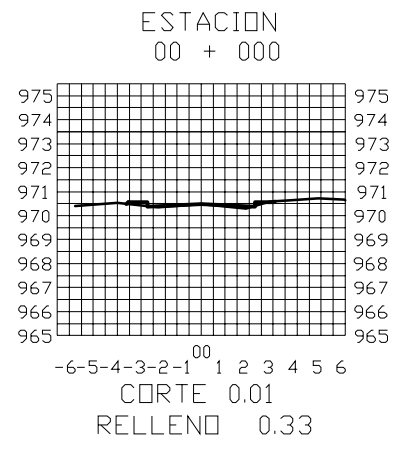
### SECCION TIPICA EN CURVA

sin escala

NOTA 5:  
EL PAVIMENTO DE CONCRETO  
TENDRA UN FRAGUADO DE 28 DIAS  
POR CONCIDERARSE UN CONCRETO  
Fc' = 4000 P.S.I.  
LA PROPORCION A UTILIZAR SERA: 1 : 2 : 3  
= 10.5 SACOS DE CEMENTO  
8 CARRETAS DE ARENA DE RIO  
11 CARRETAS DE PIEDRIN DE 3/4" A 1"



PROYECTO: PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA			
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO DE 2008	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO: E.A.P.C.	CONTENIDO: DETALLES		HOJA P-4
CARNE: 1998-10842	DISEÑO Y CALCULO: ESDRAS AMILCAR PEREZ C.		4/9
Vs. Sr. PROPIETARIO	Vs. Sr. PLANIFICADOR		
ING. MANUEL ALFREDO ARROYO LAGUNA COCHA			

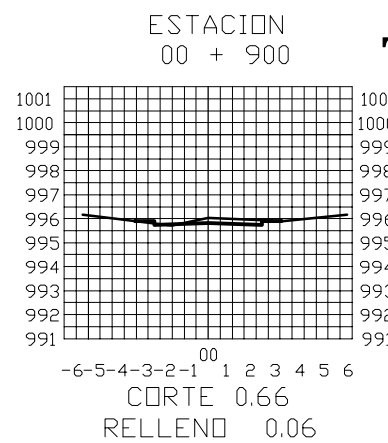
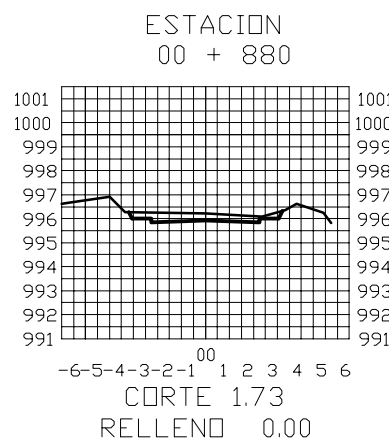
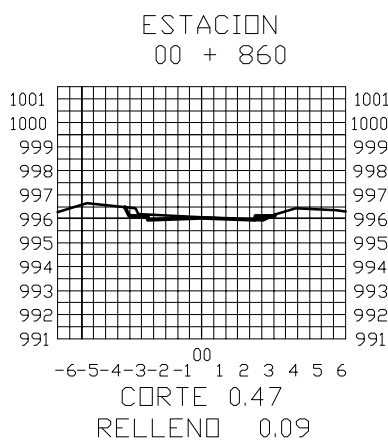
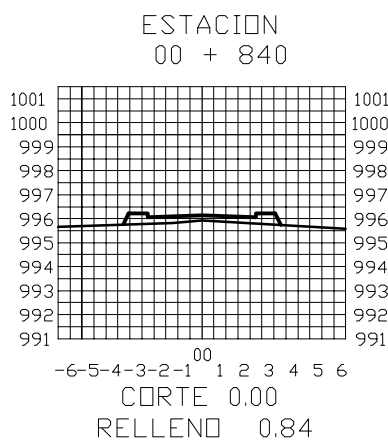
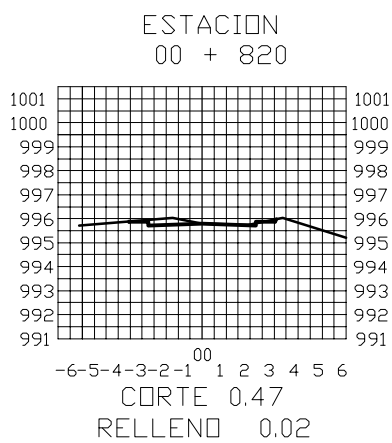
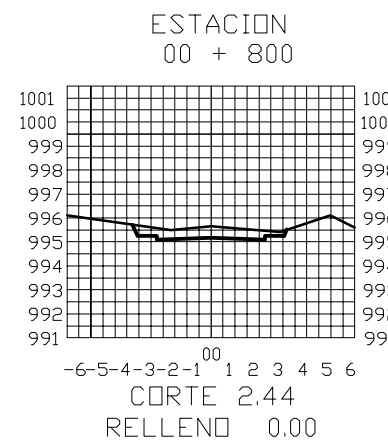
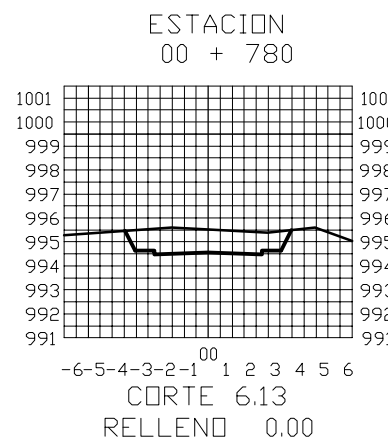
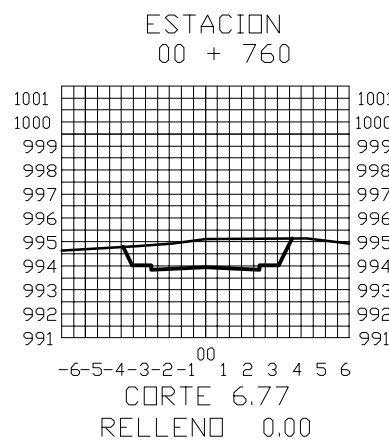
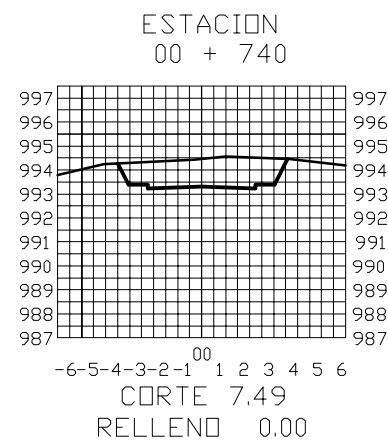
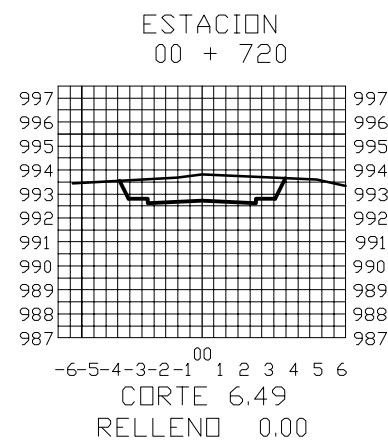
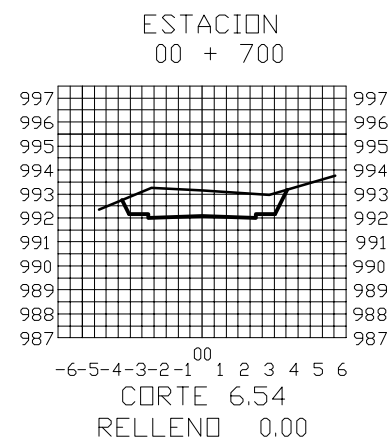
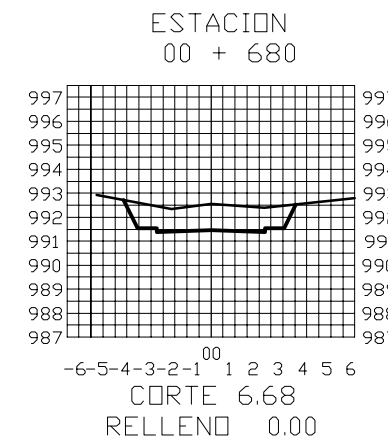
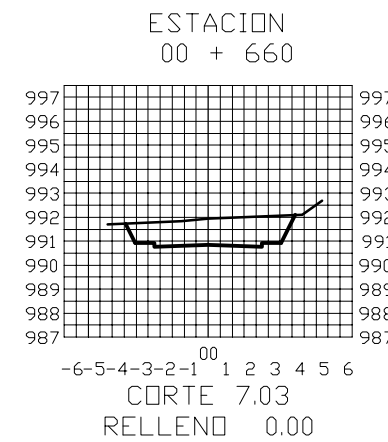
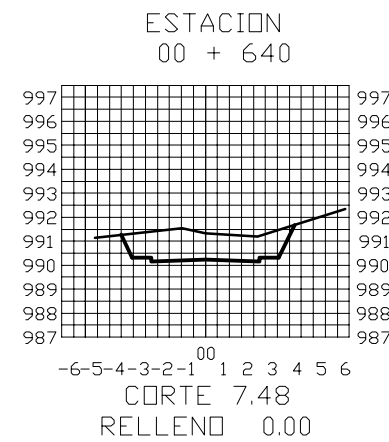
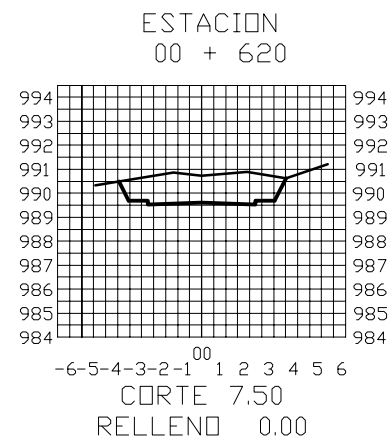
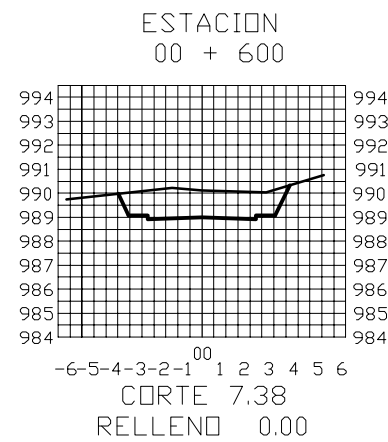
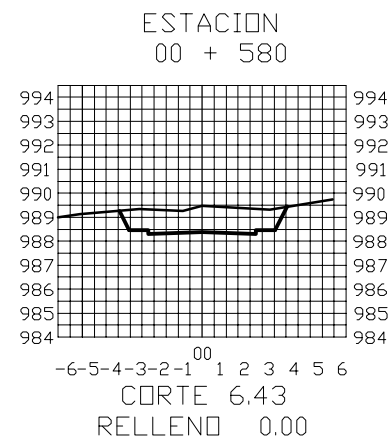
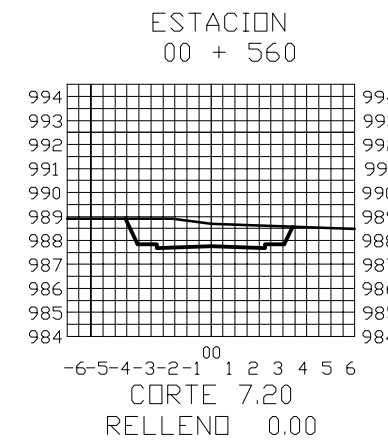
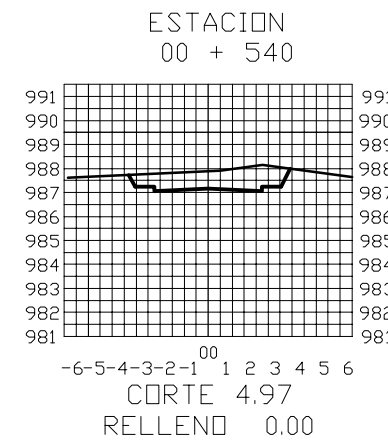
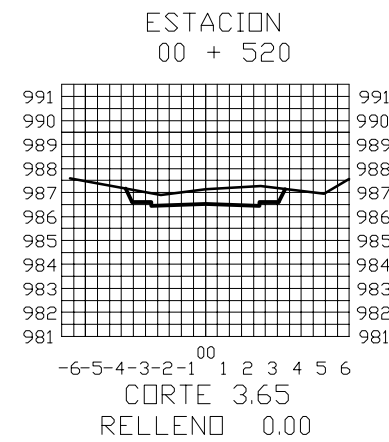
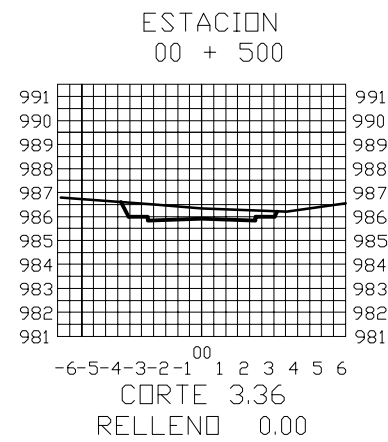
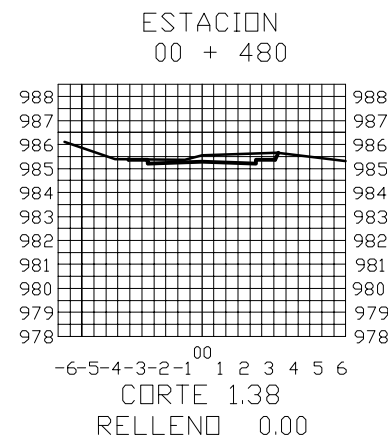
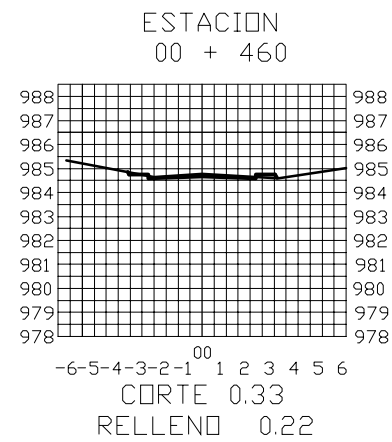


# SECCIONES TRANSVERSALES

ESC 1:150



PROYECTO:		PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA DE LA ALDEA AMBERES SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA		HOJA P-5
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2006	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS				5/9
DISEÑO Y CALCULO:		ESBORIAS AMILCAR PEREZ C.		
Yo. Sr. PROPIETARIO		Yo. Sr. PLANIFICADOR		

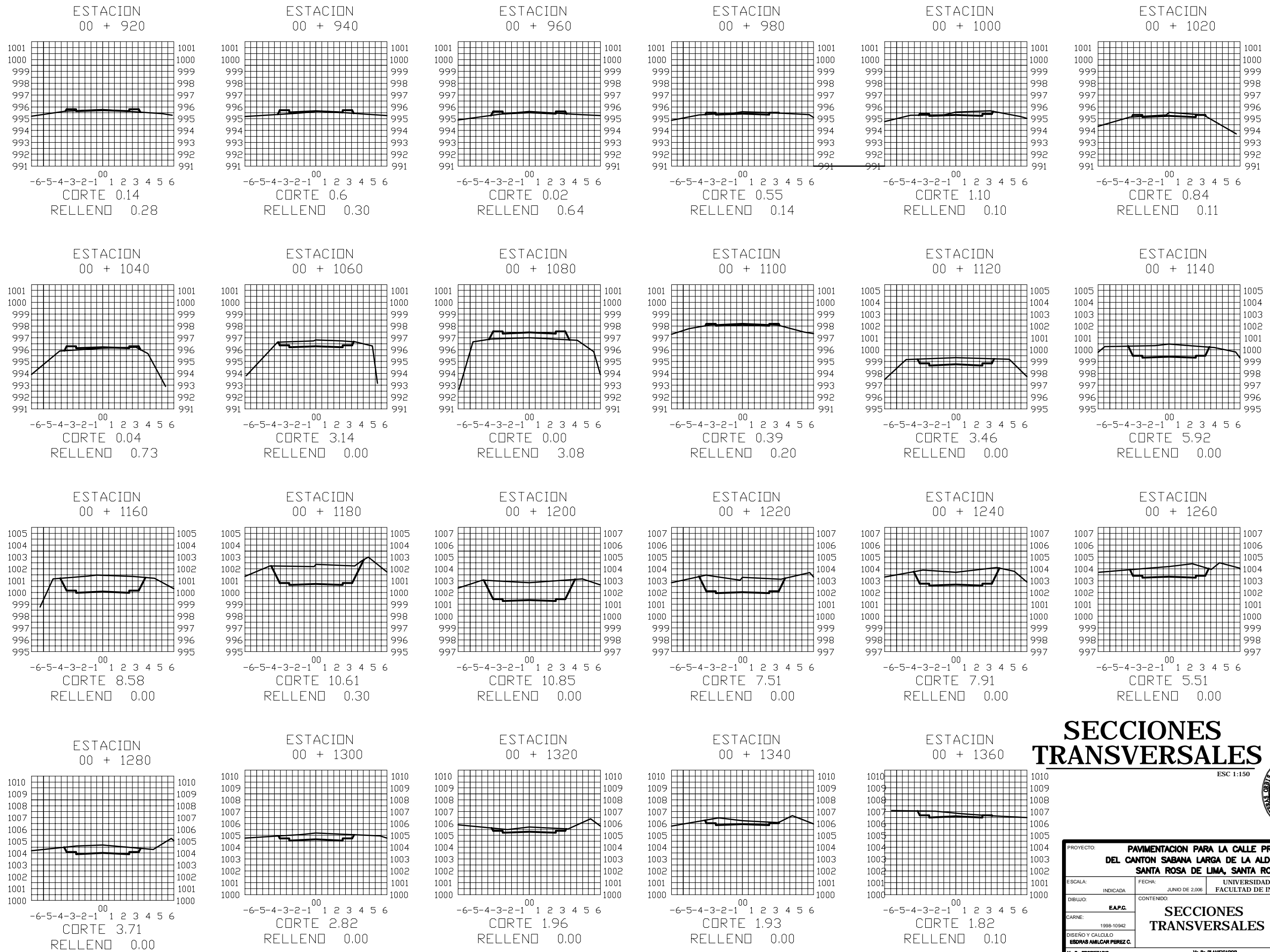


# SECCIONES TRANSVERSALES

ESC 1:150



PROYECTO: PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA DE LA ALDEA AMBERES SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	HOJA P-6
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO DE 2006		
DIBUJO: E.A.P.C.	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES		6/9
CARNE: 1998-10942	DISEÑO Y CALCULO: EDOVÁS AMILCAR PÉREZ C.		
Yo. Sr. PROPIETARIO		Yo. Sr. PLANIFICADOR	



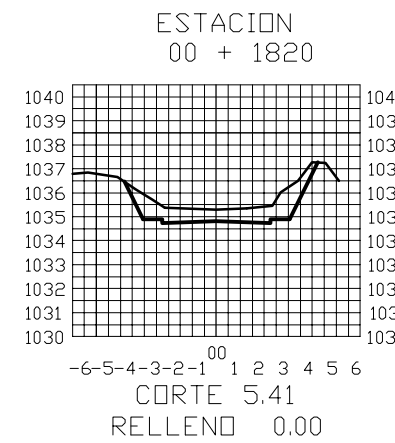
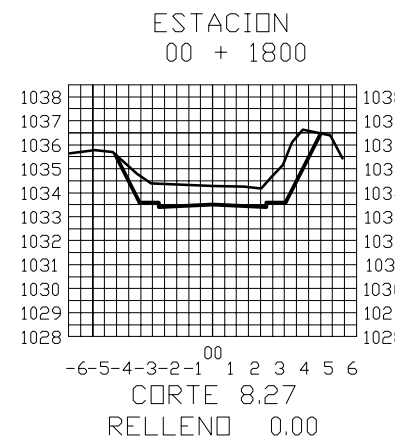
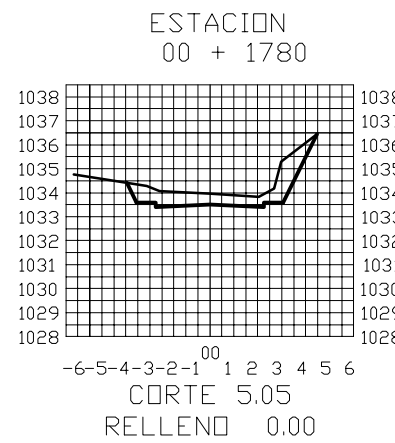
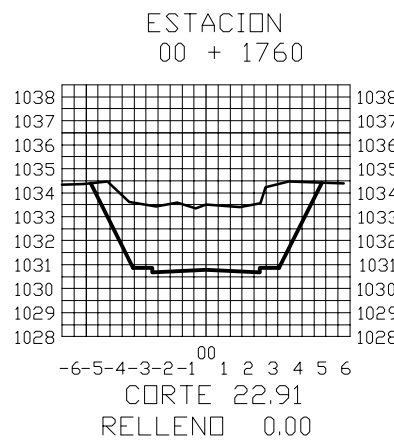
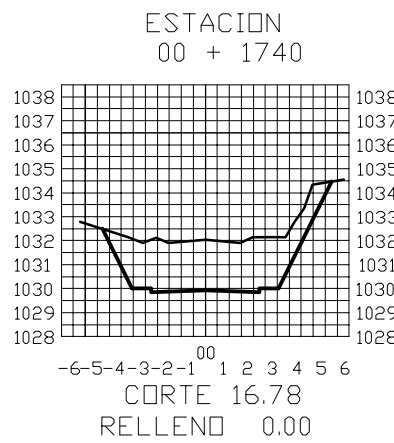
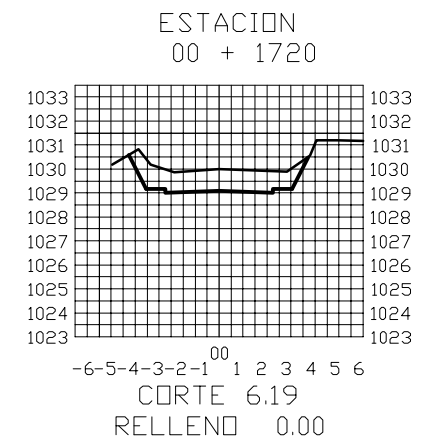
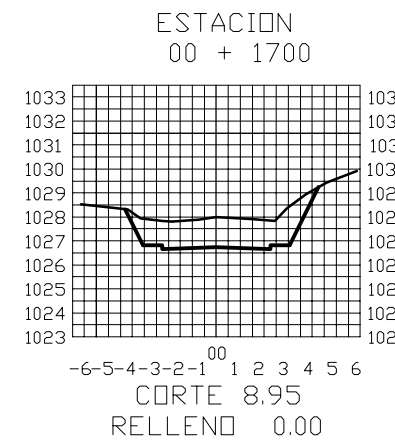
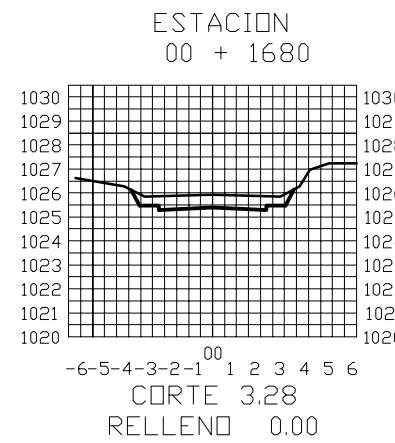
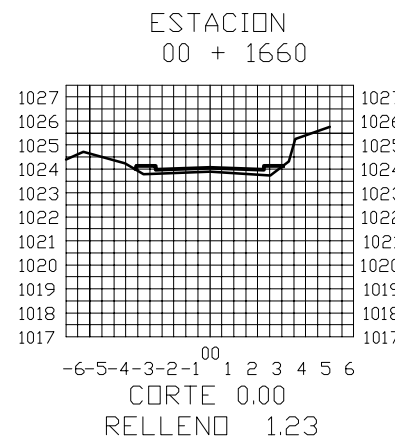
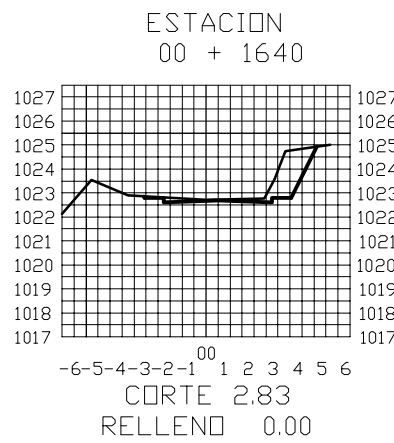
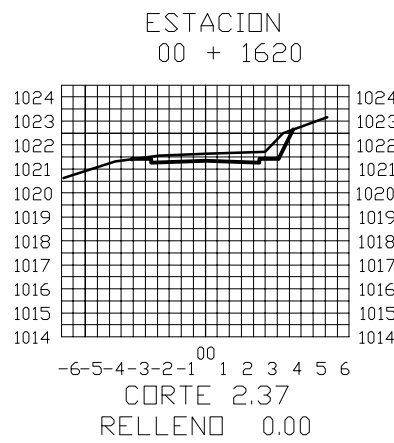
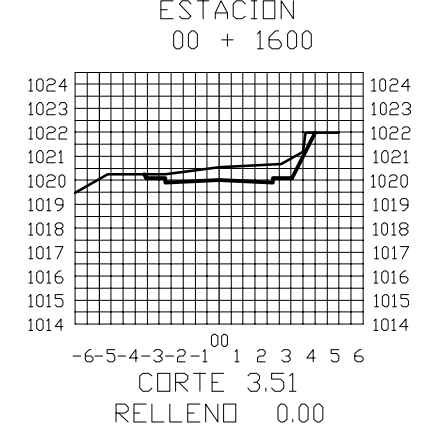
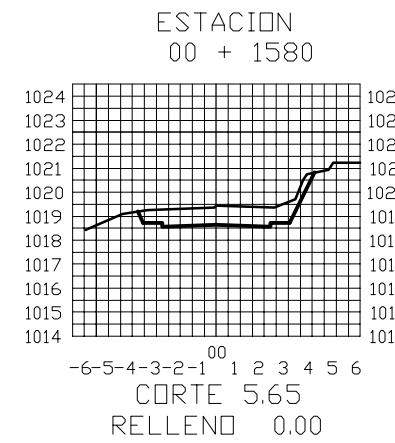
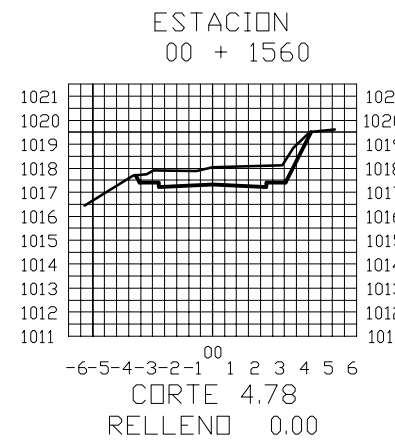
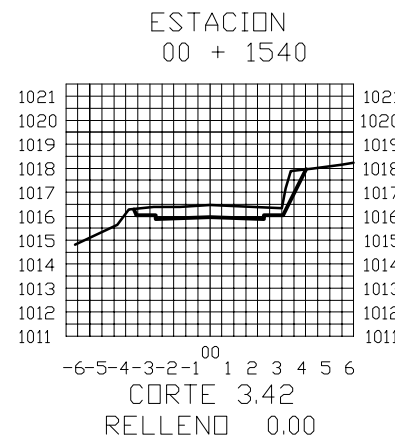
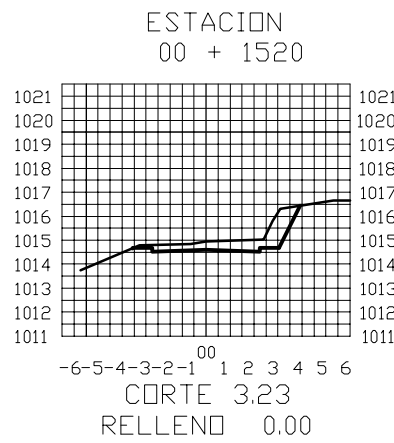
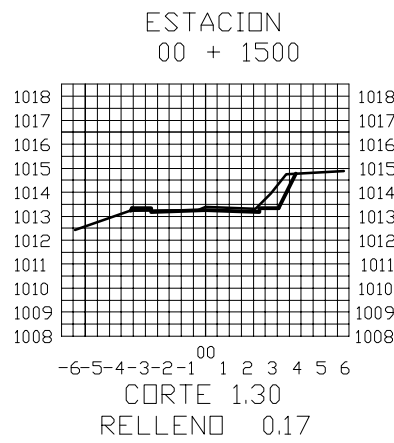
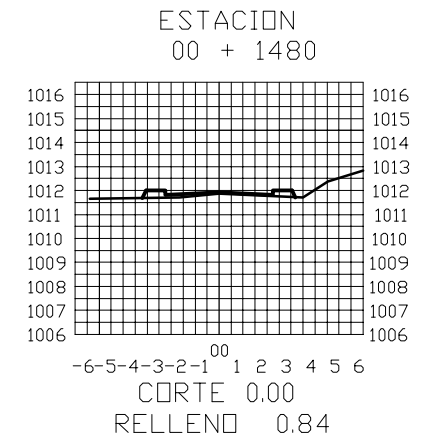
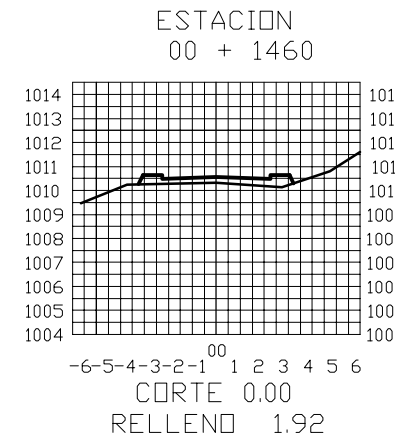
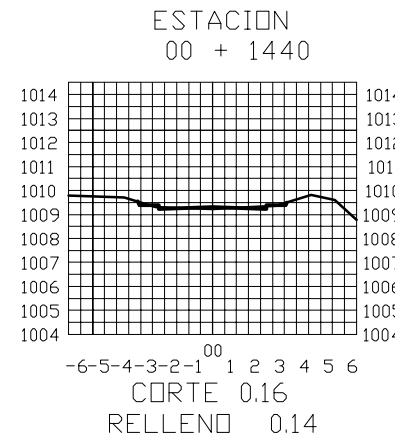
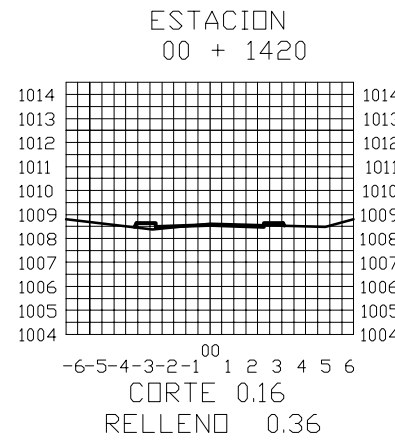
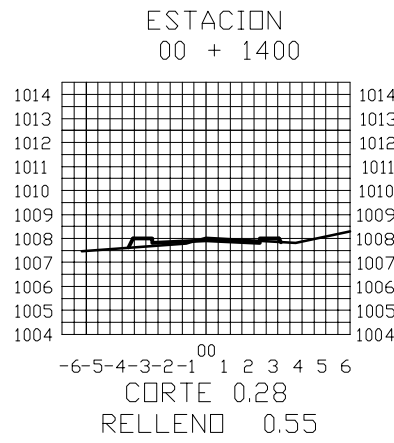
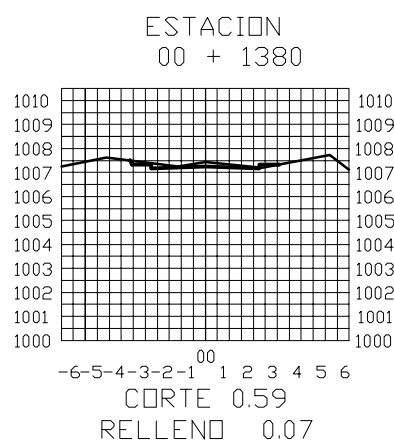
# SECCIONES TRANSVERSALES

ESC 1:150



PROYECTO: PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA DE LA ALDEA AMBERES SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	HOJA P-7
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO DE 2006		
DIBUJO: E.A.P.C.	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES		7/9
CARNE: 1998-10942	DISEÑO Y CALCULO: ESBORAS AMILCAR PEREZ C.		
Yo. Sr. PROPIETARIO	Yo. Sr. PLANIFICADOR		
L. _____		L. _____	





## SECCIONES TRANSVERSALES

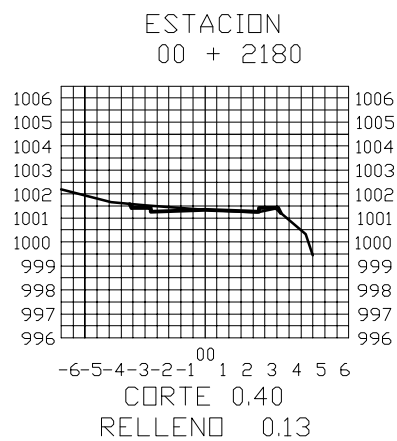
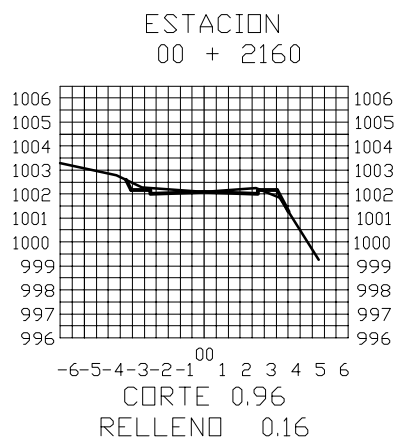
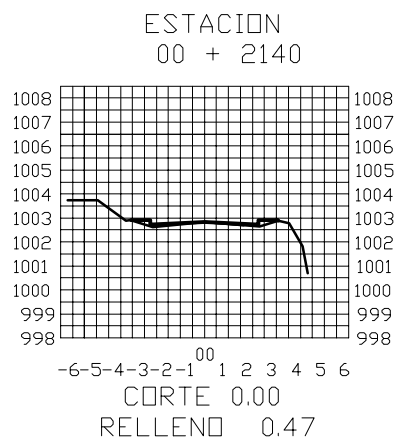
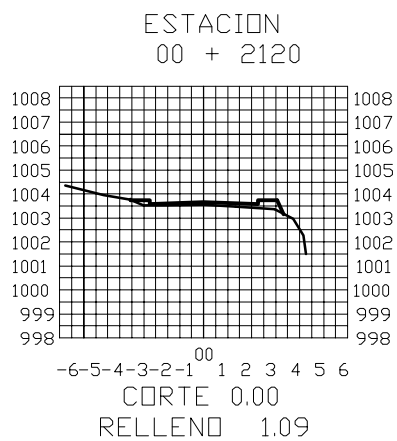
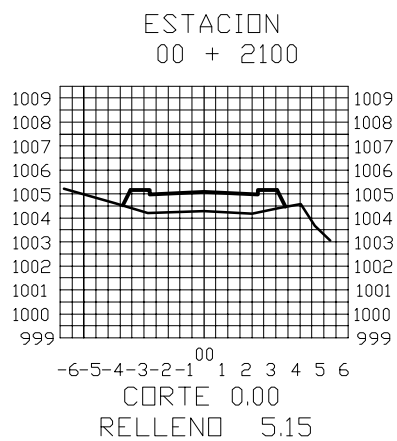
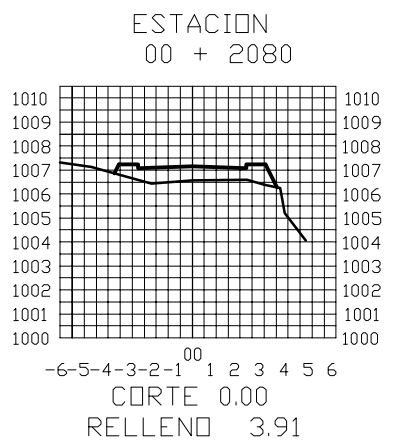
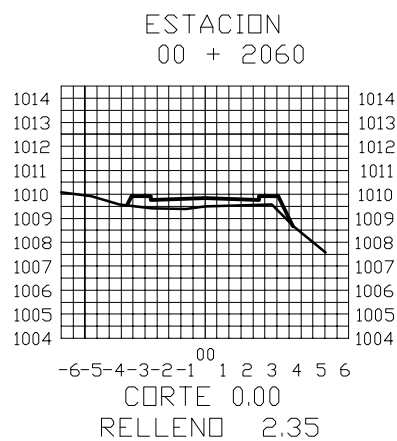
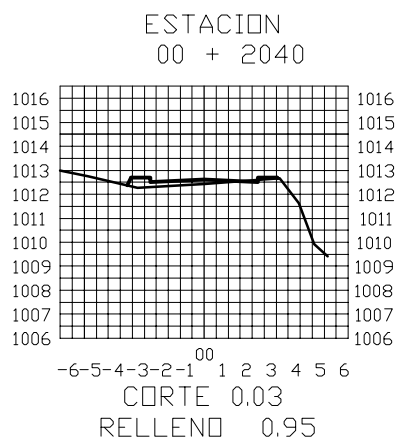
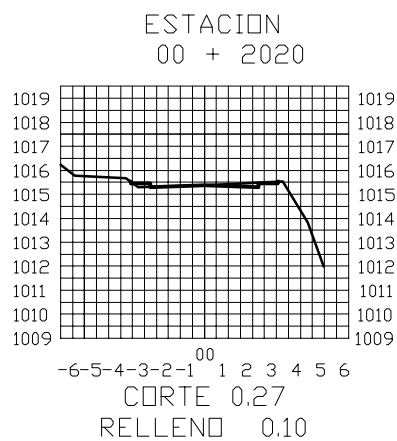
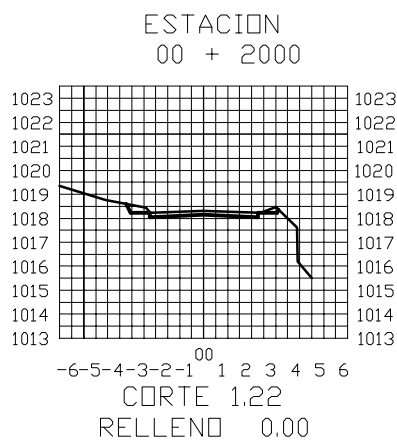
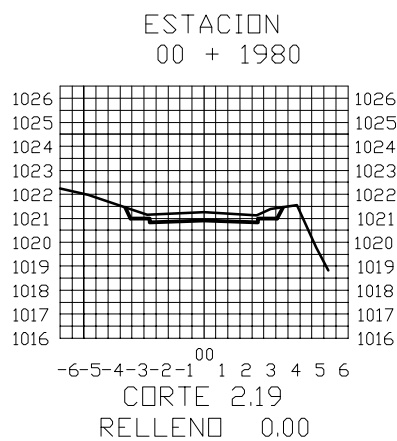
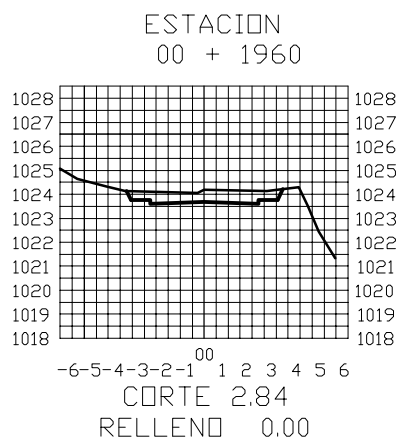
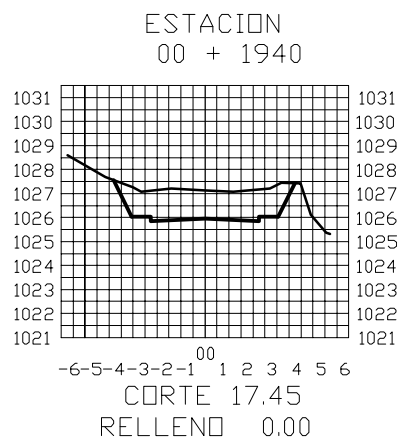
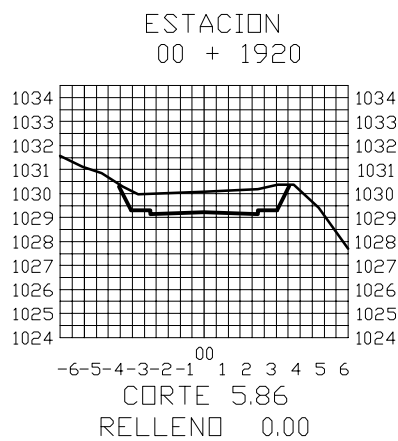
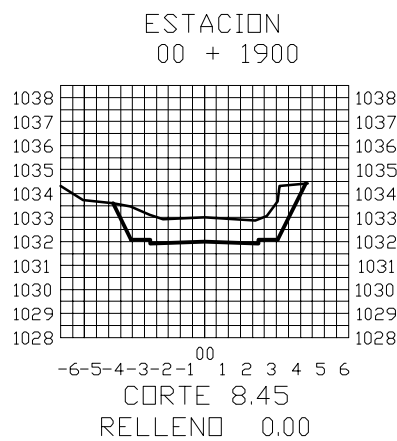
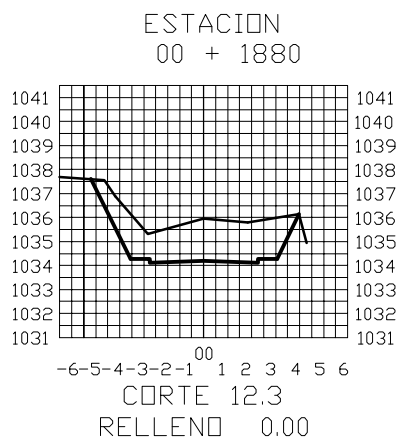
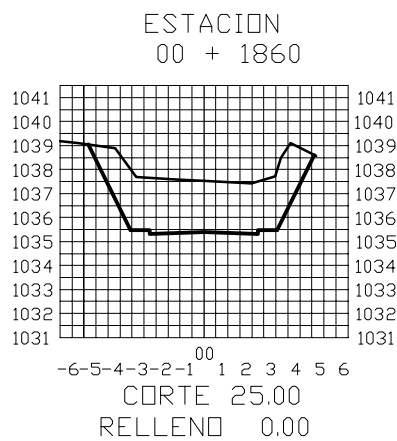
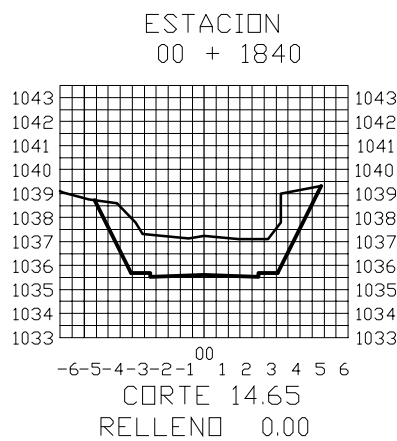
ESC 1:150



PROYECTO:		PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA DE LA ALDEA AMBERES SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2006
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	EAP.C.	CONTENIDO:	SECCIONES TRANSVERSALES
CARNE:	1998-10942		
DISEÑO Y CALCULO:		ESORAS AMILCAR PEREZ C.	
Vc. Sr. PROPIETARIO		Vc. Sr. PLANIFICADOR	
		Vc. Sr. INGENIERO AUXILIAR	
		Vc. Sr. INGENIERO AUXILIAR	

HOJA P-8

8/9



## SECCIONES TRANSVERSALES

ESC 1:150



PROYECTO:		PAVIMENTACION PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CANTON SABANA LARGA DE LA ALDEA AMBERES SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO DE 2006
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	E.A.P.C.	CONTENIDO:	SECCIONES TRANSVERSALES
CARNE:	1998-10942		
DISEÑO Y CALCULO:		ESDRAS AMILCAR PEREZ C.	
Vc. Sr. PROPIETARIO		Vc. Sr. PLANIFICADOR	
		FR. MANUEL ALVARO ARROYO UGUA COMPTA	

HOJA  
P-9

9/9