



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

**DISEÑO DE PAVIMENTO Y RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO,
PARA LA ALDEA POTRERILLOS, EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ
NARANJO, DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

Edy Fernando González Gómez

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PAVIMENTO Y RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO,
PARA LA ALDEA POTRERILLOS, EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ
NARANJO, DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDY FERNANDO GONZÁLEZ GÓMEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympto 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:	
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR:	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR:	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE PAVIMENTO Y RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO,
PARA LA ALDEA POTRERILLOS, EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ
NARANJO, DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA,**

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de marzo de 2007.


Edy Fernando González Gómez



Guatemala,
19 de febrero de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE PAVIMENTO Y RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edy Fernando González Gómez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

Ing. Armando Fuentes Roca
Revisor por el Área de Topografía y Transporte

/bbdeb.



Guatemala,
13 de febrero de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

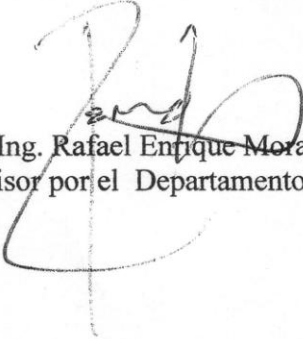
Estimado Ingeniero Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE PAVIMENTO Y RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edy Fernando González Gómez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 3 de octubre de 2007
Ref. EPS. C. 611.10.07

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

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE PAVIMENTO Y RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **EDY FERNANDO GONZÁLEZ GÓMEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Se y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS TODOPODEROSO

Por darme vida, por haber estado conmigo siempre, y brindarme la oportunidad de cumplir un sueño, llenándome de fuerza, perseverancia y entendimiento.

MIS PADRES

Por su esfuerzo, consejos, apoyo y paciencia, en especial de mi madre, que me permitieron alcanzar esta meta.

MIS HERMANAS

Por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

ING. MANUEL ARRIVILLAGA

Por su valiosa asesoría.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Por la formación profesional.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Regina Gómez López
Desiderio Gonzalez Sanchez

MIS HERMANAS

Maribel, Carolina y Jennifer
Con mucho cariño.

MIS TÍOS

Por brindarme ayuda cuando lo necesite.

PERSONAS ESPECIALES

Lourdes, Carlos, Edson, y todos aquellos que no menciono, pero que fueron parte importante en el desarrollo de mi carrera.

MIS COMPAÑEROS

Por los buenos momentos compartidos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX

1. INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Antecedentes.....	1
1.1.2. Ubicación geográfica.....	1
1.1.3. Historia.....	3
1.1.4. Costumbres y tradiciones.....	3
1.1.5. Idioma.....	4
1.1.6. Economía.....	4
1.1.7. Clima.....	4
1.1.8. Servicios.....	5
1.2. Principales necesidades del lugar.....	5
1.2.1. Vías de comunicación.....	5
1.2.2. Alcantarillados sanitarios.....	5

2. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

2.1. Levantamiento topográfico.....	7
2.1.1. Planimetría.....	7
2.1.2. Altimetría.....	8
2.2. Análisis tránsito de carretera.....	9
2.2.1. Vehículos de diseño.....	9

2.2.2.	Los volúmenes de tránsito.....	12
2.2.2.1.	El tránsito promedio diario anual (TPDA).....	12
2.2.3.	Las velocidades.....	13
2.2.3.1.	Velocidad de operación.....	14
2.2.3.2.	Velocidad de diseño.....	14
2.2.3.3.	Velocidad de ruedo	16
2.3.	Estudio de suelos.....	17
2.3.1.	Generalidades.....	17
2.3.1.1.	Características físicas de los suelos.....	17
2.3.1.2.	Capacidad de carga de los suelos.....	19
2.3.2.	Ensayos de laboratorio de suelos.....	20
2.3.2.1.	Análisis granulométrico.....	21
2.3.2.2.	Límites de consistencia.....	22
2.3.2.2.1.	Límite líquido (L.L.).....	22
2.3.2.2.2.	Límite plástico (L.P.).....	23
2.3.2.2.3.	Índice de plasticidad (I.P.).....	23
2.3.2.3.	Ensayo de compactación ó proctor modificado.....	24
2.3.2.4.	Ensayo de razón soporte california (C.B.R.).....	24
2.3.2.5.	Análisis de resultados.....	26

3. DISEÑO DE CARRETERA

3.1.	Marco teórico.....	27
3.1.1.	Teoría sobre pavimentos.....	27
3.1.1.1.	Generalidades.....	27
3.1.1.2.	Definición de pavimento.....	27
3.1.1.3.	Tipos de pavimento.....	27
3.1.1.3.1.	Pavimento flexible.....	28
3.1.1.3.2.	Pavimento rígido.....	29
3.1.1.3.3.	Tipos de pavimentos rígidos.....	30

3.1.1.4.	Elementos estructurales de los pavimentos.....	30
3.1.1.4.1.	Sub-rasante.....	30
3.1.1.4.2.	Sub-base.....	32
3.1.1.4.2.1.	Sub-base estabilizada.....	35
3.1.1.4.3.	Base.....	39
3.1.1.4.3.1.	Base de grava o piedra triturada.....	39
3.1.1.4.3.2.	Base granular.....	42
3.1.1.4.3.3.	Base estabilizada con cemento.....	43
3.1.1.4.4.	Capa de rodadura.....	43
3.1.1.4.5.	Capa de desgaste o sello.....	43
3.1.1.4.6.	Superficie rasante.....	43
3.2.	Diseño del proyecto.....	44
3.2.1.	Generalidades.....	44
3.2.1.1.	Determinación de los factores de diseño utilizados.....	45
3.2.1.2.	Diseño del tramo carretero.....	46
3.2.1.3.	Informe técnico.....	48
3.2.1.4.	Informe de ejecución.....	50

4. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO

4.1.	Marco teórico.....	51
4.1.1.	Generalidades.....	51
4.1.1.1.	Características de la población.....	51
4.1.1.2.	Planos del levantamiento topográfico.....	51
4.1.1.3.	Densidad de vivienda.....	51
4.2.	Diseño hidráulico.....	52
4.2.1.	Período de diseño.....	52
4.2.1.1.	Población futura.....	52
4.2.2.	Cálculo de caudales.....	53
4.2.2.1.	Consideraciones generales.....	53

4.2.2.1.1.	Caudal.....	53
4.2.2.1.2.	Velocidad.....	53
4.2.2.1.3.	Tirante.....	54
4.2.2.2.	Caudal domiciliario.....	54
4.2.2.3.	Caudal de conexiones ilícitas.....	54
4.2.2.4.	Caudal de infiltración.....	55
4.2.2.5.	Caudal comercial.....	55
4.2.2.6.	Caudal industrial.....	56
4.2.2.7.	Caudal máximo	56
4.2.2.8.	Factor de caudal medio	55
4.2.2.9.	Factor de Harmond.....	57
4.2.2.10.	Caudal de diseño.....	57
4.2.2.11.	Pendientes máxima y mínima.....	57
4.2.2.12.	Velocidades máximas y mínimas de diseño.....	58
4.2.2.13.	Desfogue.....	58
4.2.2.14.	Cálculo hidráulico.....	59
4.2.2.15.	Informe de ejecución	60

5. EVALUACIÓN IMPACTO AMBIENTAL

5.1.	Estudio de impacto ambiental para el proyecto de pavimento.....	61
5.1.1.	Medidas de mitigación recomendadas.....	62
5.1.2.	Medidas de mitigación para construcción.....	63
5.1.3.	Medidas de mitigación para operación y mantenimiento.....	64
5.2.	Estudio de impacto ambiental para el proyecto de drenaje sanitario.....	64
5.2.1.	Medidas de mitigación recomendadas.....	65
5.2.2.	Medidas de mitigación para construcción.....	65
5.2.3.	Medidas de mitigación para operación y mantenimiento.....	66

6. PRESUPUESTOS GENERAL POR CADA PROYECTO

6.1. Presupuesto pavimento rígido.....67
6.2. Integración de precios unitarios.....68
6.3. Presupuesto drenaje sanitario.....76

CONCLUSIONES.....77
RECOMENDACIONES.....79
BIBLIOGRAFÍA.....81
ANEXOS.....83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de ubicación de Santa Rosa.....	2
2. Mapa de ubicación de Santa Cruz Naranjo.....	2
3. Levantamiento topográfico por medio del método de simples deflexiones.....	8
4. Relaciones aproximadas entre el tipo de suelo (clasificado con el sistema unificado), valor relativo soporte, y módulo de reacción.....	87
5. Ensayos de suelos.....	89

TABLAS

I. Dimensiones de vehículos de diseño	11
II. Radio mínimos de giro de los vehículos de diseño.....	11
III. Valores mínimos de C.B.R.	26
IV. Porcentajes retenidos en los tamices	36
V. Graduación de la granza	37
VI. Tipo, grado, especificación y temperatura de aplicaciones para el material bituminoso a utilizarse como estabilizador	38
VII. Tipos de graduación para material de capa de base de grava o piedra trituradas.....	40
VIII. Presupuesto pavimento rígido Santa Cruz Naranjo – aldea Potrerillos.....	67
IX. Integración de Precios Unitarios.....	68
X. Presupuesto drenaje sanitario Santa Cruz Naranjo – aldea Potrerillos.....	76
XI. Cálculo hidráulico.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

C.B.R.	Razón soporte california, por sus siglas en inglés (California Bering Ratio).
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
FS	Factor de seguridad
SCU	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
ASTM	Sociedad Americana de ensayos y materiales
TPDA	Tránsito promedio diario anual
W_{82}	Ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas
Z_r	Desviación normal estándar
S_o	Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado
D	Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
ΔPSI	diferencia entre los índices de servicio inicial y final
P_t	Índice de servicialidad o servicio final
M_r	Resistencia media del concreto a flexotracción
C_d	Coefficiente de drenaje
J	Coefficiente de transmisión de cargas
E_c	Módulo de elasticidad del concreto,
k	Módulo de reacción, de la subrasante.
b	Base de elemento
cm	Centímetro
F_{qm}	Factor de caudal medio
hab.	Habitantes
kg	Kilogramos
Lt	Litros

m	Metros
mm	Milímetros
s	Segundos
q	Caudal de diseño
Q	Caudal a sección llena
v	Velocidad del flujo expresado en m/s
V	Velocidad a sección llena de tubería
d	tirante del flujo en tubería
D	Diámetro de tubería
q/Q	Relación caudal / caudal a sección llena
v/V	Relación velocidad / velocidad a seccion llena
d/D	Tirante de flujo / tirante de flujo a sección llena
FH	Factor de Harmond

GLOSARIO

Carretera	Vía de tránsito público construída dentro de los límites del derecho de vía.
Autopista	Son carreteras cuya función principal es dar movilidad facilitando el desplazamiento continuo e ininterrumpido a grandes distancias.
Camino	Carretera cuya función es de acceso, el cual es parte de una red bastante densa de vías con generosa accesibilidad por las propiedades colindantes o dentro de limitada área de influencia, modesta demanda de tránsito, y baja velocidad de operación.
Sección típica	Sección transversal del trayecto vial, en donde se indica el ancho de calle, bordillos y espesores de las diferentes capas que intervienen en el pavimento.
Pavimento	Es toda la estructura que descansa sobre el terreno de base de fundación o subrasante; formada por las diferentes capas de subbase, base y carpeta de rodadura. Tiene el objetivo de distribuir las cargas del tránsito sobre el suelo, proporcionar una superficie de rodadura suave para los vehículos y proteger al suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su resistencia y soporte estable.

Base	Construida para absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos; además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la subbase y al terreno de fundación.
Sub-base	Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la subrasante e inmediatamente debajo de la base, con el objeto de evitar que la humedad, cualquiera que sea su procedencia, debajo de la subrasante, afecte seriamente el material de base o para sustituir material no adecuado que exista en la subrasante.
Sub-rasante	Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento. Se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.
Capa de rodadura	Protege la base impermeabilizando la superficie, para evitar posibles infiltraciones de agua de lluvia que podrían saturar parcial o totalmente las capas inferiores. Además, evita que se desgaste o se desintegre la base debido al tránsito de los vehículos.
Compactación	Es la técnica por la cual los materiales aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
Concreto	Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, arena, pedrín y agua.

Agregados	Es un material granular inerte, significa que no reacciona con otros y que al mezclarse con la pasta de cemento forma concreto o mortero.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.
Período de diseño	Período durante el cual el sistema prestará un servicio eficiente.
Aguas Pluviales	Es toda aquella agua producida por fenómenos atmosféricos, el cual inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes.
Aguas negras	En general, se llama así a las aguas de desechos provenientes de usos domésticos e industriales.
Colector	Receptor que concentra y conduce las aguas indeseables de la población al lugar de descarga.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.
Pozo de visita	Es una obra accesoria de un sistema de alcantarillado, que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione, eficientemente.

Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.
Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación, se desarrolla el diseño del pavimento rígido y drenaje sanitario, para la aldea Potrerillos en Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa, departamento de Guatemala, el cual se elaboró en dos fases.

En la primera fase se desarrolla una investigación para plantear la monografía del lugar donde se realizó dicho trabajo, dando a conocer aspectos como: población, educación, factores económicos y de infraestructura, culturales y de participación social, entre otros.

En la segunda fase se desarrolló el servicio técnico profesional, que establece los principales puntos que intervinieron en el desarrollo de los proyectos propuestos, como la topografía, los principales estudios de suelos que se deben realizar en proyectos de pavimentación, las bases para un buen diseño geométrico de carreteras, los principales factores que intervienen en el dimensionamiento de losas de concreto en pavimentos, así como todo lo relacionado con el diseño del drenaje sanitario y en general las normas y/o métodos de diseño que se utilizaron para la realización de éstos proyectos.

Por último, se presentan los presupuestos por la construcción de éstos proyectos, los planos y especificaciones, que también se encuentran adjuntos al documento.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo integral del municipio de Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa, al diseñar una estructura apropiada para dar solución al problema de la falta de una vía de acceso, así como un drenaje sanitario adecuado para evitar contaminación en esta comunidad, aportando conocimientos técnico profesional para solucionar los problemas encontrados.

Específicos

1. Diseñar el pavimento rígido hacia la aldea, con el fin de mejorar la accesibilidad y movilidad, tanto vehicular como peatonal para el sector y hacia el pueblo.
2. Diseñar un sistema de drenaje sanitario que contribuya a mejorar el ornato y la urbanización del Municipio, evitando posibles lugares de contaminación y fuente de enfermedades.
3. Mejorar el nivel de vida de los habitantes del lugar, a fin de satisfacer unas de las principales necesidades del lugar.
4. Proveer el soporte técnico al proyecto de desarrollo de estas comunidades.

INTRODUCCIÓN

A través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala en coordinación con la Municipalidad de Santa Cruz Naranjo del Departamento de Santa Rosa, se procedió a hacer un diagnóstico de las principales necesidades del pueblo a satisfacer, clasificando las de mayor prioridad, entre ellas se encontró que una de las demandas de los pobladores de la aldea Potrerillos, era la de una vía transitable en época de invierno, y el alto índice de enfermedades gastrointestinales reportadas por el centro de salud del lugar.

Por tal motivo se procedió a la planificación y el diseño de un pavimento rígido que cumpla y satisfaga dicha necesidad en base a normas y técnicas de construcción.

Además se procedió con el diseño y planificación de un sistema de drenaje sanitario que contribuya a contrarrestar el alto índice de enfermedades gastrointestinales reportado, y que contribuya a mejorar el ornato del lugar, ya que actualmente los drenajes se encuentran fluyendo a flor de tierra.

1. INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del lugar

1.1.1 Antecedentes

El municipio de Santa Cruz Naranjo fue creado por Acuerdo del presidente Lic. Manuel Estrada Cabrera, emitido el 2 de junio de 1,910. El nombre de Santa Cruz Naranjo proviene de un pequeño espacio en el cual cultivaban unos cuantos naranjos, lugar en el que se acostumbraba celebrar la sagrada eucaristía o santa misa, habiendo situada allí una cruz con vista a toda la extensión de la actual Nueva Santa Rosa.

1.1.2 Ubicación geográfica

Corresponde a la región Sur Oriente del país está situado a 67 Km. de la ciudad capital. Está constituido por un área territorial de 97 Km. cuadrados y a 10 Km. de la ruta C-2 que conduce de la ciudad capital a Santa Rosa: Carretera Panamericana. Se encuentra a 21 Km. de la cabecera departamental, sus límites territoriales son: Al Norte con el municipio de Fraijanes del departamento de Guatemala, al Este los municipios Fraijanes y Barberena, y al Sur con Barberena Santa Rosa; cuenta con 13 aldeas, 10 cantones, 4 fincas, cerros, ríos (el único caudaloso es el de las cañas) y quebradas.

Su altura sobre el nivel del mar oscila entre 1,175 y 1,350 metros por la irregularidad del terreno en donde son frecuentes las pendientes.

Su latitud es de: 14 grados, 23 minutos, 00 segundos norte.

Su longitud es de: 90 grados, 22 minutos, 12 segundos oeste.

Figura. 1 Mapa de Ubicación de Santa Rosa, Departamento de Guatemala



Figura. 2 Mapa de Ubicación de Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa, Departamento de Guatemala



1.1.3 Historia

La historia se remonta a una región propiedad de doña Juana Herrarte, cuya extensión hoy comprende Jumaytepeque, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa de Lima y Santa Cruz Naranjo, hasta el año 1,742 la señora Herrarte vivió familiarmente, siendo acompañada en la región por tres grupos familiares, todos de apellido Cárcamo, localizados en la actual aldea Potrerillos. A partir de esta fecha le fue entregado un niño por parte de los españoles, quién respondía al nombre de Ramón Mejía y que más tarde a su vez contrajo matrimonio con una descendiente de la familia Cárcamo, habiendo procreado doce hijos que posteriormente se radicaron en las inmediaciones del actual pueblo de Santa Cruz Naranjo.

1.1.4 Costumbres y tradiciones

Las costumbres están ligadas a la religión, a la familia y a las creencias, las cuales se han convertido en tradiciones, como la fiesta patronal en honor a la Santa Cruz.

La feria se celebra del 1 al 4 de mayo, para la Semana Santa realizan los Santos Oficios Religiosos, vía crucis el viernes santo y procesiones al paso de las imágenes alfombras, altares muy decorados el día 1 de noviembre, día de los santos y fieles difuntos van a dejar flores, el plato tradicional de ese día es el fiambre y baile en el salón municipal. Sacan el baile de los viejos durante el día que consiste en ponerse máscaras y ropa femenina. En este baile solo salen hombres y los acompaña un grupo de personas con instrumentos para amenizar las piezas para noche buena y año nuevo. También queman cohetes, luces, comen tamal, toman ponche, visitan familiares, sacan las tradicionales posadas llevando la imagen de San José y María entonando los cantos respectivos de la época y villancicos navideños.

1.1.5 Idioma

El 99.5% de la población habla español, y un 0.5% habla idiomas mayas, de los cuales, el idioma Xinca es el propio de Santa Rosa, los idiomas pocomam y pipil que fueron traídos por personas comerciantes que han venido de diferentes departamentos del país.

1.1.6 Economía

El municipio de Santa Cruz Naranjo es eminentemente agrícola; en años anteriores su porcentaje fue más alto basado en la cañicultura, además también produce: Maíz, frijol, camote, yuca.

Las fuentes de trabajo están basadas en el 5% esta en la comercialización y el 4% en la carnicería en Teocinte y Santa Cruz Naranjo

1.1.7 Clima

Este municipio se caracteriza por ser extremadamente seco desde noviembre hasta abril y muy húmedo de mayo a octubre durante la época lluviosa. Periódicamente en diferentes días del año se presentan lluvias continuas durante dos o tres días que ocasionan derrumbes en las pendientes más pronunciadas. Las temperaturas son moderadas y las regiones estacionales son mínimas oscilando entre los 12 grados en los últimos meses del año y de 28 grados entre febrero y abril.

La variación en la temperatura diaria es mayor alcanzando hasta 10 grados ocasionalmente.

1.1.8 Servicios

Dicha comunidad cuenta con agua potable proporcionada por la municipalidad, la energía eléctrica es suministrada por la empresa española Unión Fenosa, que opera su distribuidora de oriente (DEORSA), tienen teléfono comunitario y residencial proporcionado por Telgua, centro de salud, correos y telégrafos, un servicio de transporte colectivo a la ciudad capital, no cuenta con sistemas de drenajes, y una vía de acceso pavimentada.

1.2 Principales necesidades del lugar

1.2.1 Vías de comunicación

La falta de vías de comunicación debidamente pavimentadas es una necesidad a resolver, el acceso a las comunidades principalmente en época de invierno es difícil porque los caminos se vuelven intransitables, afectando el acceso a los servicios como el centro de salud.

1.2.2 Alcantarillados sanitarios

La inexistencia de un sistema de drenaje sanitario en la aldea, hace que las aguas servidas sean arrojadas a flor de tierra, lo que produce estancamientos, malos olores, y enfermedades, contaminación ambiental, lo cual hace que sea una necesidad que necesita pronta solución.

2. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

2.1 Levantamiento topográfico

Una de las bases fundamentales en un proyecto vial es la topografía. La aplicación de la planimetría y altimetría es determinante para obtener las libretas de campo y planos que reflejen las condiciones geométricas del lugar antes de la ejecución de un proyecto determinado.

2.1.1 Planimetría

Es el conjunto de trabajos realizados para obtener una representación gráfica del terreno, sobre un plano horizontal, suponiendo que no existe la curvatura terrestre. Esta representación o proyección se denomina plano.

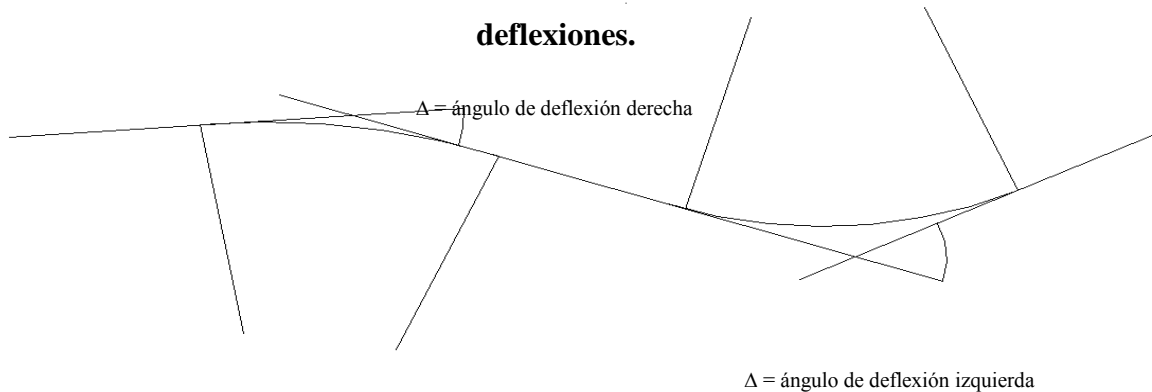
La medida de polígonos por el método de ángulos de deflexión o desviación es el método más utilizado, especialmente en poligonales abiertas, donde sólo hay que tomar algunos detalles al recorrer el itinerario. Desde luego, es el procedimiento casi exclusivamente aplicado en los levantamientos de carreteras, vías férreas, canales y tuberías de conducción de líquidos.

Los ángulos de deflexión o deflexiones se miden ya sea hacia la derecha (según el reloj) o hacia la izquierda (contra el reloj) a partir de la prolongación de la línea de atrás y hacia la estación de adelante. Los ángulos de deflexiones o desviación son siempre menores de 180° , y debe especificarse en las notas el sentido de giro en que se miden.

Se recomienda el uso del método de simples deflexiones, utilizando como método de 180° que da orientación de estación a estación. Así el aparato indicará directamente el valor de la deflexión, anotando si ésta es derecha o si es izquierda.

Para un levantamiento topográfico de carreteras, el levantamiento debe ser considerado de primer orden lo cual hace necesario tener que contar con teodolitos con una aproximación de diez segundos.

Figura. 3 Levantamiento topográfico por medio del método de simples deflexiones.



2.1.2 Altimetría

Altimetría es el conjunto de trabajos realizados para obtener la diferencia de nivel entre puntos diferentes, cuyas distancias horizontales son conocidas a través de la nivelación con aparato. Por diferencia de nivel se entiende como una distancia medida verticalmente. La altimetría permite obtener los datos indispensables para representar sobre el papel la tercera dimensión del terreno.

La nivelación puede ser simple o compuesta. La nivelación compuesta es aquella que cuenta entre cada punto de vuelta de nivelación, puntos intermedios a los que se les desea conocer sus cotas, presentándose esta situación cuando previamente se ha trazado una poligonal a la cual se le desea conocer su perfil. Este tipo de nivelación además permite conocer pendientes de la sub-rasante para poder así diseñarla. La nivelación simple es aquella que consta únicamente de puntos de vuelta y cuyo objetivo es determinar la diferencia de nivel y cotas del punto inicial y final.

El aparato usado para este procedimiento se llama nivel, el cual es un aparato que determina diferencias de nivel (distancias verticales) entre puntos, y consta únicamente con movimiento horizontal.

Para la referencia de cualquier nivelación será necesaria la altura de un punto que haya sido previamente nivelado o por medio de altímetros, pero lo más usual en Guatemala es tener bancos de nivel (BN) colocados por la Dirección General de Caminos o en su lugar por el Instituto Geográfico Militar.

De existir un BN cercano puede hacerse una nivelación simple para determinar la cota de referencia. La cota del BN servirá de referencia para la nivelación por realizar.

2.2 Análisis de tránsito de carretera

2.2.1 Vehículos de diseño

La tipología de los vehículos automotores que circulan por las carreteras regionales admiten que, en primer término, se ubiquen en un extremo los vehículos livianos que son los más numerosos en la corriente vehicular e incluyen los automóviles compactos y subcompactos, los jeeps, las camionetas agrícolas y los pick-ups, siendo todos ellos representados por el automóvil tipo; mientras que los vehículos pesados, en el otro extremo de la clasificación, no admiten una sola representación sino requieren ser desglosados para su correcta identificación como elementos condicionantes de algunos aspectos de diseño geométrico de las carreteras.

Mención aparte por sus características muy propias, merecen las combinaciones de vehículos que operan en el transporte de la caña de azúcar hacia los ingenios de temporada de zafra, operando en las carreteras dentro de áreas restringidas a su zona de influencia. Se trata de la combinación de una unidad de tracción de gran potencia,

arrastra enganchados dos pesados remolques hasta de 40 pies de longitud, provisto cada uno de cuatro ejes, o un semirremolque con un remolque. La configuración de la sección transversal de estos remolques se ensancha desde la base hacia arriba, para facilitar la operación de carga de las unidades e incrementar su capacidad de carga viva, reduciendo de paso el espacio libre de los carriles contiguos y, con su movimiento bamboleante, aportando su cuota de inseguridad a la circulación del tránsito general por dichas carreteras.

En correspondencia con la simbología que utiliza la AASHTO, en su manual de diseño geométrico, cabría seleccionar cinco vehículos tipo para el diseño de las carreteras regionales. El vehículo tipo P corresponde a la categoría de vehículos livianos, que representa el automóvil. El vehículo representativo de las unidades de transporte colectivo, representando por el autobús sencillo, corresponde al tipo BUS. El camión de tres ejes no aparece en la clasificación de la AASHTO, pero puede asemejarse al camión sencillo de dos ejes identificado como SU, por ser más restrictivo que los vehículos articulados de carga se puede escoger para diseño, por semejanza, el vehículo tipo WB-19 (Semirremolque interestatal), que utiliza su semirremolque de 14.6 metros de largo (48 pies) y fue adoptado como vehículo de diseño según la ley federal Norteamérica de transporte por Superficie de 1982, aunque igualmente se puede considerar en vehículo tipo WB-20 que está provisto de un semirremolque de 16.2 metros de longitud (53 pies), que en algunas esporádicas ocasiones ha hecho presencia en la carretera de la región.

En un rango intermedio entre los tipos extremos de vehículos para el transporte de carga, se puede considerar el vehículo identificado como WB-15, que puede cargar contenedores de 6.1 y 9.1 metros de longitud (20 y 30 pies). Conforme la tabla I de las AASHTO, siendo oportuno destacar que los vehículos pesados, de pasajeros o de carga, tienen ya un ancho máximo de diseño de 2.6 metros, mientras el Acuerdo

Centroamericano sobre Circulación por Carreteras de 1958, en proceso de revisión, limita el mismo a 2.5 metros.

Tabla I. Dimensiones de los vehículos de diseño (metros)

	P	BUS	SU	WB-15	WB-19	WB-20
Altura	1.3	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
Ancho	2.1	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Longitud	5.8	12.1	9.1	16.7	21.0	22.5
Voladizo Delantero	0.9	2.1	1.2	0.9	1.2	1.2
Voladizo Trasero	1.5	2.4	1.8	0.6	0.9	0.9
Distancia entre Ejes Extremos, WB1	3.4	7.6	6.1	6.1	6.1	6.1
Distancia entre Ejes Extremos, WB2				9.1	12.8	14.3

Tabla II. Radio mínimo de giro de los vehículos de diseños (metros)

VEHÍCULOS - TIPO	RADIO INTERIOR (M)	RADIO DE DISEÑO (M)
Automóvil, P	4.2	7.3
Autobús sencillo, BUS	7.4	12.8
Camión sencillo, SU	8.5	12.8
Camión articulado, WB-15	5.8	13.7
Camión articulado, WB-19	2.8	13.7
Camión articulado, WB-20	0	13.7

Los radios mínimos de giro para dicho vehículo de diseños, giros que deben realizarse a velocidades menores de 15 kilómetros por hora, se muestra en la tabla II.

2.2.2 Los volúmenes de tránsito

El buen diseño de una carretera solamente se puede lograr si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y la utilizará hasta el término del período seleccionado de diseño, sea que se trate de una nueva carretera o de una carretera existente que se propone reconstruir o ampliar. Esta visión cuantificada del lado de la demanda del tránsito, es comparada con la oferta de capacidad que promete la solución del diseñador, para establecer su necesaria compatibilidad y consistencia.

La medición de los volúmenes del flujo vehicular se obtienen normalmente y a veces de manera sistemática, y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras, lo mismo que mediante investigaciones de Origen y Destino (O/D) que, dependiendo de la metodología utilizada, arrojaran datos sobre la estructuras, distribución, naturaleza y modalidad de los viajes. En las intersecciones, los estudios volumétricos de tránsito clasificados por dirección de los movimientos en los accesos a las mismas, durante períodos de tiempo determinados, proporcionan a su vez los datos básicos necesarios para enfrentar las particulares características de su diseño.

2.2.2.1 El tránsito promedio diario anual (TPDA)

Unos de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del tránsito Promedio Diario Anual, conocido en forma abreviada como TPDA, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período determinado, que es mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición.

Tratándose de un promedio simple, el TPDA no refleja las variaciones extremas que, por el límite superior, pueden llegar a duplicar los volúmenes promedios del tránsito en algunas carreteras, razón por la cual en las estaciones permanentes de registro de volúmenes se deben medir y analizar las fluctuaciones del tránsito a lo largo de los diferentes períodos del año, sean estos semanales, mensuales o estacionales. No obstante, se ha tomado el TPDA como un indicado numérico para diseño, tanto por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención. Constituye así el TPDA un indicador muy valioso de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (livianos y pesados) y funciones (transportes de personas y de mercancía), que se sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que continuará haciendo uso de dicha carretera una vez sea mejorada o ampliada, o que se estima utilizará la carretera nueva al entrar en servicios para los usuarios.

2.2.3 Las velocidades

La velocidad de una carretera guarda directa relación de dependencia de cuatro factores, distintos a los que particularizan al conductor y su vehículo, que son las características físicas de dicha carretera, las condiciones climáticas en su entorno, la presencia o indiferencia de otros vehículos en la corriente del tránsito y los límites vigentes de velocidad, sean estos de carácter legal o relacionados con el empleo de los dispositivos usuales para el control del flujo vehicular.

Para el conductor, la velocidad es uno de los elementos críticos a considerar en la selección de la ruta a transitar o la escogencia de un determinado modo de transporte, ponderándose su importancia en términos de tiempo de recorrido, de costo de viaje, de la combinación de los factores anteriores y de la conveniencia de los usuarios.

En la práctica vial se hace referencia usualmente a tres tipos de velocidades: de operaciones, de diseño y la de ruedo.

2.2.3.1 Velocidades de operación

La velocidad de operación es la máxima velocidad a la cual un conductor puede viajar por una carretera dada, bajo condiciones climáticas favorables y las condiciones prevalecientes del tránsito, sin que en ningún momento se excedan los límites de seguridad que determinan la velocidad de diseño, sección por sección, de dicha carretera.

2.2.3.2 Velocidades de diseño

La velocidad de diseño, también conocida como velocidad directriz, es la máxima velocidad que, en condiciones de seguridad, puede ser mantenida en una determinada sección de una carretera, cuando las condiciones son tan favorables como para hacer prevalecer las características del diseño utilizado.

En principio, las carreteras deben diseñarse para las mayores velocidades que sean compatibles con los niveles deseados de seguridad vial, movilidad y eficiencia, tomando en cuenta las restricciones ambientales, económicas, estéticas y los impactos sociales y políticos de tales decisiones. La velocidad de diseño debe ser consistente con la velocidad que espera el conductor promedio. En una carretera secundaria con condiciones topográficas favorables, por ejemplo, donde los conductores operan a velocidades relativamente altas, dada su percepción de las condiciones físicas y operativas de la vía, es impropio aplicar una baja velocidad de diseños por los riesgos que acarrearía en materia de seguridad.

Para la AASHTO, una velocidad de diseño de 110 kilómetros por hora en autopistas, vía expresas y otras carreteras troncales, resulta apropiada para aplicar en la categoría superior de los sistemas de carretera. Este es el límite superior recomendado para Centroamérica.

Se admite que en las categorías inferiores de la clasificación vial, con la debida consideración de las condiciones topográficas del terreno, se reduzcan en forma gradual las velocidades recomendadas para diseño, hasta límites prácticos y razonables. En las arterias urbanas regulares por los conocidos dispositivos de control del tránsito, se acepta que las velocidades de ruedo sean limitadas a 30 y en determinadas circunstancias hasta 25 kilómetros por hora, con lo que las menores velocidades de diseño pueden ubicarse en los 40 kilómetros por hora.

La velocidad de diseño determina aquellos componentes de una carretera como curvatura, sobre elevaciones y distancia de visibilidad, de los que depende la operación segura de los vehículos. Aunque otros elementos del diseño, como decir el ancho de la calzada, los hombros y las distancias a que deben estar los muros y las restricciones laterales a la vía, no dependen directamente de la velocidad de diseño, se asume que a mayor velocidad de diseño los elementos deben ser mejorados dentro de los límites prácticos y compatibles con el cambio.

En la selección de una adecuada velocidad de diseño para una carretera particular, debe darse especial consideración a los siguientes aspectos.

1. Distribución de las velocidades.
2. Tendencias de las velocidades.
3. Tipo de área
 - a. Rural
 - b. Urbana
4. Condiciones del terreno.
 - a. Planos
 - b. Ondulado
 - c. Montañoso

5. Volúmenes de tránsito.
6. Consistencias en el diseño de carreteras similares o complementarias.
7. Condiciones ambientales.

2.2.3.3 Velocidad de ruedo

La velocidad de ruedo, es la velocidad promedio de un vehículo en un determinado tramo de carretera, obtenida mediante la relación de la distancia recorrida a lo largo de dicho tramo con el tiempo efectivo de ruedo del vehículo, esto, sin incluir paradas, constituyen una buena medida del servicio que la carretera referida brinda al usuario.

En carreteras de bajos volúmenes de tránsito, las velocidades promedio de ruedo se aproximan a las velocidades de diseño y llegan a representar entre 90 y 95 por ciento de estas. A medida que los volúmenes de tránsito aumentan, aumenta igualmente la fricción entre los vehículos en la corriente vehicular y se reducen sensiblemente las velocidades de ruedo, hasta que en su mínima expresión los volúmenes alcanzan niveles de congestionamiento que, deseablemente, deben evitarse por todos los medios disponibles en un proyecto vial.

2.3 Estudios de suelos

2.3.1 Generalidades

En la construcción de vías terrestres es indispensable la aplicación de los principios de la mecánica de suelos, ya que la investigación de las propiedades de los suelos, no puede ser ajena a ninguna de las etapas de su proyecto.

En la construcción de carreteras para economizar recursos es esencial proyectar basándose en el conocimiento de las propiedades de los suelos encontrados en el lugar donde esta se construirá.

2.3.1.1 Características físicas de los suelos

d. Tamaños de las partículas

El tamaño de las partículas es básico para hacer una clasificación de suelo. El tamaño de las partículas lo determina la composición minera-lógica que posee un determinado suelo.

e. Peso específico

El peso específico de un material es la relación que existe entre el peso de los sólidos del material y el peso del volumen de agua que dicho sólido desalojado.

f. Estructura

La estructura de un suelo es determinada en su comportamiento mecánico, sobre todo cuando se trata de arcillas, ya que éstas bajo condiciones de humedad y la acción de fuerzas exteriores pueden modificar su estructura y alterar su volumen de vacíos dando como resultado una desestabilidad del suelo.

g. Distribución de las diferentes partículas

De la distribución de las diferentes partículas que componen un suelo, como piedra, grava, arena, limos y arcillas, determinar los diferentes porcentajes de material granular y fino que contiene un suelo se denomina: análisis granulométrico, que se lleva a cabo por medio de tamices.

h. Contenido de humedad

Es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra seca.

i. Porosidad y contenido vacío

Además de las partículas sólidas, los suelos contienen un porcentaje de vacío que pueden estar llenos de aire y/o agua.

j. Dureza o porcentaje de desgaste

Es muy importante conocer la forma como se comportan los agregados bajo la acción del tránsito, por lo que rocas trituradas, las gravas naturales y las gravas trituradas, deben de someterse a una prueba de desgaste, la que se efectúa con el equipo denominado máquina de desgaste Los Ángeles.

k. Permeabilidad

Es la propiedad que tiene un suelo de permitir el paso del agua por sus poros.

l. Capilaridad

Esta se basa en el principio de ascensión capilar, caracterizada porque dicha ascensión es inversamente proporcional al diámetro de los tubos formados por los vacíos del suelo y en la construcción o mantenimiento de pavimentos.

Estas condiciones se deben tomar en cuenta, ya que un gran porcentaje de suelos, están formados por arcillas o limos arcillosos.

2.3.1.2 Capacidad de cargas de los suelos

Para construir una capa de sub-rasante debe cumplirse con los requisitos siguientes.

1. Hacer un estudio de suelos para determinar las características del terreno natural y la posibilidad de utilizarlo como material de relleno.
2. Adaptar las características geométricas de las capas de apoyo, ancho, profundidad y pendiente lateral a las características del suelo que se va utilizar. La sección transversal debe incluir un drenaje adecuado.
3. Se deben considerar los efectos de humedad, ya que una condición esencial para la estabilidad del suelo y la capa de apoyo, es que estén libres de humedad excesiva.
4. La condición gradual de humedad durante el proceso de compactación disminuye la tensión superficial entre los granos del suelo, permitiendo que las partículas se consoliden más estrechamente aumentando la densidad y la estabilidad del suelo, con mayor resistencia al corte y menos espacio para la humedad. Agregando agua después de una cantidad ideal de humedad, se llega a un punto en que las partículas se separan dando lugar a una capa menos densa y menos estable. La cantidad ideal de humedad óptima y el punto de máxima densidad por peso seco se llama también, densidad óptima.

5. Diseñar un buen sistema de drenaje, ya que éste es sin duda el factor más importante que contribuye a la estabilidad, debido a que se requiere que el agua se mantenga lejos de la estructura de la capa de apoyo.

Es necesario entonces colocar alcantarillas, cunetas revestidas y sub-drenajes, para evacuar el agua rápidamente, evitándose estancamientos cercanos que pueden provocar saturación en la estructura de apoyo del pavimento.

2.3.2 Ensayos de laboratorio de suelo

Los ensayos de suelo están muy asociados con los proyectos de carreteras.

Un buen programa de estudio de suelo deberá abarcar:

- a. Tomar muestra de materiales representativos;
- b. Realización de los ensayos respectivos; y,
- c. Proveer los datos obtenidos para el proyecto.

Es importante identificar los suelos, porque se logrará mucho si los materiales están adecuadamente identificados desde el principio.

La persona encargada del estudio, decidirá los tipos de suelos de los que han de tomarse muestras, su número, cómo y cuándo han de ser tomados.

Los procedimientos de ensayo se hacen para la clasificación general de los suelos, para el control de la construcción y para determinar la resistencia del suelo.

Los ensayos generales, se usan para identificar suelos de modo que puedan ser descritos y clasificados, adecuadamente. Estos ensayos son: ensayos del peso específico, análisis granulométrico y ensayos de consistencia.

Los ensayos para inspección o control, se usan para asegurar que los suelos se compacten adecuadamente, durante la construcción, de modo que se cumplan las condiciones impuestas en el proyecto, estos son: ensayos del contenido de humedad, determinación del peso unitario o densidad y ensayo de compactación para el contenido de humedad.

Los ensayos de resistencia se usan para determinar la capacidad de carga de los suelos y son adecuados para usarlos en la construcción; el más importante es el California Bearing Ratio, C.B.R.

2.3.2.1 Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. En la clasificación de los suelos para el uso en ingeniería se está acostumbrado a utilizar algún tipo de análisis granulométrico, este ensayo constituye una parte de los criterios de aceptabilidad de suelos para carreteras.

El análisis generalmente se hace en dos etapas.

- a. La primera se realiza por medio de una serie de tamices convencionales para suelos grandes granulares como: piedra triturada, grava y arena.

El análisis consiste en pasar la mezcla que se analizará por mallas de aberturas conocidas, después se pesa el material retenido en cada una de las mallas y la información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, para poder comparar el suelo y visualizar más fácilmente la distribución de los tamaños gruesos presentes como una masa total. Los tamaños inferiores a la malla #200 se consideran finos.

- b. La segunda por un proceso de vía húmeda para suelo de granos finos como limos, limos-arenosos, limos-arcillosos y arcillas. Este análisis mecánico vía húmeda se basa en el comportamiento de material granular en suspensión dentro de un líquido al sedimentarse.

Para suelo excesivamente fino se deberá usar el método del hidrómetro, pero este caso no es muy aplicado a carreteras, pues los materiales finos son materiales poco recomendables para base y subbases de pavimento. Solamente en el caso de que más del 12% de la muestra pase a través del tamiz #200.

Es necesario el procedimiento de la granulometría por hidrómetro, según AASHTO T 88. Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda, según lo descrito en AASHTO T 27.

2.3.2.2 Límites de Atterberg o de consistencia

Sirven para determinar las propiedades plásticas del suelo arcilloso o limoso. Los límites de consistencia de los suelos están representados por su contenido de humedad.

2.3.2.2.1 Límite líquido (L.L)

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25), en la copa de casa grande, se cierre 1.27 cm. a lo largo de una ranura formada en un suelo remoldado, cuyo consistencia es la de una pasta dentro de la copa.

El límite líquido fija la división ante el estado casi líquido y el estado plástico. El límite líquido en ocasiones pueden utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en un estudio de compactación.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

2.3.2.2 Límite plástico (L.P.)

Es el estado límite del suelo ya un poco endureciendo, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo esta en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

El límite plástico se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco), con el cual se agrieta un cilindro de material de 3 mm (1/8 de pulgadas) de diámetro al rodarse con la palma de la mano o sobre una superficie lisa. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

2.3.2.3 Índice de plasticidad (I.P)

Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad y el tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico (I.P) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, es suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

2.3.2.3 Ensayo de compactación o proctor modificado

Compactación es todo proceso por medio del cual se aumenta el peso volumétrico de un material.

La densidad que se puede obtener de un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad. El contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad), se llama “contenido optimo de humedad” para aquel método de compactación. En general, ésta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

2.3.2.4 Ensayo de razón soporte california(C.B.R.)

El valor relativo de soporte de un suelo (C.B.R) es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga requerida, para producir la misma penetración, en una muestra estándar de piedra triturada.

Para este ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para así, poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa.

Para cilindros compactos se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), el porcentaje de expansión, y el porcentaje de CBR. El porcentaje analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

Expansión:

A cada cilindro se le coloca un disco perforado, con vástago ajustable y el disco de 10 a 13 lb. sobre el vástago ajustable, se coloca el extensómetro, montado sobre un trípode, ajustando la lectura a cero.

Luego se sumergen en el agua durante cuatro días, tomando lecturas a cada 24 hrs, controlando la expansión del material.

Determinación de la resistencia a la penetración

Después de haber tenido la muestra en saturación durante cuatro días, se saca del agua escurriendo durante quince minutos, se le quita la pesa, el disco perforado y el papel filtro, se mide la resistencia a la penetración. Cuando se empieza la prueba, se coloca nuevamente sobre la muestra, el peso, el extensómetro ajustado a cero con el pistón colocado sobre la superficie de la muestra, se procede a hincar el pistón, y se procede a tomar las lecturas de deformación.

Ya con las lecturas tomadas, se procede a encontrar por medio de fórmulas, la carga correspondiente a cada una de estas, haciendo por último el gráfico que representa nuestro suelo.

Tabla III. Valores mínimos de C.B.R.

C.B.R.	CLASIFICACIÓN
0-5	Sub-rasante muy mala.
5 – 10	Sub-rasante mala.
11 –20	Sub-rasante regular o
21 – 30	Sub-rasante muy buena
31 – 50	Sub-rasante buena
51 – 80	Base buena
81 - 100	Base muy buena

2.3.2.5 Análisis del resultados

Los resultados obtenidos, de los ensayos a la muestra representativa, así como las gráficas, pueden observarse en los anexos. De estos resultados dependen los espesores de las diferentes capas que conforman el pavimento.

Se cuenta con un material con las siguientes características:

Clasificación: S.C.U. CL

Descripción = Arena pómez limosa color beige

Peso unitario seco máximo = 94.11 lb./ pie³

Humedad óptima = 18.5%

C.B.R. = 39.1 %

L.L. = material no plástico

I.P. = material no plástico

Como se puede observar, este material cumple con los requisitos de una sub-rasante buena.

3. DISEÑO DE CARRETERA

3.1 Marco teórico

3.1.1 Teoría sobre pavimentos

3.1.1.1 Generalidades

En la actualidad se puede decir que no existe una terminología única para designar las diferentes partes que forman un pavimento. Sin embargo, comúnmente, un pavimento, en su forma más completa se construye de varias capas teniendo cada una de ellas su función específica.

3.1.1.2 Definición de pavimento

Pavimento es toda estructura que descansa sobre el terreno de fundación o subrasante, formada por las diferentes capas de sub-base, base y carpeta de rodadura. Tiene el objetivo de distribuir las cargas del tránsito sobre el suelo, proporcionando una superficie de rodadura suave para los vehículos, y proteger al suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su resistencia al soporte estable del mismo.

El pavimento soporta y distribuye la carga en una presión unitaria lo suficientemente disminuida para estar dentro de la capacidad del suelo que constituye la capa de apoyo, reduciendo la tendencia a la formación de fallas.

3.1.1.3 Tipos de pavimento

- Pavimento flexible o de asfalto.
- Pavimento rígido o de concreto hidráulico.

3.1.1.3.1 Pavimento flexible

El pavimento de asfalto o pavimento flexible es una estructura formada por varias capas (sub-base, base y carpeta asfáltica), con el fin de satisfacer los siguientes propósitos:

1. Resistir y distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito. Un pavimento de asfalto debe estar constituido de tal manera que las cargas que sobre el se apliquen no provoquen deformaciones permanentes y perjudiciales en la sub-rasante sobre la cual está colocado, y a la vez, se impida la formación de grietas internas en la estructuras del mismo y el desplazamiento de partículas ocasionadas por la aplicación de las cargas repetitivas del tránsito. Por lo tanto, un pavimento de asfalto debe tener el espesor necesario para soportar y distribuir las cargas del tránsito.
2. Tener la impermeabilidad necesaria. El pavimento debe tener la suficiente impermeabilidad para impedir la infiltración de agua de lluvia, ya que si ésta penetra en exceso provoca la lubricación de las partículas con su consiguiente pérdida en la capacidad de soporte. De esto se deduce que siempre será buena práctica ingenieril el que se cuente con suficiente drenaje al proyectarse un pavimento, ya que aunado a ello la impermeabilidad necesaria del pavimento en sí, redundará en una obra estable.
3. Resistir la acción destructora de los vehículos. La acción abrasiva de las llantas de los vehículos provoca desgaste de la superficie y desprendimiento de partículas del pavimento. También el tránsito provoca cierta acción de molienda y amasado. De ahí que el pavimento deba resistir estos efectos.

4. Tener resistencia a los agentes atmosféricos. Los agentes atmosféricos actúan continuamente sobre la superficie de los pavimentos provocando la meteorización y alteración de los materiales

Es de tener en cuenta que hay materiales que resisten mejor que otros dichos efectos y por lo tanto, la vida económica y útil del pavimento será mayor cuando los materiales que lo formen tengan más capacidad de resistencia a los agentes físicos y químicos que los afecten.

3.1.1.3.2 Pavimentos rígidos

Los pavimentos de concreto hidráulico o pavimento rígido como también se les designa, difieren de los pavimentos flexibles, primero, en que poseen una resistencia a la flexión, y segundo, en que son afectados grandemente por los cambios de temperatura. Los pavimentos de concreto hidráulico están sujetos a los esfuerzos siguientes:

- a) Esfuerzos abrasivos causados por las llantas de los vehículos.
- b) Esfuerzos directos de corte y compresión causados por las cargas de las ruedas.
- c) Esfuerzos de compresión y tensión que resultan de la flexión de las losas bajo las cargas de las ruedas.
- d) Esfuerzos de compresión y tensión causada por la expansión y contracción del concreto.
- e) Esfuerzo de compresión y tensión debidos a la combadura del pavimento por efectos de los cambios de temperatura.

En virtud de que los pavimentos rígidos están sujetos a los esfuerzos mencionados, es notorio que para que estos pavimentos cumplan en forma satisfactoria y económica la vida útil que de ellos se espera, es necesario que el proyecto esté basado en los factores siguientes:

- a) Volumen, tipo y peso del tránsito a servir en la actualidad y en un futuro previsible.
- b) Valor relativo de soporte y características de la sub-rasante.
- c) Clima de la región.
- d) Resistencia y calidad del concreto a emplear.

3.1.1.3.3 Tipos de pavimento rígidos

- a) Pavimento de concreto simple, sin varillas pasa juntas.
- b) Pavimento de concreto simple, con varillas pasa juntas.
- c) Pavimento de concreto reforzado (refuerzo continuó).

El problema de los pavimentos de concreto, son las juntas que se tienen que diseñar y construir para controlar los cambios de volumen, inevitables, que se producen en ellos por cambios de temperatura.

3.1.1.4 Elementos estructurales de los pavimentos

3.1.1.4.1 Sub-rasante

Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Reacondicionamiento de sub-rasante es la operación que consiste en escarificar, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar, y compactar la sub-rasante de una carretera previamente construida, efectuando cortes y rellenos, no mayores de 20 centímetros de espesor; con el objeto de regularizar, mejorando mediante estas operaciones las condiciones de la sub-rasante, como cimiento de la estructura del pavimento.

- **Materiales inapropiados para sub-rasante**

1. Suelos clasificados como A-8 según AASHTO M 145, que son altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales, parcialmente carbonizados o fangosos; su clasificación se basa en inspección visual y no donde de pruebas de laboratorio; se componen de materia orgánica parcialmente podrida; generalmente tiene texturas fibrosas; color café oscuro o negro y olor a podredumbre; son altamente compresibles y tienen muy baja resistencia. Además, basura o impurezas, que puedan ser perjudiciales para la cimentación del pavimento.
2. Las rocas aisladas, mayores de 10 centímetros, que se encuentran incorporadas en los 30 centímetros superiores de la capa de suelo de sub-rasante.

- **Materiales apropiados para sub-rasante**

Suelos de preferencia graduales con menos de 3% de hinchamiento en ensayo AASHTO T 193, que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentran en el tramo o sección que se está reacondicionado y que además, no sean inadecuadas para sub-rasante.

- **Compactación**

La sub-rasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad, hasta lograr el 95% de compactación con respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180. La compactación en el campo se deben comprobar de preferencia según, AASHTO T 191; con la aprobación escrita del ingeniero, se pueden usar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

3.1.1.4.2 Sub-base

Es la capa de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito, de manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar; absorbiendo las variaciones inherentes a dichos suelos que puedan afecta a la base.

Este trabajo consiste en la obtención, explotación, acarreo, tendido, humedecimiento, mezclas, conformación y compactación del material de sub-base; el control de laboratorio y operaciones necesarias para construir en una o varias capas, una sub-base del espesor compactado requerido, sobre la sub-rasante previamente preparada y reacondicionada.

La sub-base puede tener un espesor compactado variable por tramos, según las condiciones y características de los suelos existentes en la sub-rasante, pero en ningún caso dicho el espesor debe ser menor de 10 centímetros ni mayor de 70 centímetros.

La capa de sub-base debe estar constituida por suelo de tipo granular en su estado natural o mezclados, que formen y produzcan un material que llena los requisitos siguientes:

- **Valor soporte.** El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimos de 30, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación, AASHTO T 180, o bien un valor R, AASHTO T 190, mayor de 50.
- **Piedras grandes y exceso de finos.** El tamaño máximo de las piedras que contengan el material de sub-base, no debe exceder de 7 centímetros.

El material de sub-base no debe tener más del 50% en peso, de partículas que pasen el tamiz No. 40(0.425 mm.), ni más del 25% en peso, de partículas que pasen el tamiz No. 200(0.0075 mm.).

- **Plasticidad.** La porción que pasa el tamiz No. 40(0.425 mm), no debe de tener un índice de plasticidad AASHTO T90, mayor de 6 ni un límite líquido, AASHTO T 89, mayor de 25, determinados ambos, sobre muestra preparadas en húmedo, AASHTO T 146. cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor de 8.
- **Equivalente de arena.** No debe ser menor de 25, determinado por el método AASHTO T 176.
- **Impurezas.** El material de sub-base debe estar razonablemente exento de materiales vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de las capas de sub-base pueden causar, a criterio profesional, fallas del pavimento.
- **Selección del material.** Selecciona los bancos de materiales, que llenen los requisitos de calidad establecidos y acompañando los resultados de los ensayos que haya efectuado.

- **Tendido.** El material de sub-base, debe ser tendido en capas no mayores de 30 centímetros ni menores de 10 centímetros. Si el espesor de sub-base requerido, es mayor de 30 centímetros, el material debe ser colocado en dos o más capas, nunca menores de 10 centímetros, no perdiéndose la colocación de la capa siguiente, antes de comprobar la capa inmediata anterior.

El material suelto de sub-base colocada, debe corresponder en cantidad, al espesor de la capa a tender al ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación. La distancia máxima a la que puede ser colocado el material de sub-base, medida desde el extremo anterior cubierto con la base, no debe ser mayor de 4 kilómetros.

- **Mezcla.** Después de haberse colocado y tendido el material, cuando no se use máquinas espaciadoras y conformadoras, debe procederse a su homogenización, mezclando el material en todo su espesor mediante la utilización de equipo apropiado, pudiéndose efectuar con moto niveladora, escarificadora, estabilizadora, arado de discos o por otro método que produzca una mezcla homogénea.
- **Valor de soporte.** Se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos producidos, al iniciar la exploración de cada banco, hasta llegar a 3000 metros cúbicos, y seguidamente un ensayo por cada 3000 metros cúbicos colocados.
- **Granulometría.** Se debe efectuar ensayos de granulometría, por cada 500 metros cúbicos de los primeros 3000 metros cúbicos producidos al iniciar la exploración de cada banco, seguidamente se debe efectuar un ensayo cada 300 metros cúbicos colocados de material de sub-base.

- **Plasticidad y equivalente de arena.** Se debe efectuar un ensayo por cada 3000 metros cúbicos de material de sub-base colocado.

3.1.1.4.2.1 Sub-base estabilizada

Es la capa de sub-base preparada y construida aplicando la técnica de estabilización de suelo, para mejorar sus características de fricción interna y cohesión, por medio del uso de materiales o productos estabilizadores.

Los suelos a estabilizar pueden ser los existentes en la sub-rasante previamente preparada y reacondicionada; suelos seleccionados de bancos aprobados, para utilizarse, ya sea en su estado natural, mezclando varios de ellos, o en combinación con los suelos de la sub-rasante. Los suelos a estabilizar no deben de contener piedras mayores de 5 centímetros, materiales vegetales, basura, terrones de arcilla sustancias que incorporadas en la sub-base estabilizada puedan causar, a criterio profesional, fallas en el pavimento.

No deben utilizar para la sub-base estabilizada, los suelos que estén comprendidos dentro de los materiales inapropiados para sub-rasante, a menos que se trate de estabilización con cal; ni los que tengan un índice de plasticidad determinado por el método AASHTO T 90, mayor de 20, ni más de 70% de partículas que pasen el tamiz No. 200 (0.075 mm), según AASHTO T 11 cuando se usa cal o cemento. Estos límites se reducen a un máximo de 15 de índice de plasticidad y a no más de 50% de partículas más finas que el tamiz 200 (0.075 Mm.) cuando se usa materiales bituminosos. Cantidades que afecten la adecuada estabilización.

Los materiales estabilizadores pueden ser: cal, cemento portland, materiales bituminosos y otros productos que llenen los requisitos siguientes:

- Cal hidratada. De preferencia debe utilizarse cal hidratada que llene los requisitos de AASHTO M 216, TIPO I.
- La lechada de cal, debe llenar los requisitos siguientes.
 1. Composición química. El contenido de sólidos debe consistir de un mínimo de 70% en peso, de óxidos de calcio y magnesio.
 2. Residuo. Es el porcentaje por peso del residuo retenido en los tamices indicados, para el contenido de sólidos de la lechada, no debe ser mayor de los límites siguientes, ver tabla IV.

Tabla IV. Porcentajes por peso retenido en los tamices

TAMIZ Núm.	ESTÁNDAR MM	MÁXIMO RESIDUO
6	3.35	0.0%
10	2.00	1.0%
30	0.600	2.5%

- **Grado de la lechada.** Debe corresponder a uno de los grados siguientes:

Grado 1. El contenido de sólidos secos no debe ser mayor de 31% del peso total de la lechada.

Grado 2. El contenido de sólidos secos no debe ser mayor de 35% del peso total de la lechada.

- **Granza de cal.** Si se usa granza de cal, que consiste en una mezcla de cal hidratada no refinada con partículas de arena y polvillo, debe llenar los requisitos siguientes: por lo menos el 50% en peso.

Debe ser cal hidratada de conformidad con AASHTO M 216 tipo I; y la graduación de la granza determinada por el método AASHTO T 27 debe estar dentro de los límites siguientes.

**Tabla V. Graduación de la granza
Determinado por el método AASHTO T 27**

TAMIZ Núm.	STANDARD MM	PORCENTAJE POR PESO, QUE PASA UN TAMIZ DE ABERTURA CUADRADA
3/8	9.5	100
Núm. 40	0.425	60
Núm. 200	0.075	45

La granza de cal debe además, estar libre de impurezas como fragmentos de madera, grumos de arcilla y sustancias que afecten su efectividad como material estabilizador.

- **Cal viva.** Si las disposiciones especiales así lo establecen expresamente y en casos especiales, puede utilizarse cal viva, debiéndose efectuar previamente la preparación correspondiente de la misma, pulverizándola e hidratándola adecuadamente. El tamaño máximo de los grumos no debe ser mayor de ¼ pulgadas (6.3 mm). El proceso de hidratación no debe durar menos de 24 horas.
- **Cemento Portland.** Debe utilizarse cemento Portland que llene los requisitos de la norma AASHTO M 85 – 63 para el tipo especificado. Con la aprobación previa por escrito del ingeniero puede utilizarse otras clases de cementos o cementos granel.

- **Materiales bituminosos.** El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación para el material bituminoso a utilizarse como estabilizador, debe ser uno de los establecidos en la tabla siguiente, a menos que lo indiquen de otras formas las disposiciones especiales.

**Tabla VI. Tipo, grado, especificación y temperatura
De aplicaciones para el material bituminoso
A utilizarse como estabilizador**

TIPO Y GRADO DE MATERIALES BITUMINOSO	ESPECIFICACIÓN	TEMPERATURA DE APLICACIÓN	
		Grados Fahrenheit	Grados centígrados
1. asfaltos líquidos RC 250	AASHTO M81	80 - 150	27 – 65
MC 250, SC 250	AASHTO M82 M141	140 - 170	60 – 77
RC 800, MC 800, SC 800	AASHTO M82, M 82 M 141	150 - 200	65 – 93
2. emulsiones asfálticas SS- 1, CSS-1	AASHTO M 140, M208	75 - 130	24 – 55
SS 1h, CSS 1h	AASHTO M 140, M 208	75 - 130	24 – 55
3. Alquitranes RT – 5, RT – 6	AASHTO M 52	80 - 150	27 – 65
RT – 7, RT – 8, RT – 9	AASHTO M 52	150 - 225	65 – 105

3.1.1.4.3 Base

Es la capa constituyente de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir las capas subyacentes y sobre la cual se coloca la capa de rodadura.

3.1.1.4.3.1 Base de grava o piedra triturada

El material de base debe consistir en piedra o grava de buena calidad, triturada y mezclada con materiales de relleno, de manera que el producto obtenido corresponda a uno de los tipos de graduaciones aquí estipulados y llene además los requisitos siguientes:

a. Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo de 90%, efectuado sobre muestra saturadas a 95% de compactación AASHTO T 180, o bien un valor R, AASHTO T 190 mayor de 85.

b. Abrasión. La porción de agregado, retenida en el tamiz No. 4 (4.75 mm.), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión mayor de 50 a 500 revoluciones, según AASHTO T 96.

c. Caras fracturas y partículas planas o alargadas. No menos de 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz No. 4 (4.75 mm.) deben de tener por lo menos una cara fracturada; ni más del 20% en peso pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

d. Impurezas. El material de base de grava o piedra triturada debe estar razonablemente exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa de base, pueden causar profesional, fallas en el pavimento.

e. **Graduación.** El material para capa de base de grava o piedra trituradas, debe llenar los requisitos de graduación, determinada según AASHTO T 27 Y T 11, para uno de los tipos que se establecen a continuación.

**Tabla VI. Tipos de graduación para material
De capa de base de grava o piedra trituradas**

TAMIZ Núm.	STANDARD MM	PORCENTAJE POR PESO QUE PASA UN TAMIZ DE ABERTURA CUADRADA AASHTO T 27					
		TIPO "A" 2" máximo		TIPO "B" 1 ½ "máximo		TIPO "C" 1" máximo	
		A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
2	50	100	100				
1 ½	37.5			100	100		
1	25.0	65-85	70-90	70-95	70-100	100	100
¾	19.0	50-80	50-75	55-85	60-90	70-100	70-100
3/8	9.5				45-75		50-80
No. 4	4.75	30-60	29-60	30-60	30-60	35-65	35-65
10	2.00				20-50		25-50
40	0.425	10-25	7-30	10.25	10-30	15-25	15-30
200	0.075	3-10	0-15	3-10	5-15	3-10	5-15

f. **plasticidad y cohesión.** El material de base de grava o piedra triturada, en el momento de ser colocado en la carretera, debe tener en la fracción que pasa el tamiz No. 4(4.75 mm.), incluyendo el material de relleno, las características siguientes:

- a. Plasticidad. La porción que pasa el tamiz No. 40(0.425mm), no debe tener un índice de plasticidad, AASHTO T 90, mayor de 3, ni un límite líquido, AASHTO T 89, mayor de 25, determinado ambos sobre una muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146. Cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puedan ser más alto, pero en ningún caso mayor de 6.
- b. Materiales más finos de 0.075mm. el porcentaje que pasa el tamiz No. 200 (0.075mm), debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el tamiz No. 40 (0.425 mm).
- c. Equivalente de arena. No debe ser menor de 40, determinado según AASHTO T 176.

g. Materiales de relleno. Cuando se necesite agregar materiales de relleno en adición al que se encuentran naturalmente en el material triturado para proporcionales características adecuadas de granulometría y cohesión, este debe ser libre de impurezas y consistir en un suelo arenoso, limo inorgánico, polvo de roca, u otro material con alto porcentaje de partículas que pasen el tamiz No. 10 (2.00 mm).

h. Colocación y tendido. El material de base debe depositar sobre la sub-base previamente preparada y aceptada, ya sea directamente con camiones de volteo, tendiéndole con moto niveladora; o por medio de equipo especial que aseguren su distribución en una capa de material uniforme y sin segregación, en una sola operación y que lo acondicione en un ancho no menor de 3 metros. El espesor de la capa a tenderse no debe ser mayor de 30 centímetros ni menor de 10 centímetros. La distancia máxima a que puede ser colocada el material para capa de base, medida desde el extremo anterior de la capa terminada, en ningún caso debe ser mayor de 4 kilómetros.

i. Mezcla. El material de base que haya sido tendido, debe mezclarse adecuadamente en el espesor completo de la capa, con moto niveladora, mezcladora móvil o por otro método que produzca una mezcla uniforme. En caso de utilizarse equipo especial.

Que permita tener el material previamente humedecido y sin segregación, no se debe requerir esta mezcla.

j. Riego de agua. Previamente a la compactación de la capa de base, debe humedecerse adecuadamente el material para lograr la densidad específica. La humedad de campo debe determinarse secando el material o por el método de carburo, AASHTO T 217. El humedecimiento del material puede efectuarse en la planta, antes de ser acarreada y tendido, pudiéndose en este caso, proceder a su compactación inmediata. En el caso de que el material se humedezca después de tendido, debe mezclarse mecánicamente para lograr un humedeciendo homogéneo, que permita la compactación especificada.

k. conformación y compactación. La capa de base de grava o piedra triturada, debe conformarse ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones y típica de pavimentación, y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180 cuando el espesor de la capa a compactar exceda de 30 centímetros, el material de base debe ser tendido conformado y compactado en dos o mas capas, nunca menores de 10 centímetros.

3.1.1.4.3.2 Base Granular

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificado o con trituración parcial para constituir una base integrante de un pavimento.

3.1.1.4.3 Base estabilizada con cemento

Es la capa de base, constituida por materiales pétreos y/o suelo mezclado con cemento Portland y agua, aplicando la técnica de estabilización, con el objeto de mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia a la humedad, proporcionando una mejor distribución de las cargas de tránsito, a la estructura del pavimento.

3.1.1.4.4 Capa de rodadura

Es la capa sobre la cual se aplican directamente, las capas del tránsito; se colocan encima de la base y esta formada por una mezcla bituminosa si el pavimento es flexible y por una losa de concreto de cemento si es pavimento rígido.

Esta capa protege a las capas inferiores de los efectos del sol, las lluvias y las heladas, además, resiste con un desgaste mínimo los esfuerzos producidos por el tránsito.

3.1.1.4.5 Capa de desgaste o sello

Es la capa que se coloca sobre la capa de rodadura y está formada por un riesgo bituminoso con arena o piedra menuda, esta capa es optativa, no se coloca si la de rodadura es resistente al desgaste.

3.1.1.4.6 Superficie rasante

Es la que soporta el tránsito de los vehículos automotores, no siempre un pavimento se compone de todas las capas anteriormente indicadas, la ausencia de una o varias de ellas, depende de la capacidad soporte de la sub-rasante de la clase de material a usarse, del tipo de pavimento, de la intensidad del tránsito, de la carga de diseño, etc.

3.2 Diseño del proyecto

3.2.1 Generalidades

La mayor parte de los métodos de diseño de pavimento tienen como base pruebas de laboratorio o un conjunto de pruebas, que se supone sirven como índice para presentar el comportamiento real de los pavimentos por medio de alguna correlación o conjunto de correlaciones más o menos razonables y seguras, que deben existir entre el comportamiento de los materiales en el laboratorio y en la estructura del proyecto.

Es de comprender que resulta difícil la tarea de establecer una correlación sencilla y manejable entre una prueba de laboratorio, que ha de ser simple, fácil de estandarizar e interpretar y el complicado y variado comportamiento real de los materiales usados en los pavimentos. Es natural esperar que los métodos de que se basan en pruebas de laboratorio y en su correlación con el comportamiento estructural, presenten las limitaciones y defectos que son de imaginarse.

Por las razones anteriores, es lógico esperar que no exista un método de diseño de espesores que pueda aplicarse con confianza absoluta.

Desde este punto de vista el método de diseño que se aplique debe verse como un marco de referencia de criterio, una base cálculo, pero también como algo que debe ser complementado con experiencias y arte.

Para realizar el diseño de este tramo de pavimento se aplicó el método de la American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO revisión 1993.

3.2.1.1. Determinación de los factores de diseño utilizados en el tramo de pavimento Santa Cruz Naranjo - Potrerillos

El propósito de analizar los factores de diseño es de proveer métodos para determinar los factores apropiados para la introducción del tránsito en el diseño estructural de pavimentos. Los primeros a considerar son el número (TPDA) y carga sobre eje que se espera aplicar al pavimento durante un período de tiempo dado.

Investigaciones realizadas han mostrado que los efectos en la conformación del pavimento de un eje de carga de cualquier masa puede ser representando por un número equivalente a la aplicación de 18 KIP (18,000 lbs.) por eje simple de carga. (ESAL)

Estimar la carga y el volumen del tránsito inicial y futuro para el diseño estructural de pavimentos, requiere de un análisis y estudio sustancial. La información y definiciones presentes a continuación, pueden ser usadas para tal propósito.

- a) Se determina por medio de análisis de estimaciones obtenidas del número de vehículos de diferentes tipos como: autobuses, camiones sencillos y camiones múltiples de varias clases, que espera usen la nueva carretera.
- b) Es el período de tiempo seleccionado, en años para el cual el pavimento se diseña y que podrá soportar los efectos acumulativos del tránsito. Al final del período de diseño se puede esperar que el pavimento requiera una rehabilitación para mantener el alto nivel de servicialidad. Sin embargo, el período de diseño no debe confundirse con la vida útil del pavimento ni con el período de análisis.

La vida del pavimento puede extenderse indefinidamente a través de medidas de rehabilitación, hasta que la carretera se convierta en obsoleta debido a cambios en orden, posibilidades u otros factores.

1. El tránsito promedio diario anual (TPDA) se calculó a través de un conteo de ocho días, dándonos como resultado el tránsito inicial promedio diario anual de 38 vehículos.
2. El material de la base debe ser una base granular y dar un ensayo C.B.R. mínimo de 30%, efectuado sobre una muestra saturada al 95% de compactación.
3. El período de diseño utilizado es de 20 años, durante el cual se aplicará únicamente políticas de mantenimiento.

3.2.1.2 Diseño del Tramo Santa Cruz Naranjo Aldea Potrerillos

Se supondrá una carretera colectora rural de dos carriles de tránsito, que tenga un tránsito promedio diario anual (TPDA) de 38 vehículos, y será diseñado por el procedimiento **AASHTO 1993** con los criterios que a continuación se presentan:

1. El tránsito inicial promedio diario anual (TPDA) de 38 vehículos.
2. Factor de dirección 0.5
3. Factor de Carril de 1
4. El espesor de la losa será de 6 pulgadas
5. El índice de servicialidad inicial es de 4.5 para pavimentos rígidos
6. El índice de servicialidad final es de 2 para pavimentos rígidos
7. El período de diseño es de 20 años
8. Del cual se obtuvo un cálculo de 133,613 ESAL'S por carril de diseño
9. Se tomó un módulo de reacción de la subrasante (k) de 120 Mpa.

10. Coeficiente de drenaje (Cd) de 1 asumiendo que pasará del 5 al 25 de porcentaje de tiempo expuesto a saturación
11. Resistencia media del concreto a flexotracción (M_r) de 4.5 Mpa.
12. Módulo elasticidad del concreto (Ec) 23,072.71 Mpa. (5,000 Psi). A los 28 días.
13. Coeficiente de transmisión de carga (J) de 3.6, para concreto hidráulico sin hombro.
14. Nivel de Confiabilidad (R) de 50% mínimo para una carretera colectora rural, porque el tránsito por el carril de diseño es menor a 5 millones de ejes equivalentes, según el manual centroamericano para diseño de pavimentos de Sieca 2001.
15. Desviación normal Standard (Z_r) de 0, para un nivel de confianza de 50%
16. Error estándar combinado (So) de 0.35 para pavimentos rígidos.
17. Se propuso una base granular de 6 plg. (15 cm. Aprox.)
18. Se propuso un espesor de losa de concreto de 6 pl. (15 cm. aprox.)
19. Se aplicó la fórmula de diseño de AASHTO a continuación:

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left[\frac{M_r C_{dc} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{C_c / k^{0.25}} \right)} \right]$$

En donde:

- W₈₂ = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_t = Índice de servicialidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días
- C_d = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas

E_C = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie de la subrasante.

3.2.1.3 Informe técnico

Entrada de Datos

TRÁNSITO		
Ejes Equivalentes (W18) :		133,613
SERVICIABILIDAD		
Índice servicialidad inicial “pi”:		4.50
índice servicialidad final “pf”:		2.00
SUELOS		
CBR subrasante (%):		39.10
Base con CBR mínimo de 40%:	Base Granular	
Módulo reacción de subrasante “k” (Mpa/m):		120.00
Coefficiente de Drenaje “Cd”:		1.00
CONCRETO		
Resistencia a flexotracción “Rmf” (Mpa) :		4.50
Módulo elástico “E” (Mpa):		23,072.71
TRANSFERENCIA DE CARGA		
Coefficiente de. Transferencia de Carga “J”:		3.60
CONFIANZA		
Nivel de confianza (%):	50.00	Se refiere al grado de seguridad que el diseño de la estructura de pavimento
Nivel confianza “Zr”:	0.00	con el cual puede llegar al final de su
Desviación estándar combinada “So”:	0.35	período de diseño
PAVIMENTO		
Número estructural:		6
Espesor concreto :	15.00 cm	150.00 mm
Espesor base:	15.00 cm	150.00 mm

Diseño de Pavimento de Concreto Hidráulico
Memoria de Cálculo Diseño AASHTO

Proyecto :	TRABAJO DE GRADUACIÓN
	SANTA CRUZ NARANJO-ALDEA
Tramo :	POTRERILLOS/ SANTA ROSA
Fecha :	19 DE FEBRERO DE 2007

a) Datos

a.1) Tránsito

Años de Servicio:	20	
Ejes Equivalentes:	133,613	

a.2) Serviciabilidad

Nivel Inicial :	4.50	
Nivel Final :	2.00	

a.3) Suelos

CBR Sub-rasante:	39.10	%
Espesor base:	15.00	cm.
Coefficiente de Drenaje:	1.00	

a.4) Nivel de Confianza:

50.00	%
-------	---

a.5) Concreto

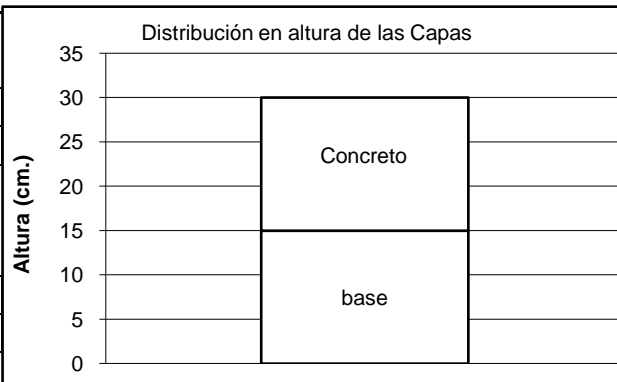
Módulo Elástico :	23,072.71	Mpa
Resistencia Flexotracción:	4.50	Mpa

b) Resultados

Espesor base :	15.00	cm.
Espesor Concreto :	15.00	cm.

c) Verificación

Ejes equivalentes finales :	2,271,689
	Ok



3.2.1.4 Informe de Ejecución

El proyecto de pavimentación tiene una longitud de 2,557 metros de longitud y un ancho de 4 metros, para el cual se hacen las siguientes recomendaciones para su ejecución:

a) Materiales de construcción:

Para la ejecución del proyecto se propuso utilizar materiales del lugar, para evitar el alto costo de transportarlo desde lugares muy lejanos,

Para la base granular se recomienda material selecto de bancos ubicados en el mismo camino al proyecto o hacia la aldea Salitre.

La arena de río a utilizar puede ser extraída del río Las Cañas, siempre y cuando cumpla las necesidades del proyecto.

El pedrín puede ser extraído del mismo río o bien puede ser piedra triturada.

El cemento debe ser tipo portland que cumpla especificaciones de calidad.

El agua se puede tomar del tanque del pueblo.

La disposición de los materiales provenientes de corte podrán ser depositados en el área final del proyecto, para habilitar calles de terracería pues presenta buenas condiciones para su uso.

b) Mano de Obra

La mano de obra a utilizar se propone que sean los mismos habitantes del lugar.

c) Maquinaria y Equipo

La empresa que se contrate para realizar los trabajos deber preparar un área o habilitar un predio en el lugar para ubicar la maquinaria, y equipo para así evitar interrumpir las vías cuando no este en uso.

4 DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO

4.1 Marco teórico

4.1.1 Generalidades

En el diseño y la construcción de un drenaje sanitario es indispensable conocer y recabar información fundamental acerca de las características de la población, topografía del lugar, y la cantidad de personas a servir, para poder diseñar un sistema de drenaje sanitario que funcione de manera eficiente.

4.1.1.2 Características de la población

En las características de la población se deben tomar en cuenta factores como edad, costumbres, ocupación de los habitantes del lugar, tipo de vivienda, la cantidad de habitantes por vivienda, actividades económicas, la forma en la que se abastecen de agua potable, y el uso que se le da al agua.

4.1.1.3 Planos del levantamiento topográfico

Los planos topográficos deben representar gráficamente la superficie del suelo por la cual se pretende pasar la línea central del diseño, así como las curvas de nivel indicando la altura de las mismas, debidamente referenciadas hacia un norte.

4.1.1.4 Densidad de vivienda

La densidad de vivienda indica el número de unidades de vivienda respecto a un área de terreno, el cual sirve como dato para establecer el número de viviendas que darán uso al servicio sanitario que se está diseñando.

4.2 Diseño hidráulico

4.2.1 Período de diseño

El período de diseño para un drenaje varía dependiendo, generalmente, de aspectos económicos. Un período de diseño muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo. La Municipalidad de Santa Cruz Naranjo adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de diseño de 30 años, por lo cual en el presente trabajo se utilizó este dato.

4.2.1.2 Población futura

Debido a los datos con que se cuenta para poder estimar la población a servir, se utilizará el método de incremento geométrico, el cual por la forma de obtención de estos datos y su facilidad de uso, es el más aconsejable para la estimación de poblaciones futuras para países en vías de desarrollo, el cual está dado por la fórmula siguiente:

$$Pf = Po (1 + r) ^ n$$

Donde:

Pf = Población Futura

Po = Población último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Tiempo transcurrido entre el último censo, el año correspondiente y el final del período de diseño

4.2.2 Cálculo de caudales

4.2.2.2 Consideraciones generales

4.2.2.2.1 Caudal

Es la cantidad de agua que fluye por la tubería, en la cual es importante definir qué caudal se calcula para cada tramo de tubería que se diseña y deberá cumplir con la siguiente especificación:

$$q < Q$$

Donde: q = caudal de diseño

Q = Caudal a sección llena

4.2.2.2.2 Velocidad

Es la velocidad del flujo dentro de la tubería, en la cual es importante definir la velocidad de diseño, la cual deberá ser tal que no permita la sedimentación de los sólidos que transporta el flujo, y por otro lado, que el flujo no erosione las paredes de la tubería.

La velocidad del flujo (v) deberá cumplir con la siguiente especificación hidráulica:

$$0.40 \text{ m/s} < v < 4.00 \text{ m/s para PVC}$$

Donde: v = Velocidad del caudal de diseño

4.2.2.2.3 Tirante

Es la altura que alcanza el flujo dentro de la tubería (d), el cual deberá cumplir con la siguiente especificación hidráulica:

$$0.1 < d/D < 0.75$$

Donde: d : tirante

D : diámetro de la tubería

4.2.2.3 Caudal domiciliar

El caudal domiciliar es la cantidad de agua que se evacúa hacia el alcantarillado luego de ser utilizada en las viviendas. Es función directa de la dotación de agua. Se calcula multiplicando el factor de retorno por la dotación y el número de habitantes.

$$Q \text{ dom.} = (\# \text{ de habitantes}) * (\text{dotación}) * (\text{factor de retorno}) / 86,400$$

4.2.2.4 Caudal de conexiones ilícitas

En el caso de sistemas de alcantarillado sanitario este caudal lo constituye el agua de lluvia que llega a las tuberías del drenaje como consecuencia de algunos usuarios que conectan sus bajadas de aguas pluviales al sistema. Este caudal es perjudicial para el sistema y debe evitarse para no causar daños posibles o mal funcionamiento del drenaje; para este diseño se tomo un caudal de conexiones ilícitas el criterio de 100 Lt/hab/día la cual es una dotación utilizada por la empresa municipal de agua en la ciudad capital.

$$Q \text{ c ilic} = (\text{Caudal de conexiones ilícitas}) * (\# \text{ de habitantes}) / 86,400$$

4.2.2.5 Caudal de infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, éste depende de: la permeabilidad de la tubería, la transmisibilidad del suelo, la longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca la tubería.

Pero como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo, generalmente se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12,000 y 18,000 litros por kilómetro por día.

Para este caso, por ser tubería de P.V.C., no existe caudal de infiltración, dadas las propiedades del material.

4.2.2.6 Caudal comercial

Son las aguas negras que resultan de las actividades de limpieza de los comercios (hoteles, tiendas, comedores, balnearios, etc.). Por lo general, la dotación comercial varía según el establecimiento considerado, el cual debe estimarse entre 600 y 3000 Lt/comercio/día.

Se estima que la actividad comercial en el fraccionamiento, se limita al funcionamiento de tiendas, asumiendo un total de 7 comercios con una dotación de 2000 Lt/comercio/día, y una escuela que cuenta con 320 estudiantes, y se le dio una dotación de 90 Lt/estudiante/día

$$Q \text{ com} = (\text{Dot. Comercio} * \# \text{ de comercios})/86400$$

4.2.2.7 Caudal industrial

Es el agua de desecho de la actividad productiva de las industrias, como plantas procesadoras de alimentos, licoreras, plantas procesadoras de materia prima, etc. En el caso de esta aldea se cuenta con un beneficio de café, y se espera que con la construcción del pavimento se considere uno más, con una dotación de 60,000Lt/industria/día.

$$Q \text{ Ind} = (\text{Caudal Industria}) * (\# \text{ de Industrias}) / 86,400$$

4.2.2.8 Caudal máximo

El caudal máximo o caudal sanitario se considera como la suma de todos los caudales anteriormente descritos.

Es importante mencionar que el caudal sanitario no es el mismo que el caudal de diseño.

$$Q_s = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{Inf}} + Q_{\text{c ilicit}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{Ind}}$$

4.2.2.9 Factor de Caudal medio

Es el caudal sanitario, dividido por el número de habitantes a servir, de acuerdo con las normas vigentes en el país, este factor debe ser mayor a 0.002 y menor que 0.005, si por alguna razón el valor calculado estuviere debajo de 0.002 se adoptará éste; y si por lo contrario el valor calculado estuviere arriba de 0.005 se tomará como valor para el diseño 0.005.

4.2.2.10 Factor de Harmond

Es también llamado factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir, en las horas en que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

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

Donde: FH : Factor de Harmond

P : Población en miles

4.2.2.11 Caudal de diseño

El caudal de diseño será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, el cual debe cumplir con las relaciones de caudal, velocidad y tirante anteriormente descritas.

4.2.2.12 Pendientes máxima y mínima

Para reducir costos por excavación la pendiente de la tubería debe adaptarse a la pendiente del terreno, sin embargo, en todos los casos se tiene que cumplir con las siguientes especificaciones hidráulicas que determinan la pendiente apropiada de la tubería

a) $q < Q$

Donde: q = Caudal de diseño

Q = Caudal a sección Llena

$$b) 0.60 \text{ m/s} < v < 3.00 \text{ m/s}$$

Donde: v = Velocidad del caudal de diseño

$$c) 0.1 < d/D < 0.75$$

Donde: d = Tirante

D = Diámetro de la tubería

4.2.2.13 Velocidades máximas y mínimas de diseño

La velocidad debe ser mayor de 0.4 m/s, para evitar obstrucciones, y menor de 4 m/s, para evitar desgaste, esto es para tubería de P.V.C. Para encontrar la velocidad a sección llena del tubo.

4.2.2.14 Desfogue

Para el desfogue se escogió el lugar más bajo del terreno donde existe espacio para colocar una planta de tratamiento, el cual debe ser como mínimo un tratamiento primario, como una fosa séptica, para luego ser enviado al cuerpo receptor de la descarga.

4.2.2.15 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico se realiza en una hoja de cálculo, ver Tabla X en los anexos, pero a continuación se detalla el procedimiento de cálculo para el tramo entre los pozos 15 y 16.

Datos:

Cota del terreno inicial: 518.6397 m

Cota del terreno final: 518.6018 m

Longitud: 5.00 m

Factor de caudal medio: 0.005

Cota invert de salida anterior: 517.0686 m

Pendiente del tubo: 1%

Diámetro del tubo: 6 pulgadas

Pendiente del terreno natural = $(518.6397 - 518.6018) * 100 / 5.00 = 0.758\%$

Cota invert inicial = $517.0686 - 0.03 = 517.0386$ m

Cota invert final = $517.0386 - (1\% * 5.00) = 516.9886$ m

Altura pozo inicio = $518.6397 - 517.0386 = 1.6011$ m

Altura pozo final = $518.6018 - 516.9886 = 1.6132$ m

Factor de Harmond = F.H. = $(18 + \sqrt{70}) / (4 + \sqrt{70}) = 4.2829$

Caudal de diseño = $(70 \text{ hab}) * (0.005) * (4.2829) = 1.4990$ Lt/s

Relación $q/Q = 1.4990 / 20.6536 = 0.072578$

Relación $v/V = 0.583240$

Relación $d/D = 0.183000$

Velocidad a sección llena = 1.1322 m/s

Velocidad relativa $1.1322 * 0.583240 = 0.66036$ m/s.

La velocidad cumple con los rangos, mínimo y máximo, establecidos en las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados INFOM-2001 para tuberías de PVC.

4.2.2.16 Informe de Ejecución

El proyecto de drenaje sanitario tiene una longitud de 1,535 metros de longitud, para el cual se hacen las siguientes recomendaciones para su ejecución:

d) Materiales de construcción:

Para la ejecución del proyecto se propuso utilizar materiales del lugar, para evitar el alto costo de transportarlo desde lugares muy lejanos,

La arena de río a utilizar puede ser extraída del río Las Cañas, siempre y cuando cumpla las necesidades del proyecto.

El pedrín puede ser extraído del mismo río o bien puede ser piedra triturada.

El cemento debe ser tipo portland que cumpla especificaciones de calidad.

El agua se puede tomar del tanque del pueblo.

La disposición de los materiales provenientes de corte podrán ser depositados en el área final del proyecto para habilitar calles de terracería pues presenta buenas condiciones para su uso.

e) Mano de Obra

La mano de obra a utilizar se propone que sean los mismos habitantes del lugar.

f) Maquinaria y Equipo

La empresa que se contrate para realizar los trabajos de movimiento de tierras deber preparar un área o habilitar un predio cercano al lugar para ubicar la maquinaria, y equipo para así evitar interrumpir las vías cuando no este en uso.

5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como “ambiente”.

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana.

Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que este puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, esta destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

En Guatemala, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es la institución pública encargada de formular y ejecutar las políticas relativas a cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el

derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

5.1 Estudio de impacto ambiental para el pavimento

En los proyectos existen diferentes fases de ejecución, donde cada uno tiene sus respectivos impactos ambientales adversos, entonces deberá considerarse el establecimiento de política o estrategia ambiental, la aplicación adicional de equipo, si el caso así lo amerita; sistemas acciones y cualquier otro tipo de medidas encaminadas a contrarrestar o minimizar los impactos adversos propios de la opción del proyecto, dando prioridad a aquellas particularmente significativas.

Para un proyecto de carreteras se pueden utilizar diversas medidas de mitigación, que van desde obras de infraestructura, u otras sencillas construidas con materiales propios del lugar.

5.1.1 Medidas de mitigación recomendadas

No realizar la quema de material vegetal por ningún motivo, por los efectos de combustión sobre la atmósfera, y sobre el suelo porque pierden humedad, flora, fauna, micro flora y micro fauna que se ven afectadas en la alteración de su ciclo biológico, la destrucción de su hábitat, y la contaminación de suelos y ríos, por partículas que lleva el agua o viento.

La remoción del material vegetal debe seleccionarse, para no perjudicar especies decorativas de la región o escasez relativa de la misma.

5.1.2 Medidas de mitigación para Construcción:

Todo el material de corte del terreno, se deberá depositar en sitios ubicados a más de 100 m. de un cuerpo de agua superficial, en caso que se deposite en sitio donde este expuesto nuevamente a erosión, se recomienda la construcción de obras complementarias como taludes, y/o gaviones de piedra sostenidos con malla de alambre para que desempeñen la función de muro de retención y que se establezcan especies vegetales locales o gramíneas sobre el suelo depositado.

La manipulación del suelo y agregados, deberá ser con los contenidos adecuados de humedad, a fin de no contaminar la atmósfera con partículas sólidas que podrían causar problemas de salud a la población asentada en el área, a usuarios de la carretera durante su construcción, y los propios trabajadores del proyecto.

La construcción de estructuras de drenajes transversales es importante, debido a que el tipo de terreno, o parte de la sub-cuenca, drena el agua de lluvia hacia la carretera, dando lugar al arrastre de material fino hacia la superficie de rodadura.

La tubería de drenaje transversal será de diámetro adecuado y a intervalos convenientes, con un mínimo de 3 por Km.

Se debe hacer pozos de absorción en la entrada de la tubería, para ayudar a contener el material que arrastre el agua. En la salida de la tubería se recomienda construir disipadores y/o zampeados de piedra ligados con mortero de cemento o disipadores con gramíneas, muros de piedra, bambú, o cualquier material propia del lugar, ayudando con esto a la protección de la tubería, y evitar la formación de cárcavas si la pendiente del terreno es fuerte.

5.1.3 Medidas de mitigación para operación y mantenimiento

Debe de considerarse la habilitación de sitio para parqueo, destinado a la reparación de vehículos durante su recorrido, o para el descanso de los automovilistas.

El proceso de erosión es fácil de controlar mediante la conservación de la cubierta vegetal existente, estableciendo nuevas plantas o vegetación, en lugares escasos o desprovistos de los mismos.

Es necesario que la proporción de corte de los taludes sea el adecuado de acuerdo a su altura, no excediéndose en el mismo. Cuando el suelo tenga problemas de estabilidad, o presenta dificultad en lograr el ángulo de corte indicado, se puede conseguir mediante el establecimiento de plantas y la aplicación de cemento inyectado. Se recomienda, cuando los taludes sean mayores de 4 metros, se hagan terrazas provistas de cubierta vegetal.

5.2 Estudio de impacto ambiental del drenaje sanitario

Los proyectos de drenaje afectan directamente el área de descarga, los cuales generalmente son ríos, riachuelos, y quebradas cercanas, por lo cual deberá considerarse el establecimiento de una política o estrategia ambiental, que se encamine a minimizar este tipo alteración del ecosistema del lugar.

5.2.1 Medidas de mitigación recomendadas

- Aplicar como mínimo un tratamiento primario, como una fosa séptica, antes de ser enviado al cuerpo receptor de la descarga.
- Capacitar al (o a los) trabajadores que se encargara de darle mantenimiento al sistema especialmente sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.
- Se debe velar porque los comunitarios no depositen su basura en las aguas negras para evitar obstaculizaciones al sistema.

Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos.

5.2.2 Medidas de mitigación para Construcción

Los impactos negativos del proyecto se dan principalmente en las etapas de construcción y operación del proyecto y la mayoría se dan en la fase de construcción; los elementos mas impactados negativamente son:

- El suelo
- El agua
- El aire

Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo las que deberán llenarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente, las mismas para evitar, el arrastre de partículas por el viento.

5.2.3 Medidas de mitigación para operación y mantenimiento

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto.

- Deberá de capacitarse al o a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.
- Los trabajadores que se encargan de darle mantenimiento al sistema deben tener conocimientos sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.
- Capacitar al personal que laborara en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, así se evita la creación de basureros clandestinos.

6. PRESUPUESTOS

Para la elaboración de los presupuestos se tomaron precios de materiales cotizados en la región y otros precios para la ciudad de Guatemala, los salarios de mano de obra fueron proporcionados por la Municipalidad de Santa Cruz Naranjo, pero otros fueron propuestos.

6.1 Presupuesto de pavimento rígido

**Tabla VIII. Presupuesto pavimento rígido
Santa Cruz Naranjo – aldea Potrerillos**

PAVIMENTO RÍGIDO SANTA CRUZ NARANJO - ALDEA POTRERILLOS MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ EL NARANJO, SANTA ROSA

<u>CANTIDADES DE LOS RENGLONES DE TRABAJO ESTIMADOS Y PRECIOS UNITARIOS</u>
--

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Limpia, Chapeo y Destronque	Ha	1.02	Q 4,430.98	Q 4,532.56
2	Excavación No Clasificada	m3	1,249.05	Q 36.88	Q 46,059.05
3	Excavación No Clasificada de Desperdicio	m3	1,873.58	Q 28.94	Q 54,225.01
4	Acarreo (incluye corte, carga y transporte, a una distancia de 10 Km	m3/km	20,458.47	Q 20.81	Q 425,734.12
5	Reacondicionamiento de la Sub-rasante	m2	10,229.24	Q 3.62	Q 36,999.56
6	Capa de Base (compra de banco, conformación, afinamiento y compactación de balasto)	m3	2,045.85	Q 74.23	Q 151,861.98
7	Alcantarilla Corrugado de 30 "	ml	35.00	Q 858.13	Q 30,034.72
8	Concreto para Cajas y Cabezales	m3	27.63	Q 595.64	Q 16,454.63
9	Bordillo	ml	5,114.62	Q 63.09	Q 322,660.20
10	Rótulo	Unidad	1.00	Q 3,685.90	Q 3,685.90
11	Pavimento Hidráulico	m3	1,534.39	Q 1,319.76	Q 2,025,014.48
TOTAL				Q 3,117,262.21	

PRECIO POR KILOMETRO	Q 1,218,961.89
-----------------------------	-----------------------

Tabla IX. Integración de precios unitarios.

LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE					
UNIDAD DE COSTO: Ha					
Materiales, Equipo y Maquinaria					
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Tractor Tipo Caterpillar D6	Hora	3.000	Q578.05	Q1,734.14
2	Cargador Frontal tipo CAT 920	Hora	3.000	Q510.04	Q1,530.12
3	Camión de volteo para evacuar material	Hora	3.000	Q306.02	Q918.07
SUB-TOTAL					Q4,182.34
Mano de Obra Calificada					
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Operador de Tractor D6	Hora	3.000	Q21.25	Q63.76
2	Operador de Cargador Frontal Tipo CAT920	Hora	3.000	Q20.40	Q61.20
3	Piloto de Camión para Acarreo Libre	Hora	3.000	Q13.60	Q40.80
Prestaciones				50%	Q82.88
SUB-TOTAL					Q248.64
PRECIO					Q4,430.98

EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO					
UNIDAD DE COSTO: M3					
Materiales, Equipo y Maquinaria					
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Tractor Tipo Caterpillar D6	Hora	0.013	Q578.05	Q7.71
2	Cargador Frontal Tipo CAT 920	Hora	0.013	Q510.04	Q6.80
3	Camión para Acarreo Libre	Hora	0.042	Q306.02	Q12.75
Nota: El Costo por Hora de la Maquinaria Incluye Lubricantes y Combustible.					
SUB-TOTAL					Q27.26
Mano de Obra Calificada					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total
1	Operador de Tractor D6	Hora	0.013	Q21.25	Q0.28
2	Operador de Cargador Frontal Tipo CAT 920	Hora	0.013	Q20.40	Q0.27
3	Piloto de Camión para Acarreo Libre	Hora	0.042	Q13.60	Q0.57
Prestaciones 50%				50%	Q0.56
SUB-TOTAL					Q1.68
PRECIO					Q28.94

EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA

UNIDAD DE COSTO: M3

Materiales, Equipo y Maquinaria

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Tractor Tipo Caterpillar D6	Hora	0.013	Q578.05	Q7.71
2	Cargador Frontal Tipo CAT 920	Hora	0.013	Q510.04	Q6.80
3	Camión para Acarreo Libre	Hora	0.013	Q306.02	Q4.08
4	Moto niveladora Tipo CAT 120G	Hora	0.011	Q612.05	Q6.80
5	Rodo vibro-compactador de 7 ton.	Hora	0.013	Q442.04	Q5.53
6	Cisterna de Agua	Hora	0.013	Q306.02	Q3.83

Nota: El Costo por Hora de la Maquinaria
Incluye Lubricantes y Combustible.

SUB-TOTAL

Q34.74

Mano de Obra Calificada

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Operador de Tractor D6	Hora	0.013	Q21.25	Q0.28
2	Operador de Cargador Frontal Tipo CAT 920	Hora	0.013	Q20.40	Q0.27
3	Piloto de Camión para Acarreo Libre	Hora	0.013	Q13.60	Q0.18
4	Operador de Moto niveladora Tipo CAT 120G	Hora	0.011	Q25.50	Q0.28
	Operador de Rodo vibro-compactador de 7 ton.	Hora	0.013	Q17.00	Q0.21
5	Piloto de Cisterna de Agua	Hora	0.013	Q15.30	Q0.19
	Prestaciones 50%			50%	Q0.71

SUB-TOTAL

Q2.14

PRECIO

Q36.88

ACARREO					
UNIDAD DE COSTO: M3/KM					
Materiales, Equipo y Maquinaria					
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Cargador Frontal Tipo CAT 920	Hora	0.013	Q510.04	Q6.80
2	Camión de Volteo	Hora	0.042	Q306.02	Q12.75
Nota: El Costo por Hora de la Maquinaria Incluye Lubricantes y Combustible.					
SUB-TOTAL					Q19.55
Mano de Obra Calificada					
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Operador de Cargador Frontal Tipo CAT 920	Hora	0.013	Q20.40	Q0.27
2	Piloto de Camión de volteo	Hora	0.042	Q13.60	Q0.57
	Prestaciones 50%			50%	Q0.42
SUB-TOTAL					Q1.26
				PRECIO	Q20.81

RECONDICIONAMIENTO DE LA SUB RASANTE					
UNIDAD DE COSTO: M2					
Materiales, Equipo y Maquinaria					
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Moto niveladora Tipo CAT 120 G	Hora	0.003	Q612.05	Q1.53
2	Rodo vibro-compactador de 7 ton.	Hora	0.003	Q442.04	Q1.11
3	Camión Cisterna de Agua	Hora	0.003	Q306.02	Q0.77
Nota: El Costo por Hora de la Maquinaria Incluye Lubricantes y Combustible.					
SUB-TOTAL					Q3.40
Mano de Obra Calificada					
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Operador de Moto niveladora Tipo CAT 120G	Hora	0.003	Q25.50	Q0.06
2	Operador de Rodo vibro-compactador de 7 ton.	Hora	0.003	Q17.00	Q0.04
3	Piloto de Cisterna de Agua	Hora	0.003	Q15.30	Q0.04
	Prestaciones 50%			50%	Q0.07
SUB-TOTAL					Q0.22
				PRECIO	Q3.62

BASE

UNIDAD DE COSTO: M3

Materiales, Equipo y Maquinaria

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Compra de Material de Balasto en Banco	m3	1.000	Q27.20	Q27.20
2	Tractor tipo CAT D6, para Corte	Hora	0.013	Q578.05	Q7.71
3	Cargador Frontal tipo CAT 920	Hora	0.013	Q510.04	Q6.80
4	Camión de Volteo para Acarreo	Hora	0.042	Q306.02	Q12.75
5	Moto niveladora Tipo CAT 120G	Hora	0.013	Q612.05	Q7.65
6	Rodo vibro-compactador de 7 ton.	Hora	0.013	Q442.04	Q5.53
7	Cisterna de Agua	Hora	0.013	Q306.02	Q3.83

Nota: El Costo por Hora de la Maquinaria
Incluye Lubricantes y Combustible.

SUB-TOTAL

Q71.46

Mano de Obra Calificada

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Operador de Tractor D6	Hora	0.013	Q21.25	Q0.28
2	Operador de Cargador Frontal Tipo CAT 920	Hora	0.013	Q20.40	Q0.27
3	Piloto de Camión para Acarreo	Hora	0.042	Q13.60	Q0.57
4	Operador de Moto niveladora Tipo CAT 120G	Hora	0.013	Q25.50	Q0.32
5	Operador de Rodo vibro-compactador de 7 ton.	Hora	0.013	Q17.00	Q0.21
6	Piloto de Cisterna de Agua	Hora	0.013	Q15.30	Q0.19
	Prestaciones 50%			50%	Q0.92
	SUB-TOTAL				Q2.77

PRECIO

Q74.23

ALCANTARILLA CORRUGADA DE 30"

UNIDAD DE COSTO: ml

Materiales, Equipo y Maquinaria

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Retroexcavadora	Hora	0.250	Q680.05	Q170.01
2	Alcantarilla de Acero Corrugado de 30"	ml	1.000	Q646.05	Q646.05
3	Material seleccionado para cama	m3	0.150	Q81.61	Q12.24
SUB-TOTAL					Q828.31
Mano de Obra Calificada					
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Albañil	ml	1.143	Q12.75	Q14.57
	Operador de Retroexcavadora	ml	0.250	Q21.25	Q5.31
	Prestaciones 50%			50%	Q9.94
SUB-TOTAL					Q29.83
PRECIO					Q858.13

CONCRETO PARA CAJAS Y CABEZALES

UNIDAD DE COSTO: M3

Materiales, Equipo y Maquinaria

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Cemento	Bolsa	2.100	Q55.76	Q117.11
2	Arena	m3	0.195	Q163.21	Q31.83
3	Piedrín	m3	0.225	Q238.02	Q53.55
4	Madera para formaletas	pie	10.000	Q4.76	Q47.60
5	Clavo de 3"	Libra	0.500	Q6.80	Q3.40
6	Concretera	hora	1.000	Q136.01	Q136.01
7	Piedra Bola 6"	m3	1.000	Q136.01	Q136.01

Nota: El Costo de la Concretera
Incluye Lubricantes y Combustible.

SUB-TOTAL

Q525.51

Mano de Obra Calificada

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Albañil	m3	2.667	Q12.75	Q34.00
1	Operador de Concretera	hora	1.000	Q12.75	Q12.75
	Prestaciones 50%			50%	Q23.38

SUB-TOTAL

Q70.13

PRECIO

Q595.64

BORDILLO				
UNIDAD DE COSTO:		ml		
Materiales, Equipo y Maquinaria				
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit. Costo Total
1	Cemento	Bolsa	0.430	Q55.76 Q23.98
2	Arena	m3	0.027	Q163.21 Q4.41
3	Piedrín	m3	0.032	Q238.02 Q7.50
4	Madera para formaletas	pie	3.000	Q4.76 Q14.28
5	Clavo de 3"	Libra	0.100	Q6.80 Q0.68
6	Concretera	hora	0.045	Q136.01 Q6.12
Nota: El Costo de la Concretera Incluye Lubricantes y Combustible.				
SUB-TOTAL				Q56.97
Mano de Obra Calificada				
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit. Costo Total
1	Albañil	m3	0.320	Q12.75 Q4.08
	Prestaciones 50%			50% Q2.04
SUB-TOTAL				Q6.12
PRECIO				Q63.09

ROTULO DE PROYECTO				
UNIDAD DE COSTO:		UNIDAD		
Materiales, Equipo y Maquinaria				
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit. Costo Total
1	Suministro y Colocación de Rótulo de identificación del Proyecto de dimensiones no mayores de 2.00 metros X 1.25 metros de metal con sus respectivos soportes	Unidad	1.000	Q3,400.27 Q3,400.27
SUB-TOTAL				Q3,400.27
Mano de Obra Calificada				
No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit. Costo Total
1	Albañiles	Unidad	1.000	Q190.42 Q190.42
	Prestaciones 50%			50% Q95.21
SUB-TOTAL				Q285.62
PRECIO				Q3,685.90

PAVIMENTO HIDRÁULICO

UNIDAD DE COSTO: m3

Materiales, Equipo y Maquinaria

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Cemento	Bolsa	9.000	Q55.76	Q501.88
2	Arena	m3	0.514	Q163.21	Q83.94
3	Piedrín	m3	0.771	Q238.02	Q183.61
4	Madera para formaletas	pie	6.000	Q4.76	Q28.56
5	Clavo de 3"	Libra	0.150	Q6.80	Q1.02
6	Concreteira	hora	0.333	Q136.01	Q45.34
7	Pulidora (para corte para inducir fractura)	hora	0.089	Q476.04	Q42.27
8	Neopreno (sello de Juntas)	Libra	2.500	Q170.01	Q425.03

Nota: El Costo de la Concreteira
Incluye Lubricantes y Combustible.

SUB-TOTAL					Q1,311.66
-----------	--	--	--	--	-----------

Mano de Obra Calificada

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	Albañil	m3	0.333	Q12.75	Q4.25
2	Operador de Pulidora	hora	0.089	Q12.75	Q0.57
3	Operador para Sellado de Juntas	hora	0.089	Q12.75	Q0.57
	Prestaciones 50%			50%	Q2.70

SUB-TOTAL					Q8.10
-----------	--	--	--	--	-------

PRECIO					Q1,319.76
--------	--	--	--	--	------------------

6.2 Presupuesto drenaje sanitario

**Tabla IX. Presupuesto drenaje sanitario
Santa Cruz Naranjo – aldea Potrerillos**

DRENAJE SANITARIO SANTA CRUZ NARANJO - ALDEA POTRERILLOS MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ EL NARANJO, SANTA ROSA
--

RESUMEN DE PRESUPUESTO GENERAL POR RENGLON

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Preliminares	1,535	ml	Q 100.00	Q 153,500.00
2	Movimiento de tierras	1,535	ml	Q 311.98	Q 478,884.00
3	Colector Principal	1,535	ml	Q 214.66	Q 329,497.29
4	Pozos de visita	40	unidad	Q 8,896.73	Q 355,869.34
5	Conexiones domiciliarias	93	unidad	Q 2,554.59	Q 237,576.99

TOTAL	Q 1,555,327.62
--------------	-----------------------

PRECIO POR KILOMETRO	Q 1,013,242.75
-----------------------------	-----------------------

CONCLUSIONES

1. El proyecto de alcantarillado sanitario se diseñó con base a las normas Instituto de Fomento Municipal (INFOM) 2001, los criterios y demás especificaciones que se aplicaron fueron para satisfacer las necesidades de diámetro, pendientes, materiales y demás variables que el diseño del sistema requirió, estableciendo que el proyecto si satisface las necesidades y contribuye al desarrollo de la comunidad.
2. El diseño de éste pavimento rígido cumplió los estándares propuestos por el método de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 1993, y aunque ha resultado difícil establecer una correlación sencilla, manejable en una prueba de laboratorio que sea simple y fácil de estandarizar o interpretar debido al complicado y variado comportamiento real de los materiales usados en los pavimentos, haciendo que no exista un método de diseño de espesores que pueda aplicarse con confianza absoluta, este método ha demostrado ser eficaz al momento de ser utilizado para el diseño de carreteras.
3. Se determinó revisar con parámetros de valores en proyectos anteriores realizados por la municipalidad, determinando que el cálculo de los costos de los presupuestos produjo resultados con valores aceptables, y esto se debe a que se utilizaron precios de materiales y mano de obra de la región buscando que reflejaran valores lo más cercanos posibles a la realidad y condiciones del lugar.

4. La municipalidad estableció que sí es posible minimizar al máximo las causas de contaminación ambiental que puedan producirse, si se siguen las medidas de mitigación indicadas en este documento, a fin de evitar riesgos en la ejecución de estos proyectos.

RECOMENDACIONES

1. Para garantizar un buen funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario, se debe realizar periódicamente un mantenimiento preventivo al sistema, revisiones a los pozos de vista, principalmente antes y después de cada invierno, de manera que se pueda evitar que surjan problemas que puedan incidir en un alto costo.
2. Difundir información acerca del uso del alcantarillado sanitario, ya que los habitantes tienden a utilizar el drenaje para arrojar basura, u otros objetos, los cuales producen taponamientos, estancamientos de agua, que causa malos olores y criaderos de zancudos, los cuales pueden atraer enfermedades.
3. La construcción de los proyectos deberá apearse a las especificaciones e información descrita en planos, ya que cualquier variación puede influir en el rendimiento del los sistemas y en la vida útil del proyecto.
4. Es importante controlar y regular los bancos de extracción de agregados, ya que de él dependerá el resultado de la calidad del concreto, la base, o bien del lugar donde el agregado será aplicado, pues la resistencia, la capacidad soporte y el resultado de pruebas por acción de las cargas aplicadas, definirán si el banco de agregados puede ser utilizado, o si ya no se debe utilizar.
5. Analizar la conformación y compactación de la sub-rasante y la base, por medio de un laboratorio de suelos, ya que garantizará obtener un buen resultado en la capacidad soporte y en la construcción del proyecto de pavimentación del tramo carretero.

6. Se debe implementar todo tipo de acción y medida encaminada a contrarrestar y minimizar cualquier tipo de impacto ambiental adverso, que se pueda producir durante las diferentes fases de la ejecución en la construcción de los proyectos, los cuales vengan a alterar los ecosistemas del lugar.

7. Para la construcción de los proyectos se sugiere una estricta coordinación entre el departamento técnico de la Municipalidad y los beneficiados, para evitar cualquier tipo de atraso durante todo el proceso constructivo, a fin de no afectar la libre locomoción de los habitantes del lugar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Manual Centroamericano de Normas para el Diseño y Construcción y Mantenimiento de Carreteras. Secretaría de Integración Económica Centroamericana –SIECA-USAID. Guatemala; noviembre de 2002.
2. Cabrera Chávez, Jacobo. Diseño de Tramo Carretero para El Acceso Directo a La Aldea El Astillero y Sistema de Alcantarillado Sanitario para La Colonia El Recuerdo, Municipio de Masagua, Departamento de Escuintla. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2006.
3. Especificaciones Generales para La Construcción de Carreteras y Puentes. Dirección General De Caminos, Ministerio De Comunicaciones Y Obras Públicas. República de Guatemala, impresos industriales, 1975.
4. García Mérida, Melvin Lois, Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pavimentación de La Aldea El Paraíso del Municipio de Palencia, Guatemala, Trabajo de Graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Septiembre 2002

ANEXOS

**Figura. 5. Relaciones aproximadas entre el tipo de suelo
(Clasificado con el sistema unificado),
Valor relativo soporte, y módulo de reacción.**

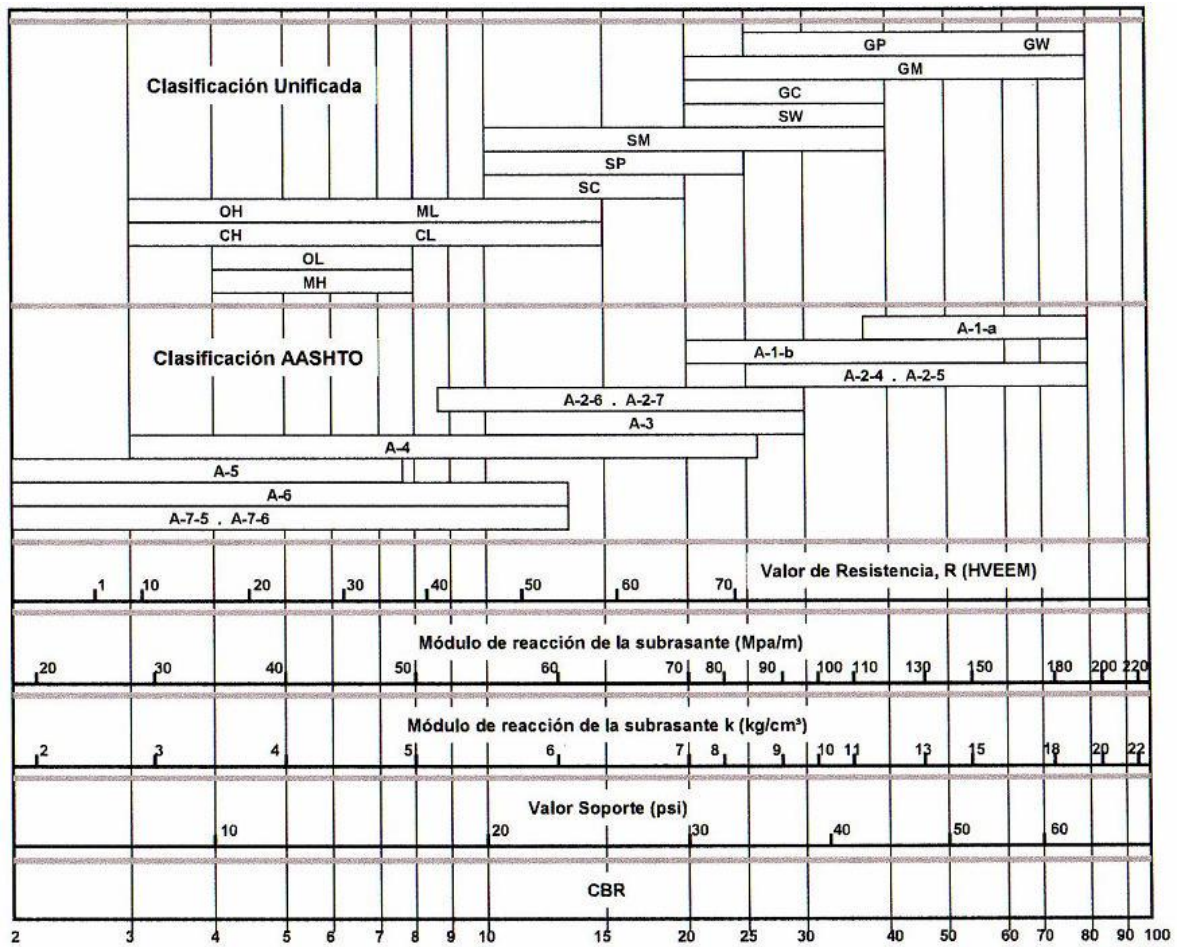


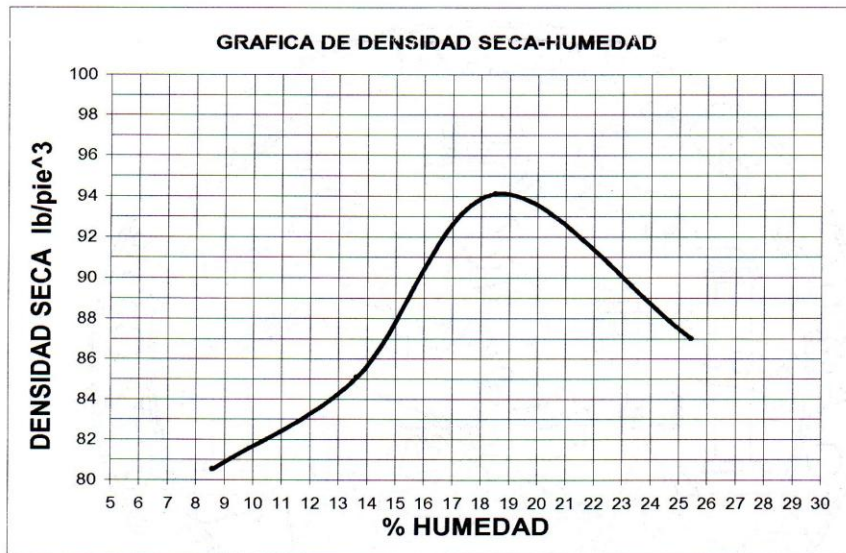
Figura 6. Ensayos de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 442 S.S. O.T. No.: 20.813
Interesado: Edy Fernando Gonzalez Gómez
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS
Ubicación: Municipio de Santa Cruz Naranjo, Departamento de Santa Rosa
Fecha: 7 de noviembre de 2006



Muestra No.: 1
Descripción del suelo: Arena pómez limosa color beige
Densidad seca máxima γ_d : 1.508 Kg/m³ 94.11 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 18.5 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



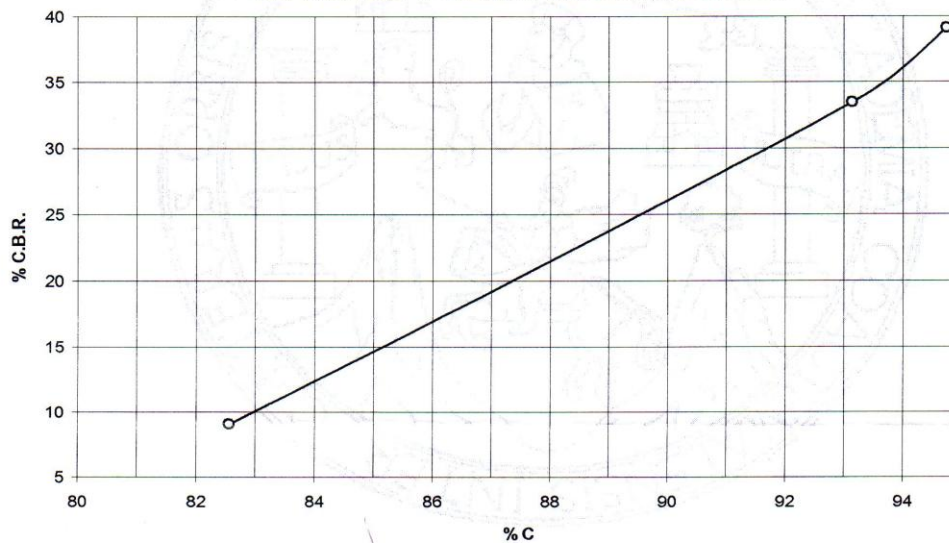
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 443 S.S. O.T. No.: 20.813
Interesado: Edy Fernando Gonzalez Gómez
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS
Ubicación: Municipio de Santa Cruz Naranjo, Departamento de Santa Rosa
Descripción del suelo: Arena pómez limosa color beige
Muestra No.: 1
Fecha: 7 de noviembre de 2006

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d kg/m ³			
1	10	16.88	1244.7	82.56	0.1	9.1
2	30	16.88	1404.2	93.14	0.1	33.4
3	65	16.88	1428.3	94.74	0.1	39.1

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR CI/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 444 S.S.

O.T. No. 20,813

Interesado: Edy Fernando Gonzalez Gómez

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Procedencia: Municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa

Fecha: 7 de noviembre de 2006

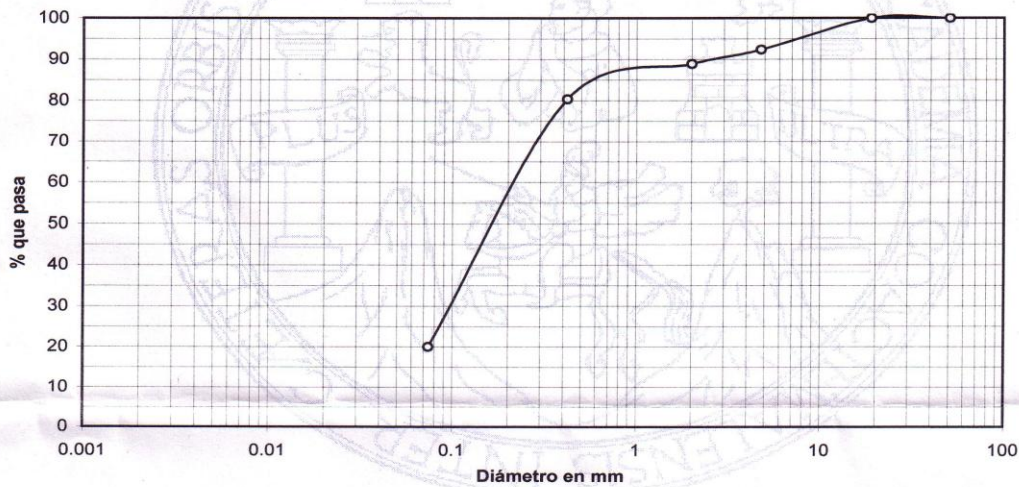
Muestra No.

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.8	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	92.41
10	2.00	88.89
40	0.42	80.35
200	0.074	20.00

% de Grava: 7.59

% de Arena: 46.88

% de Finos: 45.53



Descripción del suelo: Balasto (grava areno arcillosa) color beige

Clasificación: S.C.U.: CL P.R.A.: A-2-7

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC.



Omar E. Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No 445 S.S.

O.T. No. 20.813

Interesado: Edy Fernando Gonzalez Gómez
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa

FECHA: 7 de noviembre de 2006

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	no plastico	no liquido	SM	Arena pomez limosa color beige

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

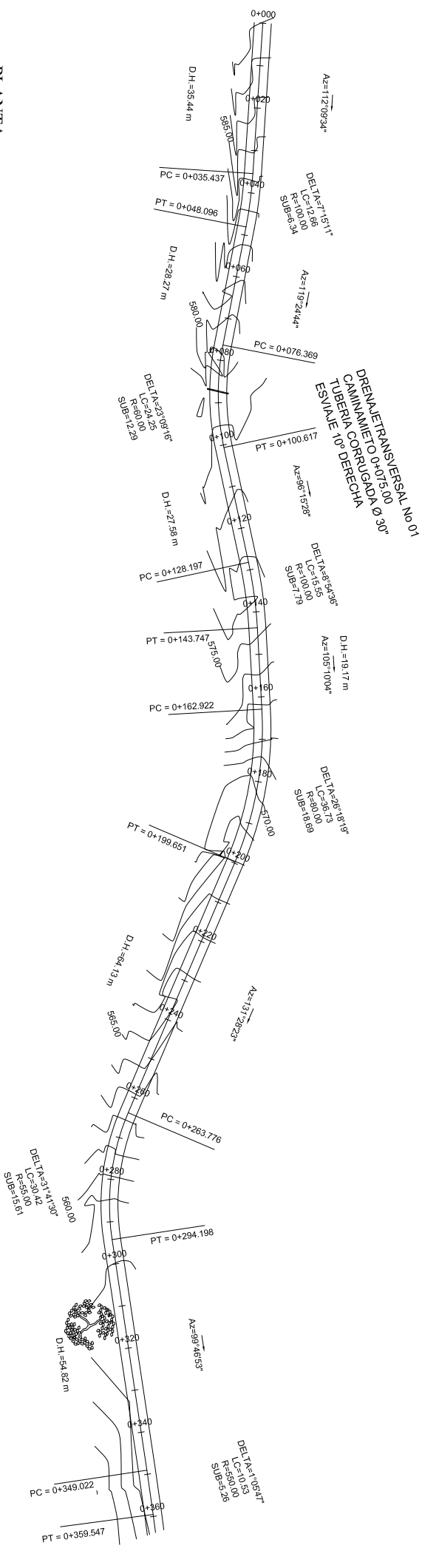
Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CII/USAC

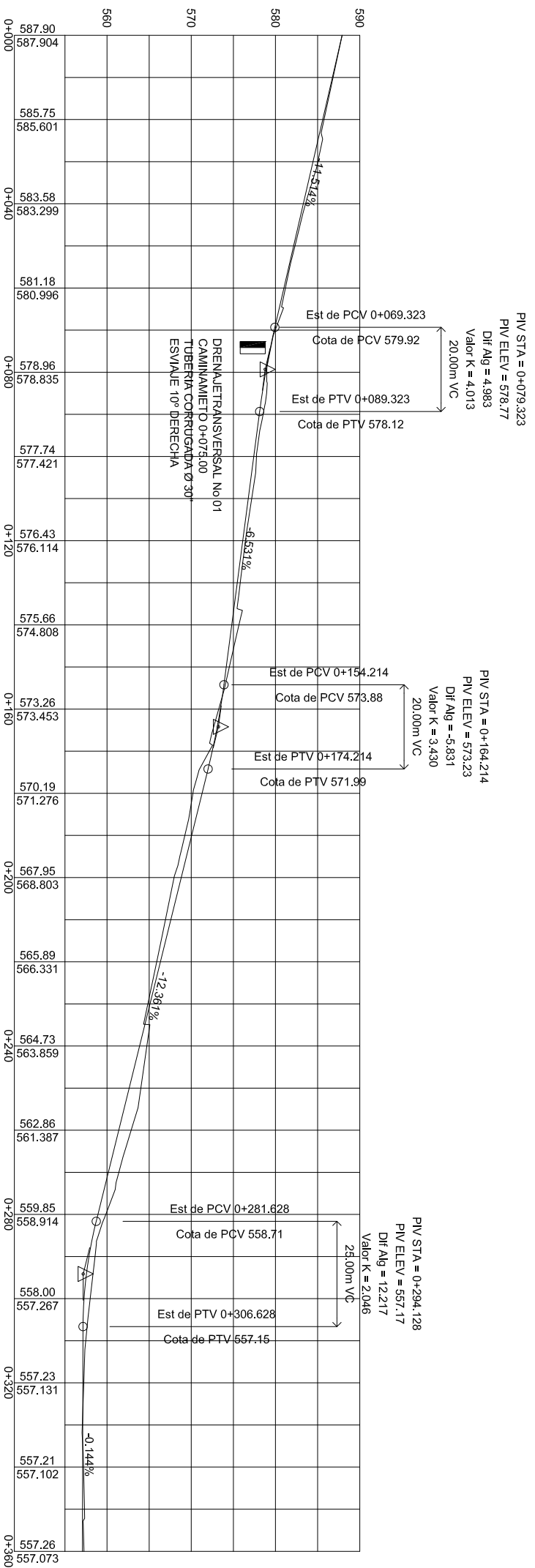


Omar E. Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



PLANTA PAVIMENTO

ESCALA 1/1000



SIMBOLOGIA

06+204.4	Cambio de una temporera volante en metros
109.86 m.	Distancia horizontal de una tangente en metros.
PC = 0+109.86	Caminiamento del principio de curva horizontal
PI = 0+128.97	Caminiamento del principio de tangente horizontal
PT = 0+155.208	Caminiamento del principio de curva horizontal
Ea, PCV = 0+138.51	Elevacion del principio de curva vertical
Ea, PTV = 0+142.19	Elevacion del principio de tangente vertical
Ea, PTV = 0+142.19	Elevacion del principio de curva vertical
P.V. Máximo Elev = 147.94	Elevacion del punto máximo sobre la curva vertical.
P.V. Mínimo Elev = 147.94	Elevacion del punto mínimo sobre la curva vertical.
P.V. Máximo Elev = 147.94	Elevacion del punto máximo sobre la curva vertical.
P.V. Mínimo Elev = 147.94	Elevacion del punto mínimo sobre la curva vertical.
P.V. Máximo Elev = 147.94	Elevacion del punto máximo sobre la curva vertical.
P.V. Mínimo Elev = 147.94	Elevacion del punto mínimo sobre la curva vertical.

PERFIL LONGITUDINAL PAVIMENTO

ESCALA VERT 1/500 ESCALA HORT 1/1000



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

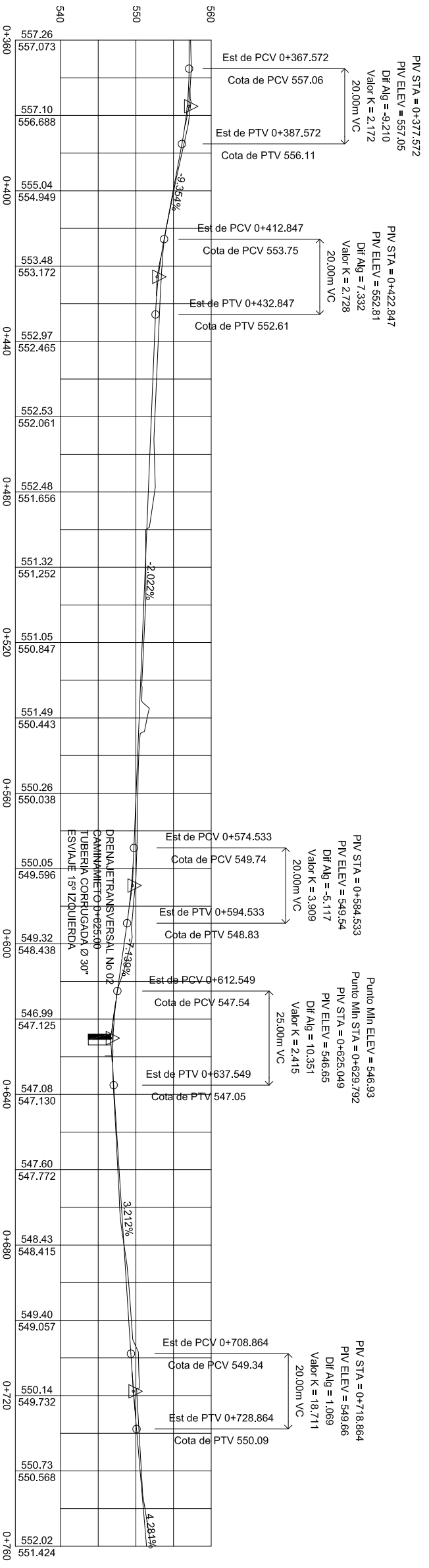
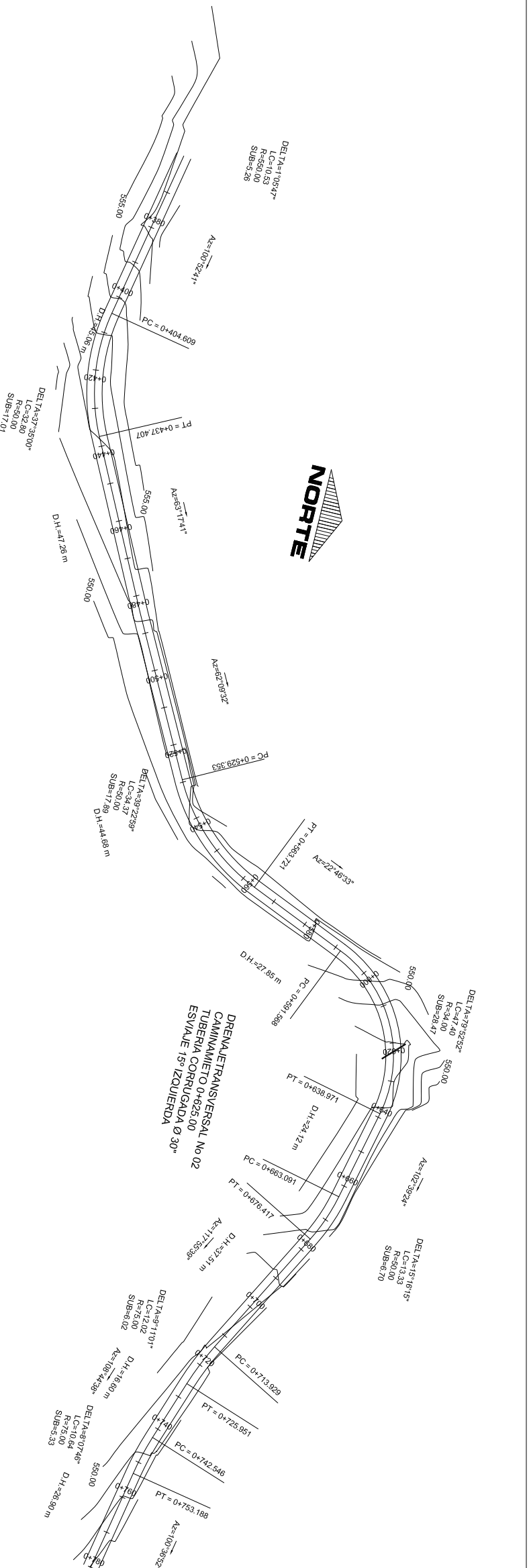
Proyecto: Pavimento Rígido
Plano de: Santa Cruz Narancio - Aldea Petretillos
0+0.00 A 0+360.00

Municipalidad Santa Cruz Narancio, Santa Rosa

Diseño	Fernando González	Carne	1997-12597
Cálculo	Fernando González		
Dibujo	Fernando González		
Fecha	Marzo 2007		
Escalafón Planta	1:1,000		
Escalafón Perfil	1:500		
Esc. Horiz.	1:500		
Esc. Vert.	1:500		
Proyecto	Ingeniería de Vialidad		
Asesor	Fernando González		
Asesor	Fernando González		

PLANTA PAVIMENTO

ESCALA 1/1000



PERFIL LONGITUDINAL PAVIMENTO

ESCALA VERT 1/300 ESCALA HORIZ 1/1000

Simbología

	Cemento y arena tipo I y II
	Asfalto tipo AC-20, AC-25, AC-30
	Alcantarilla
	Pendiente
	Cambio de pendiente
	Acera
	Caja de drenaje
	Manojo
	Drenaje
	Tubería corrugada
	Manojo de tubería
	Rejilla
	Rejilla de drenaje
	Rejilla de alcantarilla
	Rejilla de drenaje de la calle
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza

Simbología

	Cemento y arena tipo I y II
	Asfalto tipo AC-20, AC-25, AC-30
	Alcantarilla
	Pendiente
	Cambio de pendiente
	Acera
	Caja de drenaje
	Manojo
	Drenaje
	Tubería corrugada
	Manojo de tubería
	Rejilla
	Rejilla de drenaje
	Rejilla de alcantarilla
	Rejilla de drenaje de la calle
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza
	Rejilla de drenaje de la plaza

E.P.S.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

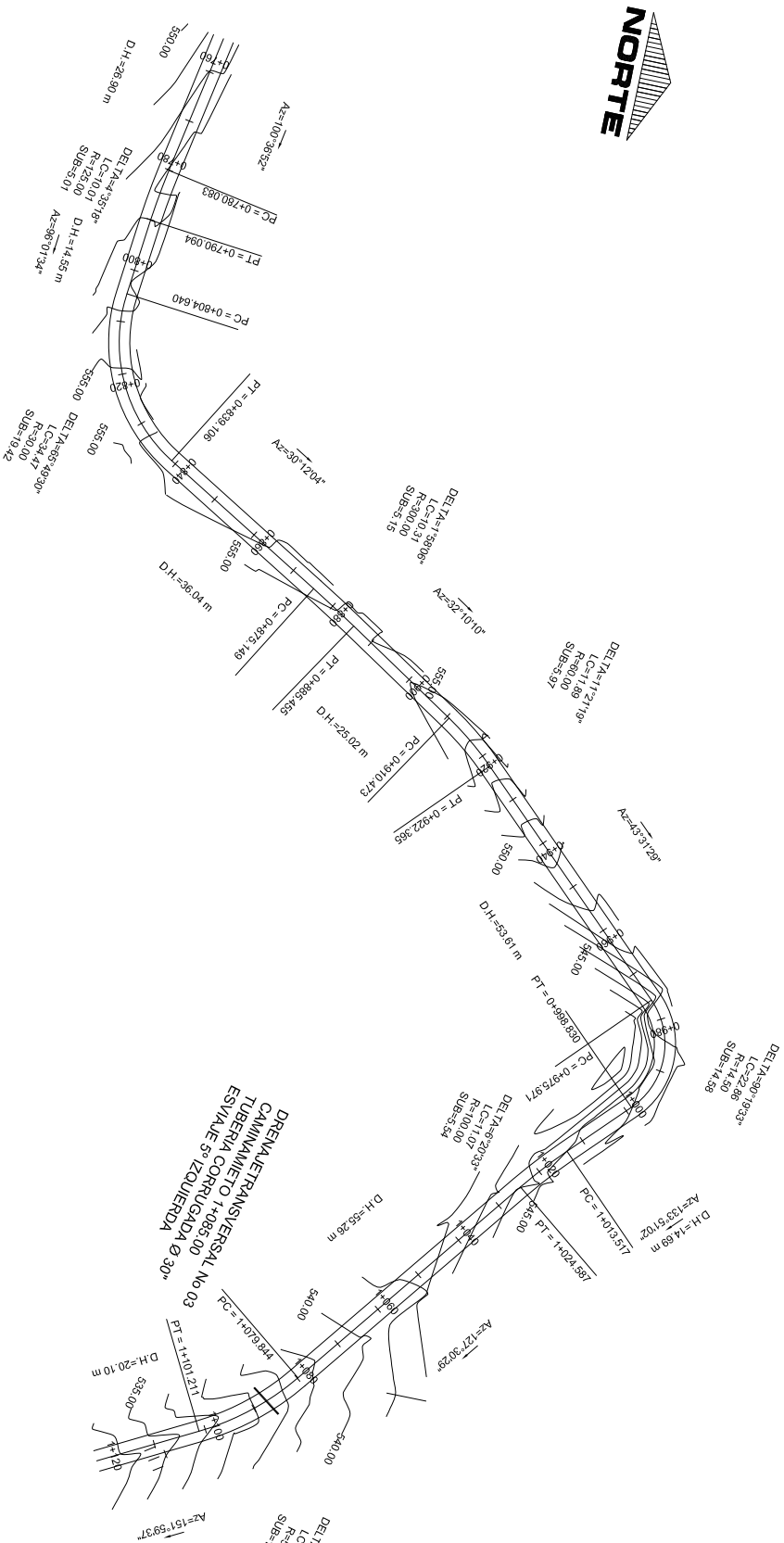
Proyecto: PAVIMENTO RIGIDO
Plano de: SANTA CRUZ NARANJO - ALDEA POTRERILLOS
Municipalidad: SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA

Diseño: Fernando González
Cálculo: Fernando González
Dibujo: Fernando González
Fecha: Marzo 2007

Escalera Plana 1:1,000
Esc. de Perfil 1:500
Esc. Horiz. 1:500

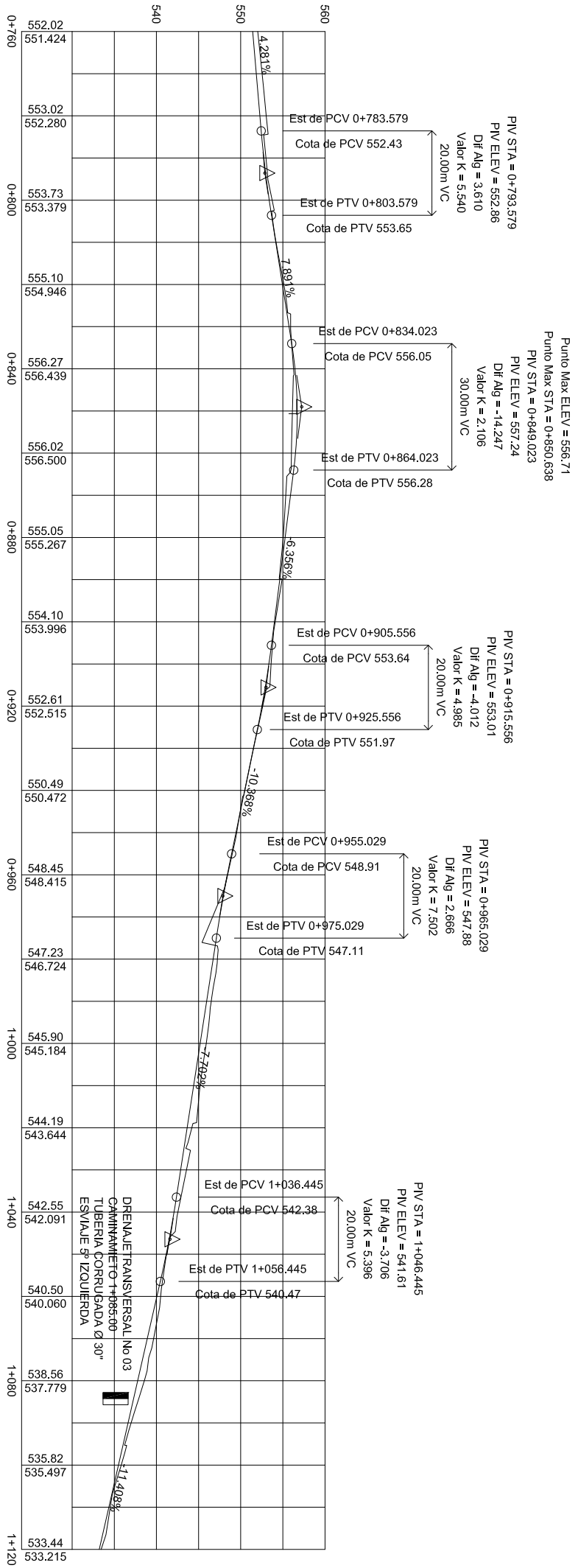
Ing. Manuel Arraillaga - Asesor
Fernando González - Epesista

Hoja: 2/11



PLANTA
PAVIMENTO

ESCALA 1/1000



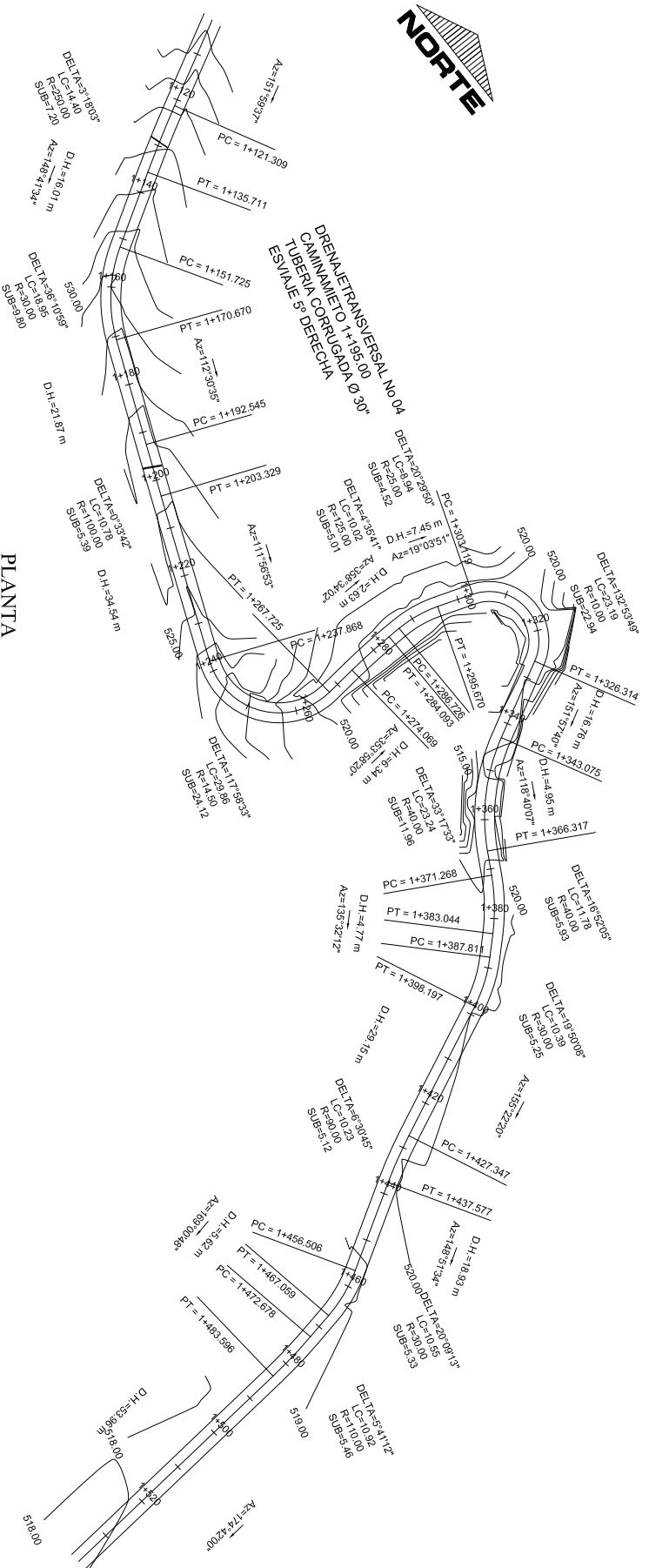
ESCALA VERT 1/500 ESCALA HORIZ 1/1000

SIMBOLOGIA	
	0+1020 Cambio en elevación en metros
	06+204.47 Admitir de una tangente
	109.58 m. Distancia horizontal de una tangente en metros.
	PC = 0+109.58 Punto de Curva
	PI = 0+128.97 Punto de Intersección
	Est. PCV 0+352.08 Estación del punto de curva vertical
	LC=24.37 Longitud de curva vertical
	Cota PTV 553.51 Cota del punto de tangencia vertical
	Est. PTV 441.13 Estación del punto de tangencia vertical
	Pto. Máximo Elev = 147.94 Elevación del punto máximo sobre la curva vertical.
	Pto. Mínimo Elev = 147.94 Elevación del punto mínimo sobre la curva vertical.
	PIV STA = 0+367.08 Punto de Intersección Vertical
	Dif. Algebraica = -2.95 Diferencia algebraica de pendientes (Entrada y salida a la curva).
	Valor K para la longitud de curva vertical para USLMASD de parada. Valor K para la longitud de curva vertical para USLMASD de parada.
	Valor K para la longitud de curva vertical para USLMASD de parada. Valor K para la longitud de curva vertical para USLMASD de parada.
	Pto. Máximo Elev = 147.94 Elevación del punto máximo sobre la curva vertical.
	Pto. Mínimo Elev = 147.94 Elevación del punto mínimo sobre la curva vertical.
	PIV STA = 0+497.33 Punto de Intersección Vertical
	30.88 m. Valor VC
	107.05% Puntos de referencia establecidos en campo, admitir y distancia horizontal
	Colocación de tubería para desagua pluvial en planta.
	Colocación de tubería para desagua pluvial en perfil.
	Construcción de vivienda existente



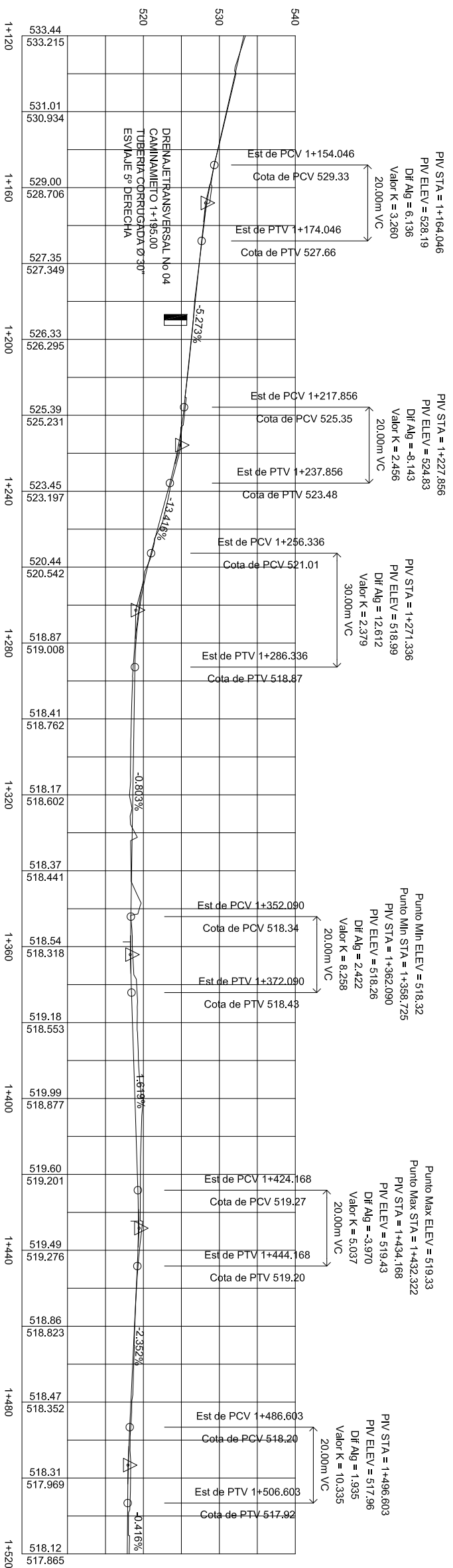
E.P.S.
 Proyecto: Pavingento Rígido
 Santa Cruz Naranjo - Aldea Potrerillos
 Plano de: PLANTA Y PERFIL
 0+760.00 A 1+120.00
 Propietario: Municipalidad Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa
 Epesista: Edy Fernando González Gómez
 Carné: 1997-12597
 Fecha: Marzo 2007
 Escalas: Plana 1:1,000
 Est. Horiz. 1:1,000
 Est. Vert. 1:500

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervisado
 Diseñador: Fernando González
 Epesista: Edy Fernando González Gómez
 Carné: 1997-12597
 Ing. Manuel Arrullaga Asesor
 Fernando González Epesista
 Hoja 3 de 11



PLANTA
PAVIMENTO

ESCALA 1/1000



PERFIL LONGITUDINAL
PAVIMENTO

ESCALA VERT 1/500 ESCALA HORIZ 1/1000

SIMBOLOGIA	
	0+1200 = Cambio de radio de curva en metros
	06+207.44 = Admitir de una tangente
	109.58 m = Distancia horizontal de una tangente en metros.
	PC = 0+109.58 = Cambio de punto de inicio de curva horizontal
	PT = 0+128.97 = Cambio de punto de fin de curva horizontal
	Est. PCV = 0+352.08 = Cambio de punto de inicio de curva vertical
	Cota PCV = 518.26 = Elevación del punto de inicio de curva vertical
	Cota PTV = 441.13 = Elevación del punto máximo sobre la curva vertical.
	Pto. Mínimo ELEV = 147.94 = Elevación del punto mínimo sobre la curva vertical.
	PIV STA = 0+497.08 = Cambio de punto de intersección vertical
	PIV STA = 140.18 = Diferencia algebraica de pendientes (Entrada y salida a la curva).
	Valor L = 200.00 = Longitud de la curva vertical para USABILIDAD de paradas.
	Valor L = 200.00 = Longitud de la curva vertical para USABILIDAD de paradas.
	Pto. Mínimo STA = 147.94 = Elevación del punto mínimo sobre la curva vertical.
	Pto. Mínimo STA = 0+497.33 = Cambio de punto mínimo sobre la curva vertical.
	Punto de referencia establecido en campo, admitir y distancia horizontal
	Colocación de tubería para desahoga pluvial en planta.
	Colocación de tubería para desahoga pluvial en perfil.
	Construcción de vivienda existente

E.P.S.

Proyecto: **Universidad de San Carlos de Guatemala**
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

Pavimento Rígido
Santa Cruz Naranjo - Aldea Potrerillos

Plano de: **PLANTA Y PERFIL**
1+120.00 A 1+520.00

Proprietario: **Municipalidad Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa**

Diseño	Fernando González
Calculo	Fernando González
Dibujo	Fernando González
Fecha	Marzo 2007

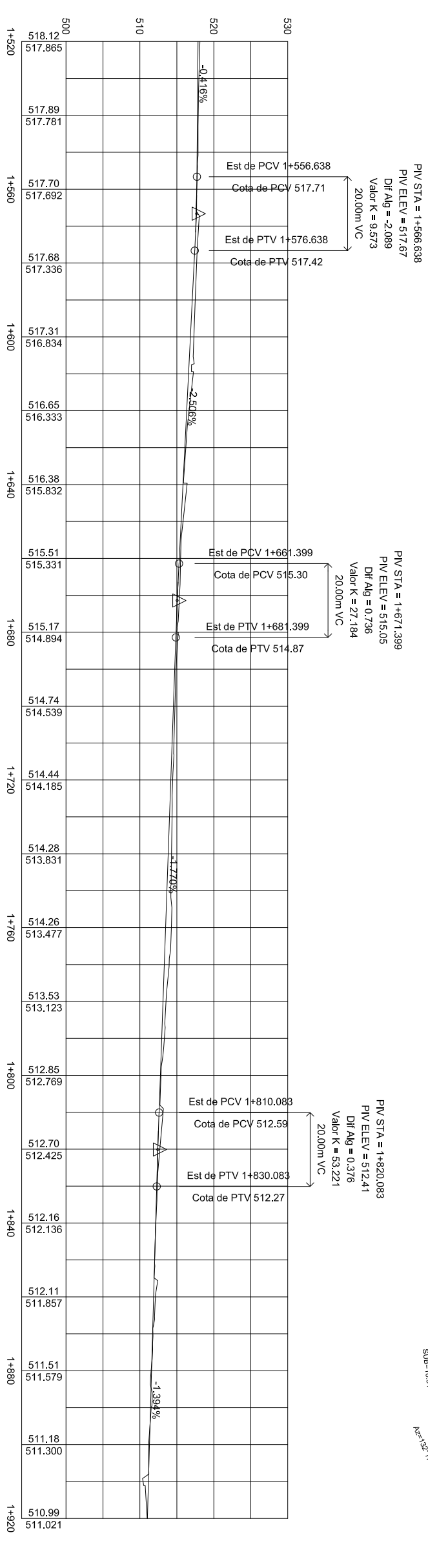
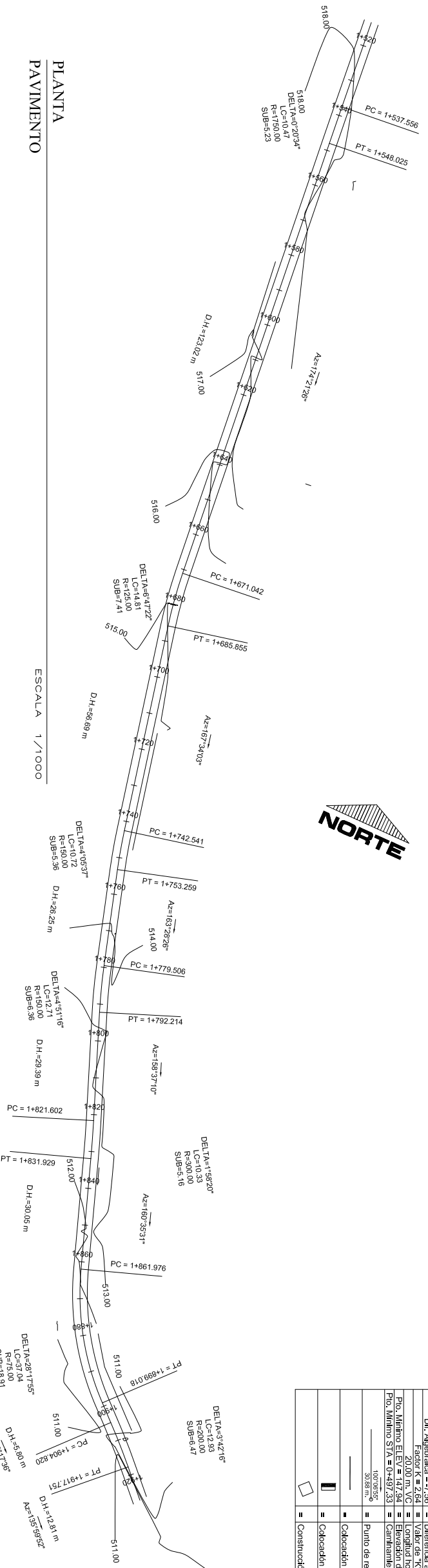
Escalafón Planta	1:1,000
Escalafón Perfil	1:100
Esc. Horiz.	1:500
Esc. Vert.	1:500

Vo.Bo.	Ing. Manuel Arrullaga
	Fernando González
	Epefista

Carre	1997-12597
Hoja	4
	11

SIMBOLOGIA	
	0+1020 Cambiamento como mas vehle en metros
	06+207.44* Admiti de una tangente
	109.58 m. Distancia horizontal de una tangente en metros.
	PC=0+109.58 Cambiamento del principio de curva horizontal
	Pi=0+128.97 Cambiamento del principio de tangente horizontal
	Est. PCV=0+352.08 Cambiamento del principio de curva vertical
	Cota PCV=355.51 Elevacion del punto de curva vertical
	Cota PTV=441.13 Elevacion del punto de tangente vertical
	Pto. Maximo ELEV=147.94 Elevacion del punto maximo sobre la curva vertical.
	Pto. Minimo ELEV=147.94 Elevacion del punto minimo sobre la curva vertical.
	Pto. Minimo STA=0+497.33 Cambiamento del punto minimo sobre la curva vertical.
	Pto. Maximo STA=140.18 Elevacion del punto maximo sobre la curva.
	Dif. Algebraica = 2.95 Diferencia algebraica de pendientes (Entrada y salida a la curva).
	Valor K para la longitud de curva vertical para USHMS de paraba.
	Valor K para la longitud de curva vertical para USHMS de paraba.
	Pto. Minimo ELEV=147.94 Elevacion del punto minimo sobre la curva vertical.
	Pto. Maximo STA=0+497.33 Cambiamento del punto maximo sobre la curva vertical.
	Punto de referencia establecido en campo, admiti y distancia horizontal
	107.05m
	30.88m
	Codificacion de libreta para deseara pluvial en planta.
	Codificacion de libreta para deseara pluvial en perfil.
	Construccion de vivienda existente

PLANTA
PAVIMENTO



PERFIL LONGITUDINAL
PAVIMENTO

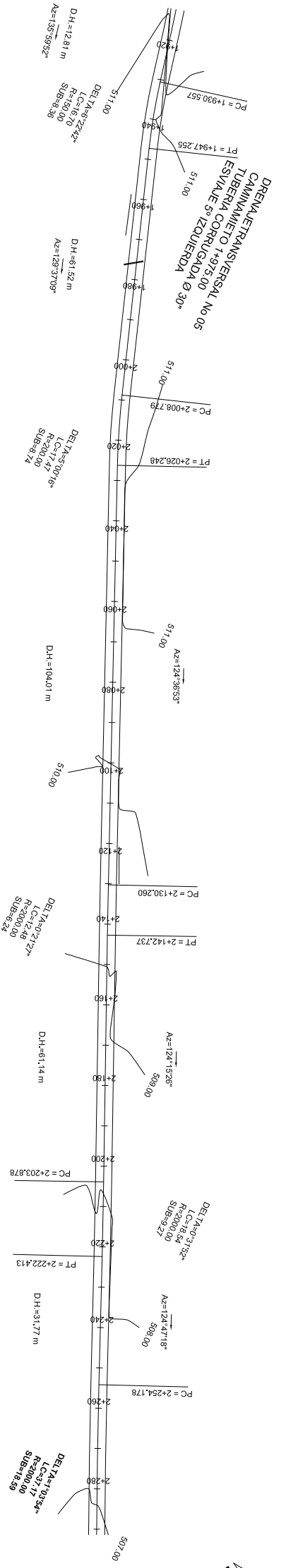
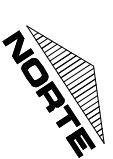


Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

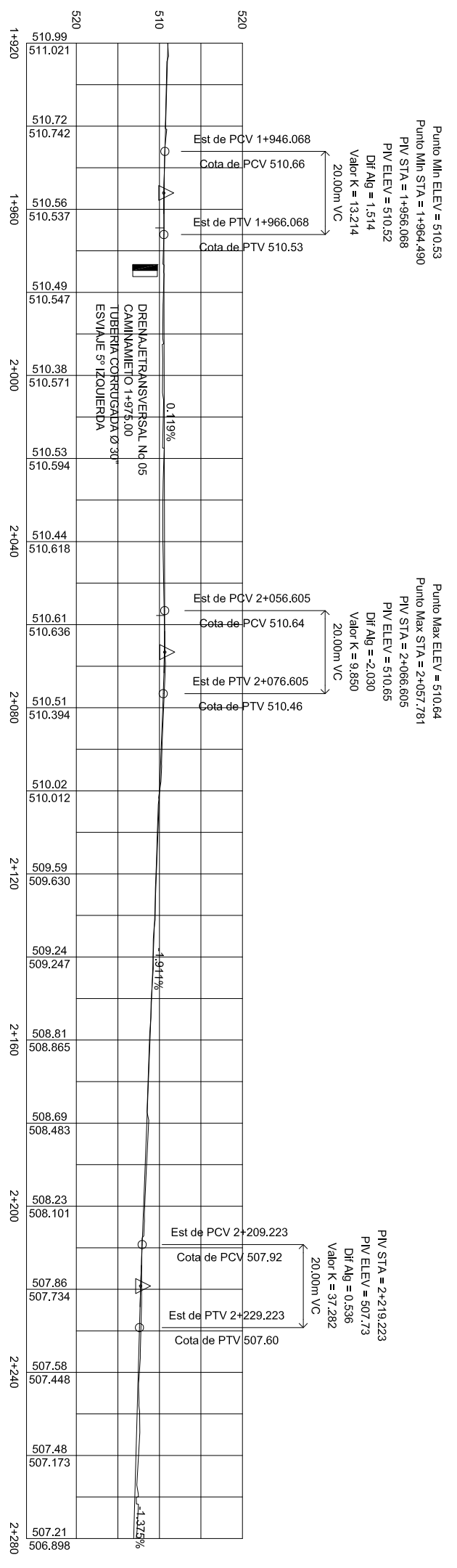
Proyecto: Pavimento Rígido
 Santa Cruz Naranjo - Aldea Potrerillos
 Plano de PLANTA Y PERFIL
 1+1520.00 A 1+920.00

Diseño	Fernando González	Carre	1997-12597
Calado	Fernando González		
Dibujo	Fernando González		
Fecha	Marzo 2007		
Escalafón	Planta 1:1,000		
	Est. Horiz. 1:1,000		
	Est. Vert. 1:300		

Ing. Manuel Arriollaga Asesor
 Fernando González Epefista



PLANTA
PAVIMENTO
ESCALA 1/1000

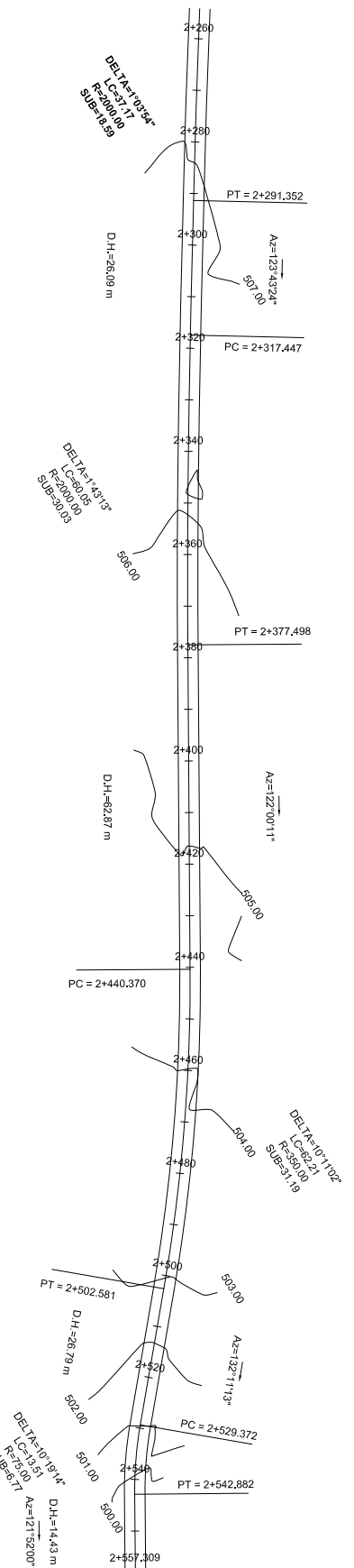


PERFIL LONGITUDINAL
PAVIMENTO
ESCALA VERT 1/500 ESCALA HORT 1/1000

	Construcción de vereda existente
	Construcción de vereda nueva
	Construcción de vereda nueva con albarda
	Construcción de vereda nueva con albarda y canal
	Construcción de vereda nueva con albarda y canal y drenaje

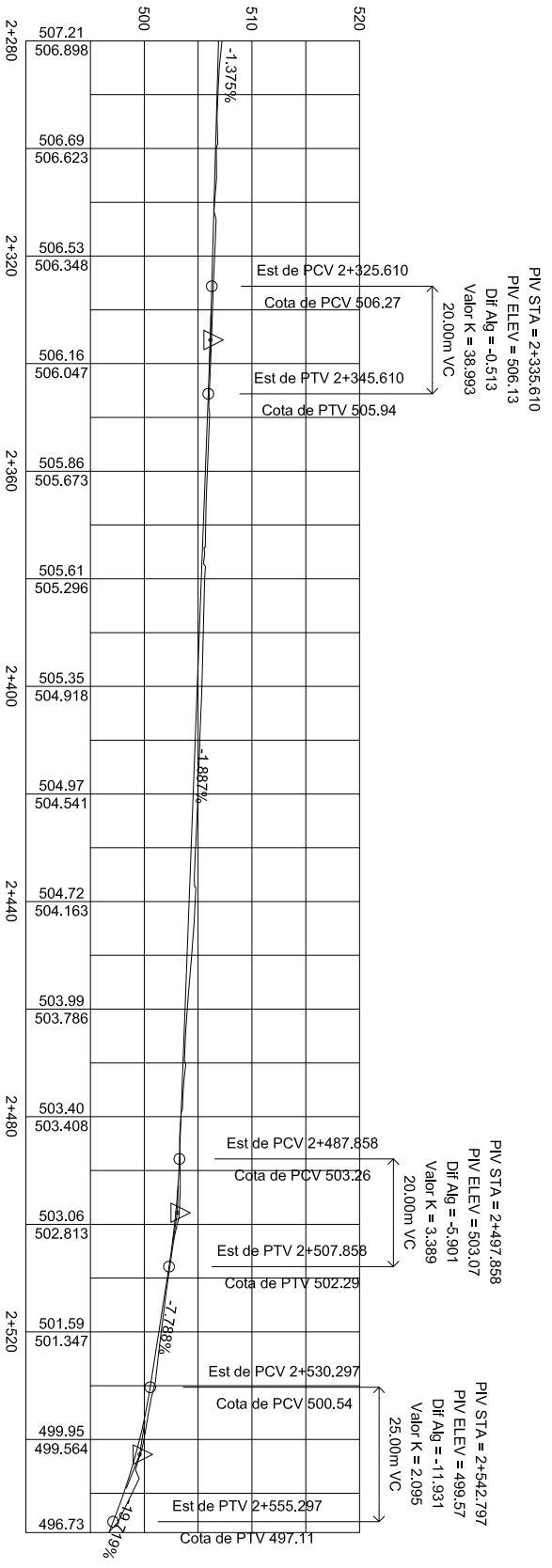
	Perfil de terreno
	Perfil de pavimento existente
	Perfil de pavimento a construir
	Perfil de pavimento a construir con albarda
	Perfil de pavimento a construir con albarda y canal
	Perfil de pavimento a construir con albarda y canal y drenaje

Proyecto: Pavimento Rígido	
Facultad de Ingeniería	
Ejercicio Profesional Supervisado	
Santa Cruz Narango - Aldea Petretillos	
PLANTA Y PERFIL	
1+920.00 A 2+280.00	
Proprietario: Municipalidad Santa Cruz Narango, Santa Rosa	
Especialista: Edy Fernando González Gómez	
Fecha: Mayo 2007	
Escala: Est. de Perfil 1:1,000	
Esc. HORIZ. 1:1,500	
Esc. VERT. 1:500	
Ing. Manuel Arrullaga Asesor	
Fernando González Espeñista	
Carné 1997-12597	
Hoja 6	
11	



PLANTA
PAVIMENTO

ESCALA 1/1000



PERFIL LONGITUDINAL
PAVIMENTO

ESCALA HORIZ 1/500 ESCALA VERT 1/1000

SIMBOLOGÍA

0+1020	■	Cambio de signo en metros
06°20'44"	■	Admiral de una tangente
109.58 m.	■	Distancia horizontal de una tangente en metros.
PC = 0+109.58	■	Camhiamiento del principio de curva horizontal
PI = 0+128.97	■	Camhiamiento del principio de curva vertical
Est. PCV = 0+352.08	■	Camhiamiento del principio de curva vertical.
Cota PCV = 353.51	■	Elevación del punto de curva vertical.
Elev. PTV = 441.43	■	Elevación del punto de intersección vertical.
Cota PTV = 441.43	■	Elevación del punto máximo sobre la curva vertical.
Pto. Máximo ELEV = 147.94	■	Elevación del punto máximo sobre la curva vertical.
Pto. Máximo STA = 0+497.33	■	Camhiamiento del punto de intersección vertical
PIV STA = 0+497.08	■	Elevación del punto de intersección vertical
Dif. Algebraica = -2.95	■	Diferencia algebraica de pendientes (Entrada y salida a la curva).
1000'000	■	Valor de la longitud de curva vertical para USMI&T de paradas.
Fa=0.00	■	Elevación del punto mínimo sobre la curva vertical.
Pto. Mínimo ELEV = 147.94	■	Elevación del punto mínimo sobre la curva vertical.
Pto. Mínimo STA = 0+497.33	■	Camhiamiento del punto mínimo sobre la curva vertical.
107'000	■	Punto de referenda establecida en campo, admittir y distancia horizontal
30.88 m²	■	Codificación de tubería para desageo pluvial en planta.
█	■	Codificación de tubería para desageo pluvial en perfil.
□	■	Construcción de vivienda existente

E.P.S.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

Proyecto: Pavimento Rígido
Santa Cruz Naranjo - Aldea Potrervillos

Plano de PLANTA Y PERFIL
2+280.00 A 2+520.00

Propietario: Municipalidad Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa

Diseño: Fernando González
Cálculo: Fernando González
Dibujo: Fernando González

Fecha: Marzo 2007

Escalera: Plano 1:1,000
Esc. de Perfil 1:200
Esc. Horiz.: 1:500
Esc. Vert.: 1:300

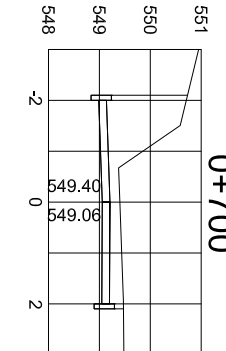
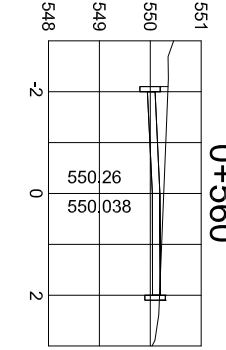
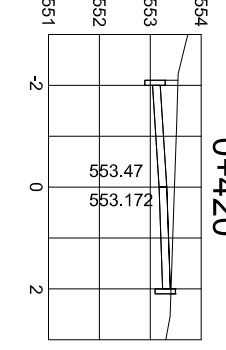
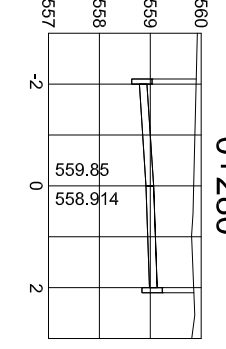
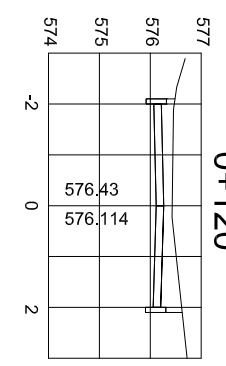
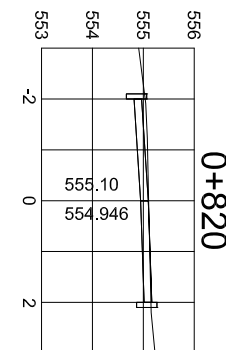
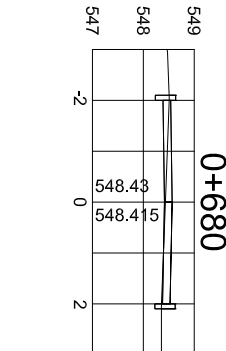
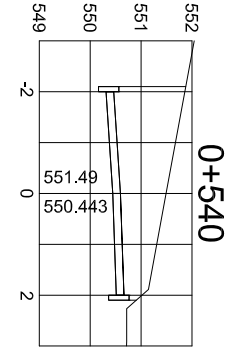
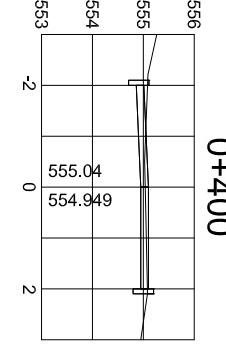
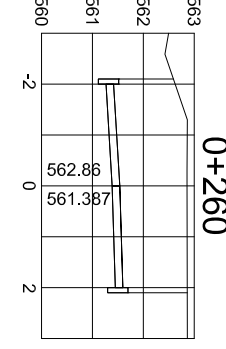
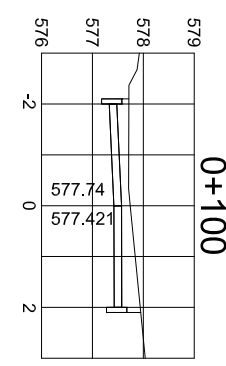
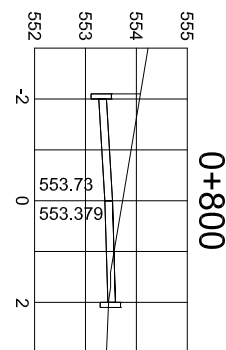
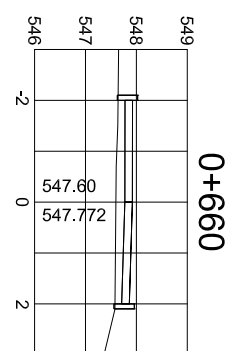
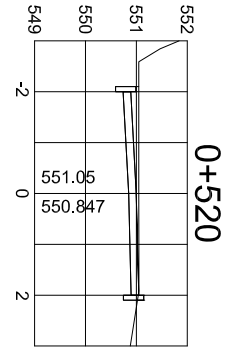
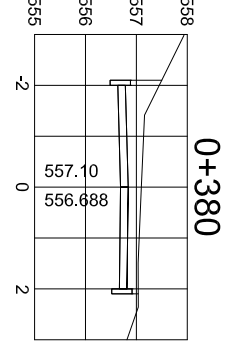
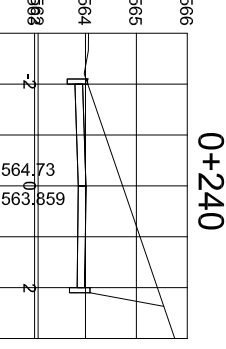
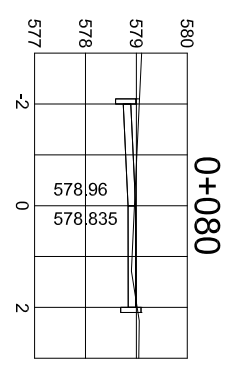
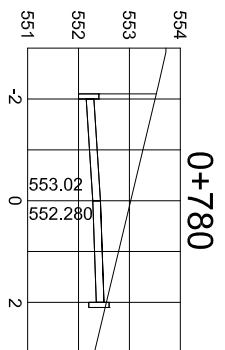
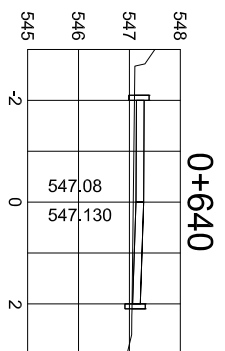
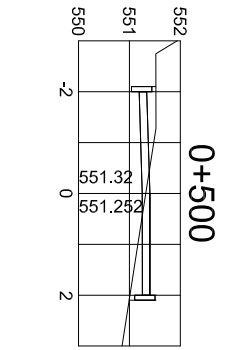
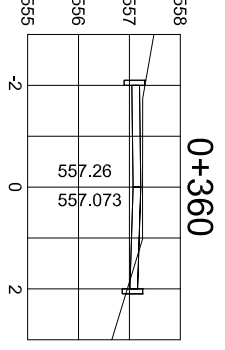
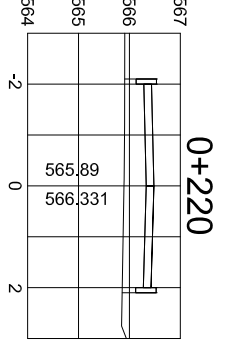
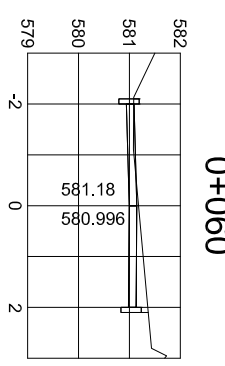
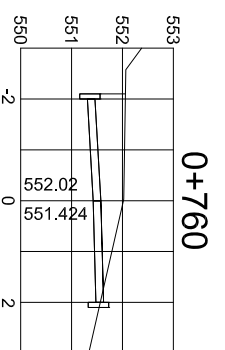
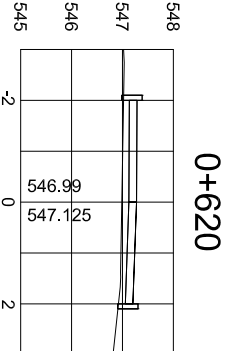
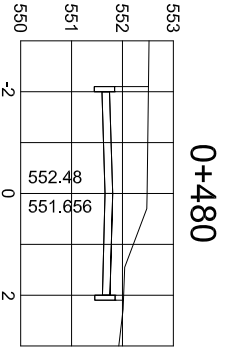
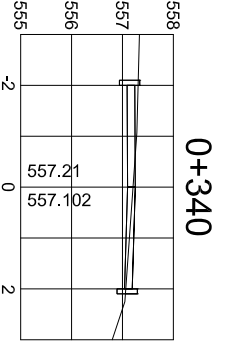
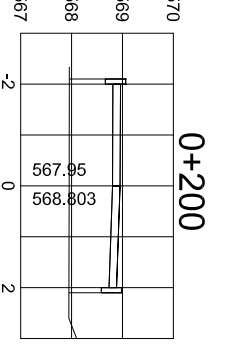
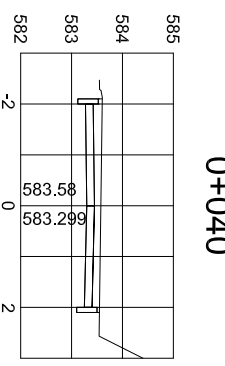
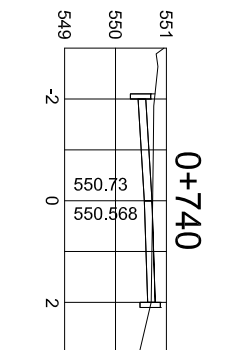
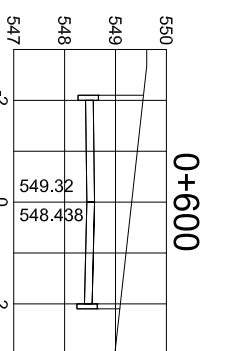
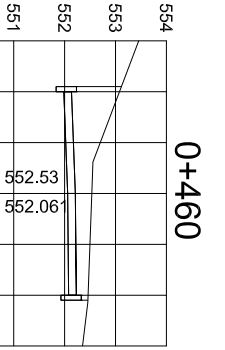
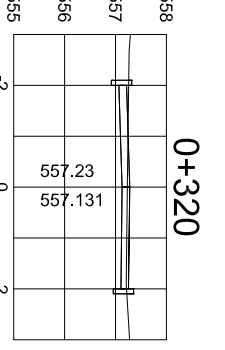
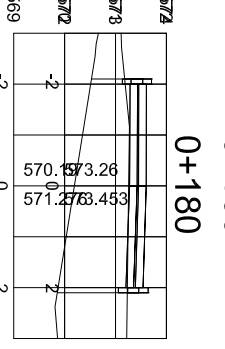
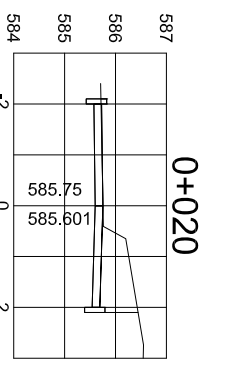
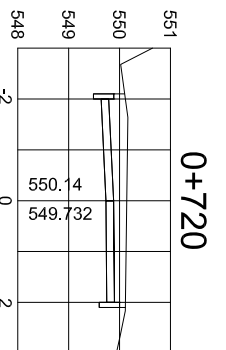
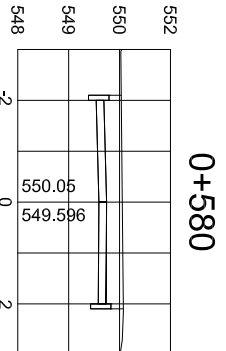
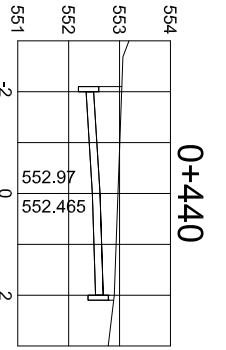
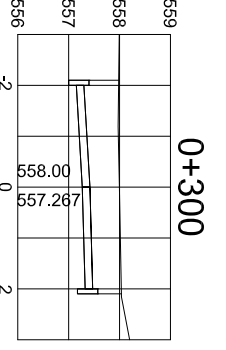
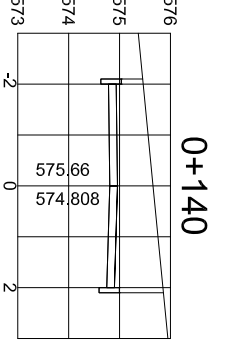
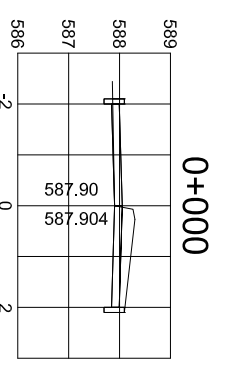
Epésta: Edy Fernando González Gómez
Vº.Bº.

Carné: 1997-12597

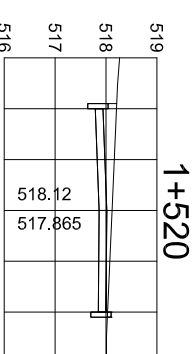
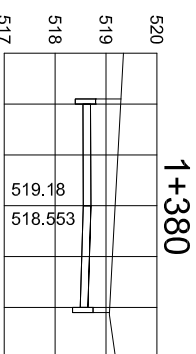
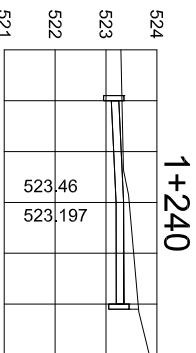
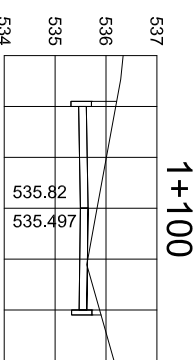
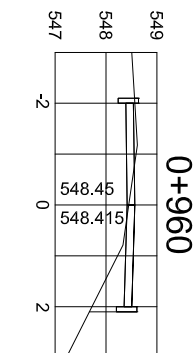
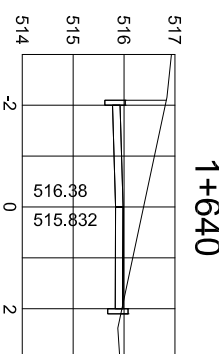
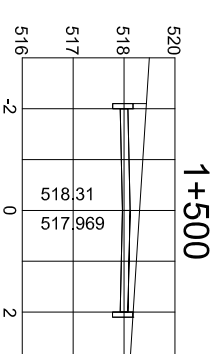
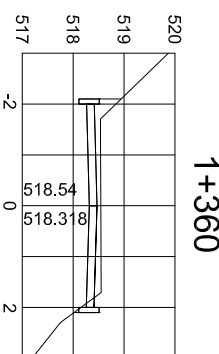
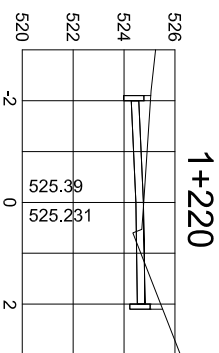
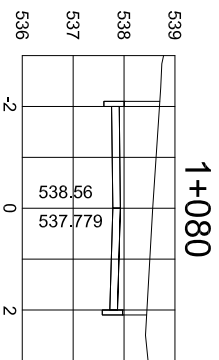
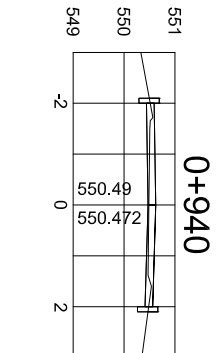
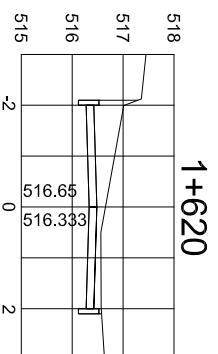
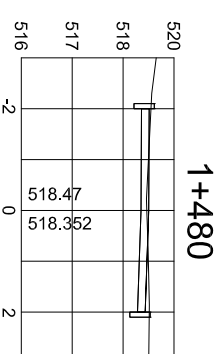
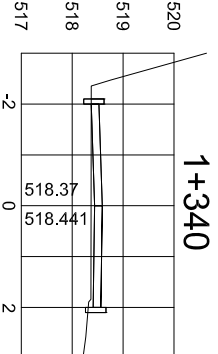
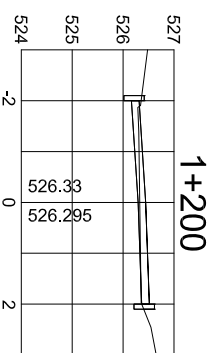
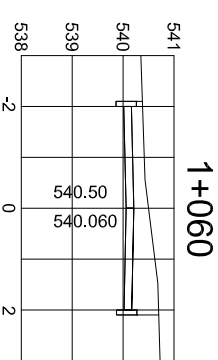
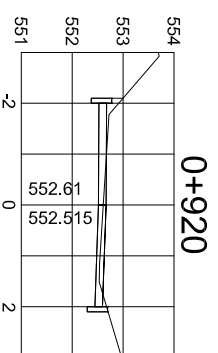
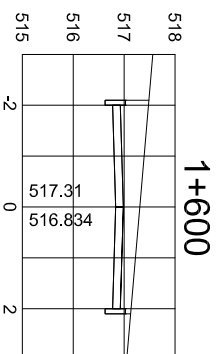
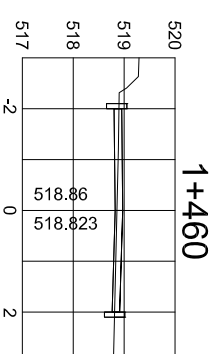
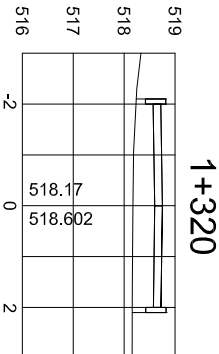
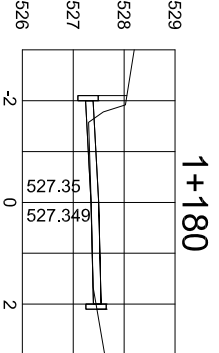
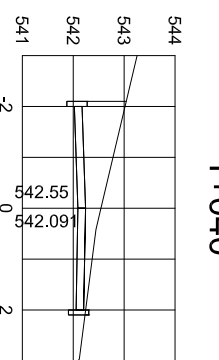
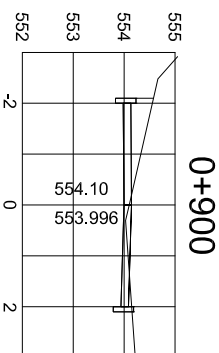
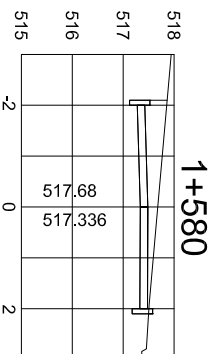
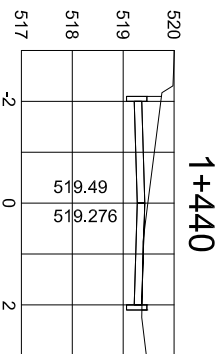
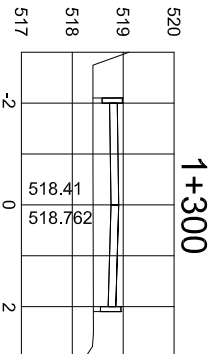
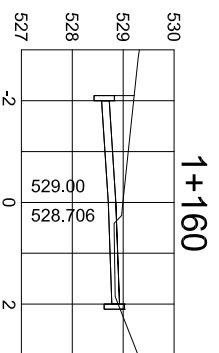
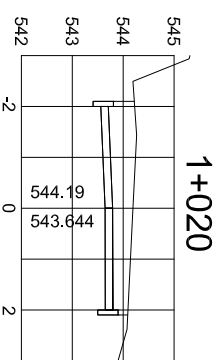
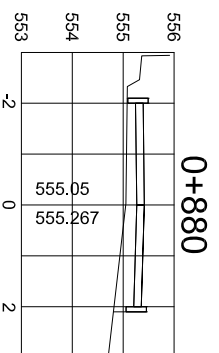
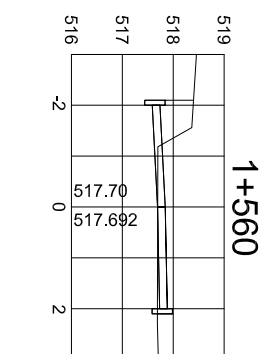
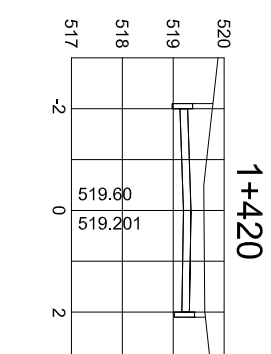
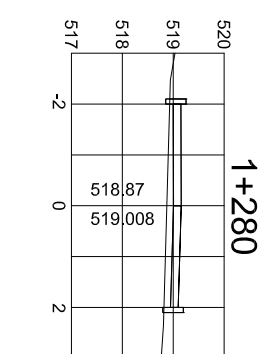
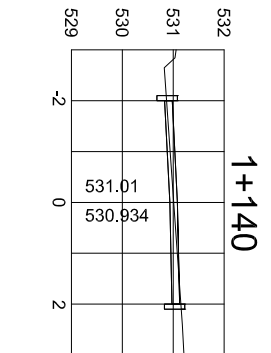
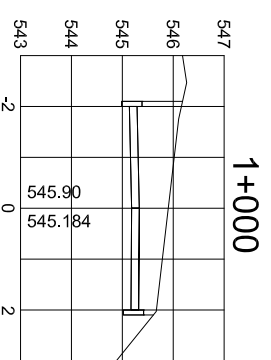
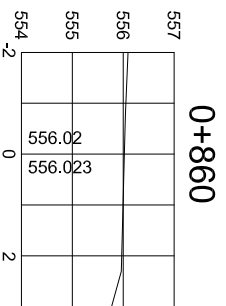
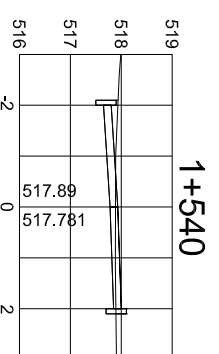
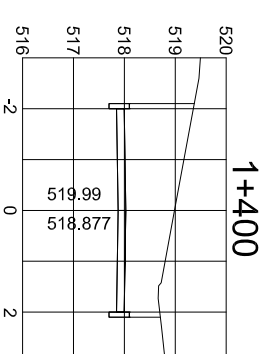
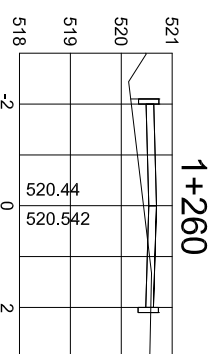
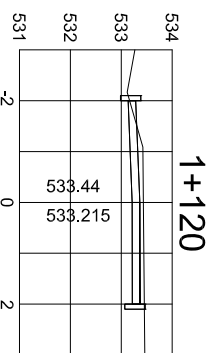
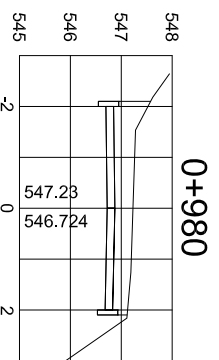
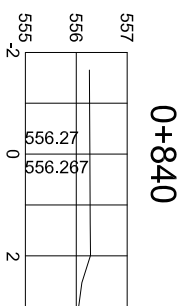
Ing. Manuel Arriollaga
Aesor

Fernando González
Epésta

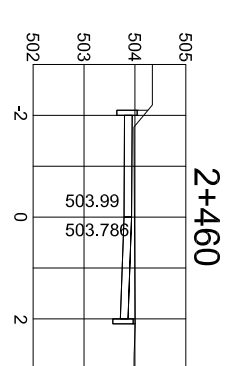
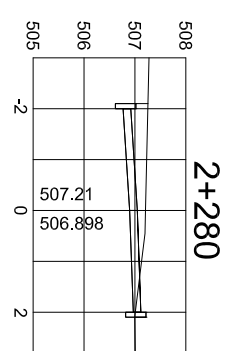
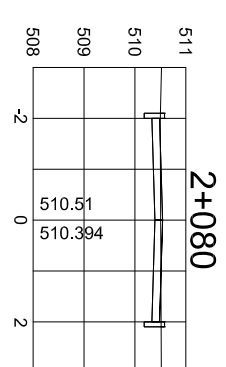
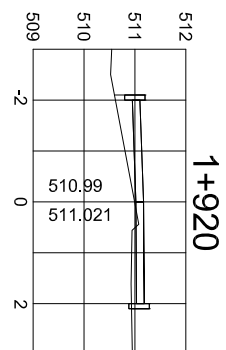
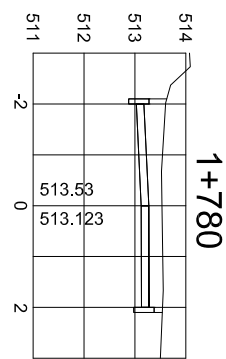
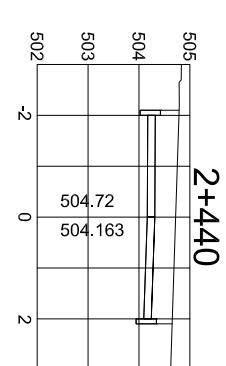
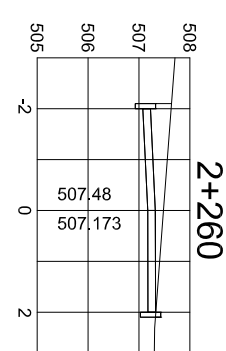
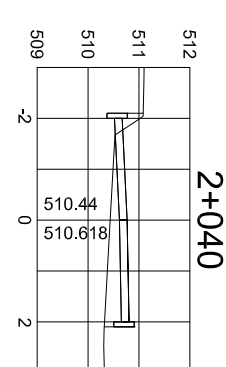
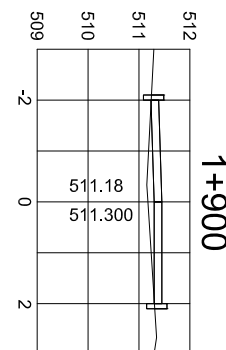
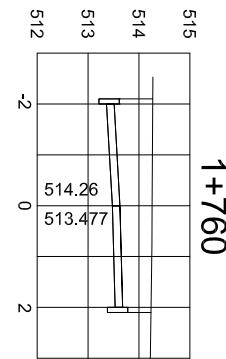
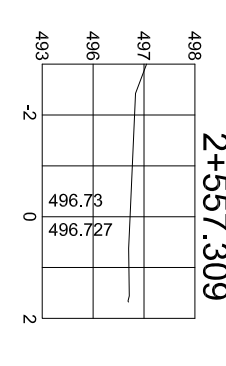
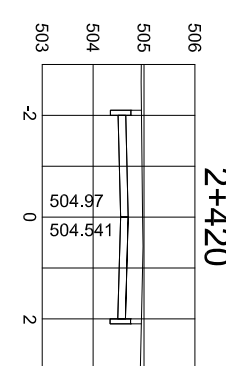
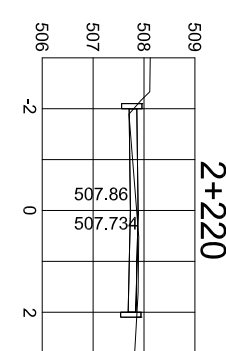
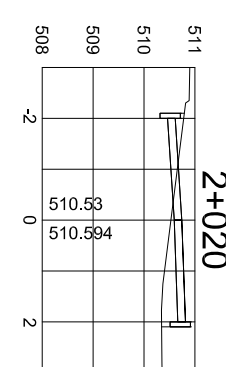
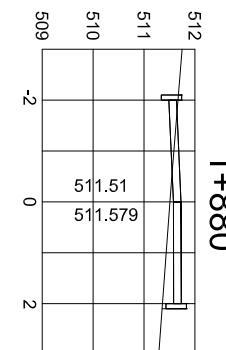
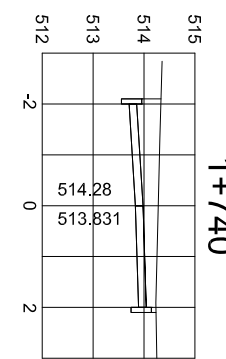
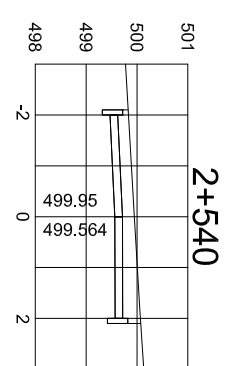
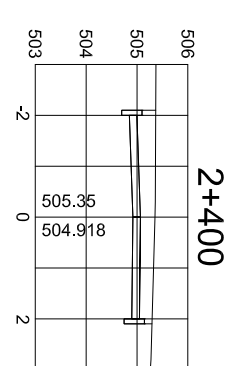
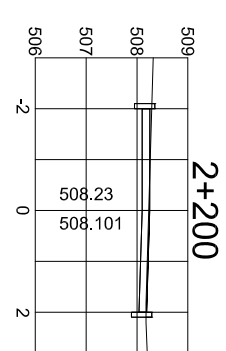
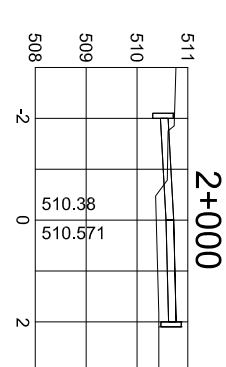
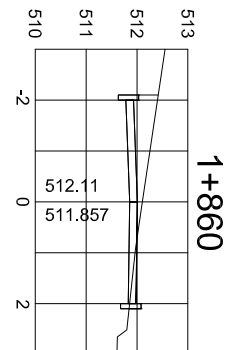
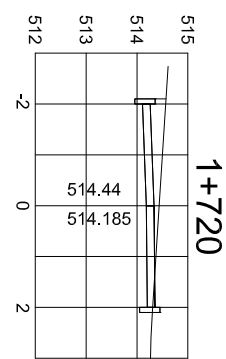
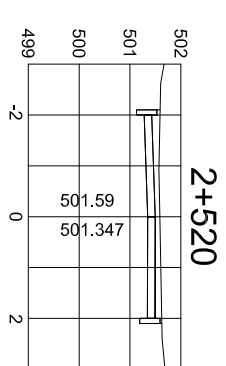
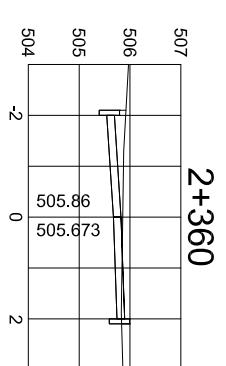
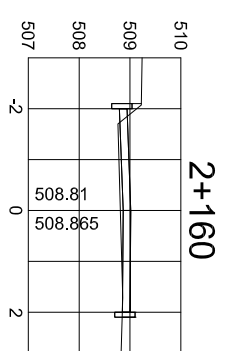
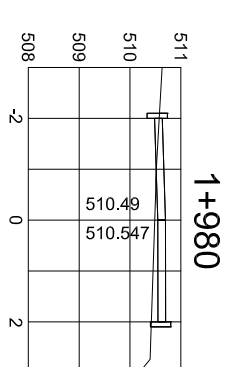
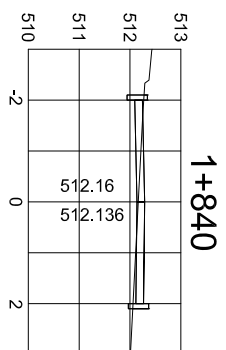
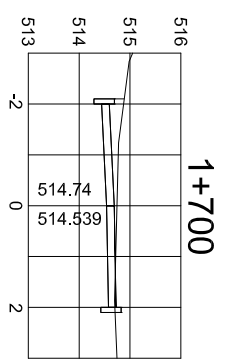
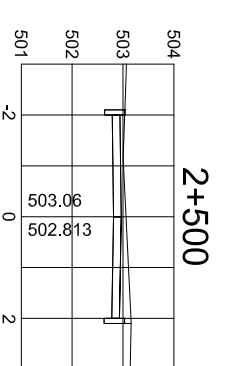
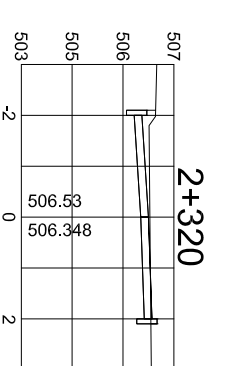
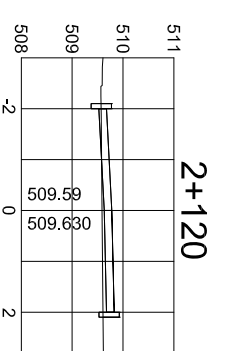
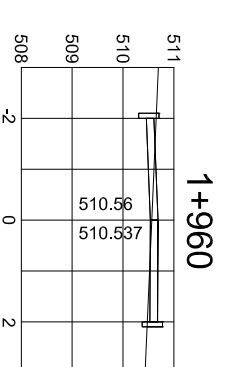
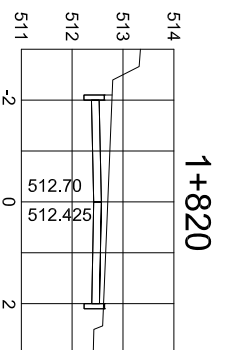
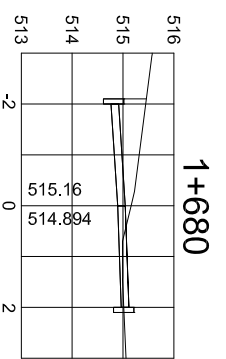
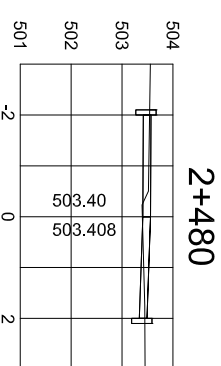
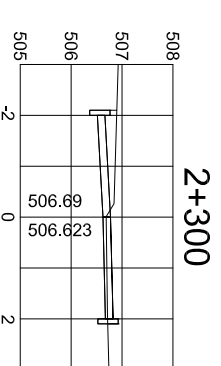
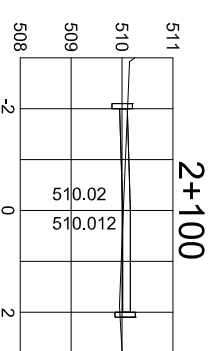
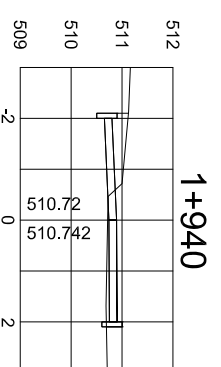
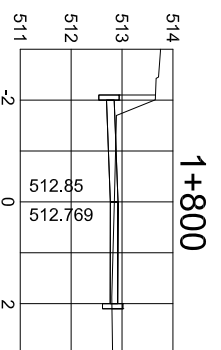
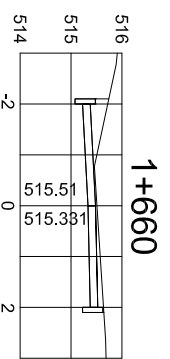
Hoja 7 / 11



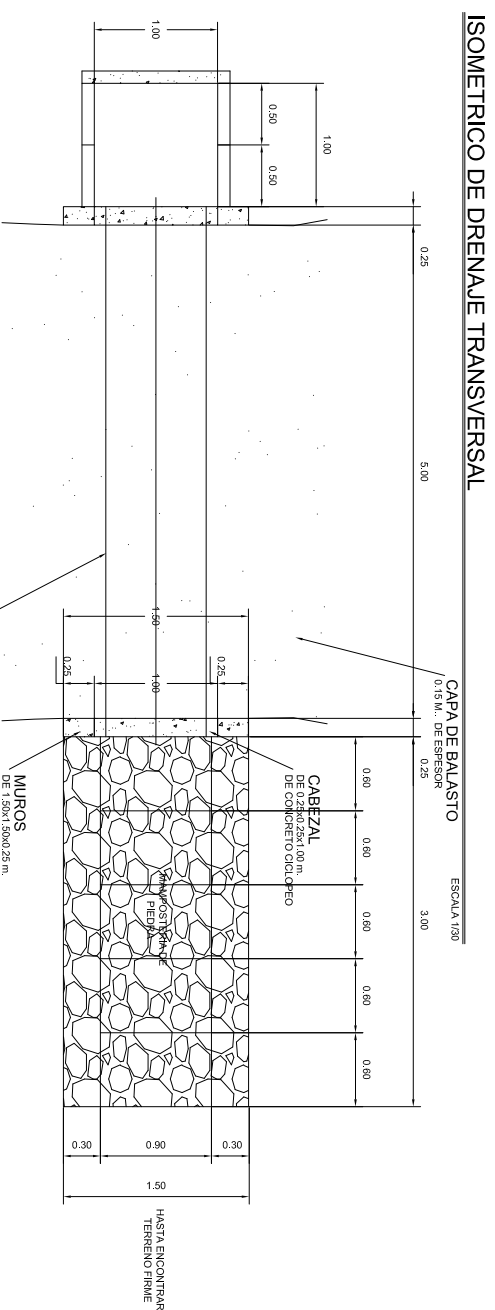
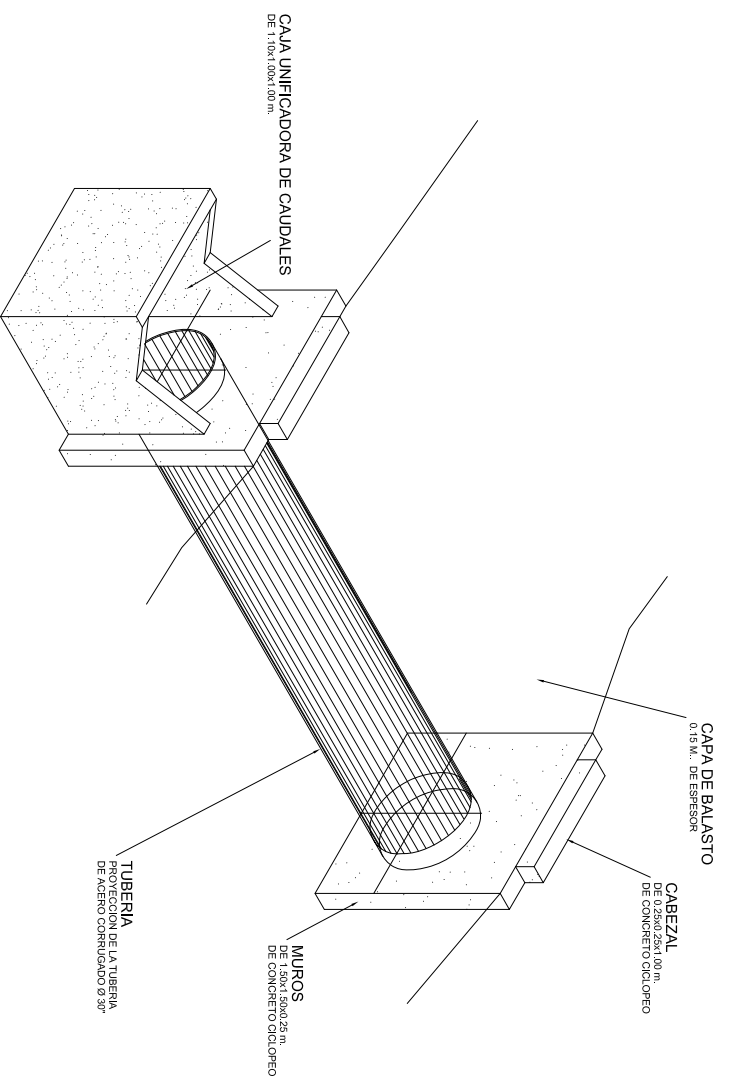
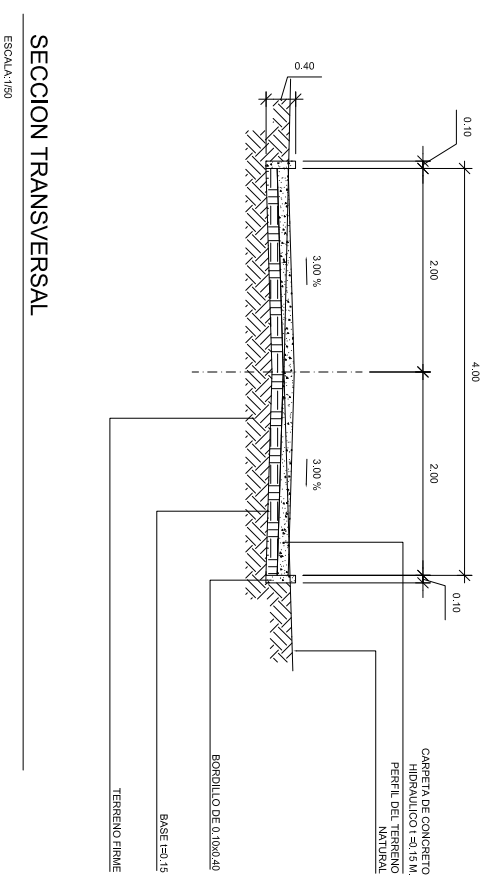
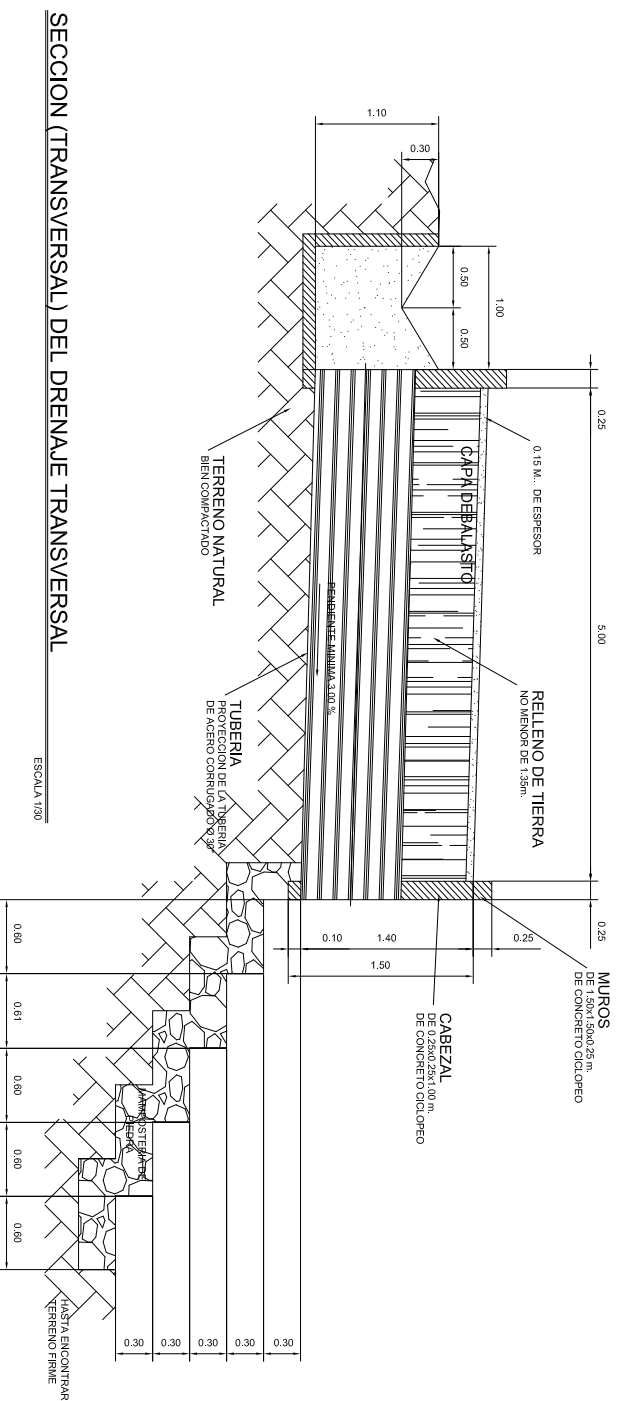
	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proceso: Santa Cruz Naranjo - Aldea Poverillos	Plan de: Pavimento Rígido
Dirección: E.P.S.	Municipalidad Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa	Autor: Eduardo Fernández Gómez
Catedrático: Fernando González	Sección: Secciones transversales	Fecha: Marzo 2022
Tercer Autor: Fernando González	Vols.: 1	Escala: 1:1000
Escalador: Esc. Vert. 1:500	Hoja: 8	Total: 11



	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proveedor Santa Cruz Narajón - Aldea Poverillos	Municipio Santa Cruz Narajón, Santa Rosa
Distrito Sanarate	Municipio Santa Cruz Narajón, Santa Rosa	Calle Edy Fernández González Gómez 1997-12597
Cédula Profesional Fernando González	Municipio Santa Cruz Narajón, Santa Rosa	No. de 1997-12597
Fecha Marzo 2027	Vols. 1	Hojas 11
Escala 1:1000	Escala 1:1000	Escala 1:1000
No. de 1500	No. de 1500	No. de 1500



<p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado</p>		<p>Proyecto: Pavimento Rígido Santa Cruz Narraño - Aldea Poverillos Secciones transversales</p>	
		<p>Plan de: Santa Cruz Narraño, Santa Rosa Municipalidad Santa Cruz Narraño, Santa Rosa</p>	
<p>Diseño: E. P. S. Cálculo: Fernando González Dibujó: Fernando González</p>		<p>Fecha: Marzo 2007 Escala: 1:1000 Escalera: 1:1000 Esp. Vért.: 1:500</p>	
<p>Proyecto: E. P. S. Municipalidad Santa Cruz Narraño, Santa Rosa</p>		<p>Carretera: Eddy Fernández González Gómez / 1997-12597 V.O.B.: Ingeniero: Fernando González Especialista: Fernando González</p>	
<p>10 / 11</p>		<p>2008</p>	



ESPECIFICACIONES

CONCRETO

EL CONCRETO A UTILIZAR PARA FUNDIR LA CAPA DE RODADURA TENDRA UNA RESISTENCIA DE 165 KG/CM² QUE EQUIVALE A PROPORCION 1:2:3 DE CEMENTO, ARENA DE RIO, PIEDRIN

CONCRETO CICLOPEO

SE UTILIZARA 60% DE PIEDRA BOLA DE 0.15 A 0.20 M. DE DIAMETRO Y 40% DE VOLUMEN DE CONCRETO DE 165 KG/CM² DE RESISTENCIA

MORTERO

EL MORTERO A UTILIZAR EN EL REVESTIDO SERA PROPORCION 1:3 CEMENTO, ARENA DE RIO CERNIDA

EQUIVALENCIA DE VOLUMENES PARA HACER CONCRETO PARA 1 M³ DE CONCRETO DE RELACION 1:2:3 SE USARAN
8 SACOS DE CEMENTO
4 CARRETILLA DE ARENA DE RIO
2 CARRETILLA DE PIEDRIN
8 SACOS DE CEMENTO
60 CUBETAS CONCRETAS DE ARENA DE RIO
30 CUBETAS CONCRETAS DE PIEDRIN



E.P.S.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

Proyecto Pavimento Rígido
Santa Cruz Naranjo - Aldea Potrerillos

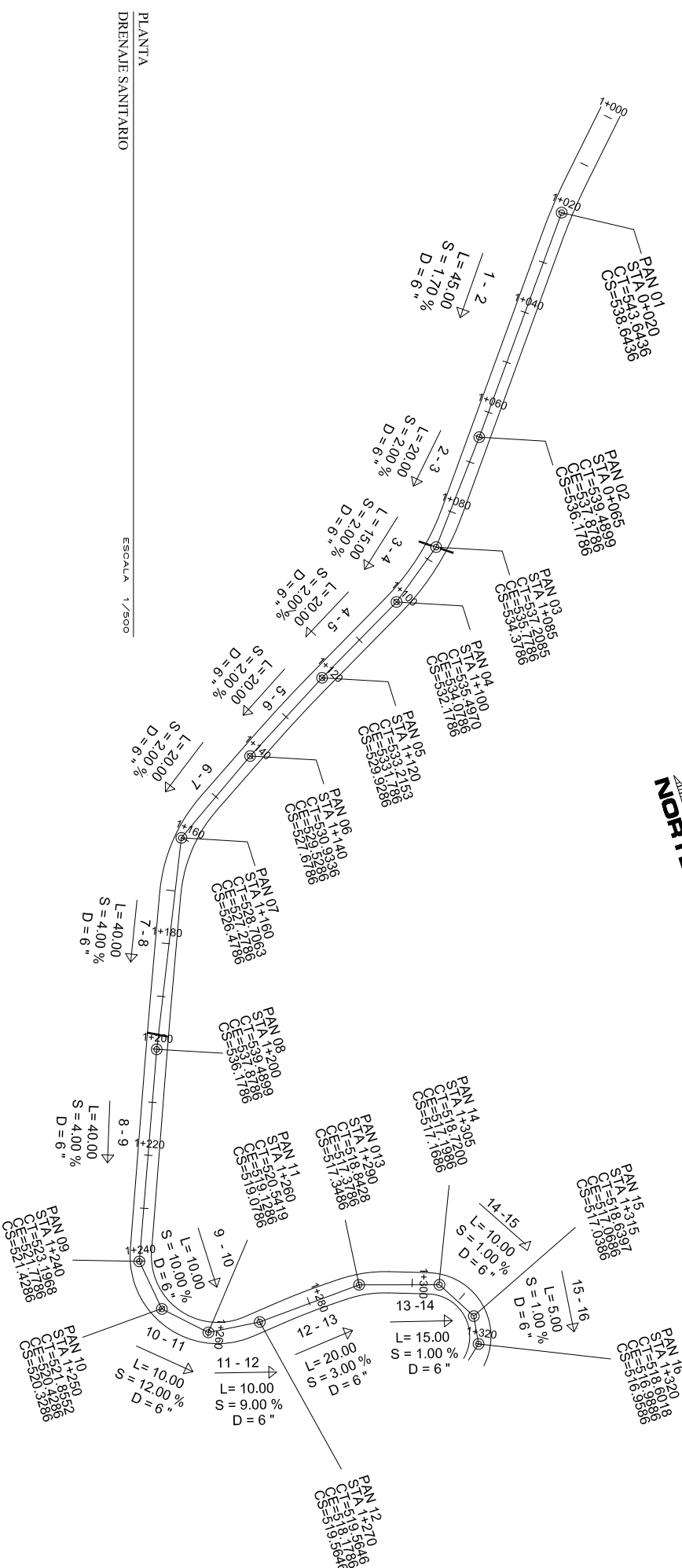
Plano de Drenaje Transversal de Tubería de acero corrugado de Ø 30" + Detalle de Garabito

Propietario Municipalidad Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa

Diseño Fernando González
Cálculo Fernando González
Dibujo Fernando González
Fecha Marzo 2007
Escala Indicada

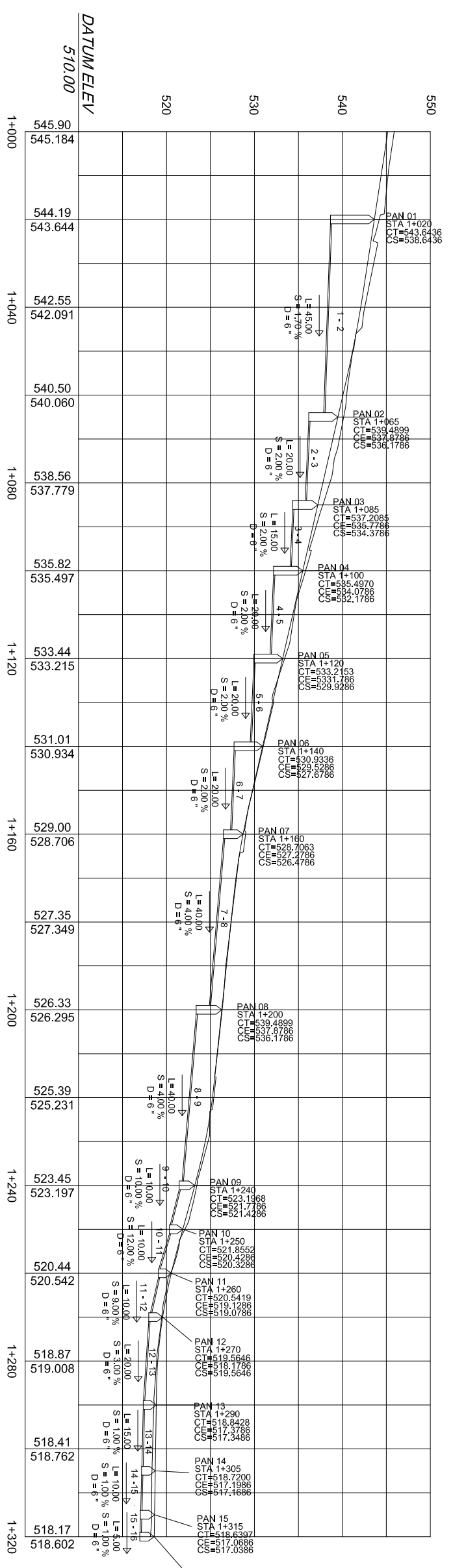
Epelista Edy Fernando González Gómez
Vo.Bo. 1997-12597

Ing. Manuel Arriñaga Asesor
Fernando González Epelista



SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL PVC
	DIAMETRO INDICADO
	INDICA CANDELA O POZO + REJILLA DE 0.40mx0.40m
	INDICA POZO NUMERO
	INDICA ESTACION
	INDICA COTA TOTAL DE TAPADERA
	INDICA COTA INVERTI DE ENTRADA
	INDICA COTA INVERTI DE SALUDA

NOTA: TODA LA TUBERIA ES PVC NORMA 3034



E.P.S.

Proyecto: Drenaje Sanitario Aldea Potrerillos
 Plano de: Planta y Perfil
 Escala: 1:500 A1 +320

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervisado

Proyecto: Drenaje Sanitario Aldea Potrerillos
 Plano de: Planta y Perfil
 Escala: 1:500 A1 +320

Fecha: 11 de Marzo 2007

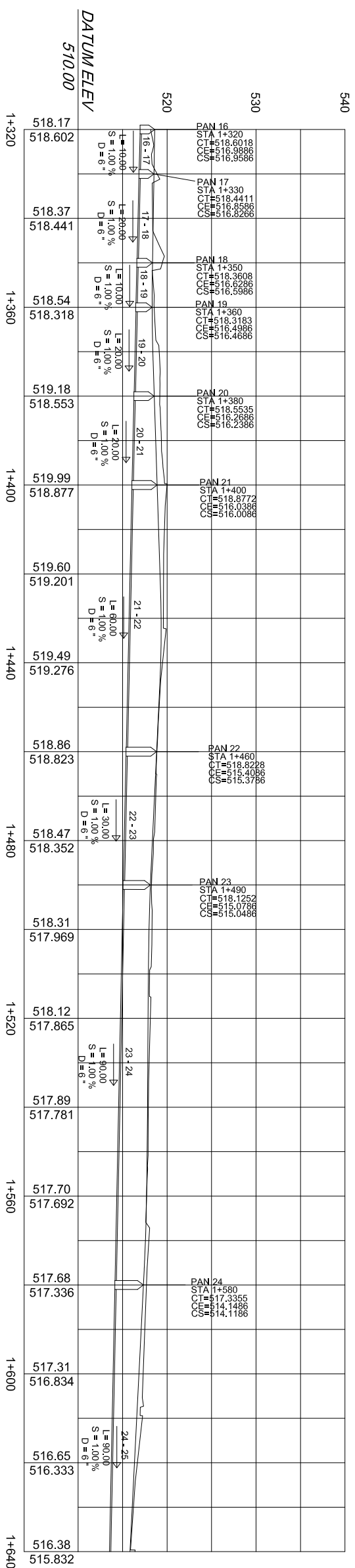
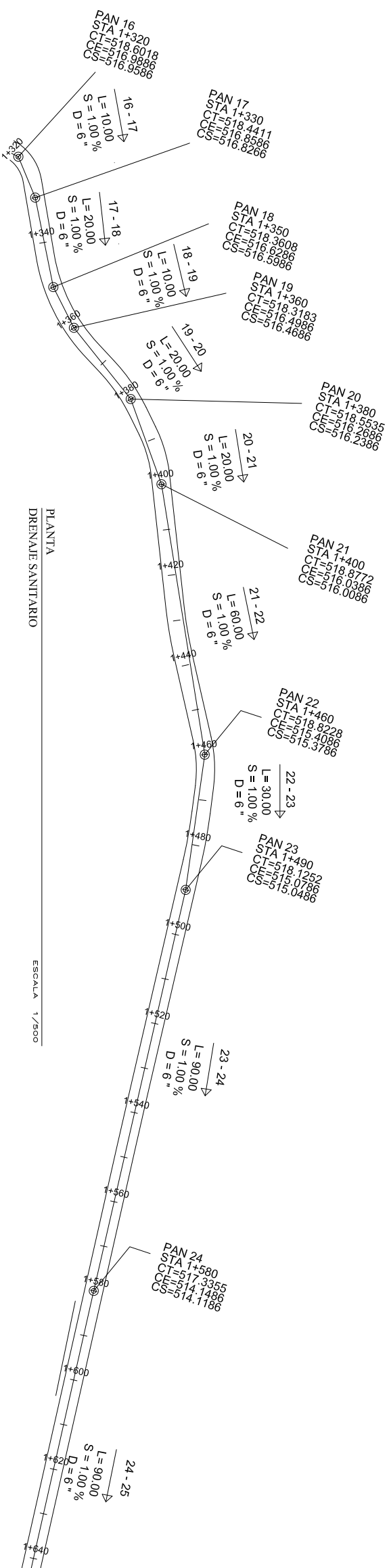
PERFIL LONGITUDINAL
 DRENAJE SANITARIO

ESCALA: 1/500 (PLANTA) 1/1000 (PERFIL)

SIMBOLOGIA DE DRENAJES

—	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL PVC
—	DIAMETRO INDICADO
⊙	INDICA CANDELA O POZO + RESILLA DE 0.40mx0.40m
PAN 40	INDICA POZO NUMERO
STA 2+540	INDICA ESTACION
CT=499.5644	INDICA COTA TOTAL DE TAPADERA
CE=498.1485	INDICA COTA INVERTI DE ENTRADA
CS=496.4485	INDICA COTA INVERTI DE SALIDA

NOTA: TODA LA TUBERIA ES PVC NORMA 3034



DATUM ELEV
510.00

PERFIL LONGITUDINAL
DRENAJE SANITARIO

ESCALA VERT./HOR. 1/500/1/500



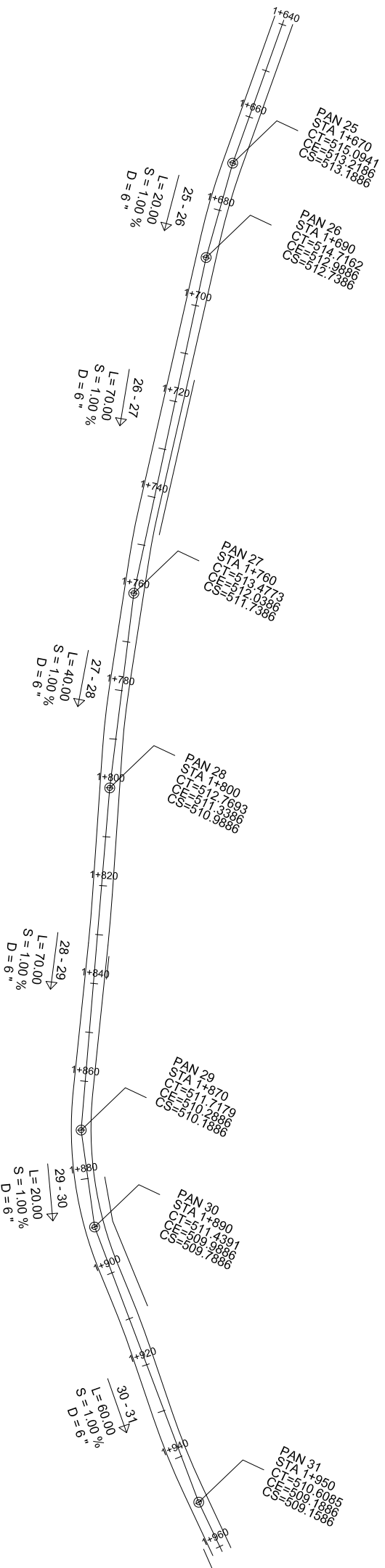
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

Proyecto: Drenaje Sanitario Aldea Porretillos
Planta y Perfil
1+320 A 1+640

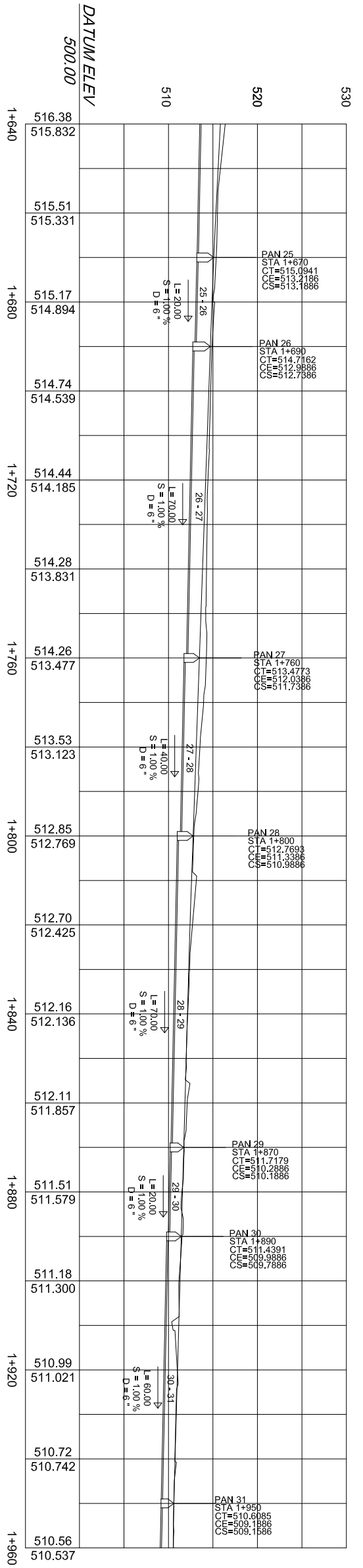
Escuela: Ingeniería Civil
Especialista: Edy Fernando González Gómez
1997-12597

Fecha: Marzo 2007

Hoja: 2 de 6



PLANTA
DRENAJE SANITARIO
ESCALA 1/500



SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL PVC
	DIAMETRO INDICADO
	INDICA CANDELA O POZO + RESILLA DE 0.40mx0.40m
	INDICA POZO NUMERO
	INDICA ESTACION
	INDICA COTA TOTAL DE TAPADERA
	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
	INDICA COTA INVERT DE SALIDA

NOTA: TODA LA TUBERIA ES PVC NORMA 3034

PERFIL LONGITUDINAL
DRENAJE SANITARIO

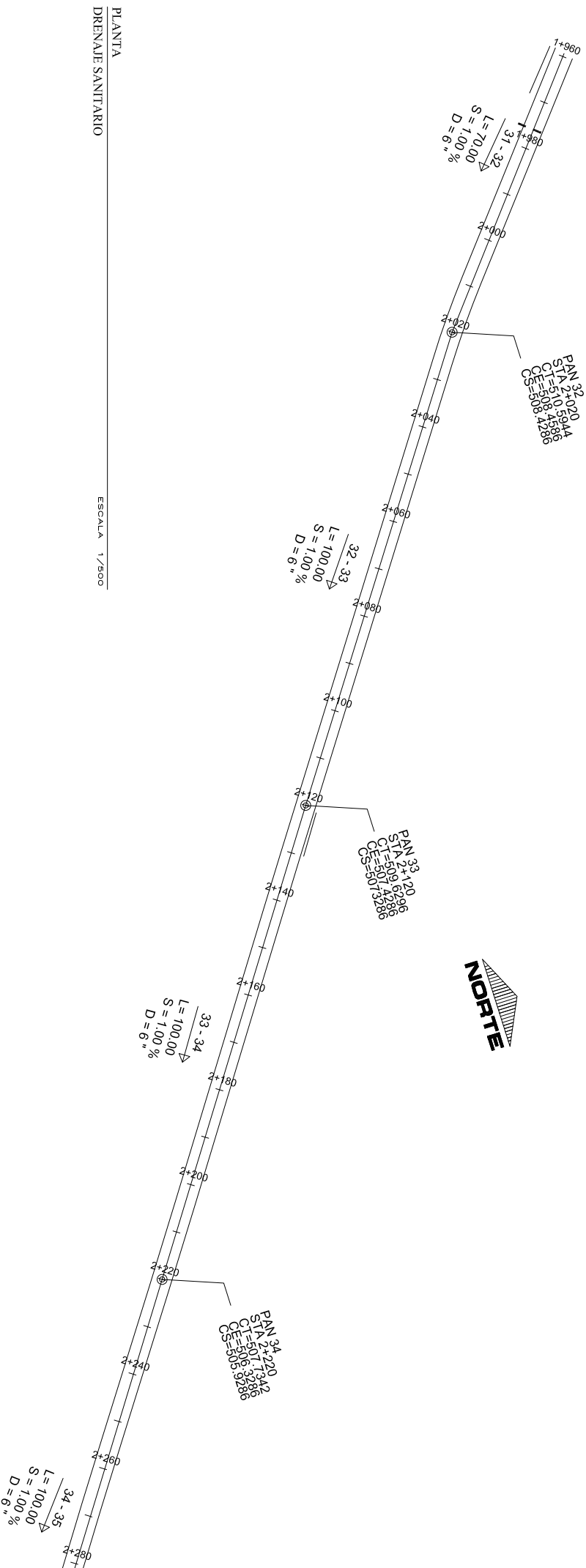
ESCALA VERT: 1/500
ESCALA HOR: 1/500

	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto Drenaje Sanitario Aldea Porretillos	Plano de Planta y Perfil
E.P.S. E. P. S.	Promotor Municipalidad Santa Cruz Narango, Santa Rosa	Fecha Febrero Marzo 2007
Cálculo Fernando González	Escriba Edy Fernando González Gómez	Calle 1997-12597
Dibujo Fernando González	Vobos Edy Fernando González Gómez	No. de 1997-12597
Escala Medida	Verificación Fernando González	Hoja 3
Fecha Marzo 2007	M.P. Kenneth Zumbado Asesor	Hoja 6

SIMBOLOGIA DE DRENAJES

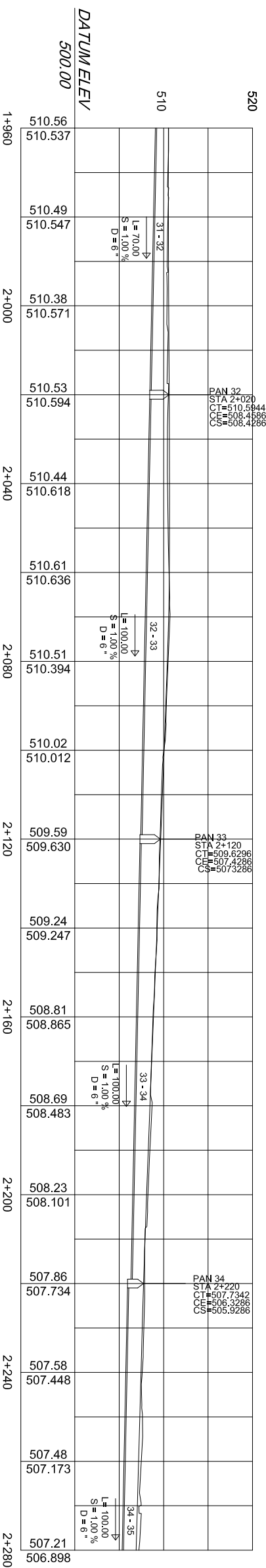
—	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL PVC
—	DIAMETRO INDICADO
⊙	INDICA CANDELA O POZO + RESILLA DE 0.40mx0.40m
PAN 40	INDICA POZO NUMERO
—	INDICA ESTACION
STA 2+540	INDICA COTA TOTAL DE TAPADERA
CT=499.5644	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
CE=498.1486	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
CS=496.4486	

NOTA: TODA LA TUBERIA ES PVC NORMA 3034



PLANTA
DRENAJE SANTARIO

ESCALA 1/500



DATUM ELEV
500.00

PERFIL LONGITUDINAL
DRENAJE SANTARIO

ESCALA VERT./HOR. ESALA VERT./HOR.



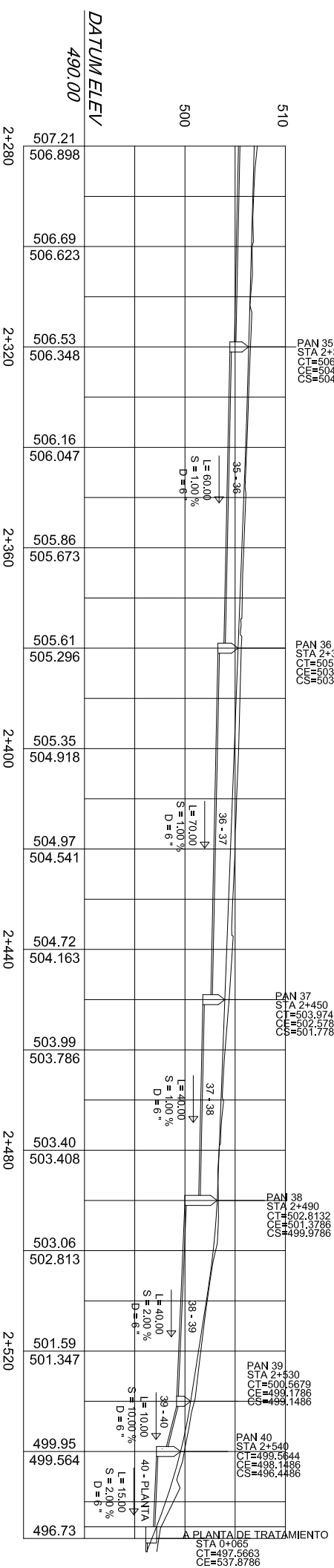
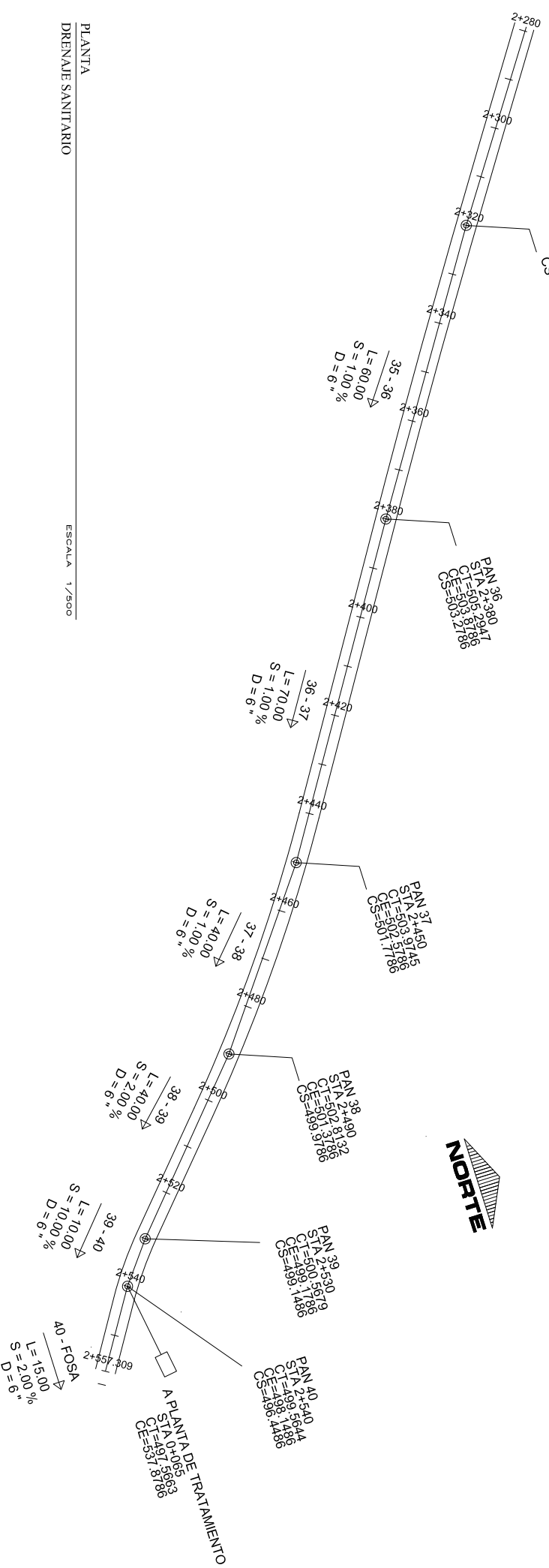
E.P.S.

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
Proyecto Drenaje Sanitario Aldea Porretillos Plano de Planta y Perfil 1+960 A 2+280	Promotor Municipalidad Santa Cruz Narango, Santa Rosa
Docente Fernando González	Estudiante Edy Fernando González Gómez 1997-12597
Escuela Fernando González Vado.	Fecha Marzo 2007
Firma Fernando González	Firma Fernando González
Fecha Marzo 2007	Fecha Marzo 2007
Hoja 4	Hoja 6

SIMBOLOGIA DE DRENAJES

—	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL PVC
—	DIAMETRO INDICADO
⊙	INDICA CANDELA O POZO + REJILLA DE 0.40m x 0.40m
PAN 40	INDICA POZO NUMERO
INDICA ESTACION	
CT=499.5644	INDICA COTA TOTAL DE TAPADERA
CE=498.1486	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
CS=496.4486	INDICA COTA INVERT DE SALIDA

NOTA: TODA LA TUBERIA ES PVC NORMA 3034

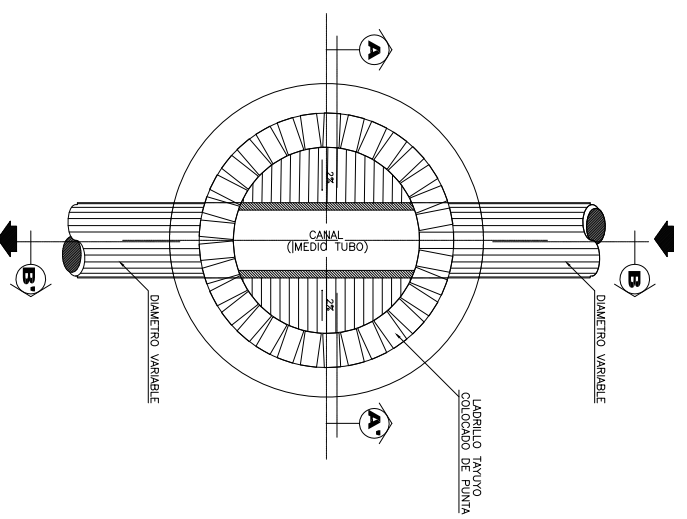


Nota:
En el futuro se planea la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

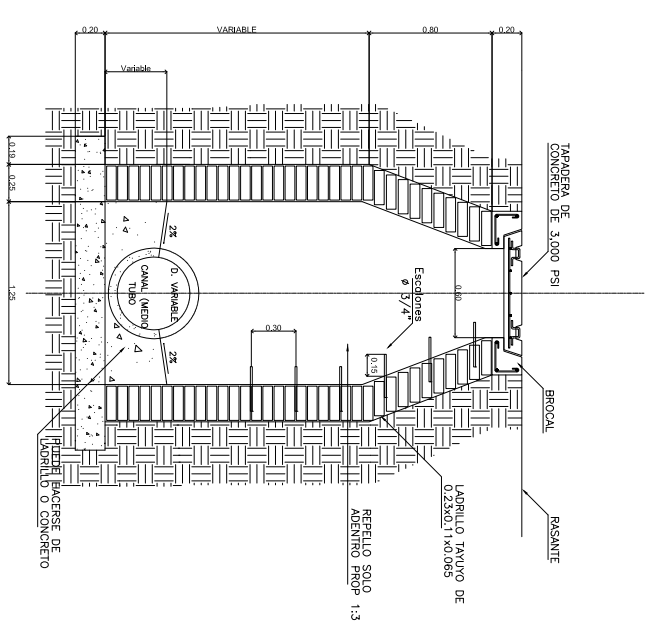
PERFIL LONGITUDINAL
DRENAJE SANITARIO

ESCALA VERT./HORIZ. 1/500

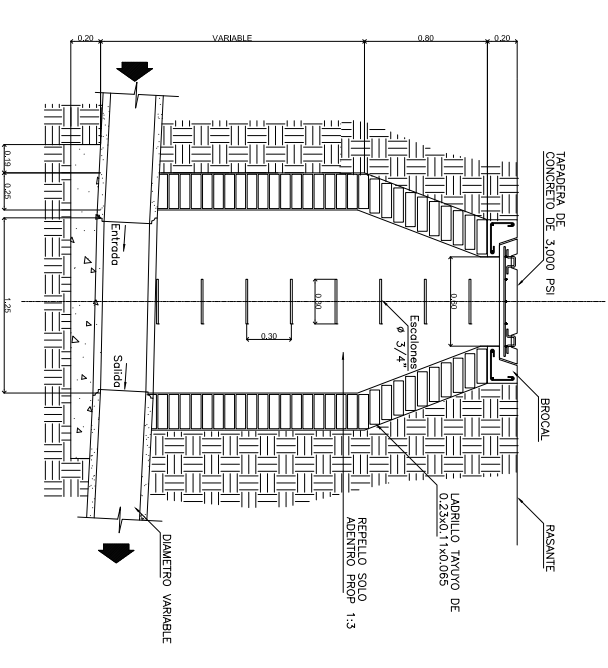
	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado		
	Proyecto Drenaje Sanitario Aldea Porretillos Plano de Planta y Perfil 2+ 280 A 2+520	Promotor Municipalidad Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa	Fecha 11 de Marzo 2007
E.P.S. E. P. S.	Autor Edy Fernando González Gómez 1997-12597	Correo fernandogomez@unscar.edu.gt	Hoja 5 de 6



PLANTA POZO 1
ESCALA 1:25



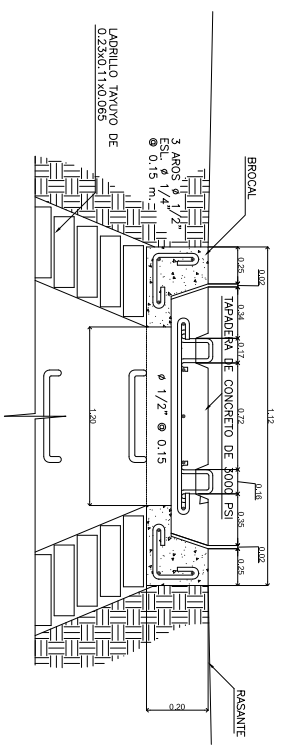
SECCION A-A'
ESCALA 1:25



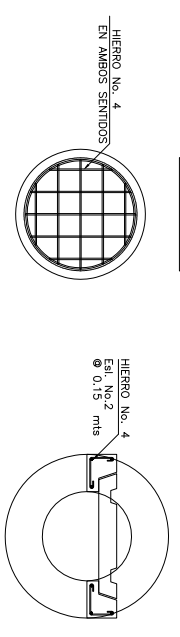
SECCION B-B'
ESCALA 1:25

POZO DE Ø 1.25m

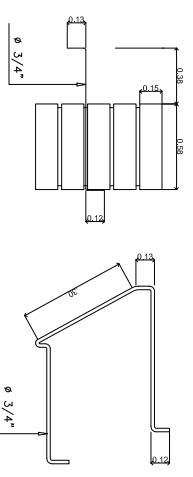
POZO DE Ø 1.25m



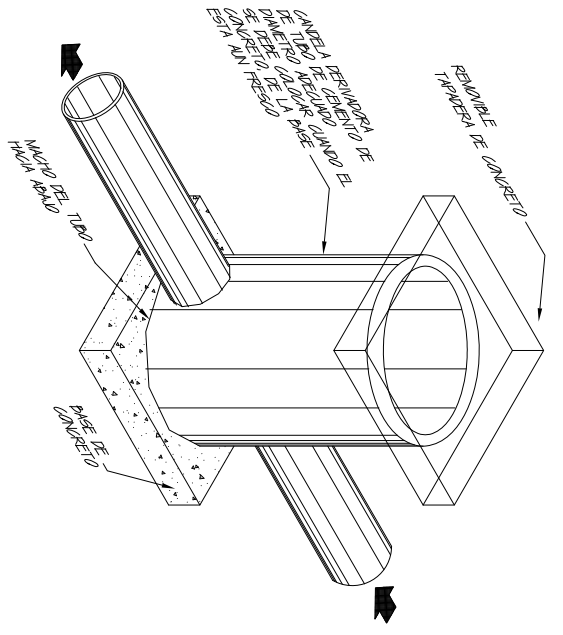
DETALLE BROCAL DE POZO
ESCALA 1:12.5



DETALLE BROCAL DE POZO
ESCALA 1:25



DETALLE DE ESCALON



CANDELA

ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO RED GENERAL
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCION 1:2:3:5
3. EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DE LADRILLO SERA DE SABLETA, DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN DE CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$

NOTAS:
EL POZO DE 1.25m NO TIENE REFUERZO DE COLUMNAS, Y TAMPOCO PANTALLAS DISIPADORAS DE ENERGIA. EL LEVANTADO SE HARA SOLO CON LADRILLO TAYUJO.

<p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado</p>		<p>Proyecto Drenaje Sanitario Aldea Potrerillos</p>	
<p>Elaborado por: Especialista Edy Fernando González Gómez 1997-12597</p>		<p>Presentado por: Municipalidad Santa Cruz Narango, Santa Rosa</p>	
<p>Revisado por: Especialista Fernando González 1997-12597</p>		<p>Proyecto de: Detalles Pozos</p>	
<p>Fecha: Marzo 2007</p>		<p>Hoja: 6</p>	