



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

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYEN Y DISEÑO DE
AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIÉ DE LA
CUESTA, SAN MARCOS**

José Manuel Ramírez Maldonado

Asesorado por el Ingeniero Luís Gregorio Alfaro Vèliz

Guatemala, febrero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYEN Y DISEÑO DE
AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIÉ DE LA
CUESTA, SAN MARCOS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ MANUEL RAMÍREZ MALDONADO

ASESORADO POR EL ING. LUÍS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
GUATEMALA, FEBRERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultàn Mejía.
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luís Gregorio Alfaro Veliz
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza.
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
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 RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYEN Y DISEÑO DE
AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIÉ DE LA
CUESTA, SAN MARCOS,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de octubre de 2008.

José Manuel Ramírez Maldonado.



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 6 de agosto de 2009.
Ref.EPS.DOC.1084.08.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Manuel Ramírez Maldonado** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200113178**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYEN, Y DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA, SAN MARCOS”**.

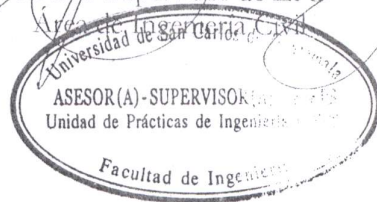
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS



c.c. Archivo
LGAV/ra



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 6 de agosto de 2009.
Ref.EPS.D.455.08.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

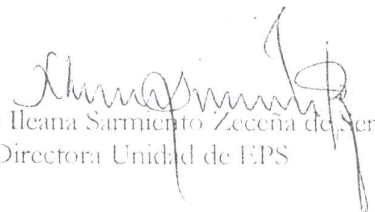
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYEN, Y DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA, SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Manuel Ramírez Maldonado**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
10 de septiembre de 2009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYÉN, Y DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Manuel Ramírez Maldonado, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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,
25 de noviembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYEN Y DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIÉ DE LA CUESTA, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Manuel Ramírez Maldonado, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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



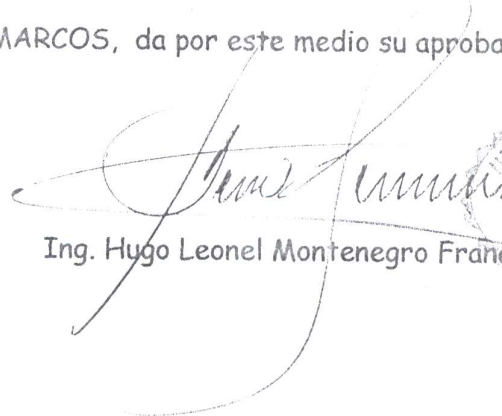
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC



Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

/bbdeb.



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante José Manuel Ramírez Maldonado, titulado DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYEN Y DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIÉ DE LA CUESTA, SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero de 2010

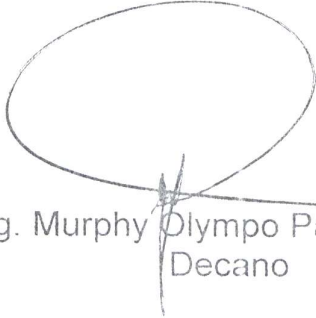
/bbdeb.



Ref. DTG.036.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA CHAYEN Y DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA FERIA, SAN RAFAEL PIÉ DE LA CUESTA, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **José Manuel Ramírez Maldonado**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, enero de 2010

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS	Por darme la oportunidad de alcanzar mi meta y acompañarme con sabiduría e iluminación en estos años de mi vida.
Mis padres	Gracias por su amor y el sacrificio para llegar obtener este triunfo.
Ing. Luís Gregorio Véliz	Por su tiempo, amistad, por compartir sus conocimientos y la asesoría del presente trabajo de graduación.
Municipalidad de San Rafael Pié de la Cuesta	Por la oportunidad que me brindaron para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y por darme su apoyo incondicional.
Universidad de San Carlos de Guatemala:	Prestigiosa casa de estudios, con respeto y orgullo.
La Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de formarme como profesional.
Todos mis compañeros y amigos de estudio	Que me apoyaron siempre, infinitas gracias.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por ser la luz que ilumina mi vida.

Mis padres

Juan Benedicto Ramírez y María Josefina de Ramírez. Por el apoyo incondicional que me han brindado, por su amor durante toda mi vida, muchas gracias.

Mis hermanas

Verónica Lucrecia Ramírez Maldonado e Ingrid del Rosario Ramírez Maldonado. Por estar conmigo siempre, compartiendo mis ilusiones y por darme ánimos para culminar la carrera.

Mi familia

Por contar con su apoyo incondicional.

Mis amigos

Quienes estuvieron junto a mí desde el inicio hasta el final.

ÍNDICE GENERAL

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

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL PIÉ DE LA CUESTA

1.1 Generalidades	1
1.1.1 Límites y localización	1
1.1.2 Nombre de la comunidad	2
1.1.2.1 Reseña histórica	3
1.1.3 Acceso y comunicación	3
1.1.3.1 Vías de acceso	3
1.1.3.2 Comunicaciones	4
1.1.4 Topografía e hidrografía	4
1.1.4.1 Topografía.	4
1.1.4.2 Hidrografía	5
1.1.4.2.1 Accidentes hidrográficos	5
1.1.5 Aspectos climáticos	5
1.1.6 Actividades económicas	6
1.1.7 Extensión territorial	6
1.1.8 Población	7

2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (Parte I)

2.1 Diseño de pavimento rígido para aldea Chayen, del municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos.

2.1.1 Descripción del proyecto	9
2.1.2 Levantamiento topográfico	9
2.1.2.1 Planimetría	10
2.1.2.2 Altimetría	10
2.1.3 Estudios de suelo	10
2.1.3.1 Ensayo de límites de Atterberg	11
2.1.3.1.1 Límite líquido	11
2.1.3.1.2 Límite plástico	12
2.1.3.1.3 Índice plástico	12
2.1.3.2 Ensayo de granulometría	13
2.1.3.3 Ensayo de proctor modificado	14
2.1.3.4 Ensayo de valor soporte (C.B.R)	14
2.1.3.5 Clasificación de los suelos	15
2.1.3.6 Análisis de resultados	16
2.1.4 Definición de pavimento	17
2.1.4.1 Tipos de distribución de esfuerzos en los pavimentos	17
2.1.4.2 Componentes estructurales de los pavimento	18
2.1.4.2.1 Capa de rodadura	18
2.1.4.2.2 Rasante	18
2.1.4.2.3 Sub-rasante	19
2.1.4.2.4 Base	19
2.1.5 Parámetro de diseño	20
2.1.6 Periodo de diseño	20
2.1.7 Diseño del pavimento rígido	20

2.1.7.1	Teoría de diseño de pavimento rígido	21
2.1.7.2	Descripción del pavimento rígido a utilizar	21
2.1.7.3	Diseño de pavimento rígido, método simplificado PCA	22
2.1.8	Diseño geométrico	29
2.1.8.1	Disposiciones especiales	38
2.1.8.1.1	Materiales	38
2.1.8.2	Colocación y compactación del concreto	39
2.1.9	Drenaje menores en vías pavimentadas	40
2.1.9.1	Consideraciones de drenaje en vías de pavimento	40
2.1.9.2	Cunetas	41
2.1.9.3	Contra cuneta	42
2.1.9.4	Drenaje transversal	42
2.1.9.4.1	Diseño de drenaje transversal	42
2.1.10	Programa y mantenimiento del pavimento rígido	45
2.1.11	Presupuesto del proyecto	48
2.1.12	Cronograma de ejecución	52
2.1.13	Evaluación de impacto ambiental	53
2.1.13.1	Medidas de mitigación	53
2.1.13.2	Plan de contingencia	56
2.1.13.3	Plan para la salud humana	57

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (Parte II)

3.1 Diseño del sistema de agua potable para la aldea Feria, del municipio San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos.

3.1.1 Descripción del proyecto	59
3.1.1.1 Reconocimiento del lugar	59
3.1.2 Levantamiento topográfico	60
3.1.2.1 Planimetría	60
3.1.2.2 Altimetría	60
3.1.3 Calidad de agua	61
3.1.4 Estudios físico químico y bacteriológico	61
3.1.4.1 Análisis bacteriológico	61
3.1.4.2 Análisis físico químico sanitario	62
3.1.4.2.1 Análisis físico	62
3.1.4.2.2 Análisis químico	62
3.1.5 Caudal de aforo	63
3.1.6 Período de diseño	64
3.1.7 Estimación de la población de diseño	65
3.1.8 Dotación	67
3.1.9 Determinación de caudal	69
3.1.9.1 Caudal medio	69
3.1.9.2 Caudal día máxima	69
3.1.9.3 Caudal hora máxima	70
3.1.10 Parámetro de diseño	71
3.1.11 Captación	71
3.1.12 Diseño de línea de conducción	72
3.1.13 Tanque de almacenamiento	72
3.1.13.1 Volumen del tanque	73
3.1.14 Diseño de la red de distribución	73

3.1.14.1	Caudal de vivienda	74
3.1.14.2	Caudal instantáneo	75
3.1.15	Calculo de diseño hidráulico	75
3.1.16	Desinfección de agua	84
3.1.16.1	Hipoclorador hidráulico	85
3.1.16.2	Dosis de cloro necesaria	86
3.1.17	Obras de arte	86
3.1.17.1	Válvula de compuerta	86
3.1.17.2	Válvula de compuerta de limpieza	87
3.1.17.3	Válvula de compuerta de aire	88
3.1.17.4	Paso de zanjón	88
3.1.17.5	Caja rompe presión	88
3.1.17.6	Excavación de zanja	89
3.1.18	Programa de operación y mantenimiento	89
3.1.19	Propuesta tarifaria	92
3.1.20	Elaboración de presupuesto	96
3.1.21	Cronograma de ejecución	102
3.1.22	Evaluación de impacto ambiental	103
3.1.22.1	Medidas de mitigación	104
3.1.22.2	Plan de contingencia	105
3.1.22.3	Plan para la salud humana	106
3.1.23	Evaluación socio-económica	107
3.1.23.1	Valor presente neto	108
3.1.23.2	Tasa interna de retorno	111

CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
APÉNDICE	119
PLANOS	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de localización de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos	2
2. Elemento de curva circular	30
3. Tipo de curva vertical	36
4. Diagrama y datos de diseño drenaje transversal	43
5. Diagrama de flujo de efectivo	110
6. Diagrama de tasa interna de retorno	112

TABLAS

I. Población por edades	7
II. Clasificación del suelo según C.B.R	15
III. Calidad de la subrasante	19
IV. Clasificación de vehículos, según categoría	25
V. Determinación de la reacción K por medio del C.B.R	26
VI. Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K	27
VII. Pavimento con juntas con agregados de trabe	28
VIII. Presupuesto del diseño de camino de pavimento rígido	48
IX. Presupuesto integrado del costo total	51

X.	Cronograma físico-financiero de ejecución pavimento rígido	52
XI.	Medidas de mitigación de impactos ambientales en pavimentos	54
XII.	Períodos de diseño	64
XIII.	Dotaciones	67
XIV.	Parámetro de diseño	71
XV.	Cálculo hidráulico de la aldea Feria	81
XVI.	Operación y mantenimiento	90
XVII.	Presupuesto del diseño de agua potable	96
XVIII.	Presupuesto integrado del costo total	101
XIX.	Cronograma físico-financiero de ejecución de agua potable	102
XX.	Medidas de mitigación de impactos ambientales en agua potable	104
XXI.	Tabulación de datos de operación	109
XXII.	Ensayo de compactación	121
XXIII.	Ensayo de razón soporte california (C.B.R)	122
XXIV.	Análisis granulométrico	123
XXV.	Ensayo de límites de Atterberg	124
XXVI.	Ensayo de peso unitario suelos (P.U.S)	125
XXVII.	Análisis físico químico sanitario	126
XXVIII.	Examen bacteriológico	127

LISTA DE SÍMBOLOS

PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección vertical
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
Az	Azimut
PC	Principio de curva
PT	Principio de tangente
PCV	Principio de curva vertical
PTV	Principio de tangente vertical
ST	Sub tangente
Cm	Cuerda máxima
E	External
Δ	Delta
G	Grado de curvatura
r	Tasa de crecimiento de la población
Pf	Población futura
Po	Población actual
n	Período de diseño
Hf	Pérdida de carga
L	Longitud de tubería
D	Diámetro de tubería
C	Coefficiente de fricción
Qi	Caudal instantáneo
Qv	Caudal de vivienda
Qm	Caudal medio
<i>Qdm</i>	Caudal día máximo
Qhm	Caudal hora máximo
Fmd	Factor máximo diario
Fdm	factor de día máximo
Vo	Volumen

CTI	Cota de terreno inicial
CTF	Cota de terreno final
CPI	Cota piezometrica inicial
CPF	Cota piezometrica final
PDI	Presión dinámica inicial
PDF	Presión dinámica Final
Fc	Flujo de cloro
Dm	Demanda de cloro

GLOSARIO

Altimetría	Parte de la topografía que trata sobre la medida de alturas.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde cero a 360 grados
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir que, consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.
Banco de marca	Es el lugar que se toma como punto fijo, y como referencia para determinar la altura de otros puntos.
Base	Está constituida por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la sub-base.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado. Sus expresiones más usuales son litros por segundo, metros cúbicos por segundo, metros cúbicos por minuto, galones por minuto.

Compactación	Acción de lograr que un material alcance una textura apretada o maciza
Cota de terreno	Es la altura de un punto del terreno, referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Es la máxima presión dinámica en cualquier punto de una línea de conducción o distribución, que alcanzaría una columna de agua, si en dicho punto se colocara un manómetro. Es equivalente a la cota de la superficie del agua en el punto de salida, menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia que los separa.
Cuenca	Área topográfica drenada por un río y sus afluentes.
Desinfección	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua, por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que, en promedio, consume cada habitante por día.

Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Sección típica	Es la sección que permanece uniforme, la mayoría de veces, en toda la extensión de una carretera.
Sub-rasante	Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento (sub-base y carpeta) de una carretera o camino.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, se atendieron las necesidades de dos comunidades, las aldeas Chayen y Feria del municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos. Consolida la planificación del problema del servicio de comunicación y agua potable.

Se realizó el diseño de agua potable, ya que el existente es inadecuado y se encuentra en abandono. Entre las actividades necesarias que se desarrollaron están: visita preliminar de campo, levantamiento topográfico, aforo de fuente, análisis de laboratorio de agua, etc. Con base en las actividades realizadas se determinó que el sistema de abastecimiento de agua potable funciona por gravedad. Debido a las características topográficas del lugar, se contempló la construcción de pasos de zanjón, así como las obras de arte necesarias para garantizar el funcionamiento del sistema.

En el diseño del pavimento rígido, se utilizó el sistema de medición topográfica, la planimetría y altimetría, para definirse una longitud de 4336 m. de largo y un ancho de 5.20 m incluyendo su bordillo, para luego proceder al muestreo de la sub-rasante y así conocer las propiedades del suelo por medio de los ensayos de laboratorio y diseñar el pavimento rígido; para el diseño se utilizó el método simplificado de la PCA llegando a proponer un espesor de losa de 15 centímetros.

OBJETIVOS

General

Mejorar la calidad de vida tanto de la población de la aldea Chayen, a través del mejoramiento del camino y utilizar la fuente de abastecimiento de agua para satisfacer las necesidades, para la aldea Feria.

Específicos:

1. Diseñar el pavimento rígido de la aldea Chayen y colaborar con el mejoramiento del sistema vial de la municipalidad de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos.
2. Realizar el diseño del sistema de agua potable para los pobladores de aldea Feria, del municipio San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S). Como un aporte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realiza el diseño de pavimento rígido para la aldea Chayen y diseño de agua potable para la aldea Feria.

El agua es un servicio que juega un papel importante para el cambio positivo en el modo de vida de los habitantes de la aldea Feria, el sistema de abastecimiento de agua potable que se tiene ha llegado a su período de diseño; esto hace que no sea suficiente para abastecer a la población, el diseño de un nuevo sistema solucionará el problema así se podrá elevar el nivel de vida de la población, contribuyendo al desarrollo social, económico y sobre todo a la salud de los habitantes de la aldea.

Actualmente, la vía de acceso de la comunidad aldea Chayen es de terracería, la cual se encuentra en estado crítico, debido al paso del invierno a dejado en muy mal estado la carretera, dificultando el movimiento vehicular que pasa diariamente por el lugar, ya que es usada también por las poblaciones aledañas, el diseño de pavimentación es de suma urgencia para mejorar el acceso a la Aldea.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL PIÉ DE LA CUESTA

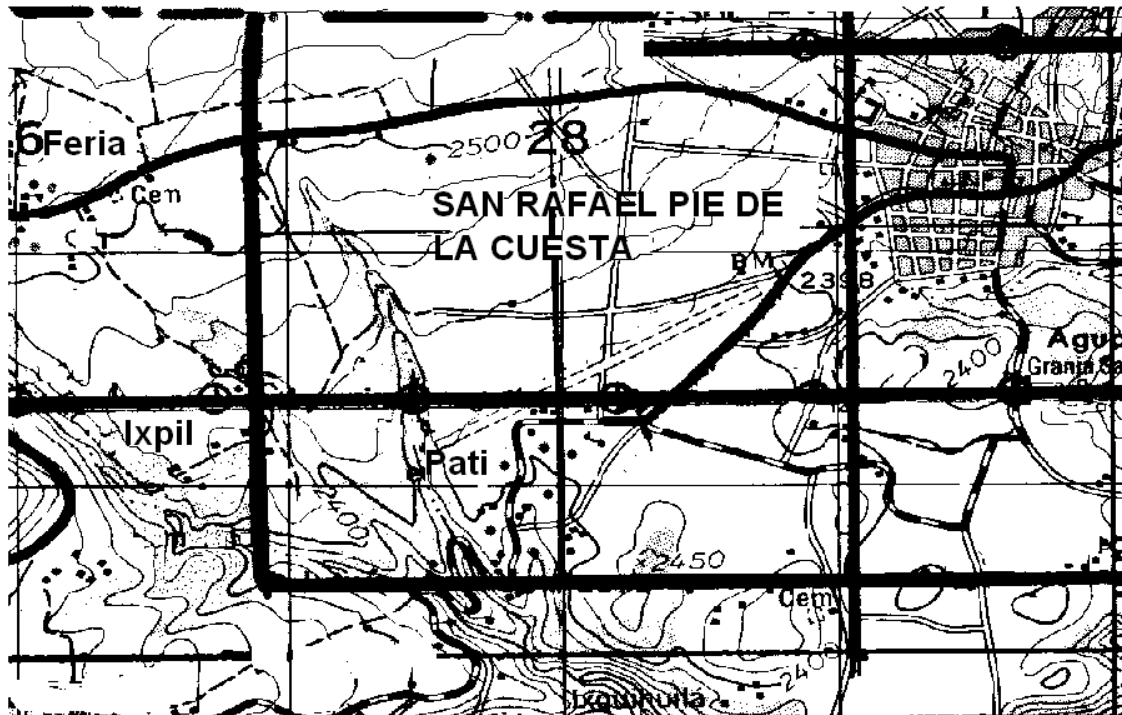
1.1 Generalidades

1.1.1.Límites y localización

El municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, limitando al norte con el municipio de San Pablo (Comunidad Agraria el Porvenir y aldea El Matazano) al sur con el Municipio de El Tumbador (Finca Australia y Caserío Nueva América) al oriente con los municipios de Esquímulas Palo Gordo (aldea Fraternidad) y San Marcos, al poniente: con el municipio de San José El Rodeo y San Pablo.

El municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, se encuentra ubicado al sur-este de la cabecera departamental de San Marcos. La distancia del municipio a la ciudad capital es de 275 Km. Por la ruta del altiplano y 300 Km. por la ruta costera; la distancia a la cabecera departamental es de 27 Km. y la distancia a la frontera El Carmen es de 32 Km. Su extensión territorial es de 60 kilómetros cuadrados. La altura del municipio es de 1,039 mts. Sobre el nivel del mar, o sea 3,376 pies. La aldea Chayen está a una distancia de la cabecera municipal de 6Km. 4 son de terracería y 2 de asfalto, la distancia a la cabecera departamental de San Marcos es de 33 Kms. de los cuales 29 son asfaltados. La aldea Feria esta a una distancia a la cabecera municipal de 9 km. de asfalto. Su distancia a la cabecera departamental de San Marcos es de 18 Km. de asfalto.

Figura 1. Mapa de localización de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos.



Fuente: mapa cartográfico de Guatemala

1.1.2 Nombre de la comunidad

El nombre se originó por su posición geográfica, al Pié de la Cuesta, porque cuando pasaban los comerciantes y los viajeros que iban hacia la zona costera o hacia el altiplano, pastaban sus patachos, en las grandes zacateras que existían en ese entonces y comentaban estar al Pié de la Cuesta. Y pensando los ancianos católicos de esa época, en el Arcángel San Rafael para que fuera el Protector del Municipio, dieron origen al nombre de “San Rafael Pié de la Cuesta”.

Entre los principales fundadores se recuerda a las siguientes personas: Don Ramón Ramírez, Doña Timoteo Méndez, Don Mariano F. Ochoa y Sra. Don Victoriano Barrios, Carlos Barrios, Valentín Anleù, José Francisco Soto y Pánfilo Rodas.

1.1.2.1 Reseña histórica

Municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, en el departamento de San Marcos, fue creado el 4 de enero de 1,850 por medio del acuerdo emitido por el gobierno central con fecha 29 de febrero del mismo año. Desde ese entonces la corporación municipal fue electa popularmente. Esta corporación municipal duro un año bajo el estricto control ejercido por el señor corregidor del barrio de San Marcos. El municipio contaba en ese entonces con tres parajes: Patí, Chayen Grande y Las Cruces, no se tiene información de cuantas Fincas existían en esa época.

1.1.3 Acceso y comunicación

1.1.3.1 Vías de acceso

El municipio de San Rafael Pié de la Cuesta cuenta con una vía principal, que es la ruta nacional No. 1 que viniendo de la ciudad fronteriza de Malacatán, conduce a la Cabecera Departamental de San Marcos, esta moderna carretera, se encuentra totalmente asfaltada, tocando los siguientes lugares del Municipio, Caserío Nuevo San Rafael, Finca La Ceiba, Caserío Palo Quemado, Caserío El Nance, Cabecera Municipal y aldea Feria.

La aldea Chayen cuenta con una vía de acceso que es transitable todo el año: en la entrada de la aldea pasa la ruta nacional No.1 esta asfaltada y comunica con el municipio de San pablo, Malacatàn, Rafael Pié de la Cuesta, y la cabecera departamental.

La aldea Feria cuenta con una vía de acceso que es transitable todo el año: La aldea esta sobre el trayecto de la cinta asfáltica, que viene de la ciudad fronteriza Malacatàn hacia la cabecera departamental de San Marcos.

1.1.3.2 Comunicaciones

El municipio de San Rafael Pié de la Cuesta cuenta con una vía de comunicación, siendo la única, la ruta nacional 1, esta es la vía que comunica parte de la boca costa del departamento y la cabecera municipal de San Marcos.

1.1.4 Topografía e hidrografía

1.1.4.1 Topografía

La mayor parte de terreno del Municipio es montañoso, con pendientes onduladas y gran cantidad de cerros. Su suelo es Arcilloso en la parte Alta, Franco Arcilloso en la parte Baja.

1.1.4.2 Hidrografía

1.1.4.2.1 Accidentes hidrográficos

1. Cuenca:

En el municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, se encuentran 1 gran cuenca la cual es.

- Del río el Naranjo

2. Ríos:

- Cabùz
- Ixpil
- Mopa.
- Tarros.
- Escondido.
- Naranjo.
- Chayen.

1.1.5 Aspectos climáticos

El clima del municipio de San Rafael Pié de La Cuesta es cálido, su temperatura promedio es de 17° C, oscilando con una temperatura máxima de 25°c y una temperatura mínima de 10° C.

1.1.6 Actividades económicas

Las actividades económicas y productivas del municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, son básicamente agrícolas, se dedica al cultivo de maíz, frijol, verdura, macadamia, café.

Población de la aldea Chayen y aldea Feria emigran de manera temporal a Tapachula, Chiapas México, la emigración se da a la cosecha de café.

1.1.7 Extensión territorial

El municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos, tiene una extensión territorial es de 60 km cuadrados.

La aldea Chayen tiene una extensión territorial 5 kilómetros cuadrados, la aldea Feria tiene un área de 2.5 kilómetros cuadrados.

1.1.8 Población

La mayoría de los pobladores de San Rafael Pié de la Cuesta son de origen ladinos o mestizos, sumando el 90% en el área urbana en el área rural existen comunidades de origen indígena, constituyendo el 10% de la población total.

Tabla I. Población por edades

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE POBLACIÓN DE SAN RAFAEL PIÉ DE LA CUESTA										
Lugar	Categoría	Total de población	Hombres	Mujeres	00 a 06 años	07 a 14 años	15 a 64 años	65 a 100 años	Indígena	No indígena
San Rafael	Pueblo	3,120	1,540	1,580	498	622	1,78	220	83	3,037
Chayen	Aldea	2,078	1,035	1,043	444	479	1,062	93	36	2,042
Feria	Aldea	695	339	356	120	237	285	53	0	695

Fuente: XI Censo de población, VI de habitación 2002

2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (Parte I)

2.1 Diseño de pavimento rígido para aldea Chayen, del municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos.

2.1.1 Descripción del proyecto

Actualmente, el camino que conduce a la aldea Chayen, municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos es de terracería y se encuentra en pésimas condiciones debido al paso de tormentas tropicales, este camino es utilizado por transportistas de la aldea el Naranjo y caseríos de las dos aldeas.

El proyecto trata de un nuevo diseño de trazo de camino para pavimento hidráulico por sistema de fundición por bloques alternos, según el levantado topográfico tiene una longitud de 4,336 mts. metros lineales de pavimento. La línea de trazo de camino conforme a los planos indica la línea central diseñada, situación de cunetas y niveles con cotas de sub-rasante propuesta y de rasante final.

2.1.2 Levantamiento topográfico

Lo constituyen la planimetría y la altimetría, las cuales son bases fundamentales para todo proyecto vial. Es necesaria su aplicación para obtener las libretas de campo y así dibujar los planos que reflejan la conformación real del lugar de ejecución del proyecto.

2.1.2.2 Planimetría

Conjunto de trabajo, para la obtención de todos los datos, necesarios para representar gráficamente en planta la superficie de la tierra. El levantamiento topográfico planimétrico para el pavimento, se utilizando el método de conservación del azimut, el cual consiste en tomar un azimut inicial referido al norte y fijando este con una vuelta de campana en la vista atrás se toma la medición hacia la siguiente estación. Se utilizó este método por ser muy exacto

2.1.2.2 Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes, entre puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente, a todo este procedimiento se le llama nivelación. la medición altimétrica se realizó por medio de un nivel de precisión marca Wild con su respectivo trípode y un estadal, se sacaron niveles a cada 20 m. y en las intersecciones, una vez teniendo localizada la línea central y la nivelación de la misma, se procedió a determinar las secciones transversales. Esto con el fin de tener la mayor información topográfica del camino.

2.1.3 Estudios del suelo

Para determinar las propiedades de un suelo en laboratorio es preciso contar con muestras representativas de dicho suelo. Las muestras pueden ser

de dos tipos: alteradas o inalteradas. Una muestra es alterada cuando no aguarda las mismas condiciones que cuando se encontraba en el terreno de donde procede; e inalterada en caso contrario. Para el presente proyecto, el tipo de muestra que se utilizó fue inalterada.

2.1.3.1 Ensayo de límites de Atterberg

Las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o bien por el ensayo de límites de Atterberg o límites de consistencia como también se le conoce. Dentro de los primeros podemos citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos: resistencia en seco, tenacidad en seco, tenacidad y sedimentación. Los límites de Atterberg son límite líquido, límite plástico.

2.1.3.1.1 Límite líquido

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia del estado líquido, al estado plástico. El método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido, es el que ideó Casagrande. El límite líquido debe determinarse, con muestras del suelo que hayan cruzado la malla número 40, si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

El límite líquido se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$L.L. = w(N/25) 0.121$$

Donde:

L.L.= Límite líquido calculado del suelo.

W= % de humedad arbitraria del suelo con respecto al peso seco.

N= Número de golpes necesario para cerrar la ranura en la copa de casagrande, correspondiente a w.

2.1.3.1.2 Límite plástico

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje de su peso seco al horno, que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgadas sin romperse. Según los ensayos de laboratorio el suelo es medianamente plástico.

El límite plástico se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$L.P= [(Pw) / Ps] \times 100$$

Donde:

L.P= Humedad correspondiente al límite plástico en %.

Ps = Peso de suelo secado al horno.

Pw = Peso de agua.

2.1.3.1.3 Índice plástico

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo, que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido, como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla del suelo.

Según Atterberg:

Índice plástico = 0 entonces, suelo no plástico;

Índice plástico = 7 entonces, suelo tiene baja plasticidad

$7 \leq I.P. \leq 17$ suelo medianamente plástico

Dado que el índice plástico, es de 8.9 según el laboratorio, el suelo se encuentra clasificado como medianamente plástico.

2.1.3.2 Ensayo de granulometría

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Los resultados de este análisis son luego representados en forma grafica, obteniéndose con ellos una curva de distribución granulométrica.

Según los resultados obtenidos en el laboratorio, el Suelo posee un 48.92% de arena, 13.04% de grava y 38.04% de finos. El suelo se clasifica como: **Arcilla arenosa con partículas de grava color café.**

2.1.3.3 Ensayo de proctor modificado

Normado por la A.A.S.H.T.O. T-180. La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) se le llama "Contenido óptimo de humedad" para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

Los resultados indican que posee una densidad seca máxima de 1,634 Kg/m³, humedad óptima de 19%. La humedad que contenga el suelo, representa la cantidad de agua necesaria para que el suelo pueda alcanzar el grado máximo de resistencia y acomodo de sus partículas.

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

Normado por la A.A.S.H.T.O. T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua. El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada de propiedades conocidas.

Los valores de C.B.R. que se utilizan son:

0.1 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 3,000 libras.

0.2 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 4,500 libras.

Con el resultado del C.B.R se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla, indica el empleo que se le puede dar al material en lo que al C.B.R se refiere.

Tabla II. Clasificación del suelo según C.B.R.

C.B.R	CLASIFICACION
0 - 5	Subrasante muy mala
5 - 10	Subrasante mala
10 - 20	Subrasante regular a buena
20 - 30	Subrasante muy buena
30 - 50	Sub-base muy mala
50 - 80	Base buena
80 - 100	Base muy buena

Fuente: Dirección General de Caminos.

Los resultados del ensayo de C.B.R. para este proyecto se encuentran en el anexo.

2.1.3.5 Clasificación de los suelos

Existen diferentes clasificaciones de acuerdo con los puntos de vista de geólogos, agrónomos, ingenieros civiles, etc. Sin embargo, hoy es casi aceptado por la mayoría que el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S.) es el que mejor satisface los diferentes campos de aplicación de la Mecánica de Suelos. Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos.

Los suelos de partículas gruesas y los suelos de partículas finas se distinguen mediante el cribado del material por la malla No. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicha malla y los finos a los que pasan, y así un suelo se considera grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en la malla No. 200, y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicha malla.

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres ingleses de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turba), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos.

2.1.3.5 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados 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.

El suelo presenta las siguientes características:

Clasificación S.C.U	= A-4
Descripción	= Arcilla arenosa con partículas de grava color café.
Límite líquido	= 40.5%
Índice plástico	= 8.9%
Peso unitario máximo	= 99.5 lb/pie ³
Humedad óptimo	= 19.0%.
CBR	= al 93.5% al de compactación de 5%

2.1.4 Definición de pavimento

Es una estructura cuya función fundamental es distribuir suficientemente las cargas concentradas de las ruedas de los vehículos, de manera que el suelo subyacente pueda soportarlas sin falla o deformación excesiva. Las condiciones que debe reunir un pavimento son una superficie lisa, no resbaladiza, que resista la intemperie y finalmente debe proteger al suelo de la pérdida de sus propiedades, por efecto del sol, las lluvias y el frío.

Atendiendo a la forma de cómo se distribuyen las cargas sobre la subrasante, se definen dos tipos de pavimento; los pavimentos rígidos, que están formados por losas de concreto, los que debido a su consistencia y alto módulo de elasticidad, utilizan la acción de viga para distribuir la carga en un área de suelo relativamente grande. En este tipo de pavimento, la mayor parte de capacidad estructural es proporcionada por la losa de concreto. Además existen los pavimentos flexibles los que están constituidos por asfaltos, y en los cuales la carpeta de rodadura produce una mínima distribución de cargas, las cuales se distribuyen por el contacto de partícula a partícula en todo el espesor del pavimento.

2.1.4.1 Tipo de distribución de esfuerzos en los pavimentos

Como se mencionó anteriormente, el objetivo del pavimento rígido es el de absorber los efectos de las cargas que circulan por el, a fin de proteger de estos efectos a la sub-rasante. Ofreciendo gran capacidad para distribuir, adecuadamente, los esfuerzos.

La losa de pavimento rígido, debido a su consistencia, mayor rigidez y por su capacidad de absorber esfuerzos de flexo-tracción, distribuye las tensiones superficiales a un área mucho más extensa en las capas, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante. Lo contrario sucede en un pavimento flexible la capa de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y produce mayores tensiones en la sub-rasante.

2.1.4.2 Componentes estructurales en los pavimentos

A continuación se describe cada una de las capas que generalmente soportan el pavimento, el objeto de las mismas y sus características.

2.1.4.2.1 Capa de rodadura

Parte superior del pavimento que sostiene directamente la circulación vehicular. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie o rasante, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito.

2.1.4.2.2 Rasante

Es la representación sobre un plano vertical del eje de una carretera sobre el cual circulan los vehículos. Este plano es paralelo a la sub-rasante y la diferencia entre ellos está determinado por el espesor del pavimento.

2.1.4.2.3 Sub-rasante

Es el suelo natural donde se construirá el pavimento, puede estar formado por un suelo natural mejorado o una sustitución de éste. El tipo de suelo que conforma la sub-rasante, depende de las características que tenga, las cuales se obtienen a través de los ensayos de laboratorio. Los espesores de las diferentes capas del pavimento, dependen de la capacidad soporte de la Sub-rasante, la cual se clasifica en los rangos de la siguiente tabla III

Tabla III. Calidad de la sub-rasante

C.B.R	Calidad de sub-rasante
0% - 3%	muy mala
3% - 5%	mala
5%-20%	regular a buena
20% - 30%	excelente

Fuente: Dirección General de Caminos

Comúnmente los suelos de mala calidad son los que tienen materia orgánica y arcilla en exceso. Para evitar los efectos nocivos de este tipo de suelos, la mejor alternativa es sustituirlos. La sub-rasante, debe compactarse hasta obtener como mínimo el 95% de compactación, con respecto a la densidad máxima obtenida en laboratorio. Para efectos de este proyecto se debe de limpiar el terreno y retirar todo el material, así como todo vegetal que se encuentre en el área de trabajo.

2.1.4.2.4 Base

Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tráfico, a la sub-base y a través de esta a la sub-rasante, usualmente se utiliza el material llamado selecto, en este proyecto se consideró el espesor de la base de 15 cm.

2.1.5 Parámetros de diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO = 30 KM/H

ANCHO PROMEDIO = 4 MTS.

BOMBEO = 2% MÍNIMO

PAVIMENTO Y CUNETAS

TENDRAN UNA

RESISTENCIA MÍNIMA A

LA COMPRESIÓN = 3500 PSI

2.1.6 Período de diseño

El período de diseño para una carretera varia 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 San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de diseño de 20 años, en el presente trabajo se utilizó este dato.

2.1.7 Diseño del pavimento rígido

Inicialmente se hizo el levantamiento topográfico en el tramo que se tiene planificado pavimentar ubicado en la aldea Chayen, se utilizó el método de conservación del azimut y se hizo una poligonal abierta con radiaciones. La poligonal fue nivelada con estaciones de múltiplos de 20 metros.

Seguidamente, se dibujaron los niveles de línea central una vez trazado el perfil longitudinal, se procedió al diseño de la rasante final, tomando en consideración las especificaciones y criterios de diseño.

2.1.7.1 Teoría de diseño de pavimentos rígidos

Para el diseño del pavimento, ya sea flexible o rígido, conviene tomar en cuenta la mejor opción. Para esto es necesario conocer las ventajas que cada uno ofrece dependiendo del tránsito, condición del suelo, mantenimiento y costo.

Entre los pavimentos comunes en el lugar está el pavimento de adoquín, rígido y flexible. Para escoger una de las tres opciones se consideró la alternativa más propicia al lugar. Los aspectos a considerar son:

1. El tránsito en el lugar
2. Lo que representa el lugar a pavimentar
3. Si hay viviendas en el lugar a pavimentar

2.1.7.2 Descripción del tipo de pavimento a utilizar

El tipo de pavimento a utilizar en el proyecto es pavimento rígido. Los factores que afectan al espesor de un pavimento rígido son principalmente el nivel de carga que ha de soportar (número y tipo de vehículos), el módulo de reacción del suelo de apoyo a las propiedades mecánicas del concreto.

Los pavimentos rígidos están constituidos generalmente por las dos capas siguientes:

Base: es una capa relativamente delgada de materiales seleccionados o especificados de un espesor prescrito, colocado entre la sub-rasante y el pavimento rígido para los propósitos de mejorar el drenaje, reducir el daño por los cambios de temperatura, prevenir el bombeo del pavimento o controlar la humedad del suelo para sub-rasantes de altos cambio volumétricos.

Losa: es una capa de concreto hidráulico que constituye el elemento fundamental del pavimento. Por naturaleza del concreto hidráulico es necesario interrumpir la continuidad del pavimento por medio de juntas, cuyo espaciamiento es un punto muy importante para el diseño de los pavimentos rígidos. Las juntas sirven para disminuir los esfuerzos provocados por la dilatación de la losa.

2.1.7.3 Diseño de pavimento rígido, método simplificado PCA

Para el diseño del pavimento rígido se utilizó el método simplificado de la PCA, en donde se ha elaborado tablas basadas en distribuciones de carga-eje para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están formuladas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor es de 1, 1.1, 1.2 y 1.3 para las categorías 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Para determinar el espesor de la losa es necesario conocer los esfuerzos combinados de la sub-rasante y la base, ya que mejoran la estructura del pavimento.

Valores aproximados del módulo de reacción K, cuando se usan bases granulares y bases de suelo–cemento, se muestran en las tablas siguientes.

Etapas o pasos del método simplificado:

- Estimar TPDC (tránsito promedio diario de camiones) en dos direcciones, excluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas
- Seleccionar la categoría de carga–eje, según su tabla correspondiente
- Encontrar el espesor de losa en la tabla apropiada

Tras conocer el CBR de la sub-rasante se busca su correspondiente módulo de reacción K en la tabla correspondiente. Luego se determinará el espesor de base de acuerdo al tipo de suelo y el módulo de ruptura del concreto, que es el 15% f_c . Con la información anterior y conociendo el tipo de junta a utilizar, se localiza el espesor de la losa en la tabla correspondiente.

a) Tránsito

El principal factor en la determinación del espesor de un pavimento es el tránsito que pasará sobre éste. Por eso es necesario conocer datos como:

- TPD: tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos
- TPDC: tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones

En las tablas de diseño ya han sido incorporados los factores de seguridad de carga (F.S.C), para las categorías 1, 2,3 y 4. Además, los valores de TPDC de las tablas han sido preparados para un periodo de diseño de 20 años.

El TPDC puede ser expresado como un porcentaje de TPD o como un valor aparte. El dato del TPD se obtiene de contadores especiales de tránsito o por cualquier otro método de conteo.

El TPDC sólo excluye camiones de seis llantas y unidades simples o combinaciones de tres ejes o más. Como no se incluyen paneles, pick – ups, o algún otro camión de dos ejes y cuatro llantas, el número permisible de camiones de todo tipo tiene que ser mayor que el TPDC tabulado para calles y carreteras secundarias.

b) Cálculo de espesor del pavimento

Para el cálculo del espesor del pavimento lo primero que se cálculo fue el tránsito promedio diario en ambas direcciones (TPD). Este dato se estableció tomando en cuenta lo que representa el lugar a diseñar, para el tramo a pavimentar se tomó como parámetro la entrada que actualmente se utiliza donde se consideraron 250 vehículos diarios para 20 años, de los cuales se tomó un porcentaje del 15% del TPDC en ambas direcciones. Según lo

mencionado anteriormente, se clasifica en la categoría número 2 de la siguiente tabla.

Tabla IV. Clasificación de vehículos, según su categoría

Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	%	TPDC por día	Sencillo	Tandem
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200 a 800	1 A 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 A 10	de 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio) supercarreteras interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 para 2 carriles, 3000 a 5000 Para 4 carriles o mas	8 A 30	de 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000 a 20000 para 2 carriles, 3000 a 15000 para 4 carriles o Mas	8 A 30	de 1500 a 8000	34	60

Fuente: Dirección General de Caminos.

Se escoge la categoría 2, pues es una carretera rural.

Una vez conocida la categoría a la que pertenece, se encuentra el módulo de reacción K. Este valor se establece por medio del CBR del laboratorio que en este caso, es de 5%. Según la siguiente figura.

Tabla V. Determinación de la reacción K por medio del C.B.R.

MÓDULO DE RELACIÓN DE LA SUBRASANTE-K Lbs/pulg ³																			
100		150						200		250	300	400		500	600		700		
VALOR SOPORTE Lbs/pulg³																			
		10						20		30	40	50	60						
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)																			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	

Fuente: Dirección General de Caminos.

Se localiza la relación de soporte de california (C.B.R.) en 5 que es el que se aproxima a 5%. En donde le corresponde el módulo de reacción K de 150 lbs / pulg³.

Identificado el módulo de reacción K, se clasifica la sub-rasante según la siguiente tabla.

Tabla VI. Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K

TIPO DE SUELO	SOPORTE	Rango de valores de K lb/pulg³
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo arcilla	Mediano	130 - 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 - 220
Sub-base tratada con cementos	Muy alto	250 - 400

Fuente: Dirección General de Caminos.

Se calcula el módulo de ruptura del concreto tomando un porcentaje de la resistencia a compresión, la cual es del $15\% \times f'c$; el $f'c$ tiene un valor de 4000 psi y el módulo de ruptura será igual a:

$$\text{Módulo de ruptura} = 15\% \times f'c = 15\% \times 4,000 \text{ Psi.}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = 600 \text{ Psi.}$$

Para poder encontrar el espesor se necesita definir el tipo de junta a utilizar: se utilizan juntas de trabe por agregados con bordillo integrado. Según la siguiente tabla VII el espesor del pavimento está entre 5.5" y 6". Se consideró el mayor de los espesores, el cual es de 6" que es igual a 15 centímetros de grosor del pavimento.

Tabla VII. Pavimento con juntas con agregados de trabe

MR	Espesor de losa pulg.	Sin hombros de concreto o bordillo Soporte subrasante-subbase				Espesor de losa pulg.	Con hombros de concreto o bordillo Soporte subrasante-subbase			
		Bajo	Mediano	Alto	Muy alto		Bajo	Mediano	Alto	Muy alto
650 PSI	5.5				5	5		3	9	42
	6		4	12	59	5,5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	490	6	96	380	700	970
	7	80	320	840	1200	6.5	650	1000	1400	2100
	7.5	490	1200	1500		7	1100	1900		
	8	1300	1900							
600 PSI	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	6	19	84	220	810
	7.5	110	440	1100	2100	6,5	160	520	1400	2100
	8	590	1900			7	1000	1900		
	8.5	1900								
550 PSI	6.5			4	19	5,5			3	17
	7		11	34	150	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
	8	120	470	1200		7	210	770	1900	
	8,5	560	2200			7,5	1100			
	9	2400								

Fuente: Dirección General de Caminos.

Se busca en el lado derecho, por incluir bordillo, el diseño de losa. La subrasante tiene un carácter medio, al buscar en el sector correspondiente a un módulo de ruptura de 600 PSI, el cual es de 6 pulgadas, por facilidad de construcción se dejará de 15cm. de espesor.

Las juntas transversales serán construidas a cada 2.75 metros y la junta cada 3.00 metros, la pendiente de bombeo será de 2%, así como se indica en los planos.

2.1.8 Diseño geométrico

El diseño geométrico de una carretera depende de los criterios del diseñador, que se basaran en la intensidad y tipo del transito futuro, así como la velocidad de diseño. Determinada la vía y fijados los criterios de diseño geométrico, se debe buscar una combinación de alineamientos rectos y curvos que se adapten al terreno en planimetría, altimetría y que cumplan con los requisitos establecidos.

Una carretera debe proporcionar apoyo a los vehículos todo el tiempo, facilitar el drenaje del agua superficial, accediendo a los vehículos que tenga una mejor fracción para la aceleración, desaceleración y cambio de dirección; y por medio del diseño geométrico de la anchura, las intersecciones, las sobre-elevaciones, los drenajes y las distancias de visibilidad, permitir el movimiento y el rebase con seguridad a niveles de servicio establecidos.

Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad controla la distancia de visibilidad. El trazado en planta de un tramo se compondrá los elementos: recta, curva circular y curva de transición

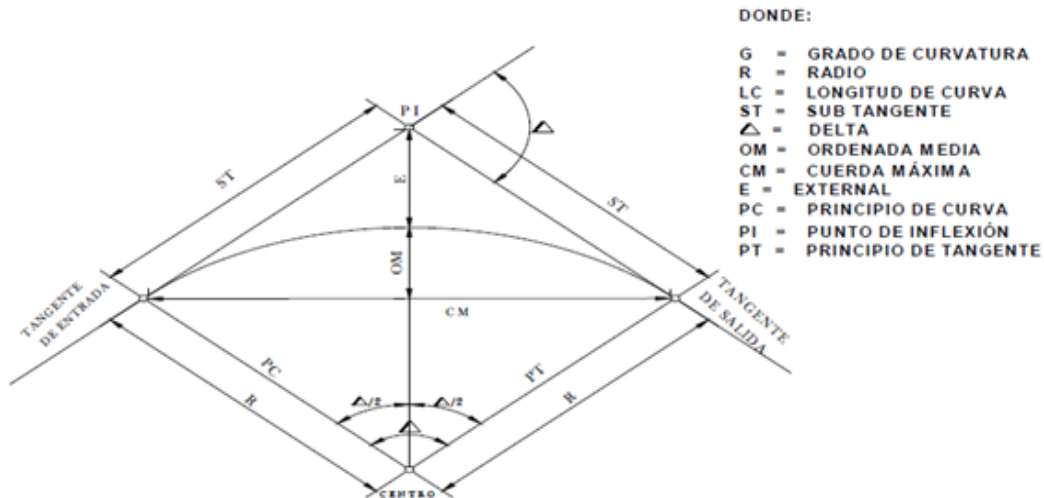
Alineamiento vertical

En el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales, también la determinan las características topográficas del terreno, la seguridad, visibilidad, velocidad del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes. Está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente, que sirve para delimitar el diseño de la sub.- rasante.

Curvas horizontales

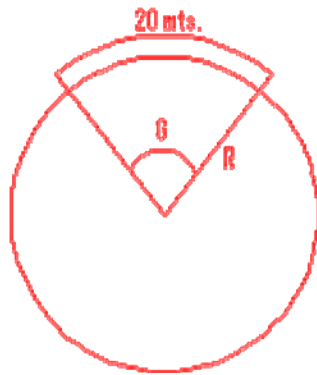
Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes. Para el cálculo de las curvas se tomó como referencia la línea de topografía de la carretera existente, tomando como base un radio mínimo de 16.72 mts, clasificando la carretera según la AASHTO como tipo "E" y con una velocidad de 30km/h.

Figura 2. Elemento de curva circular



Grado de curvatura (G)

Es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros, de esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de una curva horizontal circular. De otra forma, se dice que (G) es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros.



R= radio

G= grado de curvatura

$$-\left(\frac{G}{360}\right) = \left(\frac{20}{2\pi R}\right)$$

$$R = \left(\frac{1145.9156}{G}\right) \quad G = \left(\frac{1145.9156}{R}\right)$$

Debido a que el grado de curvatura y el radio de una curva horizontal dependen uno del otro, existen especificaciones para carreteras que enumeran una serie de radios para distintos grados de curvatura, considerando las velocidades de diseño, el tipo de carretera y las deflexiones.

Ejemplo de tramo

El tramo a utilizar para el ejemplo, es la curva No. 2, el cual tiene los datos siguientes:

$$R= 25 \text{ m}$$

$$G= 45^{\circ}50'1''$$

$$\Delta= 28^{\circ}34'58''$$

Longitud de curva (LC)

La longitud de curva es la distancia, siguiendo la curva, desde el principio de curva (PC), hasta el principio de tangente (PT).

$$LC= \frac{(25 \cdot \Delta)}{G} = \frac{(25 \cdot 28^{\circ}34'58'')}{45^{\circ}50'1''}$$

$$LC= 15.93$$

Subtangente (St)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI) o entre el (PI) y el principio de tangente (PT).

$$St = R \cdot \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 25 \cdot \tan\left(\frac{28^{\circ}34'58''}{2}\right)$$

$$St = 6.37$$

Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia entre una línea recta trazada entre el PC al PT.

$$Cm = 2 * R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2 * 25 \sin\left(\frac{28^{\circ}34'38''}{2}\right)$$

$$Cm = 12.34_m$$

External (E)

Es la distancia comprendida entre el PI al punto medio de la curva.

$$E = R * \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 25 \sec\left(\frac{28^{\circ}34'58''}{2} - 1\right)$$

$$E = 0.79_m$$

Ordenada media (OM)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$OM = R * \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right) = 25 * \left(1 - \cos\left(\frac{28^{\circ}34'38''}{2}\right)\right)$$

$$OM = 0.77_m$$

Cálculo de estacionamientos

Estos se calculan con base a las distancias entre los PI de localización, calculando la estación para cada PI, restando la estación de PI menos la

subtangentes se ubicará el principio de la curva (PC). Sumando el PC más la longitud de curva se ubicará el principio de tangente (PT), final de la curva.

Principio de curva:

$$PC = PI - St = (0+054.785) - 6.31$$

$$PC = 0+048.475$$

Principio de tangente:

$$PT = PC + LC = (0+048.475) + 12.47$$

$$PT = 0+60.945$$

Pendiente positiva

Se entiende por pendiente positiva aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, se incrementa la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia arriba en determinado tramo.

Pendiente negativa

Se entiende por pendiente negativa aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, decrece la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia abajo en determinado tramo.

Pendiente máxima

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convengan desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos, siempre que no sobrepase la longitud crítica.

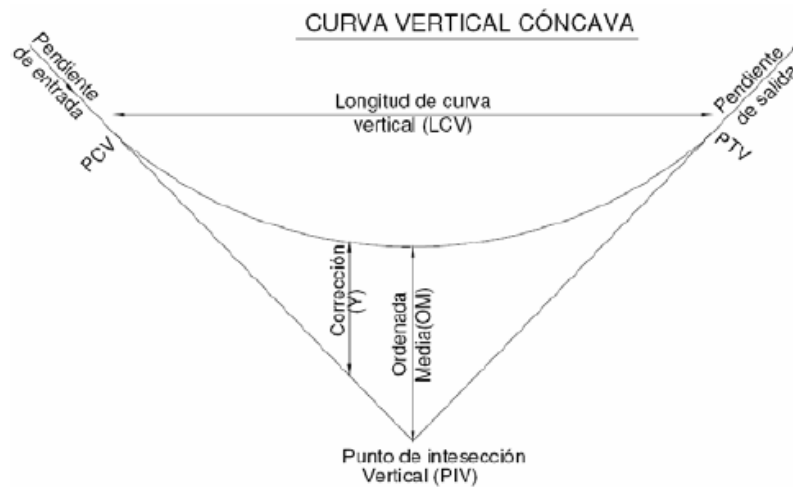
Pendiente mínima

Se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula (0.03%) debido a que en ese caso actúa el drenaje transversal, en los cortes se recomienda el 2% mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podría llevar a aumentarla.

Curvas verticales

El diseño de las carreteras no solo está conformado por curvas horizontales sino también por curvas verticales, las cuales se obtienen en la parte de la altimetría del terreno. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas. Para el diseño de las curvas se tomará el tipo parabólico simple, debido que es la más utilizada en nuestro medio por la Dirección General de Caminos, esto es por la facilidad de cálculo y a su gran adaptación de las condiciones topográficas que existen en nuestro país.

Figura 3. Tipo de curva vertical



Las fórmulas para obtener los datos o correcciones en una curva vertical, son las siguientes:

$$OM = \left(\frac{P_1 - P_2}{1000} \right) * LCV$$

$$D = \left(\left(\frac{LCV}{2} \right) - |PIV - EST| \right)^2$$

$$Y = \left(\frac{(OM * D)}{\left(\frac{LCV}{2} \right)^2} \right)$$

Donde:

P1 = pendiente de entrada

P2 = pendiente de salida

OM = ordenada media

D = distancia a partir del extremo al punto en que se desea conocer la corrección vertical.

LCV = longitud de curva vertical.

Y = corrección vertical

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el cálculo de la primera curva vertical realizada en el presente proyecto:

$$LCV = 120_m$$

Estación 0+120:

$$OM = \left(\frac{3.94 - (-0.80)}{800} \right) * 120 = 0.71$$

$$D = \left(\left(\frac{120}{2} \right) - |180 - 120| \right)^2 = 0$$

$$Y = \left(\frac{(0.71 * 0)}{\left(\frac{120}{2} \right)^2} \right) = 0$$

$$\text{rasante corregida } 999.23 + 0.000 = 999.23$$

Estación 0+160

$$OM = 0.71$$

$$D = \left(\left(\frac{160}{2} \right) - |180 - 160| \right)^2 = 3600$$

$$Y = \left(\frac{(0.71 * 3600)}{\left(\frac{160}{2} \right)^2} \right) = 0.0399$$

$$\text{rasante corregida } 1000.495 + 0.0399 = 1000.534$$

Para el cálculo de las demás curvas verticales se sigue el mismo procedimiento.

2.1.8.1 Disposiciones especiales

2.1.8.1.1 Materiales

- a) **Agua:** El agua a usar en el mezclado del concreto deberá estar libre de materia orgánica, aceites, ácidos, sales álcalis u otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto.

- b) **Arena de río:** Sera de grano limpio y consistente, libre de arcilla cieno y materia orgánico, debiendo cumplir con las normas ASTM-33

- c) **Cemento:** Se usará Portland Nacional o importado y deberá llenar las especificaciones C-150 de las ASTM.

- d) **Concreto:** La resistencia de concreto deberá ser de 3,500 libras sobre pulgadas cuadrada, resistencia mínima a los veintiocho días de fundido con un asentamiento (slump) entre dos pulgadas y cuatro pulgadas, a menos que los planos indiquen otra cosa.

- e) **Grava y pedrín:** Deberán ser limpios, libres de arcilla, lodo o polvo, se usara pedrín triturado $\frac{1}{2}$ "y $\frac{3}{4}$ " debidamente proporcionados para una mezcla trabajable y la grava de $\frac{1}{4}$ ".

2.1.8.2 Colocación y compactación del concreto

a) Colocación del concreto

Acondicionamiento de la superficie: las losas de concreto deben ser construidas sobre la superficie de la subrasante, sub-base o base, según lo indiquen las disposiciones especiales, previamente preparadas, de conformidad con estas especificaciones generales.

Cuando en el área de construcción de la losa de concreto, antes o después de colocar la formaleta, se producen baches o depresiones causadas por el movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, éstas deben corregirse antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca con concreto, lechada, mortero o agregados para concreto, seguidamente se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual efectuándose el control de compactación conforme la sección de sub-base o base que corresponda. Todo el material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a la sección típica de pavimentación.

Colocación del concreto utilizando formaleta deslizante: todo el concreto para pavimentos debe ser colocado y terminado por pavimentadoras de concreto deslizante, salvo donde es impráctico o no es posible el empleo de este equipo, en cuyo caso se empleará el procedimiento de formaleta fija.

b) Compactación del concreto

La pavimentadora debe ser capaz de realizar el enrasado y compactación del concreto, sin causar segregación, produciendo una sección compacta y homogénea con un acabado final, solo pendiente del afinamiento manual de pequeñas irregularidades, el que se hace con llanas metálicas de tamaño suficiente para alcanzar la parte media de la sección del pavimento.

Las pavimentadoras deben operarse lo más continuamente posible coordinando todas las operaciones de mezclado, colocación y esparcido, compactación y acabado del concreto de tal forma que se logre un avance uniforme con un mínimo de paradas y arranques.

Cuando sea necesario detener el movimiento de la pavimentadora, también deben detenerse automáticamente los elementos de vibración y/o apisonado. No se debe aplicar ninguna otra fuerza de tracción a la pavimentadora, más que aquella que pueda controlarse desde la propia máquina.

2.1.9 Drenajes menores en vías pavimentadas

2.1.9.1 Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas

Los drenajes en carreteras son los que le dan mayor vida a ésta, ya que permiten que el agua de lluvia u otros cursos de agua fluyan sin causarle destrozos.

El drenaje, denominado también como obra de arte, puede clasificarse en:

- . Transversal
- . Longitudinal
- . Subdrenaje

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal, que el espesor del relleno evite el daño a los conductos ocasionados por las cargas vivas y de impacto, debiendo respetar las profundidades mínimas establecidas. Esta profundidad se mide a partir de la superficie del suelo, hasta la parte superior del tubo, determinada de siguiente manera:

Tráfico normal = 1.00 metros

Tráfico pesado = 1.20 metros

2.1.9.2 Cunetas

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino, con el fin de conducir el agua que escurre desde la parte central de éste, o en todo el camino, en el caso que existan curvas. Cuando las cunetas pasan de corte a relleno se prolongan a lo largo del pie del relleno: dejando una berma entre dicho pie y el borde de la cuneta, para evitar que se moje el relleno, y origine asentamientos.

El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos; éstas se pueden construir de forma trapezoidal o triangular. El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud, medida que determinará el área de carretera que drenará, o del terreno aledaño, si es necesario.

Las cunetas deben protegerse en pendientes fuertes cuando su longitud sea mayor de 50 metros, por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio; debido a que mientras más largas sean, más agua llevará, por lo que se erosionarán más y resultaría antieconómica la conservación.

2.1.9.3 Contra cunetas

Son zanjas que se hacen en lugares convenientes, para evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada.

Las contra cunetas se construyen transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos. Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno, no se deben construir contra cunetas.

2.1.9.4 Drenaje transversal

El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse de otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro del camino. En estas obras de drenaje transversal están comprendidos los puentes y las alcantarillas.

2.1.9.4.1 Diseño de drenaje transversal

El procedimiento de diseño para una cuneta y un drenaje transversal son los mismos, lo único que varía es la sección, ya que en la cuneta generalmente es trapezoidal y en el drenaje transversal es circular, por lo que se ejemplifica el procedimiento de un drenaje trasversal.

Ejemplo del diseño de una alcantarilla transversal

Datos: Estación: 0 + 300

Área: 2 Ha.

C: 0.25

I: ?

Para obtener la intensidad de lluvia se aplica una fórmula, mencionada anteriormente, dada por el INSIVUMEH. En el caso del municipio de San Marcos, la Intensidad de lluvia es de 185 mm/hora dato proporcionado por el INSIVUMEH.

Determinamos el caudal:

$$Q = \frac{0.25 \cdot 185 \cdot 2}{360} = 0.26 \text{ m}^3 / \text{s}$$

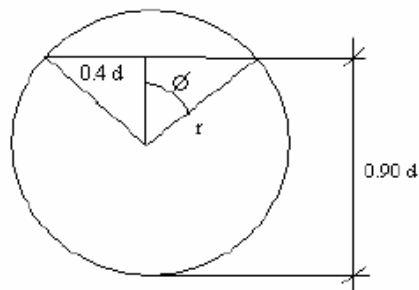
Condiciones de diseño:

S = pendiente = 3%

Sección llena al 90%

d = diámetro: ?

Figura 4. Diagrama y datos de diseño drenaje transversal



$$\cos \phi = \frac{0.4 d}{0.4 d}$$

$$\phi = \cos^{-1} \left(\frac{0.4}{0.5} \right) = 36.86989765 \left(\frac{\pi}{180} \right) = 0.6435_{\text{rad}}$$

Área del círculo:

$$A_c = \pi * r^2 = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = \frac{\pi * d^2}{4} = 0.25 * \pi * d^2$$

Área del sector circular:

$$A_{sc} = 0.6435 * \left(\frac{d}{2} \right)^2 = 0.161 * d^2$$

Área del triángulo:

$$A_d = 2 * \left(\frac{0.4 * 0.3d}{2} \right) = 0.12 d^2$$

Área resultante:

$$A_r = A_c - A_{sc} + A_d$$

$$A_r = 0.25 * \pi * d^2 - 0.161 * d^2 + 0.12 d^2$$

$$A_r = 0.7444 * d^2$$

Perímetro mojado:

$$P_m = \pi * d - 0.6435 * \left(\frac{d}{2} \right) = 2.82 * d$$

Radio hidráulico:

$$R_H = \frac{A_r}{P_m} = \frac{0.7444 d^2}{2.82 * d} = 0.264 d$$

Aplicando la fórmula de Manning:

$$Q = \left(\frac{1}{n} \right) * (R_H)^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Si: $n = 0.025$, $S = 3\%$, $Q = 0.26 \text{ m}^3/\text{s}$

$$0.26 = \left(\frac{1}{0.025} \right) * (0.264 * d)^{2/3} * 0.03^{1/2} * 0.7444 * d^2$$

$$d = 0.54 \text{ m} \approx 21''$$

De acuerdo a los cálculos, se determina que con tubería de 21" de diámetro es suficiente para drenar el agua, sin embargo para evitar taponamientos debido a restos de basuras, árboles y tierra que afecten el buen drene, se utilizará tuberías con diámetro de 24".

El procedimiento de cálculo anteriormente descrito se repite en las demás estaciones donde se encuentren ubicados drenajes transversales según planos de diseño.

2.1.10 Programa y mantenimiento del pavimento rígido

Antes de iniciar los trabajos de construcción de las losas de concreto, el contratista debe someter para su aprobación, el procedimiento que va a utilizar en dicha construcción, como: maquinaria, equipos y materiales que utilizará en las operaciones necesarias.

La aprobación del procedimiento de construcción a utilizar no exime al contratista de su responsabilidad de construir un pavimento de concreto de Cemento Pórtland en forma tal, que se ajuste a éstas. Todas las mezcladoras deben ser de un tipo aprobado y diseñado en tal forma, que aseguren una distribución uniforme de los materiales en toda la mezcla. Deben utilizarse mezcladoras cuya capacidad indicada no sea inferior a la carga de un saco y que cuenten con un accesorio que cierre automáticamente el dispositivo de carga, con el fin de evitar que se vacíen antes de que los materiales hayan sido mezclados durante el tiempo mínimo especificado.

Las losas de concreto deben ser construidas sobre las superficies previamente preparadas de conformidad con estas especificaciones. Cuando en

el área de construcción de la losa de concreto antes o después de colocar las formaletas, se produzcan baches o presiones causadas por el movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, éstas deben corregirse antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca de concreto, lechada o mortero; seguidamente, se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual, efectuándose el control de compactación conforme a lo establecido en estas especificaciones técnicas.

La ejecución del acabado final debe ejecutarse antes del endurecimiento, eliminándose las aristas de las juntas. El acabado de los bordes debe ser igual al de la superficie, posteriormente al acabado se aplicará algún tipo de curador aprobado por el supervisor de la obra, o en su defecto agua; con el objetivo de evitar un fraguado brusco del concreto. El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión de 4,000 psi. a los 28 días. La resistencia del concreto debe basarse en probetas de cilindros fabricados y aprobados de acero. La resistencia a la compresión del concreto se basará en pruebas a los 14 y 28 días. Las muestras para las pruebas de resistencia de cada clase de concreto producido por la planta mezcladora, deben consistir de por lo menos dos y preferentemente tres probetas para cada edad de prueba.

Estas muestras deben tomarse no menos de una vez por cada 60 metros cúbicos o fracción de concreto. Las muestras para prueba de resistencia deben tomarse de acuerdo con el método AASHTO T 14 y los cilindros deben de consistir de por lo menos dos probetas y preferiblemente tres, obtenidas de la misma muestra, deben hacerse ensayos a los 14 y a los 28 días.

Las formaletas no pueden ser retiradas, hasta después de transcurridas por lo menos 12 horas de haber sido colocado el concreto, y la operación debe ser hecha con cuidado para evitar daños a los bordes del concreto. El material saliente debe colocarse en las juntas previamente secas y limpias; se debe emplear herramientas que penetren en la ranura de las juntas. El material de relleno debe ser cuidadosamente colocado, sin producir desbordamiento.

Cualquier exceso debe moverse inmediatamente limpiando la superficie. No se permitirá que queden rebordes o túmulos, especialmente en las juntas transversales. Cualquier daño que se le ocasione al pavimento antes de su aceptación final, debe ser reparado por el contratista. El pavimento no debe ser abierto al tránsito sino hasta transcurridos por lo menos 14 días después de la colocación del concreto o de que lleguen las probetas de prueba, al ensayarlas a una resistencia de 4,000 psi. A compresión. Este tiempo puede ser mejorado utilizando aditivos como acelerantes de fraguado rápido. Defectos en la superficie, espesor deficiente, grietas, rajaduras o asentamientos, así como las juntas, serán reparados por el contratista sin costo para la municipalidad.

Las fallas en los pavimentos rígidos pueden deberse a dos causas principales: las deficiencias de la propia losa, que comprenden por un lado el defecto del concreto propiamente dicho, tales como utilización de materiales y agregados no adecuados, desintegración por reacción de los agregados del cemento; y por lo tanto los defectos de construcción o de insuficiencia estructural en la losa, tales como la inapropiada colocación o insuficiente dotación de elementos de carga, insuficiente resistencia entre las restricciones de fricción impuestas a los movimientos de la losa por la sub-base, así como un mal comportamiento de las juntas de contracción y expansión.

2.1.11 Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, en los que se tomaron en cuenta los precios de materiales y salarios de mano de obra calificada y no calificada de la región.

Tabla VIII. Presupuesto del diseño de camino de pavimento rígido

PRESUPUESTO DESGLOSADO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
 UBICACIÓN: ALDEA CHAYEN
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PIÉ DE LA CUESTA
 MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

No.	ACTIVIDAD	cantidad	unidad	costo unitario	Sub-Total	Total
1	TRAZO Y ESTANQUEADO	4,336.39	ml	Q 15.34		66,504.62
	Hilo plástico	5.00	Rollos	Q 25.00	Q 125.00	
	Cal hidratada	10.00	Bolsas	Q 45.00	Q 450.00	
	Cinta metrica de 50 MTS.	2.00	Unidad	Q 80.00	Q 160.00	
	Metro de mano de 5 MTS.	3.00	Unidad	Q 30.00	Q 90.00	
	Reglas de 2" x 3" x 9' para estacas.	10.00	Docenas	Q 300.00	Q 3,000.00	
	Clavo de 3".	20.00	Lbs.	Q 5.00	Q 100.00	
	Almágana de 4 LBS.	1.00	Unidad	Q 80.00	Q 80.00	
	Nivel de mano	4.00	Unidad	Q 45.00	Q 180.00	
	Alambre de amarre	40.00	Lbs.	Q 10.00	Q 400.00	
	Rótulo	1.00	Unidad	Q 2,500.00	Q 2,500.00	
	Mano de obra calificada	4336.39	ml	Q 8.00	Q 34,691.12	
	Mano de obra no calificada	4336.39	ml	Q 2.00	Q 8,672.78	
	Maquinaria y equipo	10.00	%	Q 7,085.00	Q 708.50	
	Costo Total de materiales				Q 7,085.00	
	Costo directo				Q 51,157.40	
	Costo indirecto				Q 15,347.22	
	Total					Q66,504.62
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,512.48	metros³	Q 153.34		Q 538,589.94
	tractor D-6	71.00	horas	Q 1,200.00	Q 85,200.00	
	Cargadora frontal	71.00	horas	Q 450.00	Q 31,950.00	
	Camiones	4,918.00	metros ³	Q 50.00	Q 245,900.00	
	Topografía	9.00	dia	Q 800.00	Q 7,200.00	
	Mano de obra calificada	3,512.48	metros ³	Q 5.00	Q 17,562.38	
	Mano de obra no calificada	3,512.48	metros ³	Q 2.00	Q 7,024.95	
	Maquinaria y equipo	10.00	%	Q 370,250.00	Q 37,025.00	
	Costo Total de materiales				Q 370,250.00	

	Costo directo				Q 414,299.95	
	Costo indirecto				Q 124,289.99	
	Total					Q 538,589.94
3	CONF. Y PREP. SUB-RASANTE	17,345.56	metros²	Q 23.65		Q 410,158.87
	patrol	226.20	horas	Q 600.00	Q 135,720.00	
	regadora	40.60	dia	Q 800.00	Q 32,480.00	
	vibro compactador	316.68	horas	Q 275.00	Q 87,087.00	
	Mano de obra calificada	17,345.56	metros ²	Q 5.00	Q 86,727.80	
	Mano de obra no calificada	17,345.56	metros ²	Q 2.00	Q 34,691.12	
	Maquinaria y equipo	10.00	%	Q 255,287.00	Q 25,528.70	
	Costo Total de materiales				Q 255,287.00	
	Costo directo				Q 315,506.82	
	Costo indirecto				Q 294,652.05	
	Total					Q 410,158.87
4	BASE	17,345.56	metros²	Q 16.60		Q 287,983.96
	patrol	174.00	horas	Q 600.00	Q 104,400.00	
	regadora	22.00	dia	Q 800.00	Q 17,600.00	
	vibro compactador	174.00	metros ³	Q 275.00	Q 47,850.00	
	material selecto 0.15 m	0.00	metros ³	Q 150.00	Q -	
	Mano de obra calificada	17,345.56	metros²	Q 5.00	Q 86,727.80	
	Mano de obra no calificada	17,345.56	metros²	Q 2.00	Q 34,691.12	
	Maquinaria y equipo	10.00	%	Q 169,850.00	Q 16,985.00	
	Costo Total de materiales				Q 169,850.00	
	Costo directo				Q 221,526.12	
	Costo indirecto				Q 66,457.84	
	Total					Q 287,983.96
5	CAPA DE RODADURA	2,601.83	metros³	Q 1,891.84		Q4,922,262.48
	Cemento Pórtland 4000 PSI	28,049.00	Saco	Q 60.00	Q1,682,940.00	
	Arena de río	1,775.00	M3	Q 235.00	Q 417,125.00	
	Piedrín	1,775.00	M3	Q 250.00	Q 443,750.00	
	Tabla de 1**12**9'	143.00	Docena	Q 410.00	Q 58,630.00	
	Reglas de 2" x 3" x 9'	40.00	Docena	Q 300.00	Q 12,000.00	
	Alambre de amarre	110.00	Lbs.	Q 5.00	Q 550.00	
	Clavo de 3"	80.00	Lbs.	Q 5.00	Q 400.00	
	Mano de obra calificada	2,601.83	metros³	Q 400.00	Q1,040,733.60	
	Mano de obra no calificada	2,601.83	metros³	Q 40.00	Q 104,073.20	
	Maquinaria y equipo	10.00	%	Q 261,539.50	Q 26,153.95	
	Costo Total de materiales				Q2,615,395.00	
	Costo directo				Q3,786,355.75	
	Costo indirecto				Q1,135,906.73	
	Total					Q4,922,262.48
6	BORDILLO LATERAL	8,672.78	ml	Q 197.99		Q1,717,128.14
	Cemento Pórtlad 3000 PSI	4,207.74	Saco	Q 60.00	Q 252,464.40	
	Arena de río	238.00	M3	Q 235.00	Q 55,930.00	
	Piedrín	238.00	M3	Q 245.00	Q 58,310.00	
	Tabla de 1**12**9'	156.00	Docena	Q 410.00	Q 63,960.00	
	Reglas de 2" x 3" x 9'	40.00	Docena	Q 300.00	Q 12,000.00	
	Alambre de Amarre	110.00	Lbs.	Q 5.00	Q 550.00	

	Clavo de 3"	80.00	Lbs.	Q 5.00	Q 400.00	
	Mano de obra calificada	8,672.78	ml	Q 40.00	Q 346,911.20	
	Mano de obra no calificada	8,672.78	ml	Q 10.00	Q 86,727.80	
	Maquinaria y equipo	10.00	%	Q4,436,144.00	Q 443,614.40	
	Costo Total de materiales				Q 443,614.40	
	Costo directo				Q1,320,867.80	
	Costo indirecto				Q 396,260.34	
	Total					Q1,717,128.14
7	CUNETA REVESTIDA	934.00	ml	Q 157.54		147,143.10
	Cemento 4000 PSI	408.00	Sacos	Q 60.00	Q 24,480.00	
	Arena	23.00	unidad	Q 235.00	Q 5,405.00	
	Piedrín	23.00	unidad	Q 245.00	Q 5,635.00	
	Tabla de 1"12"9"	8.00	unidad	Q 300.00	Q 2,400.00	
	Reglas de 2" x 3" x 9"	5.00	unidad	Q 55.00	Q 275.00	
	Alambre de amarre	50.00	unidad	Q 10.00	Q 500.00	
	Clavo de 3"	65.00	unidad	Q 10.00	Q 650.00	
	Mano de obra calificada	934.00	ml	Q 55.00	Q 51,370.00	
	Mano de obra no calificada	934.00	ml	Q 20.00	Q 18,680.00	
	Maquinaria y equipo	10.00	%	Q 37,920.00	Q 3,792.00	
	Costo Total de materiales				Q 37,920.00	
	Costo directo				Q113,187.00	
	Costo indirecto				Q 33,956.10	
	Total					Q 147,143.10
8	DRENAJES TRANSVERSALES	13.00	unidad	Q 27,960.05		Q 363,480.65
	Piedra bola	390.00	metros3	Q 325.00	Q 126,750.00	
	Cemento	300.00	saco	Q 65.00	Q 19,500.00	
	Arena	24.00	metro3	Q 250.00	Q 6,000.00	
	pedrín de 1/2"	24.00	metro3	Q 350.00	Q 8,400.00	
	Formaleta	500.00	pie-tabla	Q 30.00	Q 15,000.00	
	alambre de amarre	50.00	libras	Q 8.00	Q 400.00	
	Clavo	20.00	libras	Q 9.00	Q 180.00	
	Material selecto	18.00	metro3	Q 125.00	Q 2,250.00	
	Parales rollizos	75.00	unidades	Q 45.00	Q 3,375.00	
	Tubos de 24" T.C.	78.00	unidades	Q 900.00	Q 70,200.00	
	Mano de obra calificada	13.00	unidad	Q 105.00	Q 1,365.00	
	Mano de obra no calificada	13.00	unidad	Q 75.00	Q 975.00	
	Maquinaria y equipo	10.00	%	Q 252,055.00	Q 25,205.50	
	Costo Total de materiales				Q 252,055.00	
	Costo directo				Q 279,600.50	
	Costo indirecto				Q 83,880.15	
	Total					Q 363,480.65
	COSTO DIRECTO TOTAL					Q6,389,427.53
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 9,178,773.17	

Fuente: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.

El costo total de la obra asciende a la cantidad de nueve millones ciento setenta y ocho mil setecientos setenta y tres quetzales con diecisiete centavos.

Tabla IX. Presupuesto integrado del costo total

PRESUPUESTO INTEGRADO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO
 UBICACIÓN: ALDEA CHAYEN
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PIÉ DE LA CUESTA
 MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

No	Actividad	Cantidad	Unidad	Unitario x Renglón	Total
1	TRAZO Y ESTANQUEADO	4336.39	ml	Q 15.34	Q 66,504.62
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3512.48	metros ³	Q 153.34	Q 538,589.94
3	CONF. Y PREP. SUB-RASANTE	17345.56	metros ²	Q 23.65	Q 410,158.87
4	BASE	17345.56	metros ²	Q 58.43	Q 1,013,505.37
5	CAPA DE RODADURA	2601.83	metros ³	Q 1,891.84	Q 4,922,262.48
6	BORDILLO LATERAL	8672.78	ml	Q 197.99	Q 1,717,128.14
7	CUNETAS REVESTIDAS	934	ml	Q 157.54	Q 147,143.10
8	DRENAJES TRANSVERSALES	13.00	unidad	Q 27,960.05	Q 363,480.65
TOTAL DEL PROYECTO					Q 9,178,773.17

Fuente: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.

El costo total de la obra asciende a la cantidad de nueve millones ciento setenta y ocho mil setecientos setenta y tres quetzales con diecisiete centavos.

2.1.12 Cronograma de ejecución

Tabla X. Cronograma físico-financiero de ejecución pavimento rígido.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE AVANCE FÍSICO FINANCIERO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO
 UBICACIÓN: ALDEA CHAYEN
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PIÑE DE LA CUESTA
 MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIÑE DE LA CUESTA
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE AVANCE FÍSICO FINANCIERO

No	Actividades	Cantidad	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1	TRAZO Y ESTANQUEADO	4336.39	Q 66,504.62	■			
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3512.48	Q 538,589.94		■		
3	CONF. Y PREP. SUB-RASANTE	17345.56	Q 410,158.87		■	■	
4	BASE	17345.56	Q 1,013,505.37		■	■	■
5	CAPA DE RODADURA	2601.83	Q 4,922,262.48			■	■
6	BORDILLO LATERAL	8672.78	Q 1,717,128.14				■
7	CUNETAS REVESTIDAS	934	Q 147,143.10				■
8	DRENAJES TRANSVERSALES	13.00	Q 363,480.65				■
TOTAL DEL PROYECTO			Q9,178,773.17				

Fuente: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.

2.1.13 Evaluación de impacto ambiental

La construcción de vías pavimentadas, al igual que todos los proyectos de infraestructura, genera impactos en los componentes ambientales: ambiente físico, biológico y social. Para la construcción de un pavimento rígido los impactos generados se consideran poco significativos, debido a que generalmente no cruzan zona de alto valor escénico, área turística, sitio ceremonial, sitio arqueológico, área de protección agrícola, área de producción forestal, área de producción pecuaria.

Toda autorización derivada de un estudio de evaluación de impacto ambiental significativo, deberá garantizar su cumplimiento por parte de la persona interesada, individual o jurídica, por medio de una fianza que será determinada por el Ministerio de Ambiente. Obras

2.1.13.1 Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación son consideraciones, expuestas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos.

Estas medidas, permiten la formulación de operaciones de emergencia, la asignación de recursos materiales, capacitación del personal, métodos operativos entre otros.

Los factores que puedan causar impacto ambiental y sus funciones de mitigación

Tabla XI. Medidas de mitigación de impactos ambientales en pavimentos

Componente	Impacto	Problemática	Medida de mitigación
Medios físicos	Calidad de aire	Riesgo de la salud de la población debido a la calidad y cantidad de emisiones al aire	<p>Se deberían regar los caminos y superficies de movimientos de maquinarias no pavimentados con frecuencia de una vez al día.</p> <p>Se debería minimizar la emisión de polvo durante las labores de carga, descarga, transporte y almacenamiento de materiales, por medio de los humedecimientos de los materiales.</p>
Medios físicos	Suelo	Pérdida de suelos por desencadenamientos de procesos erosivos	<p>Estabilización física de taludes y laderas a través del tratamiento mecánico de las pendientes.</p> <p>Estabilización biológica de laderas y taludes.</p>
Medios físicos	Ruido	Molestia de la población por los niveles de ruido	<p>Equipos de bajo ruido para la etapa de construcción</p> <p>Organizar horarios compatibles con el avance de las obras.</p> <p>Regulación de los desvíos evitando áreas residenciales y escuelas.</p>

Medios bióticos	Vegetación y Flora	Alteración de la estructura de la vegetación	<p>No se cortaría vegetación arboles fuera de la faja de servidumbre y se restringiría el corte a la superficie requerida en las obras de enlace, puentes vía ductos y pasos.</p> <p>Estas actividades deberían ser fiscalizadas por un inspector ambiental, que podría autorizar los cortes de este tipo de vegetación fuera del área concesionada, previa solicitud al organismo competente.</p>
Medios Bióticos	Fauna	Disminución del tamaño de las poblaciones de fauna silvestre	<p>Evitar la caza mediante señalización (letreros, que señale la prohibición a la caza).</p> <p>No se vestirán sustancias contaminantes en ningún curso de agua</p>
Medio humano	Componentes uso de suelo y medio ambiente construido	Interrupción temporal de servicios	<p>Se planificaría y coordinaría las interrupciones de servicios de electricidad, a través de un calendario, con fechas de corte, asociado a un plan de comunicación y difusión para prevenir a la población.</p>
			<p>Se habilitarían letreros, señales de peligro y barreras de protección especialmente en las vías interceptadas por el</p>

Medio humano	Interrelaciones y flujos	Trastornos en las condiciones de tránsito	proyecto. Se restringiría el tránsito de camiones y maquinaria pesada en áreas pobladas localizadas en el área de influencia directa y limitaría las velocidades de estos vehículos, a fin de no afectar el tránsito local.
--------------	--------------------------	---	--

Fuente: Fondo Guatemalteco del medio ambiente.

2.1.13.2 Plan de contingencia

En el área de construcción del proyecto: Diseño de Pavimento Rígido es común que en épocas de lluvia ocurra inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto para esto se consideran:

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones o azolvamiento. Velar por que los lugares en donde se ubica la construcción se encuentran lo más despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar a quienes se encargarán de darle mantenimiento al proyecto en función, especialmente sobre aspectos de limpieza.
- Velar porque los comunitarios no depositen su basura y no parquear su vehículo en la zona de construcción.

2.1.13.3 Plan para la salud humana

Las medidas preventivas y correctivas para conservar la salud de los trabajadores durante la etapa de construcción, están relacionadas con la prevención de accidentes laborales. Estos se pueden evitar manteniendo la disciplina en el trabajo, ya que el gremio de albañiles es muy dado a una conducta que puede provocar accidentes.

Además de las normas que por ley se deben cumplir entre las que están incluidas las contenidas en las leyes laborales y en los reglamentos del IGSS. En la fase de operación la seguridad en el trabajo debe incluir las indicaciones siguientes:

- Prohibir que un trabajador labore en estado de ebriedad.
- Todos los trabajadores de maquinaria, deben tener y usar un equipo completo para protección personal, el cual deberá proporcionar el patrono y reponerlo cuando se deteriore.
- Al finalizar la jornada el área de trabajo debe quedar limpia y libre de desechos.
- Todos los empleados deben recibir capacitación en seguridad, higiene y primeros auxilios y disponer de un botiquín médico quirúrgico en las instalaciones.
- El equipo personal de seguridad estándar debe integrarse así: máscaras respiratorias, gafas, casco, guantes, gabachas, bota.
- En el área de construcción se deberá disponer de dos sanitarios, uno para hombre y otro para mujeres dotados de agua y de papel higiénico y permanecer limpios.
- Las instalaciones deben disponer de un lavamanos por cada 25 personas.

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (Parte II)

3.1 Diseño del sistema de agua potable para la aldea Feria, del municipio San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos.

3.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en mejorar la distribución del agua potable existente ya que esta ya cumplió con su período de diseño, tendremos un nuevo diseño en cual esta conformado de la siguiente manera: para hacer llegar el agua tendremos un tanque de distribución, una red de distribución por gravedad, y 132 conexiones domiciliarias tipo predial, lo que tiene por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de la aldea Feria.

Para su realización se llevó a cabo un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a la altimetría y planimetría que a continuación se describe.

3.1.1.1 Reconocimiento del lugar

La aldea Feria se encuentra a un costado de la ruta nacional No. 1 que conduce a la cabecera departamental. Su clima en la mayor parte del año, es templado la aldea se encuentra a una distancia del municipio San Rafael Pié de la Cuesta de 5 km.

3.1.2 Levantamiento topográfico

Lo constituyen la planimetría y la altimetría, las cuales son bases fundamentales para todo proyecto vial. Es necesaria su apelación para obtener las libretas de campo y así obtener los planos que reflejan la conformación real del lugar de ejecución del proyecto.

3.1.2.1 Planimetría

Conjunto de trabajo, para la obtención de todos los datos, necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación, el norte magnético o astronómico.

EL levantamiento topográfico planimétrico para el pavimento, utilizando el método de conservación del azimut, el cual consiste en tomar un azimut inicial referido al norte y fijando este con una vuelta de campana en la vista atrás se toma la medición hacia la siguiente estación. Se utilizó este método por ser muy exacto

3.1.2.2 Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes, entre puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente, a todo este procedimiento se le llama nivelación.

3.1.3 Calidad del agua

Para determinar la calidad sanitaria es necesario realizar análisis físico y químico y bacteriológico, los que deben de cumplir con los requerimientos mínimos establecidos según norma COGUANOR NGO29001.

3.1.4 Estudios físico químico y bacteriológico

3.1.4.1 Análisis bacteriológico

El objetivo principal de los estudios es para determinar las características bacteriológicas del agua, este examen también determina la contaminación fecal. Esto es percibido por los sentidos, entre los aspectos tenemos, el color, olor, turbulencia, sabor, conductividad eléctrica. Ya que estos determinan la aceptación o rechazo del consumidor. Desacuerdo con los exámenes realizados en el Centro de Investigación de Ingeniería, se obtuvo los siguientes resultados.

- Aspecto claro
- Olor inodoro
- Sustancias en suspensión no hay

3.1.4.2 Análisis físico químico sanitario

3.1.4.2.1 Análisis físico

Los resultados obtenidos de este análisis fueron.

Color	1.00 unidades
Turbiedad	0.29 UNT
PH	7.20 unidades
Sabor	-----

3.1.4.2.2 Análisis químico

Los resultados obtenidos de este análisis fueron.

Amoniaco	0.14 mg/L
Cloruros	7.00 mg/L
Hierro Total	0.0 mg/L
Sólidos Totales	57.0 mg/L

Con base a los exámenes físicos y químicos de laboratorio se pudo determinar que el agua es blanda. Se encuentre dentro de los Límites Máximos aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001. Los resultados se encuentran en el anexo.

3.1.5 Caudal de aforo

El método utilizado es volumétrico, se determinó que el caudal es 1.8 l/s. dentro de los métodos de aforos esta los siguientes:

- Método directo: se basa en la fórmula de chezy ($V=CR^i$). Solo sirve cuando se conoce las condiciones geométricas de la vertiente.
- Método volumétrico: consiste en determinar el tiempo en que se llena un recipiente de volumen conocido, utilizando la siguiente formula:

$$Q_{\text{CAUDAL}} = \text{VOLUMEN} / \text{TIEMPO}$$

- Método por vertederos: los vertederos son elementos que se construyen para obstaculizar una corriente que, dependiendo del tipo de caudal puede variar su forma. El concepto de velocidad se basa en la caída libre ($V=2gh$)

La fórmula general utilizada para calcular el caudal es la siguiente:

$$Q = M A (2gh)^{1/2}$$

Donde:

Q= caudal.

M= coeficiente de contracción.

A= área de la abertura del vertedero.

g= aceleración de la gravedad.

h= altura.

- Método de flotadores: este método consiste en colocar flotadores en una sección de la corriente que se va a aforar, tomando el tiempo que cruza una longitud preestablecida, con lo que se obtiene la velocidad con que fluye el agua. Para determinar el área es necesario medir la sección es que colocara los flotadores. Este método tiene como limitante que se debe contar con una corriente de poca turbulencia, un sector rectilíneo y que la sección no varíe demasiado.

3.1.6 Período de diseño

Se define período de diseño de un acueducto como el número de años para el cual el sistema va a proporcionar agua potable, en la cantidad adecuada a la población existente al final de dicho periodo.

Se consideró un período de vida útil de 21 años, debido a que se va a utilizar tubería PVC. Dentro del período de diseño se consideró un año por trámites legales. El periodo de diseño se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra. De no contarse con información suficiente se recomienda lo siguiente:

Tabla XII. Períodos de diseño.

Para fuentes de abastecimiento	20 años
Estaciones de bombeo (equipo)	5 años
Línea de conducción	20 años mínimo
Tanque de almacenamiento	20 años mínimo
Líneas y red de distribución	20 años mínimo
Planta purificadora	20 años mínimo

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR)

3.1.7 Estimación de la población de diseño

Para dar una estimación de población en este caso se recurre a número de viviendas y el número promedio de habitantes por vivienda. Se pudo determinar en estudios recientes que cada vivienda en área rural estaba entre 5 a 6 habitantes, de acuerdo con las condiciones de cada lugar.

Para determinar la población a servir para el final del periodo de diseño bastaría multiplicar el número total de casas estimado para entonces, por el número adoptado de habitantes por vivienda.

En función a lo anterior se tomó 6 habitantes por vivienda

Número de viviendas = 132

Población inicial = (número de viviendas × número promedio habitantes por vivienda)

$$P_o = 132 \times 6 = 792 \text{ habitantes}$$

El crecimiento del número de casas responde al 3% para el municipio de San Rafael Pié de la Cuesta proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística.

Se usa la ecuación de crecimiento

$$N=n (1+r)^s$$

N = es el números de habitantes al final del periodo diseño.

n = es el número habitantes al año cero.

r = tasa de crecimiento población.

Para estimar la población futura a los 22 años existen varios métodos entre los cuales se usan los más usuales: aritmético, geométrico, logarítmico. Para este caso se aplicó el método de crecimiento geométrico, debido que es el modelo matemático que más se adapta para poblaciones en vías de desarrollo.

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

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población actual, al inicio del proyecto

r = Tasa de crecimiento (en decimales)

n = Período de diseño (en años).

$$Pf = 792(1+0.03)^{22} = 1518 \text{ habitantes.}$$

3.1.8 Dotación

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (LT/HAB/DIA).

Desde el punto de vista económico, la dotación es muy importante, ya que a mayor dotación, mayor será el diámetro de la tubería, lo cual eleva el costo del proyecto.

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, el clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Para fijar la dotación, se tomarán en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiere pero a falta de éstos se tomarán en cuenta los siguientes valores:

Tabla XIII. Dotaciones

Servicio a base de llenacántaros	40 a 60 lts.
Servicio mixto: llenacántaros-conexiones prediales	60 a 90 lts.
Servicio exclusivo: conexiones prediales fuera de domicilio	60 a 120 lts.
Servicio de conexiones domiciliarias con opción a varias unidades por vivienda	90 a 150 lts.
Servicio de pozo excavado, con bomba de mano	Máximo 30 lts.

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR)

En función de lo anterior se establece que la aldea FERIA es de una zona cálida la dotación de este proyecto será de 120 l/h/d.

Factor de día y hora máxima: se estimó de acuerdo con registros obtenidos en poblaciones similares y de acuerdo con el clima imperante del lugar:

- **Factor de día máximo (FDM)**

Es el máximo consumo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año, según UNEPAR el factor máximo diario se divide de la siguiente manera.

Área rural = 1.2 – 1.8

En zona cálida se considera 1.8

En este caso como es una zona cálida se usará 1.8

- **Factor de hora máximo (FHM)**

El mayor consumo en una hora observado en el período de un año. Según las normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR, se debe utilizar un factor de 2.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y de 2.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, por lo que para el presente estudio, el factor de hora máxima tendrá un valor de 2.2.

3.1.9 Determinación de caudal

El caudal de diseño, es el caudal medio multiplicado por cada factor.

3.1.9.1 Caudal medio (Qm)

Es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumo diario durante un año, el cual se puede obtener mediante un registro estadístico, pero cuando no se cuenta con registros de consumos diarios se puede calcular en función de la población futura y a la dotación asignada en un día. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_m = (\text{Dot}) * (\text{Pf}) / 86,400$$

Donde:

Qm = Caudal medio en l/s.

Dot = Dotación (l/hab/día).

Pf = Población futura.

$$Q_m = (120) * (1518) / 86,400 = 2.10 \text{ l/s}$$

3.1.9.2 Caudal día máximo (QDM)

El caudal de día máximo se define como el consumo máximo durante 24 horas en un año, también llamado caudal de conducción. Se utiliza para el diseño de la línea de conducción, está en función del factor de día máximo y el caudal medio diario se calcula con la siguiente fórmula:

$$QDM = FDM * Qm$$

Donde:

QDM = Caudal de día máximo

FDM = Factor de día máximo

Qm = Caudal medio diario

$$QDM = (1.8)*(2.10) = 3.78 \text{ ls/seg}$$

3.1.9.3 Caudal hora máximo.

El caudal de hora máxima se define como el consumo máximo en una hora durante un año, también llamado caudal de distribución, está en función del factor de hora máxima y el caudal medio, se calcula con la siguiente fórmula.

$$QHM = FHM * Qm$$

Donde:

QHM = Caudal de hora máxima

FHM = Factor de hora máxima

Qm = Caudal medio diario

$$QHM = (2.2)*(2.10) = 4.62 \text{ lt/seg.}$$

3.1.10 Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño sirvieron de base del proyecto de abastecimiento de agua potable para la aldea Feria.

Tabla XIV. Parámetros de diseño

Sistema	Factor
Sistema	Gravedad
Período de diseño	22años
Tipo de distribución	Conexiones domiciliarias
Dotación	120 lts/hab./día
Población actual	792 habitantes
Población futura	1518habitantes.
Viviendas actuales	132 viviendas
Viviendas futuras	253 viviendas
Aforo	10.31 l/s.
Caudal medio diario	2.10 l/s.
Caudal día máximo	3.78 l/s.
Caudal hora máxima	4.62 l/s.
Factor día máximo	1.8
Factor hora máximo	2.2

Fuente: Información obtenida en el diseño.

3.1.11 Captación

La captación de la fuente se realizó por medio de cajas de captación de frote definido. Las cuales están compuestas de muro de concreto, con el fin de aislar el material de la intemperie. Está integrada por: una captación típica a base de muros de concreto ciclopeo y su galería de infiltración de piedra graduada con su respectivo rebalse y drenaje.

3.1.12 Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de tubería que inicia desde la salida de la caja de captación, hasta la entrada del tanque de distribución, la mayor parte de esta línea es de tubería de PVC a excepción de los pasos de zanjón, los cuales serán de HG. Las conducciones pueden ser por gravedad o de bombeo.

El diseño de la línea de conducción por gravedad no deberá ser a cielo abierto, sin tener en cuenta los siguientes aspectos fundamentales.

- La capacidad debe ser la suficiente para transportar el caudal de día máximo.
- La selección del diámetro de la tubería debe ser la correcta.

3.1.13 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento es un depósito que sirve para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo. Este tipo de estructura juega un papel importante para el diseño del sistema de distribución de agua tanto en el funcionamiento hidráulico como mantener un servicio eficiente. Todo tanque de almacenamiento tiene los siguientes componentes:

- Depósito principal.
- Caja de válvulas de entrada y salida.
- Tapadera para entrada.

- Depósito de desagüe y rebalse.
- Respiradero.

3.1.13.1 Volumen del tanque

El volumen del tanque de distribución se calcula según la demanda real de la población. Cuando no se tenga estudios de dicha demanda se tomará el siguiente criterio, en sistema de gravedad se tomará un 25% a 40% del consumo medio diario estimado de la población. Para el presente caso escogeremos 25% del consumo medio diario.

$$V_o = 25\% \cdot Q_m$$

$$Q_m = 2.10 \text{ l/s} \approx 172 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$V_o = (0.25)(181) = 45 \text{ m}^3$$

El tanque que se diseñara tendrá una capacidad de 45m^3

3.1.14 Diseño de la red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre si, que conduce el caudal instantáneo o de hora máxima desde el tanque de distribución hacia la tuberías de conexiones domiciliarias (conexiones prediales), la función principal es brindar un servicio eficiente en forma continua. En cantidad suficiente y con calidad sanitariamente aceptable.

En este sistema la red de distribución estará constituida por ramales abiertos, debido a lo disperso de las casas y a lo quebrado de la topografía.

Para el diseño de la red se toma los criterios siguientes.

- Considerar el tipo de tubería, para soportar la presión hidrostática.
- Se deberá tratar de servir, directamente, al mayor porcentaje de la población con conexiones domiciliarias.
- El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- La distribución de caudales debe hacerse mediante criterios lógicos y ordenados.

Para el diseño de la red de distribución, se utilizo el meto de redes abiertas debido a que las viviendas están dispersas, se muestra a continuación el calculo de un tramo.

3.1.14.1 Caudal de vivienda (Qv)

Es caudal que será asignado a cada vivienda, el que se obtiene de la siguiente forma:

$$Q_v = (Q_{HM}) / (\# \text{ de Vivienda})$$

Donde:

Q_v = Caudal de vivienda en l/s.

Q_{MH} = Caudal hora máximo o caudal de distribución.

$$Q_v = 4.62 \text{ l/s} / 49 = 0.094 \text{ l/s.}$$

3.1.14.2 Caudal instantaneo

Este caudal está basado en la probabilidad de que se haga uso al mismo tiempo del servicio del caudal en un ramal, usualmente también se conoce con el nombre del caudal de uso simultáneo, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$Q_i = K (\sqrt{n - 1})$$

Donde:

Q_i = Caudal instantáneo no menor de 0.20 L/s.

K = Coeficiente que varía según:

$K = 0.15$ para uso predial.

$K = 0.25$ para redes llenacantaros.

n = Número de vivienda.

El caudal fue calculado para cada ramal.

3.1.15 Cálculo del diseño hidráulico

1. Diseño hidráulico del tramo comprendido entre las estaciones E21-E23

- **Cálculo de longitud**

Datos:

Hilo superior (HS) = 3.66

Hilo inferior (HI) = 3.53

Ángulo vertical (AV) = 99.2640 grados

Longitud = ?

Fórmula, operación y respuesta

$$L = (HS - HI) \cdot \sin^2 \theta \cdot AV \cdot 100$$

$$L = (3.66 - 3.53) \cdot \sin^2 94.9817 \cdot 100$$

$$L = 12.65$$

• Cálculo del caudal

Datos

Caudal máximo horario (Q_{mh}) = 4.62 ts/seg.

Número de viviendas en el tramo = 132

Caudal (Q) = ?

Fórmula, operación y respuesta

$$Q = \frac{Q_{mh}}{No. de viviendas} = \frac{4.62}{132} = 0.02 \text{ Lts. /seg.}$$

$$Q = 0.02 \text{ Lts./seg.}$$

• Cálculo del diámetro de la tubería (D)

Datos

Longitud (L) = 12.65 metros

Caudal del tramo (Q) = 4.62 Lts/seg

Pérdidas reales en la tubería (H_{fr}) = 3.86 m

Coefficiente de rugosidad de Hazen William (C) = 150

Diámetro (D) = ?

Fórmula, operación y respuesta

$$D = \left(\frac{1743.811141 * L * Q}{Hf * C^{1.486}} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = \left(\frac{1743.811141 * 12.65 * 4.02}{2.96 * 150^{1.486}} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 1.66$$

D = 2 pulgadas

- **Cálculo de la cota de terreno inicial (CTI)**

En el tramo de inicio esta cota se asume o se coloca la original del terreno.

En los tramos siguientes se coloca la cota final del tramo anterior.

CTI = 994.02 metros.

- **Cálculo de la cota de terreno final (CTF)**

Datos

Cota de terreno inicial (CTI) = 994.02 m

Longitud del tramo (L) = 12.65 m

Ángulo Vertical (AV) = 106.2580 grados

Altura del instrumento (AI) = 1.43 m

Hilo medio (HM) = 2.90 m

Cota de terreno final (CTF) = ?

Fórmula, operación y respuesta

$$CTF = 994.02 + \frac{I_s}{\text{tang}(\Delta V)} + 1.385 - 1.40$$

$$CTF = 994.02 + \frac{12.64}{\text{tang}(106.2890)} + 1.385 - 1.40$$

$$CTF = 980.75$$

- **Cálculo de la cota piezométrica inicial (CPI)**

En el tramo inicial, es la cota de terreno inicial. En los tramos siguientes es la cota piezométrica final del tramo anterior.

Datos

Cota de terreno inicial (CTI) = 994.02 m

Cota piezométrica inicial (CPI) = ?

Fórmula, operación y respuesta

$$CPI = CTI$$

$$CPI = 994.02 \text{ m}$$

$$CPI = 994.02 \text{ metros.}$$

- **Cálculo de la cota piezométrica final (CPF)**

Datos

Cota piezométrica inicial (CPI) = 994.02 m

Pérdidas reales en la tubería (H_{fr}) = 3.86 m

Cota piezométrica final (CPF) = ?

Fórmula, operación y respuesta.

$$CPF = CPI - H_{fr}$$

$$CPF = 994.02 \text{ m} - 3.86 \text{ m}$$

$$CPF = 990.16 \text{ m}$$

- **Cálculo de la presión dinámica inicial (PDI)**

En el tramo inicial, es la diferencia entre la cota piezométrica inicial y la cota de terreno inicial. En los tramos siguientes, es la presión dinámica final del tramo anterior.

Datos

Cota piezométrica inicial (CPI) = 994.02 m

Cota de terreno inicial (CTI) = 994.02m

Presión dinámica inicial (PDI) =?

Fórmula, operación y respuesta

$$PDI = CPI - CTI$$

$$PDI = 994.02 \text{ m} - 994.02 \text{ m}$$

$$PDI = 0 \text{ mca}$$

- **Cálculo de la presión dinámica final (PDF)**

Datos

Cota piezométrica final (CPF) = 990.8m

Cota de terreno final (CTF) = 980.75 m

Presión dinámica final (PDF) = ?

Fórmula, operación y respuesta

$$\text{PDF} = \text{CPF} - \text{CTF}$$

$$\text{PDF} = 990.8 \text{ m} - 980.75 \text{ m}$$

$$\text{PDF} = 10.05 \text{ mca}$$

- **Cantidad de tubería**

Datos

Longitud del tramo (L) = 12.5 m

Cantidad de tubería (CT) = ?

Fórmula, operación y respuesta

$$\text{No.deTubos} = \frac{\text{Longitud}}{\text{6.09 metros * tubo}} = \frac{12.5}{6.09} = 2$$

No de Tubos= 2

**Cálculo hidráulico del sistema de agua potable para la aldea Feria, San Rafael Pié de la Cuesta
San Marcos**

Tabla XV. Cálculo hidráulico de la aldea Feria

TRAMO		RAMAL PRINCIPAL															
A	B	NoCac.	Dens.	Po Act.	Pot.	Po Fut.	Casas Fut.	Qreq			Qi						
21	23	132	6	792	1.916	1517.554	252.9256	5.3114	251.926	15.872	3.9680						
23	32	129	6	774	1.916	1483.064	247.1773	5.1907	246.177	15.690	3.9225						
32	48	125	6	750	1.916	1437.078	239.5129	5.0298	238.513	15.444	3.8610						
48	60	118	6	708	1.916	1356.601	226.1002	4.7481	225.100	15.003	3.7508						
60	92	86	6	516	1.916	988.709	164.7849	3.4605	163.785	12.798	3.1995						
92	101	78	6	468	1.916	896.736	149.4561	3.1386	148.456	12.184	3.0461						
101	109	71	6	426	1.916	816.260	136.0433	2.8569	135.043	11.621	2.9052						
109	117	67	6	402	1.916	770.274	128.3789	2.6960	127.379	11.286	2.8216						
109	111	64	6	384	1.916	735.784	122.6306	2.5752	121.631	11.029	2.7572						
111	126	59	6	354	1.916	678.301	113.0501	2.3741	112.050	10.585	2.6463						
126	132	54	6	324	1.916	620.818	103.4696	2.1729	102.470	10.123	2.5307						
132	133	54	6	324	1.916	620.818	103.4696	2.1729	102.470	10.123	2.5307						
133	151	46	6	276	1.916	528.845	88.14076	1.8510	87.141	9.335	2.3337						
151	154	42	6	252	1.916	482.858	80.47634	1.6900	79.476	8.915	2.2287						
TRAMO		NoCac.															
A	B	Cot 1	Cot dis	Cot 2	L	C	E	hf	Qreq	Qi	Qdisñ	D"	V	Cp1	Cp2	Pdi	Pd
21	23	994,6	995	981	12.65	150	13,86	3,86	5,3114	3,9680	5,3114	2	2,62	994,61	990,75	0	10
23	32	980,8	991	959	216.32	150	32,16	12,16	5,1907	3,9225	5,1907	2	2,56	990,75	978,59	10	20
32	48	958,6	979	924	217.19	150	54,75	34,75	5,0298	3,8610	5,0298	2	2,48	978,59	943,84	20	20
48	60	923,8	944	908	221.29	150	35,9	9,9	4,7481	3,7508	4,7481	2	2,34	943,84	933,94	20	26

60	92	907,9	908	859	599.34	150	48,77	33,77	3,4605	3,1995	3,4605	2	1,71	907,94	874,17	0	15
92	101	859,2	874	850	125.39	150	23,96	8,96	3,1386	3,0461	3,1386	2	1,55	874,17	865,21	15	15
101	109	850,2	865	839	93.17	150	26,36	10,36	2,8569	2,9052	2,9052	2	1,43	865,21	854,85	15	16
109	117	838,9	855	831	69.33	150	24,27	8,27	2,6960	2,8216	2,8216	2	1,39	854,85	846,58	16	16
109	111	838,9	855	832	97.96	150	22,43	7,43	2,5752	2,7572	2,7572	2	1,36	854,85	847,42	16	15
111	126	832,4	847	817	148.63	150	30,64	15,64	2,3741	2,6463	2,6463	2	1,30	847,42	831,78	15	15
126	132	816,8	817	807	90.47	150	10,09	0,09	2,1729	2,5307	2,5307	2	1,25	816,78	816,69	0	10
132	133	806,7	817	786	173.31	150	30,82	15,82	2,1729	2,5307	2,5307	2	1,25	816,69	800,87	10	15
133	151	785,9	801	768	172.85	150	32,63	17,63	1,8510	2,3337	2,3337	.3/2	1.03	800,87	783,24	15	15
151	154	768,2	783	750	119.05	150	33,51	18,51	1,6900	2,2287	2,2287	.3/2	1.95	783,24	764,73	15	15

Tabla XIV. Cálculo hidráulico de la aldea Feria

TRAMO		Ramal															
A	B	NoCac.	Dens.	Po Act.	Pot.	Po Fut.	Casas Fut.	Qreq								Qi	
151	169	5	6	30	1,916	57,483	9,6	0,2012	8,581	2,929	0,7323						
169	172	4	6	24	1,916	45,986	7,7	0,1610	6,664	2,582	0,6454						
TRAMO		NoCac.															
A	B	Cot 1	Cot dis	Cot 2	L	C	E	hf	Qreq	Qi	Qdisñ	D"	V	Cp1	Cp2	Pdi	Pd
151	169	768	783	757	135.77	150	27	16,55	0,2012	0,7323	0,7323	1	1,45	783	766,7	15	10
169	172	757	767	755	78.29	150	12	2,14	0,1610	0,6454	0,6454	1	1,27	767	764,6	10	10
TRAMO		sub ramal I															
A	B	NoCac.	Dens.	Po Act.	Pot.	Po Fut.	Casas Fut.	Qreq								Qi	
111	121	4	6	24	1,916	45,986	7,7	0,1610	6,664	2,582	0,6454						
TRAMO		NoCac.															
A	B	Cot 1	Cot dis	Cot 2	L	C	E	hf	Qreq	Qi	Qdisñ	D"	V	Cp1	Cp2	Pdi	Pd
111	121	832	847	827	57.73	150	21	10,59	0,1610	0,6454	0,6454	1	1,27	847	836,8	15	10

TRAMO		sub ramal III															
A	B	NoCac.	Dens.	Po Act.	Pot.	Po Fut.	Casas Fut.	Qreq			Qi						
132	141	7	6	42	1,916	80,476	13	0,2817	12,413	3,523	0,8808						
141	144	5	6	30	1,916	57,483	9,6	0,2012	8,581	2,929	0,7323						
TRAMO		NoCac.															
A	B	Cot 1	Cot dis	Cot 2	L	C	E	hf	Qreq	Qi	Qdisñ	D"	V	Cp1	Cp2	Pdi	Pd
132	141	807	817	805	69.87	150	11	1,22	0,2817	0,8808	0,8808	1 1/4	1.11	817	815,5	10	10
141	144	805	815	805	88.32	150	10	0,24	0,2012	0,7323	0,7323	1 1/4	0.92	815	815,2	10	10
TRAMO		sub ramal IV															
A	B	NoCac.	Dens.	Po Act.	Pot.	Po Fut.	Casas Fut.	Qreq			Qi						
167	176	6	6	36	1,916	68,980	11	0,2414	10,497	3,240	0,8100						
TRAMO		NoCac.															
A	B	Cot 1	Cot dis	Cot 2	L	C	E	hf	Qreq	Qi	Qdisñ	D"	V	Cp1	Cp2	Pdi	Pd
167	176	761	771	755	61.71	150	16	5,81	0,2414	0,8100	0,8100	1	1,60	771	765,2	10	10
TRAMO		sub ramal V															
A	B	NoCac.	Dens.	Po Act.	Pot.	Po Fut.	Casas Fut.	Qreq			Qi						
173	179	4	6	24	1,916	45,986	7,7	0,1610	6,664	2,582	0,6454						
TRAMO		NoCac.															
A	B	Cot 1	Cot dis	Cot 2	L	C	E	hf	Qreq	Qi	Qdisñ	D"	V	Cp1	Cp2	Pdi	Pd
173	179	775	785	745	44.71	150	40	25,22	0,1610	0,6454	0,6454	1	1,27	785	759,9	10	15
TRAMO		sub ramal VI															
A	B	NoCac.	Dens.	Po Act.	Pot.	Po Fut.	Casas Fut.	Qreq			Qi						
157	160	5	6	30	1,916	57,483	9,6	0,2012	8,581	2,929	0,7323						
TRAMO		NoCac.															
A	B	Cot 1	Cot dis	Cot 2	L	C	E	hf	Qreq	Qi	Qdisñ	D"	V	Cp1	Cp2	Pdi	Pd
157	160	763	778	763	63.55	150	16	5,54	0,2012	0,7323	0,7323	1	1,45	778	772,5	15	10

3.1.16 Desinfección de agua

Con el propósito de proveer el agua libre de bacterias, virus o amebas a los usuarios, se debe incorporar el sistema de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados. De acuerdo a los resultados obtenidos por Centro de Investigación de Ingeniera (CII), el agua de la muestra no cumple con los requisitos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001, por lo tanto se hace necesario la desinfección con cloro.

La cloración es el método más común para la desinfección del agua en sistemas de abastecimiento público. El cloro y sus compuestos son activos desinfectantes para la destrucción de la flora bacteriana que se encuentra en el agua, y en especial las de origen entérico. Ya que la cloración es de fácil aplicación de bajo costo, de efecto inocuo para el hombre en las dosis utilizadas en la desinfección del agua, de fácil mantenimiento en la red de distribución y por su efectiva acción, hacen que este sea el sistema de mayor uso en los sistemas de abastecimiento de agua potable rurales.

El cloro es utilizado como gas o compuesto clorado. El compuesto clorado de mayor uso es el hipoclorito de calcio. La aplicación de cloro se hace mediante equipos especiales. Dentro de los equipos más utilizados en nuestro medió esta el Hipoclorador, utilizado en este proyecto.

3.1.16.1 Hipoclorador hidráulico

Este método de cloración es recomendado por diferentes instituciones encargadas de estudiar el abastecimiento de agua a las diferentes comunidades. Por su fácil manejo y gran efectividad, se recomienda a las pequeñas y medianas comunidades. Requiere de una persona para realizar el procedimiento inicial; luego, automáticamente clora toda el agua del tanque de distribución.

Es un hipoclorador que funciona por gravedad, basado en el principio de carga hidráulica constante. Se compone de un flotador plástico, que soporta un elemento de toma para la captación de la solución; y de un dispositivo de control de la solución que va unido a una manguera flexible, que es por donde se suministra la solución al agua que ingresa al tanque de almacenamiento.

Esta tubería o manguera será de 2½ pulgada y estará colocada exactamente sobre la tubería de ingreso de agua al tanque de almacenamiento para que ingrese conjuntamente la solución clorada, de tal manera que la mezcla sea lo más homogénea posible (agua y cloro).

El sistema de captación de la solución va colocado en el interior de un recipiente inmune al cloro, cuyo objetivo es almacenar la solución.

Se usará un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada del tanque de almacenamiento.

3.1.16.2 Dosis de cloro necesaria

La solución para aplicar en la entrada del tanque, el flujo de cloro (fc) en gramos/hora, se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_c = Q * D_c * 0.06$$

Donde:

Q = caudal de agua conducida en Litro/min.

Dc = demanda de cloro en mg/litro o PPM.

$$F_c = 46.8 \text{ lts/min.} * 0.005 \text{ PPM} * 0.06$$

$$F_c = 0.014 \text{ gr. /h.}$$

Para cumplir con la demanda de cloro que se necesita cubrir en un mes de trabajo ininterrumpido se necesitaran 10.08 gramos de solución de cloro. Entonces la cantidad de tabletas (Ct) que consumirá en un mes será de:

$$C_t = 10.08 \text{ gramos / hora} * 24 \text{ horas / 1 dia} * 30 \text{ dias / 1 mes.}$$

$$C_t = 7,257.6 \text{ gramos / 1 mes} * 1 \text{ tableta / 300 gramos.}$$

$$C_t = 24.192 \approx 25 \text{ tabletas / mes.}$$

3.1.17 Obras de arte

3.1.17.1 Válvula de compuerta

Esta válvula se emplea en los abastecimientos rurales. Cuando la válvula está abierta, el paso del agua es prácticamente libre. El cierre y la apertura se realizan mediante un disco, accionado por un vástago.

Las válvulas de compuerta pueden ser de hierro fundido, de bronce y de plástico.

Las primeras se emplean principalmente para diámetros de 6" en adelante; las de bronce son más económicas que las de hierro fundido; las de plástico se emplean en los equipos dosificadores de solución de hipoclorito de calcio.

Según el uso que se les destine, las válvulas de compuerta pueden ser de limpieza, para seccionar tramos de tubería y a la entrada y salida de tanques y otras estructuras. En el diseño se utilizaron válvulas de compuerta únicamente para seccionar tramos de tubería y en la entrada y salida del tanque de distribución.

3.1.17.2 Válvulas de compuerta para limpieza

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería arena, hojas o cualquier otro cuerpo que haya ingresado en la misma, lo cual tiende a depositarse en los puntos bajos del perfil. Como válvula de limpieza se emplea una de compuerta, de diámetro igual al de la tubería.

Este tipo de válvula puede omitirse cuando la presión es suficiente y permite evacuar las impurezas de la tubería, en los grifos de las conexiones domiciliarias.

3.1.17.3 Válvulas de compuerta de aire

Estructura que se colocará después de una depresión y en la parte más alta o donde el diseño hidráulico lo indique y servirá para la protección de la válvula de aire tipo ventosa. Esta se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0.15 m y la losa y la tapadera de concreto reforzado.

3.1.17.4 Pasos de zanjón

Son estructuras con pequeñas columnas o muros de concreto reforzado que se instalan en pequeñas depresiones o en pasos de ríos donde se coloque HG, en algunos de estos pasos se puede realizar para tubería PVC con vigas de mampostería de piedra que atraviesan estas depresiones o pasos de ríos con el fin de soportar cualquier impacto dinámico que se les ocasione.

3.1.17.5 Caja rompe presión

Obra utilizada para colocar la presión al nivel de la presión atmosférica. Esta estructura servirá para romper la presión estática de 90 mca. en la red de distribución. Construyéndose para una capacidad de 1 m³. Para las líneas secundarias y terciarias de la red de distribución la capacidad será de 0.5 m³. Los muros se harán de mampostería de piedra, con un espesor de 0.25 m con losa y tapadera de concreto reforzado.

3.1.17.6 Excavación de zanja

En las especificaciones técnicas para la construcción de acueductos rurales, UNEPAR establece que las zanjas deberán tener como mínimo un ancho de 0.40 metros y 0.80 metros de profundidad se debe tratar de no perder el ancho de la misma y una vez excavada se debe emparejar; lo mas que se pueda las paredes de misma; para evitar derrumbes o peligros, la tierra de las zanjas se colocará como mínimo a 0.75 metros del borde de las zanja. En la excavación de zanjas se debe una tranquilla entre cada tramo a excavar, con el objeto de evitar el desplome de una franja de muro que define la zanja, así como por seguridad de los trabajadores que estarán en cada zanja. Esta tranquilla excavada por la parte interior formado un arco en donde se puede maniobrar fácilmente. Se debe tratar de dejar el fondo de la zanja lo mas parejo posible y compactada.

3.1.18 Programa de operación mantenimiento

Debido a la importancia, Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado para garantizar un buen funcionamiento, se debe implicar a la comunidad en todo el proyecto. En este caso, dicha comunidad se encuentra organizada en comité comunitario de desarrollo (COCODE) capaz de resolver de manera inmediata la mayoría de los problemas técnicos operativos. Esta participación comunitaria permite que los miembros de la aldea conozcan y se incluyan en el proyecto desde su inicio, lo cual es un factor elemental para su sostenimiento, ya que permite un aprendizaje completo sobre la diagramatización del sistema de agua. A continuación se sugieren las siguientes actividades de operación y mantenimiento para que el sistema de agua potable sea duradero y eficiente.

Tabla XVI. Operación y mantenimiento

Partes del sistema	Acción	Mantenimiento	Frecuencia
Línea de conducción	Limpieza del área	Preventivo	Mensual
	Revisión de tubería	Preventivo	Trimestral
	Reparación de tubería	Correctivo	Eventual
	Cambio de tubería averiada	Correctivo	Eventual
Tanque captación	Limpieza del área	Preventivo	Mensual
	Revisión de tubería	Preventivo	Trimestral
	Reparación de tubería	Correctivo	Eventual
	Cambio de tubería averiada	Correctivo	Eventual
Tanque de distribución	Limpieza del área	Preventivo	Mensual
	Revisión de estructura	Preventivo	Trimestral
	Reparación de estructuras	Correctivo	Eventual
	Revisión de válvulas	Preventivo	Mensual
	Reparación-cambio de válvula	Preventivo	Eventual
Cajas de válvulas	Revisión de cajas	Preventivo	Trimestral
	Reparación de cajas	Correctivo	Eventual
	Revisión de válvulas	Preventivo	Trimestral
	Reparación de válvulas	Preventivo	Eventual
	Engrase de candado	Preventivo	Trimestral
Línea de conducción	Revisión de líneas	Preventivo	Mensual
	Verificación de fugas	Preventivo	Mensual
	Reparación de fugas	Correctivo	Eventual
	Verificación de pasos de zanjón	Preventivo	Mensual

Conexiones domiciliarias	Revisión de válvulas	Preventivo	Mensual
	Reparación válvulas de paso	Preventivo	Mensual
	Revisión de válvulas de grifo	Preventivo	Mensual

Fuente: Realización propia.

a) Mantenimiento preventivo

Es la acción de protección de los componentes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- Evitar daños
- Disminuir los efectos dañados.
- Asegurar la continuidad del servicio de agua potable.

b) Mantenimiento correctivo

Es la acción de reparación de daños que se produzca en las instalaciones o equipos, de los componentes de un sistema de agua potable los que pueden suceder por:

- Accidente naturales. (desastres naturales, derrumbes, etc.)
- Deterioro.
- Desgaste.

3.1.19 Propuesta tarifaria

El propósito de ésta es rembolsar el costo del proyecto al mismo tiempo recaudar el costo de su mantenimiento y así lograr un proyecto sostenible.

Para obtener la tasa de interés se calculó por medio de la fórmula siguiente:

$$I = PR + TI + (PR*TI)$$

$$i = 0.0467 + 0.10 + (0.0467*0.10)$$

$$i = 0.154$$

$$i = 15.14 \%$$

PR= Premio al riesgo, la tasa mínima de interés.

TI= Tasa de inflación dato obtenido del Banco de Guatemala

Cálculo de tarifa

En el funcionamiento óptimo del sistema de agua potable se debe de establecer una cuota mensual por el servicio.

Gastos de administración

Esta función dependerá del comité oficial local, que serán los responsables por brindar una adecuada y eficiente operación y mantenimiento del sistema.

Debe velar por el buen desarrollo de las actividades administrativas, las cuales incluyen gastos de papelería, mobiliario y equipo de oficina.

El comité será el encargado de recolectar el pago por tarifa en forma mensual, por medio de un tesorero, quien tendrá derecho por ley a una comisión del 10% de lo recaudado. Con respecto a los gastos de oficina de la dependencia encargada del acueducto, tendrán un costo adicional del 5% de lo recaudado mensual lo que se calculará de la siguiente forma:

$$Qa = 15\% * \text{Total recaudado por la tarifa}$$

$$Qa = \text{Gastos por administración}$$

Gastos de operación

Para la operación del sistema de agua es indispensable la contratación de los servicios de un fontanero, ya que será quien brinde una adecuada operación al sistema; se estima un día a la semana (52 días al año) para mantenimiento preventivo y correctivo con un salario de Q 25.00 por día, por lo que no se aplican prestaciones laborales, el salario anual es de Q 1,300.00.

Gastos por mantenimiento

Para los gastos de mantenimiento se debe considerar el mantenimiento preventivo, ya que esto servirá para cubrir gastos de reparaciones pequeñas, evitando que el sistema se dañe continuamente. El mantenimiento correctivo se

le realiza por daños al sistema, debiendo adquirir materiales y accesorios en el menor tiempo posible, es importante que se tenga en bodega materiales y accesorios para cubrir fallas inmediatas en el sistema.

El mantenimiento incluye compra de herramienta y equipo necesario para realizar reparaciones al sistema. Para determinar el costo de obtención de mantenimiento debemos considerar el período de vida útil del sistema, ya que se ha estimado que mensualmente se requerirá un 0.75% del total del proyecto.

$$Qm.m = (0.0075 * C.T.P.)/12$$

Qm.m = Gasto por mantenimiento mensual

C.T.P. = Costo total del proyecto

$$Qm.m = (0.0075*446,128.54)/12 = Q278.83$$

Gatos de tratamiento

Consistente en el tratamiento que se le da al agua en la entrada del tanque de distribución, para que ésta sea potable al consumo humano.

Para los sistemas de agua potable se utiliza hipoclorito de calcio, la concentración de éste depende del grado de contaminación del agua, por lo que el gasto estará en relación directa del gasto de este químico. Este tratamiento es aplicable a los diferentes tipos de sistemas, esta actividad la realiza un fontanero, quien es el que le brinda servicio a todo el sistema, por lo que está incluido en los gastos de operación y mantenimiento.

El tratamiento está en función del valor actual del hipoclorito de calcio y del caudal del hipoclorito de calcio y del caudal que entra al tanque.

Tenemos que el tanque tiene una capacidad de 45 m^3 se usara 2 lb de hipoclorito de cloro por 25 m^3 de agua en este proyecto usaremos 3.5 lb

Costo mensual = (Costo hipoclorito por libra * Volumen de tanque)

$$Cs = (100) * (3.5) = 700$$

$$Cs = Q 350$$

Tarifa adoptada

En el cálculo de la tarifa se suman los gastos ocasionados en el sistema, y se divide por el número de conexiones domiciliarias.

$Tr = (\text{Gastos de operación} + \text{Gastos por mantenimiento} + \text{Gastos de tratamiento})$
/ Número de conexiones domiciliarias.

$$Tr = (Q 1, 300 + Q 278.83 + Q 350) / 132$$

$$Tr = Q 14.61$$

3.1.20 Elaboración de presupuesto

Tabla VXII. Presupuesto del diseño de agua potable.

PRESUPUESTO DESGLOSADO

PROYECTO: DISEÑO DE AGUA POTABLE
 UBICACIÓN: ALDEA FERIA
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
 MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

No.	REGLON DE EJECUCION	CANT	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.2	Levantado topográfico	3710.0	MI	Q 1.50	Q5,565.00		Q 5,565.00
	COSTO					Q5,565.00	Q 5,565.00
2	Trazo y Replanteo	3710.0	MI	Q 16.45			Q 61,033.70
	Machetes	5	Unidad	Q 25.00	Q 125.00		
	Azadones	5	Unidad	Q 75.00	Q 375.00		
	Palas	5	Unidad	Q 60.00	Q 300.00		
	Hilo plástico	3	Unidad	Q 8.00	Q 24.00		
	Carretas de mano	4	Unidad	Q 360.00	Q 1,440.00		
	Cinta métrica 50 mts	1	Unidad	Q 75.00	Q 75.00		
	Metro de mano	2	Unidad	Q 30.00	Q 60.00		
	Cuerda de 10 mts	2	Unidad	Q 15.00	Q 30.00		
	COSTO MATERIALES					Q 2,429.00	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	3710.0	MI	Q 10.00	Q37,100.00	Q37,100.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	3710.0	MI	Q 2.00	Q7,420.00	7,420.00	
	COSTO DIRECTO					Q46,949.00	
	COSTO INDIRECTO					Q14,084.70	
	TOTAL						Q 61,033.70
3	Zanjeado	3710.0	MI	Q 17.55			Q 65,097.50
	Palas	17	Unidad	Q 60.00	Q 1,020.00		
	Piochas	17	Unidad	Q 80.00	Q 1,360.00		
	Azadones	17	Unidad	Q 75.00	Q 1,275.00		
	Carretilla de mano	5	Unidad	Q 360.00	Q 1,800.00		
	Machetes	4	Unidad	Q 25.00	Q 100.00		
	COSTO MATERIALES					Q 5,555.00	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	3710.0	MI	Q 10.00	Q37,100.00	Q37,100.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	3710.0	MI	Q 2.00	Q 7,420.00	Q 7,420.00	
	COSTO DIRECTO					Q50,075.00	
	COSTO INDIRECTO					Q15,022.50	
	TOTAL						Q 65,097.50
4	Conducción	786.0	ml	Q 119.51			Q 93,938.65
	Tubería de 5" de PVC de	126.0	tubos	Q 481.00			

	160 PSI C				Q60,606.00		
	Tubería de 5" hg liviano	5.0	tubos	Q 1,100.00	Q 5,500.00		
	Cemento solvente	1.5	galones	Q 435.00	Q 652.50		
	COSTO MATERIALES					Q66,758.50	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	786.0	ml	Q 5.00	Q 3,930.00	Q3,930.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	786.0	ml	Q 2.00	Q 1,572.00	Q1,572.00	
	COSTO DIRECTO					Q72,260.50	
	COSTO INDIRECTO					Q21,678.15	
	TOTAL						Q 93,938.65
5	Caja Rompe Presión	2.0	UNIDAD	Q 7,309.91			Q 14,619.81
	Cemento	37.6	sacos	Q 65.00	Q 2,443.58		
	Arena	2.0	m3	Q 230.00	Q 462.95		
	Piedrín	3.0	m3	Q 300.00	Q 904.60		
	Madera de 1 x 12 x 9'	22.3	un	Q 37.50	Q 835.57		
	Clavos de 3"	6.7	lbs	Q 7.50	Q 50.13		
	Hierro de 3/8"	89.0	var	Q 37.50	Q3,336.44		
	Alambre de Amarre	26.7	lbs	Q 7.50	Q 200.19		
	Pichacha de PVC	2.0	un	Q 22.50	Q 45.00		
	Uniones Universales HG según diámetro	8.0	Un	Q 43.00	Q 344.00		
	Adaptador Macho	8.0	Un	Q 3.60	Q 28.80		
	Niple de 3/4" de 0.10m	8.0	Un	Q 25.50	Q 204.00		
	Abrazaderas de 3/8"	1.0	Un	Q 5.25	Q 5.25		
	Codo a 90° según diámetro según diámetro de entrada	10.0	Un	Q 6.00	Q 60.00		
	Válvula de compuerta tipo americano	4.0	Un	Q 121.00	Q 484.00		
	Válvula de flote	0.0	Un	Q 563.25	Q -		
	Codo de PVC a 45° según diámetro de entrada	2.0	Un	Q 7.50	Q 15.00		
	Tee de drenaje según diámetro de tubería	2.0	Un	Q 6.50	Q 13.00		
	Candado de 30 mm	6.0	Un	Q 110.00	Q 660.00		
	Tubería de desagüe según diámetro de entrada	1.0	Tube	Q 63.50	Q 63.50		
	Permatex	6.0	Un	Q 40.00	Q 240.00		
	COSTO MATERIALES					Q10,396.01	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	2.0	UNIDAD	Q 400.00	Q 800.00	Q 800.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	2.0	UNIDAD	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00	
	COSTO DIRECTO					Q11,246.01	
	COSTO INDIRECTO					Q3,373.80	
	TOTAL						Q 14,619.81
6	Válvulas de Aire	4.0	Unidad	Q 2,877.87			Q 11,511.47
	Cemento	28.3	sacos	Q 65.00	Q1,839.55		
	Arena de río	1.5	m3	Q 230.00	Q 348.51		
	Piedrín	2.3	m3	Q 300.00	Q 680.99		
	Madera de 1 x 12 x 9'	14.9	Un	Q 37.50	Q 556.88		
	Clavos de 3"	4.5	Lbs	Q 7.50	Q 33.41		

	Acero de refuerzo No.3	46.8	Var	Q 47.50	Q 2,222.37		
	Alambre de Amarre	14.0	Lbs	Q 7.50	Q 105.27		
	Reductor Bushing según diámetro tubería a 1/2"	4.0	Un	Q 3.00	Q 12.00		
	Tee según diámetro de tubería	4.0	Un	Q 4.00	Q 16.00		
	Candado de 30 mm	4.0	Un	Q 110.00	Q 440.00		
	Válvula de Aire de 1/8 del diámetro principal	4.0	Un	Q 200.00	Q 800.00		
	Teflón 3/4"	7.0	Un	Q 5.50	Q 38.50		
	COSTO MATERIALES					Q 7,054.98	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	4.0	Unidad	Q 400.00	Q 1,600.00	Q 1,600.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	4.0	Unidad	Q 50.00	Q 200.00	Q 200.00	
	COSTO DIRECTO					Q 8,854.98	
	COSTO INDIRECTO					Q 2,656.49	
	TOTAL						Q 11,511.47
7	Caja y Válvula de Limpieza	4.0	UNIDAD	Q 4,221.01			Q 16,884.05
	Cemento	26.7	Sacos	Q 65.00	Q 1,734.53		
	Arena de río	1.4	m3	Q 230.00	Q 328.62		
	Piedrín	2.1	m3	Q 300.00	Q 642.11		
	Madera de 1 x 12 x 9'	13.2	Un	Q 37.50	Q 495.00		
	Clavos de 3"	4.0	lbs.	Q 7.50	Q 29.70		
	Acero de Refuerzo No.3	46.8	Var	Q 37.50	Q 1,754.50		
	Alambre de Amarre	14.0	lbs.	Q 7.50	Q 105.27		
	Unión Universal HG	8.0	Un	Q 43.00	Q 344.00		
	Adaptador macho	8.0	Un	Q 6.00	Q 48.00		
	Llave de Paso de 1/6 del diámetro de tub principal	4.0	Un	Q 92.00	Q 368.00		
	Reductor Bushing según diámetro plano	4.0	Un	Q 3.00	Q 12.00		
	Tee según diámetro de tubería	4.0	Un	Q 4.00	Q 16.00		
	Candado de 30 mm	4.0	Un	Q 110.00	Q 440.00		
	Tubo de PVC de 1/2"	1.0	Un	Q 20.00	Q 20.00		
	Permatex	5.0	Un	Q 40.00	Q 200.00		
	COSTO MATERIALES					Q6,537.73	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	4.0	UNIDAD	Q 400.00	Q 1,600.00	Q 6,400.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	4.0	Global	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00	
	COSTO DIRECTO					Q12,987.73	
	COSTO INDIRECTO					Q 3,896.32	
	TOTAL						Q 16,884.05
8	Pasos de Zanjon tipo B (típico)	3.0	Unidad	Q 3,415.02			Q 10,245.07
	Cemento	24.7	Sacos	Q 65.00	Q1,607.78		
	Arena de río	2.0	m3	Q 230.00	Q 457.30		
	piedrín	2.4	m3	Q 300.00	Q 734.95		
	Acero de refuerzo No.3	22.4	Varillas	Q 37.50	Q 841.50		
	Acero de refuerzo No.2	19.0	Varillas	Q 20.00	Q 379.50		
	Alambre de amarre	12.4	libras	Q 7.50	Q 93.18		
	Madera de 1 x 12 x 9	18.0	unidad	Q 38.00	Q 684.00		

	Clavos 3	10.8	libras	Q 7.00	Q 75.60		
	Parales 2 x 3	18.0	unidad	Q 30.00	Q 540.00		
	Tubería hg (diámetro variable) 5"	54.0	ml	Q 10.50	Q 567.00		
	Union universal	6.0	unidad	Q 45.00	Q 270.00		
	Permatex	7.0	unidades	Q 40.00	Q 280.00		
	COSTO MATERIALES					Q 6,530.83	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	3.0	unidades	Q 400.00	Q 1,200.00	Q 1,200.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	3.0	unidades	Q 50.00	Q 150.00	Q 150.00	
	COSTO DIRECTO					Q 7,880.83	
	COSTO INDIRECTO					Q 2,364.25	
	TOTAL						Q 10,245.07
9	Línea de Distribución	2988.0	ml	Q 27.77			Q 82,972.64
	Tubería de 2" de PVC de 160 PSI	320.0	UNIDAD	Q 87.59	Q28,028.80		
	Tubería de 3" de PVC de 160 PSI	25.0	UNIDAD	Q 191.73	Q 4,793.25		
	Tubería 3/2" PVC 160 PSI	50.0	UNIDAD	Q 84.41	Q 4,220.50		
	Tubería de PVC 1" 160 PSI	75.0	UNIDAD	Q 42.16	Q 3,162.00		
	Tubería de PVC 160 PSI 1 1/4"	28.0	UNIDAD	Q 65.52	Q1,834.56		
	Cemento solvente	2.0	galones	Q 435.00	Q 870.00		
	COSTO MATERIALES					Q42,909.11	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	2988.0	ml	Q 5.00	Q14,940.00	Q14,940.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	2988.0	ml	Q 2.00	Q 5,976.00	Q 5,976.00	
	COSTO DIRECTO					Q63,825.11	
	COSTO INDIRECTO					Q19,147.53	
	TOTAL						Q 82,972.64
10	Conexión Domiciliar	132.0	unidad	Q 373.14			Q 49,254.28
	Cemento	63.202	sacos	Q 65.00	Q 4,108.10		
	Arena de río	3.992	m3	Q 290.00	Q 1,157.59		
	pedrín	4.918	m3	Q 300.00	Q 1,475.50		
	Niple hg de 1 x 1/2"	198.000	ml	Q 19.17	Q 3,795.00		
	Niple hg de 0.2 x 1/2"	26.400	ml	Q 6.25	Q 165.00		
	Codos hg de 1/2"	264.000	unidad	Q 19.20	Q 5,068.80		
	llaves de chorro de 1/2"	132.000	unidad	Q 22.50	Q 2,970.00		
	Adaptador Hembra 1/2"	132.000	unidad	Q 12.20	Q1,610.40		
	Llave de paso de 1/2" (bronce)	132.000	unidad	Q 54.00	Q 7,128.00		
	Adaptador macho de 1/2"	264.000	unidad	Q 12.20	Q 3,220.80		
	Tubería de 100 psi diámetro 3"	79.200	ml	Q 5.33	Q 422.40		
	Tubería pvc 1/2" 315 psi (6 tubo x vivienda)	792.000	ml	Q 4.75	Q 3,762.00		
	Reductores (varias medidas) (3/4 a 1/2)	132.000	unidad	Q 7.76	Q 1,024.32		
	COSTO MATERIALES					Q35,907.91	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	132.000	Unidad	Q 10.00	Q 1,320.00	Q 1,320.00	

	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	132.000	Unidad	Q 5 5.00	Q 660.00	Q 660.00	
	COSTO DIRECTO					Q37,887.91	
	COSTO INDIRECTO					Q11,366.37	
	TOTAL						Q 49,254.28
11	Válvulas de Control	12.0	Un	Q 2,916.42			Q 34,997.09
	Cemento	80.1	Sacos	Q 65.00	Q 5,203.60		
	Arena	4.3	m3	Q 290.00	Q 1,243.03		
	Piedrín	6.4	m3	Q 300.00	Q 1,926.33		
	Madera de 1 x 12 x 9'	29.7	Un	Q 37.50	Q 1,113.75		
	Clavos de 3"	8.9	Lbs	Q 7.50	Q 66.83		
	Hierro de 3/8"	140.4	Var	Q 37.50	Q 5,263.50		
	Alambre de Amarre	42.1	Lbs	Q 7.50	Q 315.81		
	Unión Universal HG	24.0	Un	Q 45.50	Q 1,092.00		
	Adaptador macho	24.0	Un	Q 4.00	Q 96.00		
	Candado de 30 mm	12.0	Un	Q 110.00	Q 1,320.00		
	Válvula de Globo	12.0	Un	Q 300.00	Q 3,600.00		
	Permatex	7.0	Un	Q 40.00	Q 280.00		
	COSTO MATERIALES					Q21,520.84	
	COSTO DE MANO CALIFICADA	12.0	Un	Q 400.00	Q 4,800.00	Q4,800.00	
	COSTO DE MANO NO CALIFICADA	12.0	Un	Q 50.00	Q 600.00	Q 600.00	
	COSTO DIRECTO					Q26,920.84	
	COSTO INDIRECTO					Q8,076.25	
	TOTAL						Q 34,997.09
	COSTO DIRECTO TOTAL						Q 344,452.91
COSTO TOTAL DEL PROYECTO							Q 446,128.54

El costo total de proyecto asciende a cuatrocientos cuarenta y seis mil ciento veintiocho quetzales con cincuenta y cuatro centavos

Tabla XVIII Presupuesto integrado del costo total.

PRESUPUESTO INTEGRADO

PROYECTO: DISEÑO DE AGUA POTABLE
 UBICACIÓN: ALDEA FERIA
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
 MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

No.	Reglón de Ejecución	Unidad	P.Unitario	Total
1	Levantado topográfico	ml	Q 1.50	Q 5,565.00
2	Trazo y replanteo	ml	Q 16.45	Q 61,029.50
3	Zanjeado	ml	Q 17.55	Q 65,110.50
4	Conducción	ml	Q 119.51	Q 93,934.86
5	Caja rompe presión	Unidad	Q 7,309.91	Q 14,619.82
6	Válvulas de aire	Unidad	Q 2,877.87	Q 11,511.48
7	Caja y válvula de limpieza	Unidad	Q 4,221.01	Q 16,884.04
8	Pasos de zanjón tipo B (típico)	unidad	Q 3,415.02	Q 10,245.06
9	Línea de distribución	ml	Q 27.77	Q 82,976.76
10	Conexión domiciliar	unidad	Q 373.14	Q 49,254.48
11	Válvulas de control	Un	Q 2,916.42	Q 34,997.04
COSTO DEL PROYECTO			Q	446,128.54

El costo total del proyecto asciende a cuatrocientos cuarenta y seis mil ciento veintiocho quetzales con cincuenta y cuatro centavos

3.1.21 Cronograma de ejecución

Tabla XIX Cronograma físico-financiero de ejecución de agua potable.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE AVANCE FÍSICO FINANCIERO

PROYECTO: DISEÑO DE AGUA POTABLE
 UBICACIÓN: ALDEA FERIA
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
 MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE AVANCE FÍSICO FINANCIERO

No	Reglón	Precio Total	Mes 1				Mes 2			
			1	2	3	4	1	2	3	4
1	Levantado topográfico	Q 5,565.00								
2	Trazo y Replanteo	Q 61,030								
3	Zanjeado	Q 65,110.50								
4	Conducción	Q 93,934.86								
5	Línea de Distribución	Q 82,976.76								
6	Caja Rompe Presión	Q 14,619.82								
7	Pasos de Zanjón tipo B (típico)	Q 10,245.06								
8	Válvulas de Aire	Q 11,511.48								
9	Caja y Válvula de Limpieza	Q 16,884.04								
10	Válvulas de Control	Q 34,997.04								
11	Conexión Domiciliar	Q 49,254.48								
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q 446,128.54								

3.1.22 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. La Evaluación de Impacto Ambiental está destinada 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.

3.1.22.1 Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación son consideraciones, expuestas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos.

Estas medidas, permiten la formulación de operaciones de emergencia, la asignación de recursos materiales, capacitación del personal, métodos operativos entre otros.

Tabla XX. Medidas de mitigación de impactos ambientales en agua potable

Componentes	Impacto	Medida de mitigación
Recursos hídricos	Contaminación de cursos de agua o cauces por sedimentos y residuos líquidos o sólidos	<p>No almacenar temporalmente, en cauces o lechos de río o en sectores que desemboquen en ellos, material de excavación.</p> <p>No disponer efluentes en cauces o cursos de agua que sirven para abastecimiento.</p> <p>Remover inmediatamente los derrames accidentales de combustible con materiales adecuados.</p>
Ruidos	Incremento de los niveles de ruido	<p>Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos.</p> <p>Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.</p>
Suelo	Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico químicas)	<p>No realizar directamente en el suelo las mezclas para obras de concreto.</p> <p>Realizar los trabajos de mantenimiento de equipos y maquinarias, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área de trabajo.</p> <p>Remover inmediatamente el suelo, en caso de derrames accidentales de combustible y restaurar el</p>

		área afectada con materiales y procedimiento sencillos
Vegetación y Fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	Utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores. Separar la capa de material orgánico de la del material inerte. Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización. Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.
Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo. Disponer de rutas alternativas en fechas de importancia para la población.
Paisaje	Impacto visual	Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.

Fuente: Fondo Guatemalteco de Medio Ambiente.

3.22.1.2 Plan de contingencia

En el área de construcción del proyecto: Diseño de agua potable es común que en épocas de lluvia ocurra inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto para esto se consideran:

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones o azolvamiento. Velar por que los lugares en donde se ubica la construcción se encuentran lo más despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.

- Capacitar a quienes se encargarán de darle mantenimiento al proyecto en función, especialmente sobre aspectos de limpieza.
- Velar porque los comunitarios no depositen su basura y no parquear su vehículo en la zona de construcción.

3.22.1.3 Plan para la salud humana

Las medidas preventivas y correctivas para conservar la salud de los trabajadores durante la etapa de construcción, están relacionadas con la prevención de accidentes laborales. Estos se pueden evitar manteniendo la disciplina en el trabajo, ya que el gremio de albañiles es muy dado a una conducta que puede provocar accidentes.

Además de las normas que por ley se deben cumplir entre las que están incluidas las contenidas en las leyes laborales y en los reglamentos del IGSS. En la fase de operación la seguridad en el trabajo debe incluir las indicaciones siguientes:

- Prohibir que un trabajador labore en estado de ebriedad.
- Todos los trabajadores de maquinaria, deben tener y usar un equipo completo para protección personal, el cual deberá proporcionar el patrono y reponerlo cuando se deteriore.
- Al finalizar la jornada el área de trabajo debe quedar limpia y libre de desechos.
- Todos los empleados deben recibir capacitación en seguridad, higiene y primeros auxilios y disponer de un botiquín médico quirúrgico en las instalaciones.

- El equipo personal de seguridad estándar debe integrarse así: máscaras respiratorias, gafas, casco, guantes, gabachas, bota.
- En el área de construcción se deberá disponer de dos sanitarios, uno para hombre y otro para mujeres dotados de agua y de papel higiénico y permanecer limpios.
- Las instalaciones deben disponer de un lavamanos por cada 25 personas.
- Los locales destinados al cambio de ropa de los empleados deben ser bien iluminados, ventilados y limpios.

3.1.23 Evaluación socio-económica

La evaluación socio-económica tiene como propósito principal, identificar los beneficiarios y luego valorizarlos adecuadamente, para a partir de allí elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis beneficio costo. Elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis beneficio costo. La definición de los beneficios o “productos del proyecto” se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el beneficio es una función directa de la capacidad instalada del proyecto tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Para efectuar la evaluación económica del proyecto se utilizará el análisis a través del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR).

3.1.23.1 Valor presente neto

EL valor presente neto (VPN) se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo) menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo). Esto es, la suma algebraica de los flujos de efectivo futuros (positivos y-negativos) al valor presente, incluyendo en esta suma el egreso inicial de la inversión.

Éste es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer una mala inversión y nos provoque en un futuro pérdidas.

El valor presente neto nos da tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

VPN<0
VPN=0
VPN>0

- Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, esta alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.
- Cuando el $VPN = 0$ indica que exactamente se esta generando el porcentaje de utilidad que se desea.
- Cuando el $VPN > 0$, esta indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

Para el análisis del proyecto de agua potable en la comunidad aldea Feria, se asume una tasa de interés del 15.14% debido a que el proyecto no es de carácter lucrativo, sino de carácter social, la tasa debe ser la más baja.

Para dicho proyecto se contará con el aporte comunitario, se estima tener los siguientes ingresos, será el pago de la instalación de conexiones domiciliarias, que constara de Q100.00 por vivienda, en el primer año, también se pedirá un ingreso mensual de Q14.61 por cada vivienda; Si se toma en cuenta que hay 132 beneficiados y pretender tener un costo mensual por mantenimiento del sistema de Q278.83:

Datos del Proyecto

Costo total del proyecto	= Q 446,128.54
Costo mensual por mantenimiento	= Q 278.83
Pago de la instalación de conexiones domiciliarias	= Q 100.00
Ingreso mensual por vivienda (tarifa)	= Q 14.61
Tasa de interés	= 15.14 %
Vida útil del proyecto	= 22 años

Tabla XXI. Tabulación de datos de operación

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q 446,128.54
Ingreso inicial	$Q (100/viv)*(132viv)$	Q 13,200
Costo anuales	$Q(278.83/viv)*(12 meses)$	Q 3,345
Ingreso anual	$Q(14.61/viv)*(132)*(12meses)$	Q 23,142
Vida útil, en años		22 años

La anualidad se puede pasar al presente, a través del factor VPN, el cual es:

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right) \qquad p = A \left(\frac{((1+i)^n - 1)}{i(1+i)^n} \right)$$

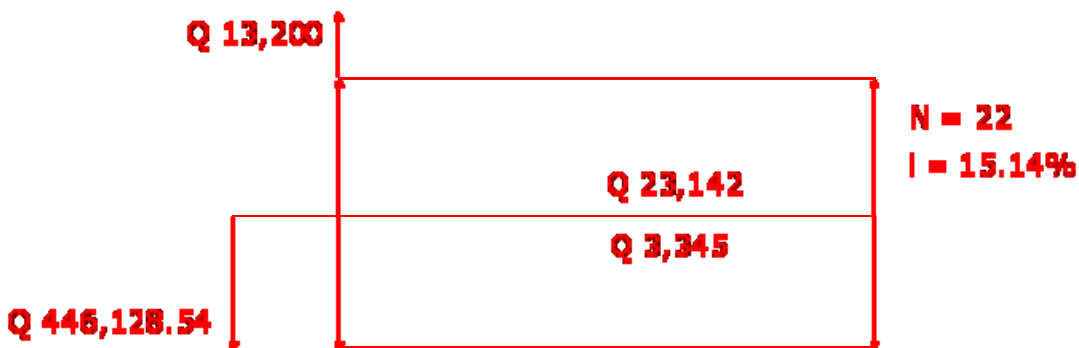
P= Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F= Valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro.

A= Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso.

I= Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a solución.

Figura 5. Diagrama de flujo de efectivo



$$\begin{aligned} \text{VPN} &= 13,200 - 446,128.54 + 23,142(6.30) - 3,345(6.30) \\ &= - 308207.44 \end{aligned}$$

Como se puede observar el Valor presente Neto de este proyecto es negativo, sin producir ninguna utilidad, cumpliendo su objetivo de carácter social, promoviendo desarrollo en la aldea Feria y teniendo como beneficiados a los habitantes de dicha comunidad, mediante saneamiento adecuado y la reducción de enfermedades.

3.1.23.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno se define como el valor presente neto, el cual se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

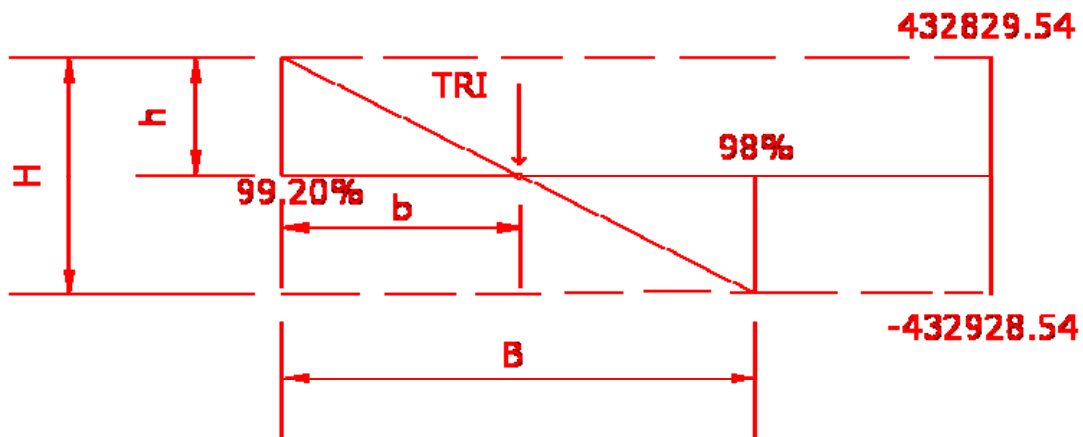
El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidades diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representan el Valor Presente Neto.

Se propone una tasa -99.20%, entonces se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -446,128.54 + 13200 - 3,345(1 - 0.992)^{22} + 23,142 (1 - 0.992)^{22} = \\ &= - 432928.54 \end{aligned}$$

Mientras que con una tasa de - 98%, se obtiene valor presente neto
VPN = 432928.54

Figura 6. Diagrama de tasa interna de retorno



Del diagrama resultan los siguientes datos, sin tomar en cuenta el signo:

$$B=1.20\% \quad H= 432829.54 + 432928.54 = 865758.08$$

$$b=x \quad h= 432829.54$$

Se hace una relación de triángulos para obtener.

$$\left(\frac{B}{H}\right) = \left(\frac{b}{h}\right) \Rightarrow \left(\frac{1.20}{865758.08}\right) = \left(\frac{X}{432829.54}\right)$$

$$X = 0.60$$

$$TIR = -99.20 \% + 0.60 \% = -99.60 \%$$

En este proyecto, la Tasa Interna de Retorno es negativa, por lo tanto no existe utilidad alguna, siendo un proyecto de carácter social.

CONCLUSIONES

1. Con la pavimentación de la carretera de la aldea Chayen, se beneficiarán la aldea el Naranjo y caseríos aledaños, ya que solo existe esta vía de comunicación, es de suma urgencia mejorar el acceso debido al estado del camino, a consecuencia de los estragos causados por el paso de tormentas tropicales. Con esto se garantiza el acceso a los servicios mediante una mejor infraestructura.
2. El método simplificado que propone la PCA para el diseño de pavimentos rígidos, se basa en una buena parte en tablas clasificando el tránsito según su categoría, además son resultados de ensayos y experimentos de laboratorio y de campo. Ayudando así a economizar recursos.
3. La evaluación de los impactos identificados sobre las distintas fases del proyecto no genera impactos ambientales severos sobre el medio ambiente, con la adopción de las medidas preventivas y de mitigación, se abordan todos aquellos aspectos que inciden negativamente en el ambiente, los mayores impactos del proyecto, se presentan en la etapa de construcción, de este, en particular sobre elementos del medio físico, biótico, suelos y vegetación.
4. El sistema de agua potable para la aldea Feria, se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar. Además, el sistema de distribución funcionará por ramales abiertos, debido a la distribución de viviendas dispersas, este sistema presenta las ventajas económicas y menos complicadas de construir en el área rural.

RECOMENDACIONES

1. Para garantizar el período de diseño de los proyectos, es necesario que los que trabajen en su construcción deban seguir cuidadosamente, las especificaciones técnicas de los proyectos para garantizar la calidad de los mismos.
2. Durante la ejecución de los proyectos, se hace necesario una supervisión profesional, esto es para la optimización de recursos y sacar el mayor provecho posible a los proyectos.
3. Antes de iniciar la construcción del pavimento es aconsejable hacer todas las reparaciones de drenaje y agua potable posibles o necesarias, para que en un futuro no causen problemas al pavimento y se tenga que romper el mismo.
4. Se recomienda un estricto control químico sanitario al sistema de abastecimiento de agua potable propuesto.
5. Cada una de las conexiones domiciliarias debe tener su respectivo medidor de caudal para establecer el costo mensual por consumo de agua.

BIBLIOGRAFÍA

1. Canter, Larry W. "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". Segunda Edición 1998. Editorial McGraw Hill.
2. Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones 4ta. Edición. México: Editorial Limusa, 1999.
3. Fondo Guatemalteco del Medio Ambiente (FOGUAMA).
4. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Normas generales de abastecimiento, 2001.
5. Libro azul. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, República de Guatemala. Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes. Ingenieros Consultores de Centro América, S.A
6. Normas de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) Guatemala 1991.
7. Pórtland Cement Association (PCA). Design of concrete pavement for city streets. USA 1974.

APÉNDICE

Tabla XXII. Ensayo de compactación

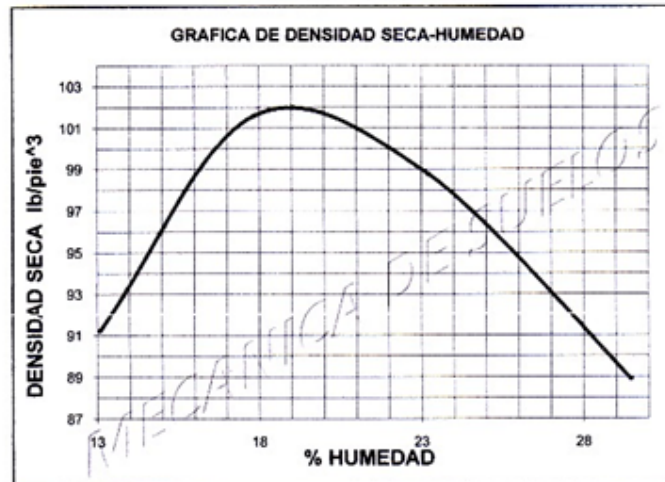


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 000501

INFORME No. 283S.S. O.T. No.: 23,755
 Interesado: José Manuel Ramírez Maldonado
 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: Aldea Chayen, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos
 Fecha: 03 de septiembre de 2008



Muestra No.: 1
 Descripción del suelo: Arcilla arenosa con partículas de grava color café
 Densidad seca máxima γ_{dmax} : 1.634 Kg/m³ 102 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 19.0 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
 DIRECTOR CI/USAC

Ing. Omar Enrique Meltrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA-USAC
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
 Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Tabla XXIII. Ensayo de razón soporte california (C.B.R)



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

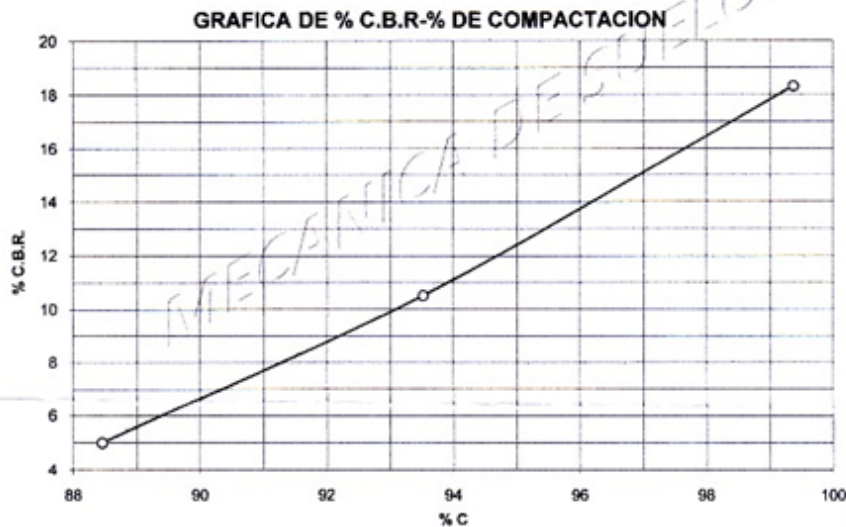


Nº 000502

INFORME No.: 284 S.S. O.T. No.: 23755
 Interesado: José Manuel Ramírez Maldonado
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Ubicación: Aldea Chayen, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos
 Descripción del suelo: Arcilla arenosa con partículas de grava color café
 Muestra No.: 1
 Fecha: 03 de septiembre de 2008

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d b/pe ³			
1	10	18.00	90.2	88.5	0.00	5.0
2	30	18.00	95.4	93.5	0.00	10.5
3	65	18.00	101.4	99.4	0.00	18.3



Vo. Bo.:

Atentamente,

 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
 DIRECTOR CI/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA-USAC
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 EXT. 1502. FAX: 2476-3993
 Página web: <http://ciit.usac.edu.gt>

Tabla XXIV. Análisis granulométrico



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



Nº 000505

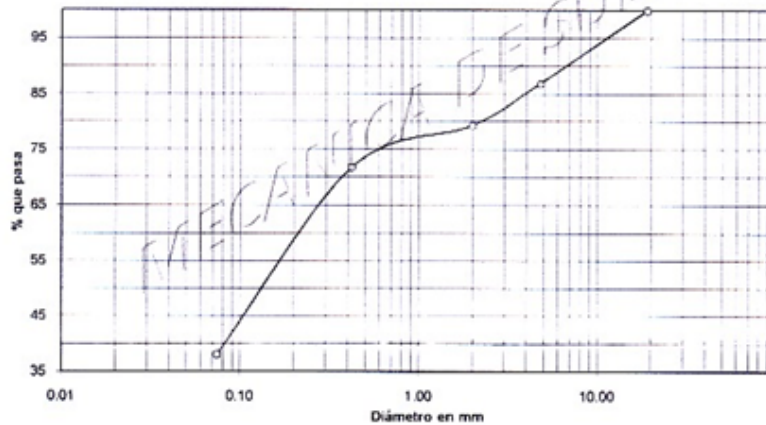
INFORME No. 285 S.S. O.T.: 23,755

Interesado: José Manuel Ramírez Maldonado
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: Aldea Chayen, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos
Fecha: 03 de septiembre de 2008
Banco No. 1

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.2	100
2"	50.8	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	86.96
10	2.00	79.35
40	0.42	71.74
200	0.074	38.04

% de Grava: 13.04
% de Arena: 48.92
% de Finos: 38.04



Descripción del suelo: Arcilla arenosa con partículas de grava color café
Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-4

Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo. 
Ing. Oswaldo Romo Escobar Álvarez
DIRECTOR CIUSAC.




Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Tabla XXV. Ensayo de límites de Atterberg



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



Nº 000506

INFORME No. 286S. S. O.T.: 23755

Interesado: José Manuel Ramírez Maldonado
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

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

Banco No: 1
 Ubicación: Aldea Chayen, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos

FECHA: 03 de septiembre de 2008

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	LP (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	40.5	8.9	S.M.	Arcilla arenosa con partículas de grava color café

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

Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo Bo.

[Signature]
 Ing. Oswaldo Román Escobar Álvarez
 DIRECTOR CIROSAC

[Signature]
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



Tabla XXVI. Ensayo de peso unitario suelos (P.U.S)



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



Nº 000507

INFORME No.: 287 S. S. O.T.: 23755

INTERESADO: José Manuel Ramirez Maldonado

PROYECTO: Trabajo de Graduación - EPS

ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

Norma: A.A.S.T.H.O T-19

UBICACIÓN: Aldea Chayen, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos

Banco: 1

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arcilla arenosa con partículas de grava
color café

FECHA: 03 de septiembre de 2008

RESULTADO DEL ENSAYO:

P.U.S.= 1,416 kg/m³

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo.
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CII/USAC

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



Tabla XXVII. Análisis físico químico sanitario



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



Nº 000803

O.T. No. 23858		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO				INF. No. 23 353	
INTERESADO:	JOSÉ MANUEL RAMÍREZ (Carné 2001-13178)	PROYECTO:	EPS - Diseño red de distribución de agua para la aldea Feria, San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos				
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FAC. DE INGENIERIA-USAC				
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea Feria	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2008-08-29; 12 h 00 min.				
FUENTE:	Chorro fía	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2008-09-02, 09 h 35 min.				
MUNICIPIO:	San Rafael Pié de la Cuesta	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración				
DEPARTAMENTO:	San Marcos						
RESULTADOS							
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA:	(En el momento de recolección) ... °C		
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:	83,00 µmhos/cm		
3. TURBIEDAD:	00,29 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pff):	07,20 unidades				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L		
1. AMONIACO (NH ₄)	00,14	6. CLORUROS (Cl)	07,00	11. SOLIDOS TOTALES	57,00		
2. NITRITOS (NO ₂)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,18	12. SOLIDOS VOLÁTILES	08,00		
3. NITRATOS (NO ₃)	03,74	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	49,00		
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,00	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,60		
5. MANGANESO (Mn)	00,007	10. DUREZA TOTAL	30,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	44,00		
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)							
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL				
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
00,00	00,00	38,00	38,00				

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde El punto de vista físico químico sanitario: El agua es blanda. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma CXXII/ANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21th EDITION 2005, NORMA COGNITIVA ISO 15705 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS) GUATEMALA.

Guatemala, 2008-09-17

Vo.Bo.

Ing. Osvaldo Roque Escobar Álvarez
DIRECTOR CI/USAC



Zerón Muñoz
Ing. Químico Col
M. Sc. en Ingeniería
Jefe Técnico Labora



FACULTAD DE INGENIERIA-USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>


Tabla XXVIII. Examen bacteriológico.



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

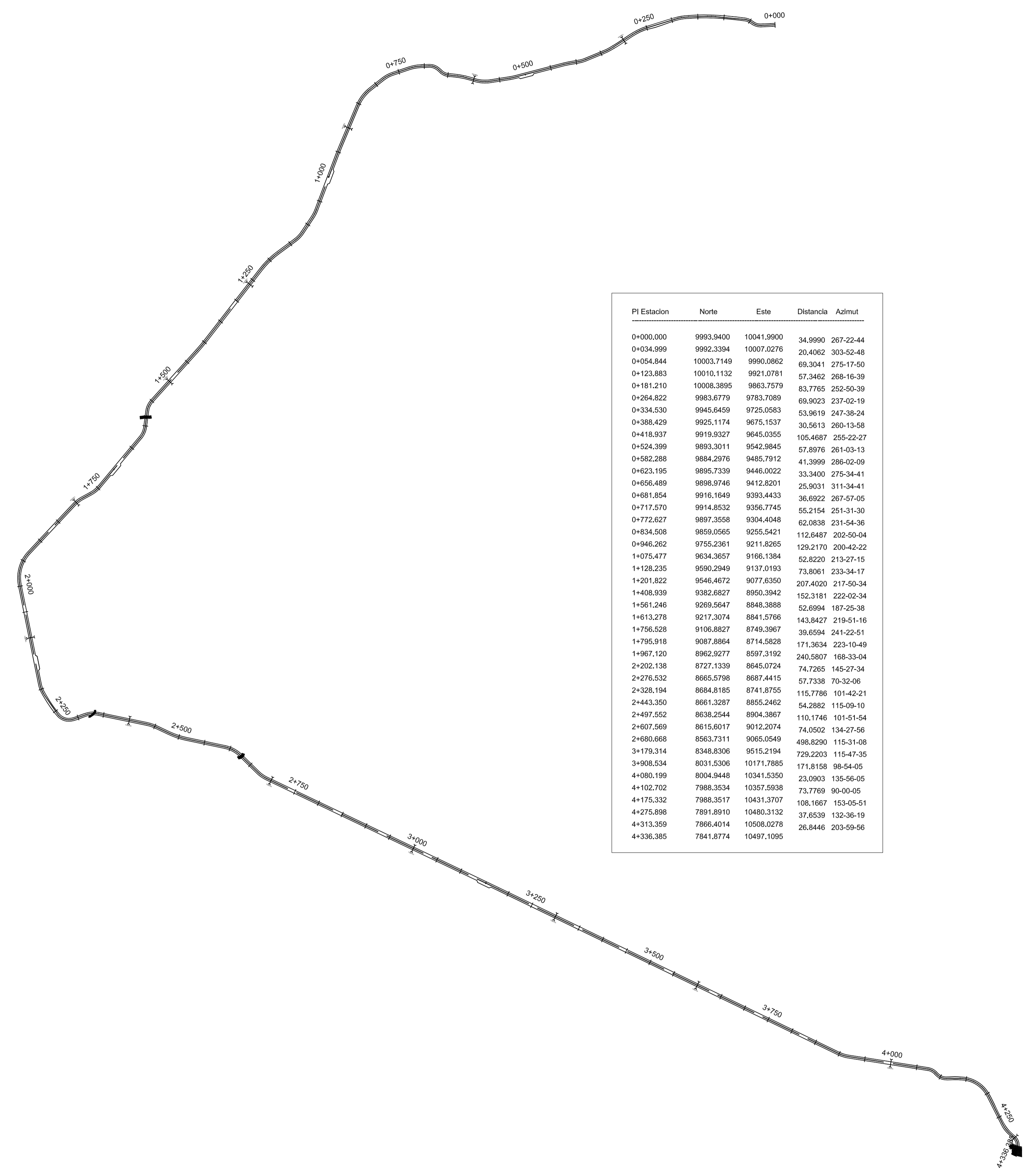


Nº 000804

O.T. No. 23 858		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-298302	
INTERESADO	JOSE MANUEL RAMIREZ (Camé 2001-13178)	PROYECTO:	EPS "Diseño red de distribución de agua para la aldea Feria, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos"		
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FAC. DE INGENIERIA -USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Aldea Feria	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2008-08-29; 12 h 00 min.		
FUENTE:	Chorro pila	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2008-09-02; 09 h 35 min		
MUNICIPIO:	San Rafael Pie de la Cuesta	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	San Marcos	SABOR:	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	----		
OLOR:	Inodora				
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)					
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA			
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	FORMACION DE GAS			
		TOTAL	FECAL 44.5 °C		
10,00 cm ³	+++++	+++++	+ + + +		
00,10 cm ³	++++-	++++	+ + +		
00,010 cm ³	----	innecesaria	innecesaria		
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		130	7		
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.					
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NGO 29001.					
Guatemala, 2008 -09-17					
.Vo.Bo.	 Ing. Oswaldo Romo Escobar Alvarez DIRECTOR CIU/USAC		 Zaida Muñoz Saito Ing. Químico Cof. No. 420 M. Sc. en Ingeniería San Carlos Jefe Técnico Laboratorio		

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: http://ciu.usac.edu.gt

PLANOS



PI Estacion	Norte	Este	Distancia	Azmut
0+000.000	9993.9400	10041.9900	34.9990	267-22-44
0+034.999	9992.3394	10007.0276	20.4082	303-52-48
0+054.844	10003.7149	9990.0862	69.3041	275-17-50
0+123.883	10010.1132	9921.0781	57.3462	268-16-39
0+181.210	10008.3895	9863.7579	83.7765	252-50-39
0+264.822	9983.6779	9783.7089	69.9023	237-02-19
0+334.530	9945.6459	9725.0583	53.9619	247-38-24
0+388.429	9925.1174	9675.1537	30.5613	260-13-58
0+418.937	9919.9327	9645.0355	105.4687	255-22-27
0+524.399	9893.3011	9542.9845	57.8976	261-03-13
0+582.288	9884.2976	9485.7912	41.3999	286-02-09
0+623.195	9895.7339	9446.0022	33.3400	275-34-41
0+656.489	9898.9746	9412.8201	25.9031	311-34-41
0+681.854	9916.1649	9393.4433	36.6922	267-57-05
0+717.570	9914.8532	9356.7745	55.2154	251-31-30
0+772.627	9897.3558	9304.4048	62.0838	231-54-36
0+834.508	9859.0565	9255.5421	112.6487	202-50-04
0+948.262	9755.2361	9211.8265	129.2170	200-42-22
1+075.477	9634.3657	9166.1384	52.8220	213-27-15
1+128.235	9590.2949	9137.0193	73.8061	233-34-17
1+201.822	9546.4672	9077.6350	207.4020	217-50-34
1+408.939	9382.6827	8950.3942	152.3181	222-02-34
1+561.246	9269.5647	8848.3888	52.6994	187-25-38
1+613.278	9217.3074	8841.5766	143.8427	219-51-16
1+756.528	9106.8827	8749.3967	39.6594	241-22-51
1+795.918	9087.8864	8714.5828	171.3634	223-10-49
1+967.120	8962.9277	8597.3192	240.5807	168-33-04
2+202.138	8727.1339	8645.0724	74.7265	145-27-34
2+276.532	8665.5798	8687.4415	57.7338	70-32-06
2+328.194	8684.8185	8741.8755	115.7786	101-42-21
2+443.350	8661.3287	8855.2462	54.2882	115-09-10
2+497.552	8638.2544	8904.3867	110.1746	101-51-54
2+607.569	8615.6017	9012.2074	74.0502	134-27-56
2+680.668	8563.7311	9065.0549	498.8290	115-31-08
3+179.314	8348.8306	9515.2194	729.2203	115-47-35
3+908.534	8031.5306	10171.7885	171.8158	96-54-05
4+080.199	8004.9448	10341.5350	23.0903	135-56-05
4+102.702	7988.3517	10431.3707	108.1667	153-05-51
4+275.898	7891.8910	10480.3132	37.6539	132-36-19
4+313.359	7866.4014	10508.0278	26.8446	203-59-56
4+336.385	7841.8774	10497.1095		

PLANTA GENERAL

ESTACION: 0+000.00 A ESTACION: 4+336.385

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1,000
ESCALA VERTICAL: 1 / 100


Especificaciones Técnicas:

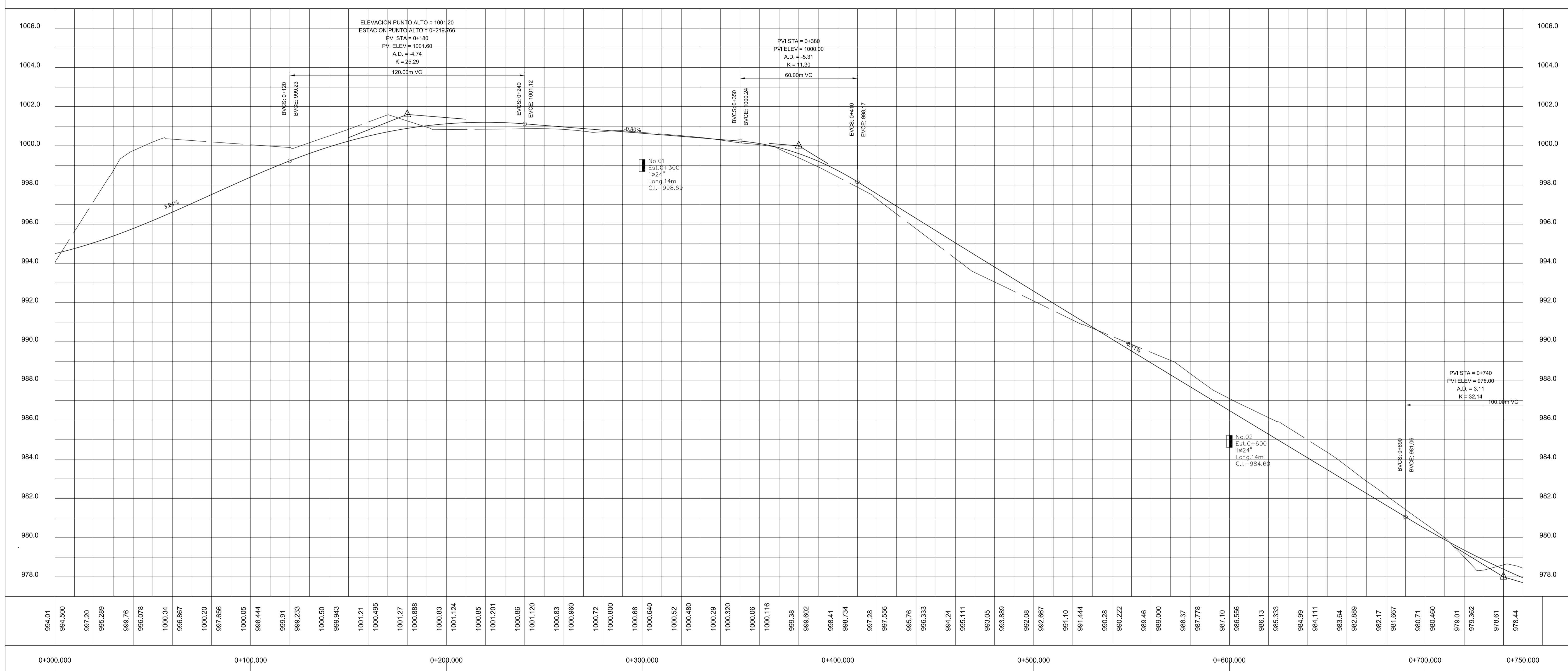
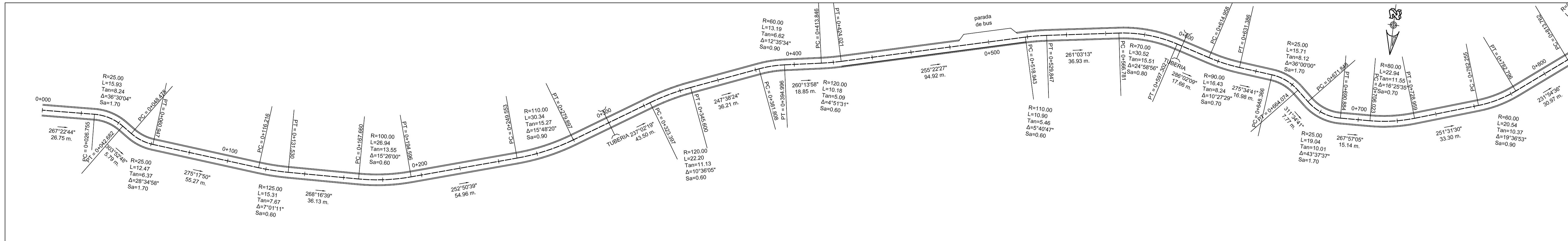
- Compactación:**
- Para efectos de compactación, el material escarificado, deberá ser humedecido con regadora, en los casos en los que la humedad sea menor a la humedad óptima.
 - La cava de base de mejorada deberá compactarse en su totalidad hasta lograr el 95 % de la densidad máxima, determinada por el método AASHTO T-180.
 - El afinamiento de la capa mejorada, deberá efectuarse con motoniveladora, respetando la pendiente transversal propuesta en la sección típica.
 - La compactación de campo se comprobará cada 500 metros mediante el método AASHTO T-191, estableciéndose una tolerancia en menos de 2 % respecto al porcentaje de compactación propuesto.
 - Se establece una tolerancia de 2 centímetros en mas o menos respecto al nivel de conformación de la superficie mejorada.

- Alineamiento Horizontal:**
- Deberá efectuarse alineación horizontal, a lo largo de todo el proyecto, respetando para ello la sección típica propuesta, efectuando dicho trabajo con teodolito y cinta.
 - La longitud mínima entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima no tiene valor especificado, sin embargo, es conveniente considerar para su proyección, las recomendaciones que al respecto se indican.
 - La longitud máxima de tangentes no tiene límite especificado, sin embargo en el proyecto, es conveniente tomar en cuenta las recomendaciones dadas.
 - Las curvas circulares del alineamiento horizontal estarán definidas por su grado de curvatura y por su longitud.

- Calidad del Balasto:**
- El balasto deberá de ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces de cualquier materia perjudicial o extraño.
 - El balasto debera tener un peso unitario suelto no menos de 80 libras/pié cúbico (182 kg/m cúbico), determinado por el método AASHTO T-19.
 - El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor compactado y en ningún caso deberá ser mayor de 10 centímetros.
 - La porción del balasto retenida en el tamiz No. 4 (4.75 mm) debe estar comprendida entre el 70 y el 30 % en peso, y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor a 60, determinado por el metodo AASHTO T-96.
 - La porción que pase el tamiz No. 40 (0.425 mm) no debe tener menos del 50 % en peso y la porción que pase el tamiz No. 200 (0.075mm) no debe exceder del 25 % en peso determinado por el método AASHTO T-11.
 - La porción de balasto que pase el tamiz No. 40 debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T-89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11 determinado por el AASHTO T-90.
 - Conforme se vaya terminando de reacondicionar la base, deberá colocarse la capa de balasto; no debiendo dejar sin cubrir la base mejorada en una longitud mayor de 2 kms.
 - La capa de balasto deberá tener un espesor compactado de 0.20 metros.

- Alineamiento Vertical:**
- Debera efectuarse con tripode y estadal, colocando trompos sobre el terreno, que indiquen el nivel de reacondicionamiento de la base, respetando las pendientes transversales propuestas en la sección típica y los taludes en caso de corte o relleno.
 - Una vez efectuado el alineamiento vertical e iniciados los trabajos de ampliacion y reacondicionamiento, los chequeos de las alturas, podran efectuarse con nivel de mano.
 - Las cotas de terracería deberán considerarse de tal forma que no varíen las pendientes longitudinales del terreno, a menos que se indique otra cosa en los planos o por el ingeniero supervisor.
 - Las paradas de buses tendran un largo de 30 mts y 2.50 de ancho ver en planta-prefil
- Es una carretera tipo "E", para un TDPA de sección típica de 4 metros de ancho de rodadura.
Bombeo 2.5 % mínimo y 5 %.
Pendiente máxima 12 % máximo.
Radio mínimo de curvatura horizontal: 47 metros para terreno plano y 16.72 mts para terreno quebrado o montañoso.
Velocidad de Diseño 30 kph
Longitud: 4336.39 mts, 4.37 kms


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
Contiene: PLANO PLANTA GENERAL ESTACION: 0+000.00 A 4+336.385	Topografía: JOSE M. RAMIREZ Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE CARRETERA ALDEA CHAYEN MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: HORIZONTAL 1:1,000 VERTICAL 1:100 Fecha: MARZO-2009
F. _____ Ing. Luis Alfaro Asesor	
_____ Jose Ramirez EPS, Ingeniería	
H O J A 01/09	

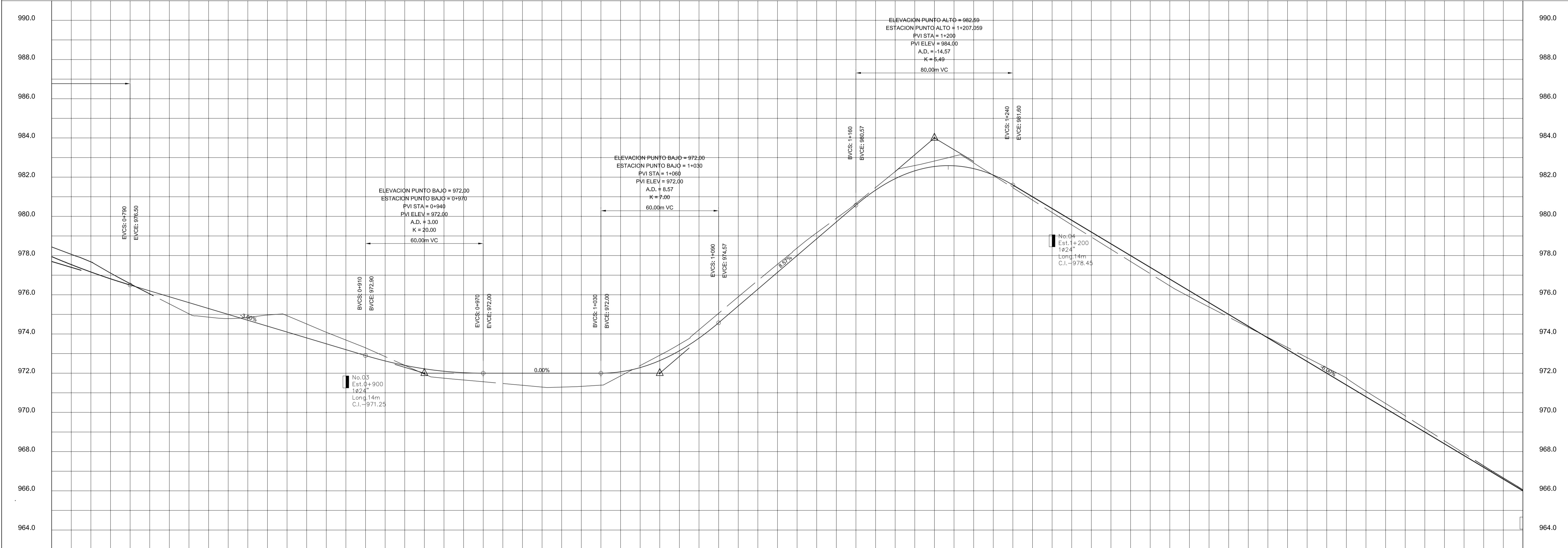
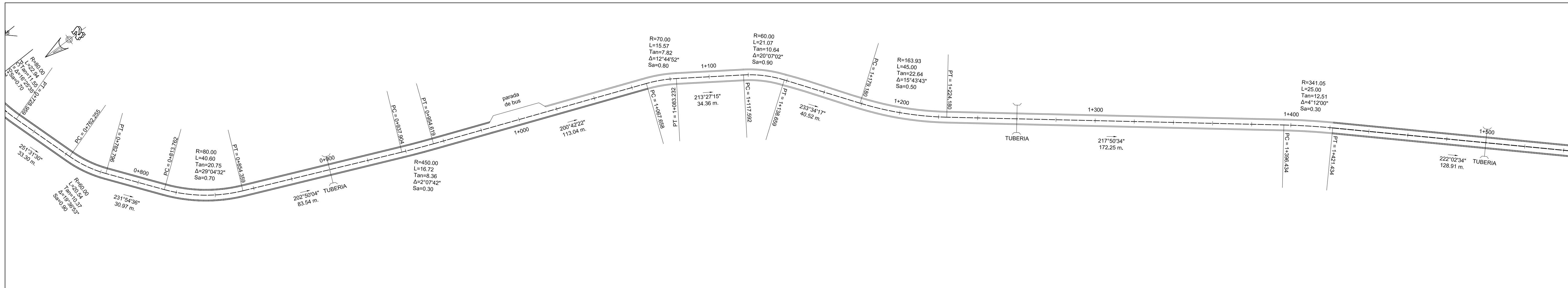


PLANTA + PERFIL

ESTACION: 0+000.00 A ESTACION: 0+750.00

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1,000
ESCALA VERTICAL: 1 / 100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL ESTACION: 0+000.00 A 0+750.00	Topografía: JOSE M. RAMIREZ Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE CARRETERA ALDEA CHAYEN MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: HORIZONTAL 1:1,000 VERTICAL 1:100 Fecha: MARZO-2009
F _____ Ing. Luis Alfaro Asesor	_____ Jose Ramirez EPS, Ingeniería
H O J A 02/09	



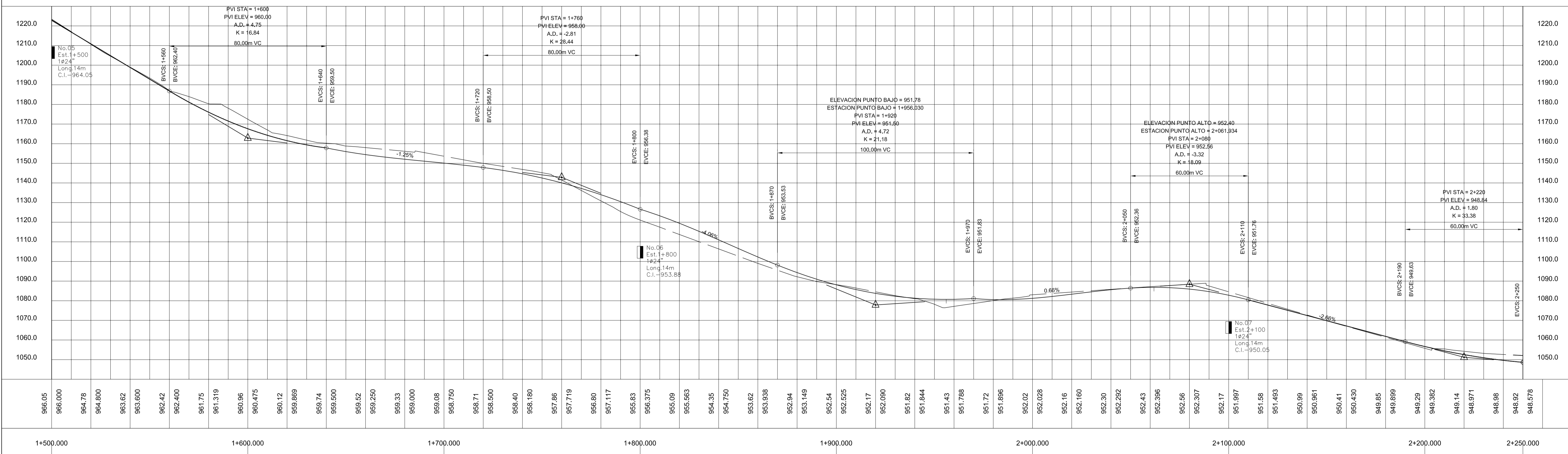
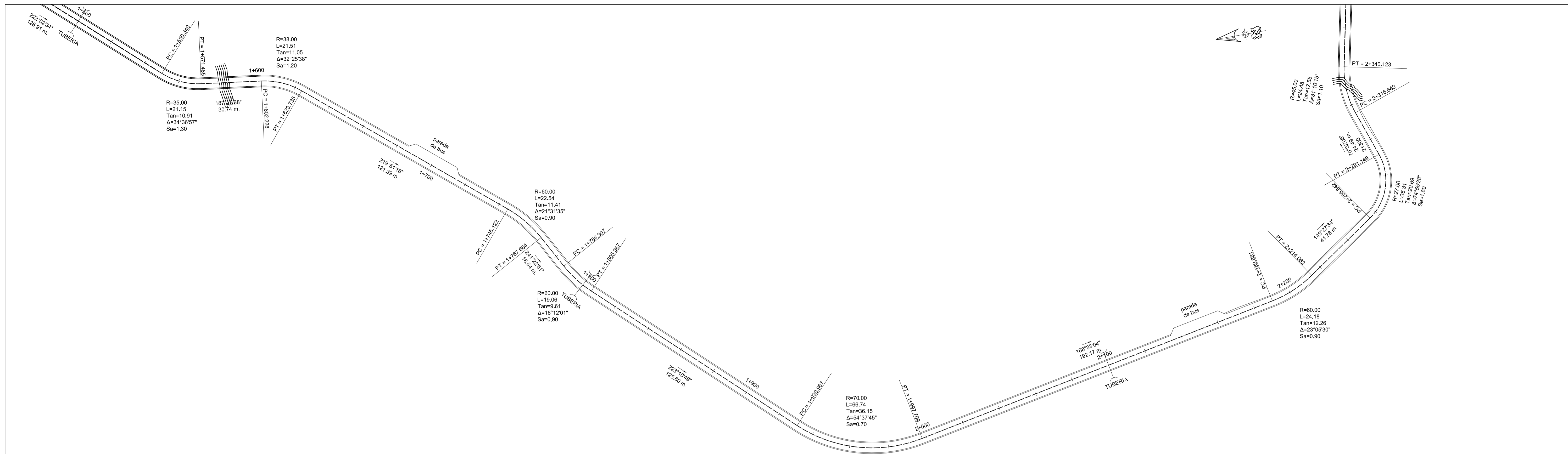
976.44	976.07	977.540	977.11	976.816	976.05	976.200	975.03	975.600	974.79	975.000	974.97	974.400	974.51	973.800	973.69	973.200	972.85	972.625	971.96	972.225	971.65	972.025	971.47	972.000	971.29	972.000	971.33	972.000	971.86	972.071	972.92	972.643	974.21	973.786	975.90	975.429	977.56	977.143	979.16	978.857	980.66	980.571	982.28	981.921	982.82	982.543	982.73	982.436	981.46	981.600	980.20	980.400	978.94	979.200	977.70	978.000	976.46	976.800	975.38	975.600	974.34	974.400	973.31	973.200	972.28	972.000	971.08	970.800	969.62	969.600	968.55	968.400	967.28	967.200	966.05	966.000
0+750.000		0+800.000		0+900.000		1+000.000		1+100.000		1+200.000		1+300.000		1+400.000		1+500.000																																																												

PLANTA + PERFIL

VIENE DE ESTACION: 0+750.00 VA A ESTACION: 1+500.00

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1,000
ESCALA VERTICAL: 1 / 100

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA</p>	
<p>Contiene: PLANO PLANTA PERFIL ESTACION: 0+750.00 A 1+500.00</p>	<p>Topografía: JOSE M. RAMIREZ Diseño: JOSE M. RAMIREZ</p>
<p>Proyecto: DISEÑO DE CARRETERA ALDEA CHAYEN MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.</p>	<p>Calculo: JOSE M. RAMIREZ Dibujo: JOSE M. RAMIREZ</p>
<p>Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.</p>	<p>Escala: HORIZONTAL 1:1,000 VERTICAL 1:100 Fecha: MARZO - 2009</p>
<p>F _____ Ing. Luis Alfaro Asesor</p>	<p>_____ Jose Ramirez EPS, Ingeniería</p>

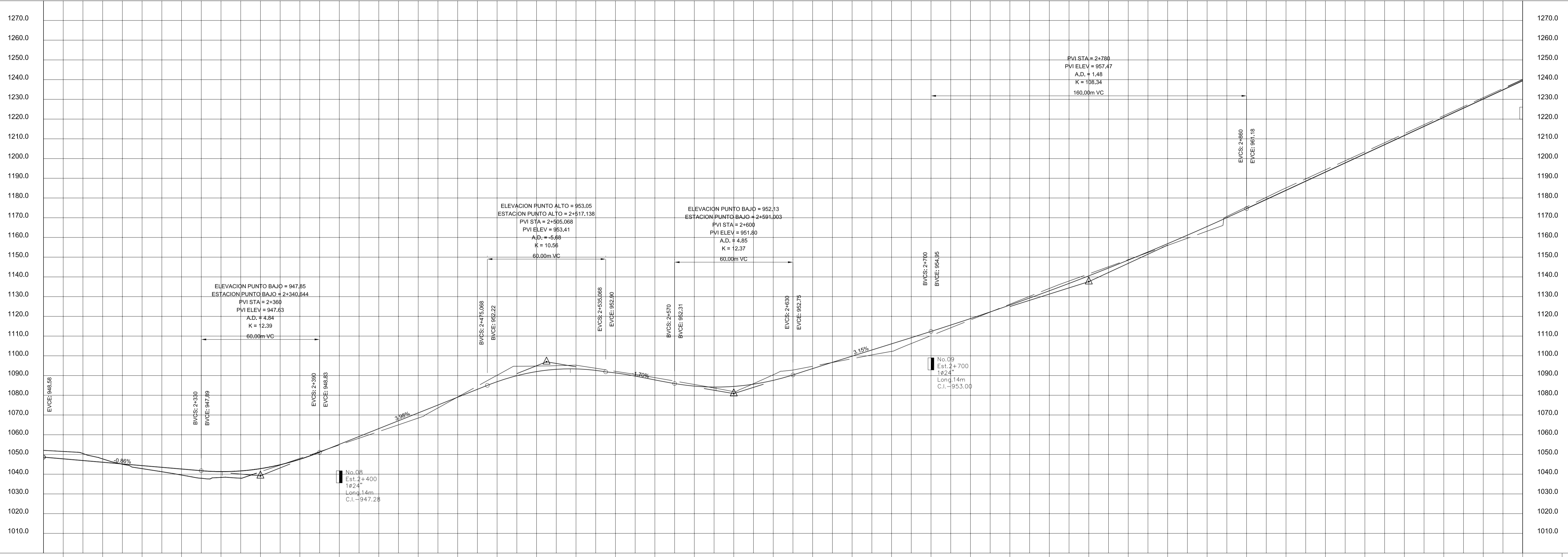
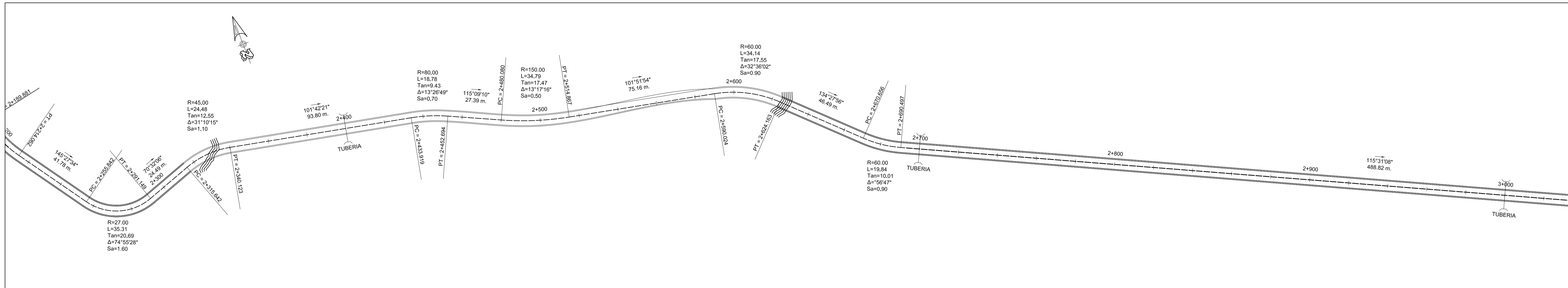


PLANTA + PERFIL

VIENE DE ESTACION: 1+500.00 VA A ESTACION: 2+250.00

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1,000
ESCALA VERTICAL: 1 / 100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL ESTACION: 1+500.00 A 2+250.00	Topografía: JOSE M. RAMIREZ Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE CARRETERA ALDEA CHAYEN MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: HORIZONTAL 1:1,000 VERTICAL 1:100 Fecha: MARZO- 2009
F. Ing. Luis Alfaro Asesor	Jose Ramirez EPS, Ingeniería




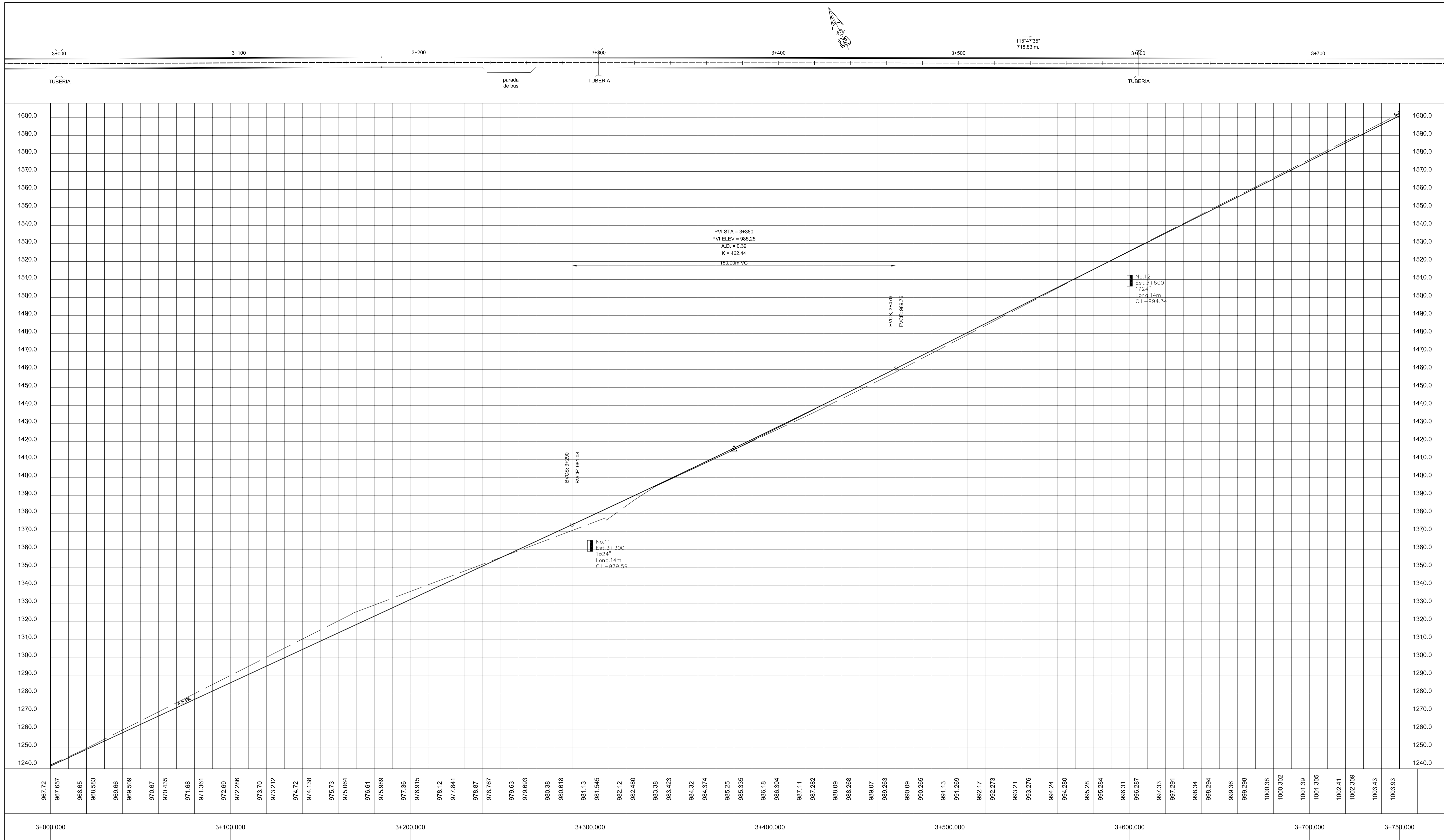
948.92	948.87	948.492	948.49	948.321	948.00	948.149	947.67	947.977	947.55	947.846	947.83	947.997	948.52	948.470	949.20	949.227	949.88	950.023	950.56	950.820	951.62	951.616	952.73	952.217	952.402	953.20	952.915	953.24	953.051	952.93	952.902	952.819	952.61	952.479	952.26	952.180	951.89	952.164	952.75	952.471	953.19	953.061	953.57	953.691	953.94	954.322	954.74	954.952	955.53	955.601	956.33	956.287	957.13	957.010	957.87	957.769	958.59	958.566	959.31	959.399	960.03	960.270	961.26	961.177	962.23	962.103	963.14	963.028	964.06	963.954	964.97	964.880	965.89	965.806	966.80	966.732	967.72	967.657
2+250.000		2+300.000		2+400.000		2+500.000		2+600.000		2+700.000		2+800.000		2+900.000		3+000.000																																																														

PLANTA + PERFIL

VIENE DE ESTACION: 2+250.00 VA A ESTACION: 3+000.00

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1,000
ESCALA VERTICAL: 1 / 100


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL ESTACION: 2+250.00 A 3+000.00	Topografía: JOSE M. RAMIREZ Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE CARRETERA ALDEA CHAYEN MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: HORIZONTAL 1:1,000 VERTICAL 1:100 Fecha: MARZO - 2009
F. _____ Ing. Luis Alfaro Asesor	_____ Jose Ramirez EPS, Ingeniería
H O J A 05/09	

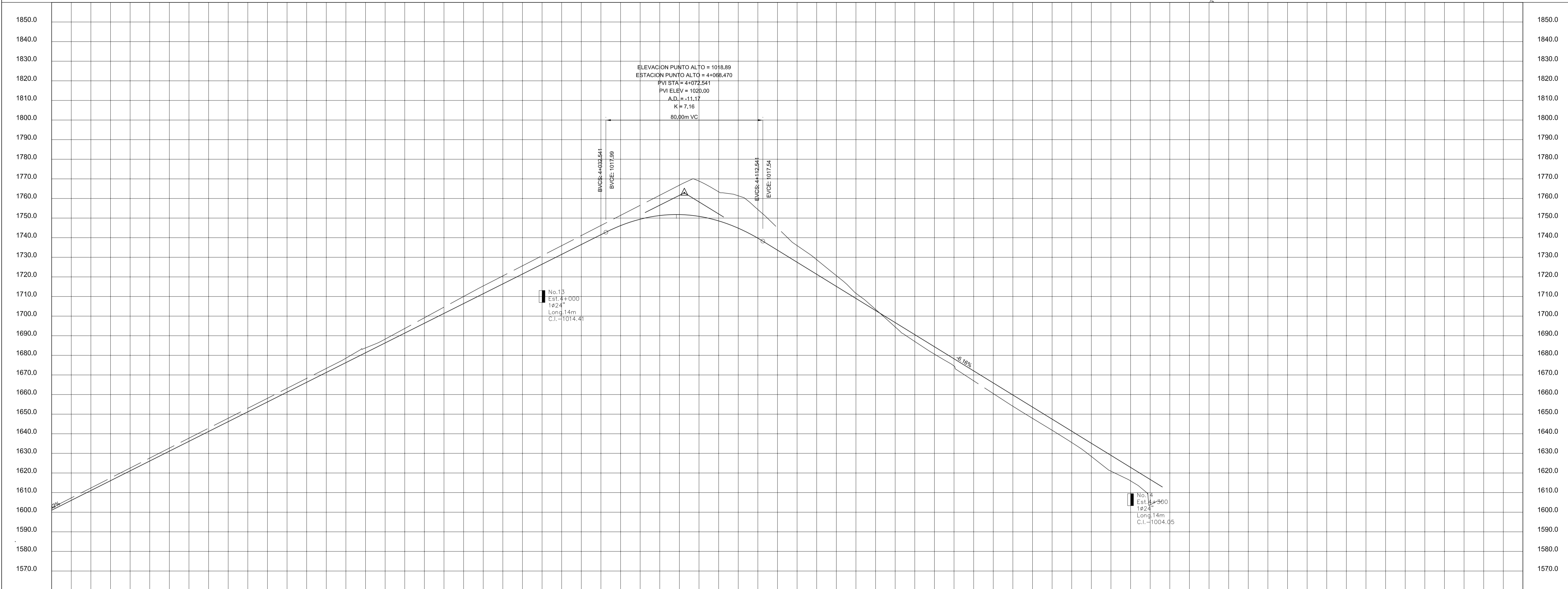
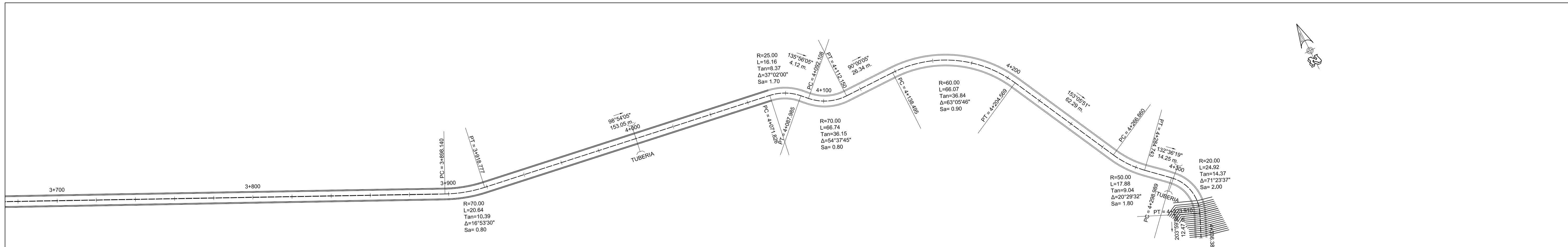


PLANTA + PERFIL

VIENE DE ESTACION: 3+000.00 VA A ESTACION: 3+750.00

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1,000
 ESCALA VERTICAL: 1 / 100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL ESTACION: 3+000.00 A 3+750.00	Topografía: JOSE M. RAMIREZ Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE CARRETERA ALDEA CHAYEN MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: HORIZONTAL 1:1,000 VERTICAL 1:100 Fecha: MARZO- 2009
F _____ Ing. Luis Alfaro Asesor	_____ Jose Ramirez EPS. Ingenieria
H O J A 06/09	






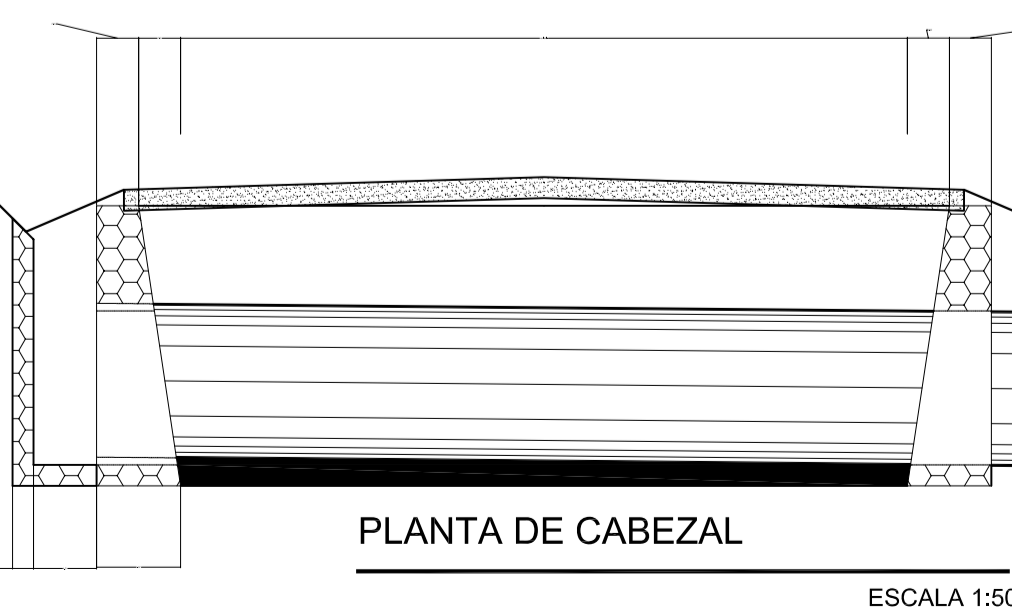
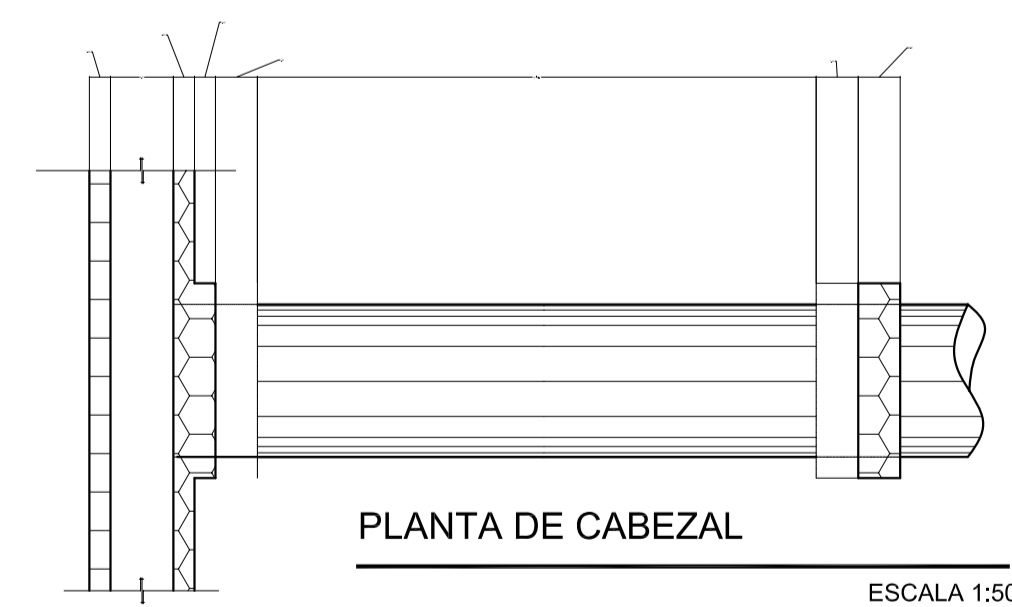
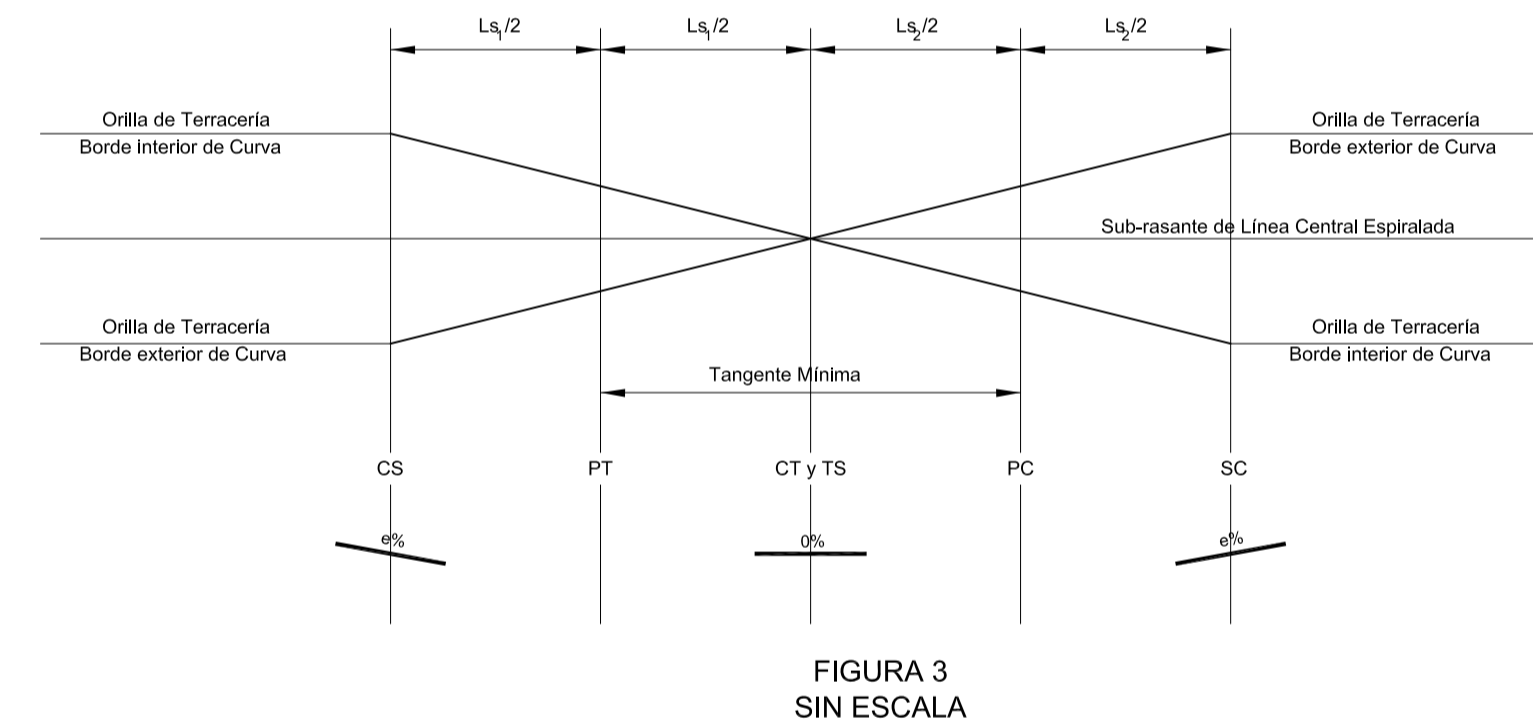
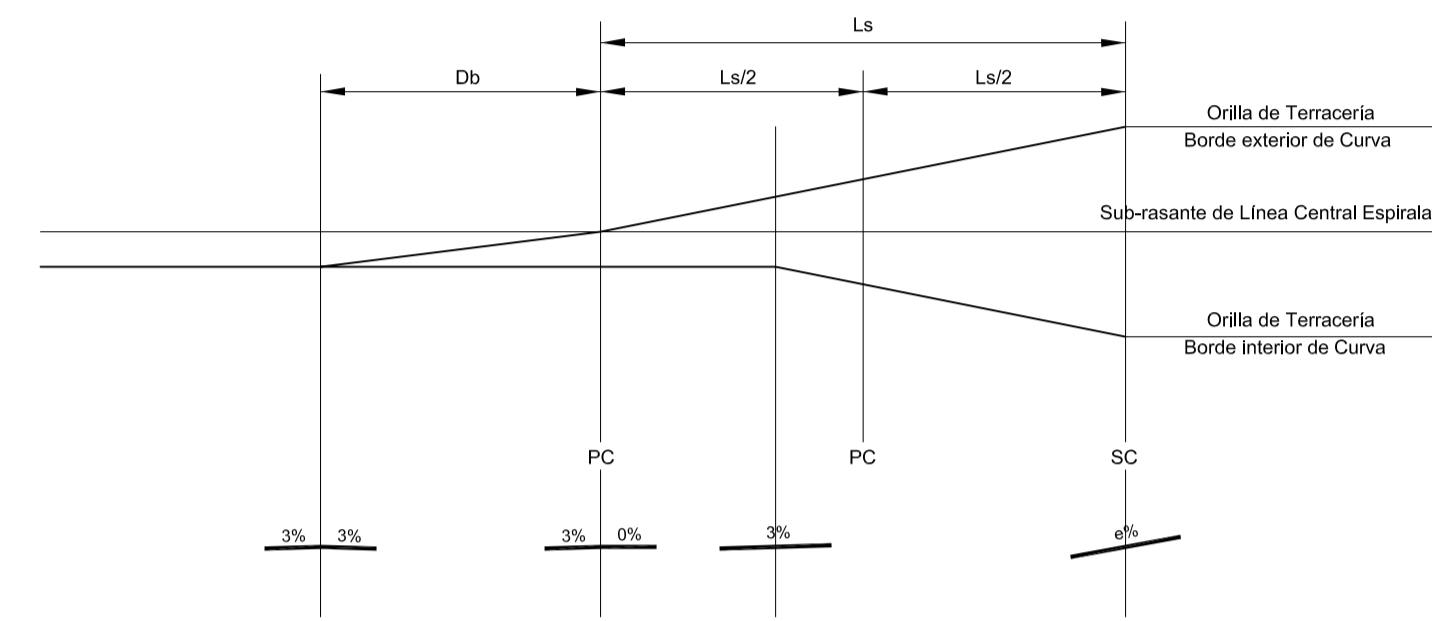
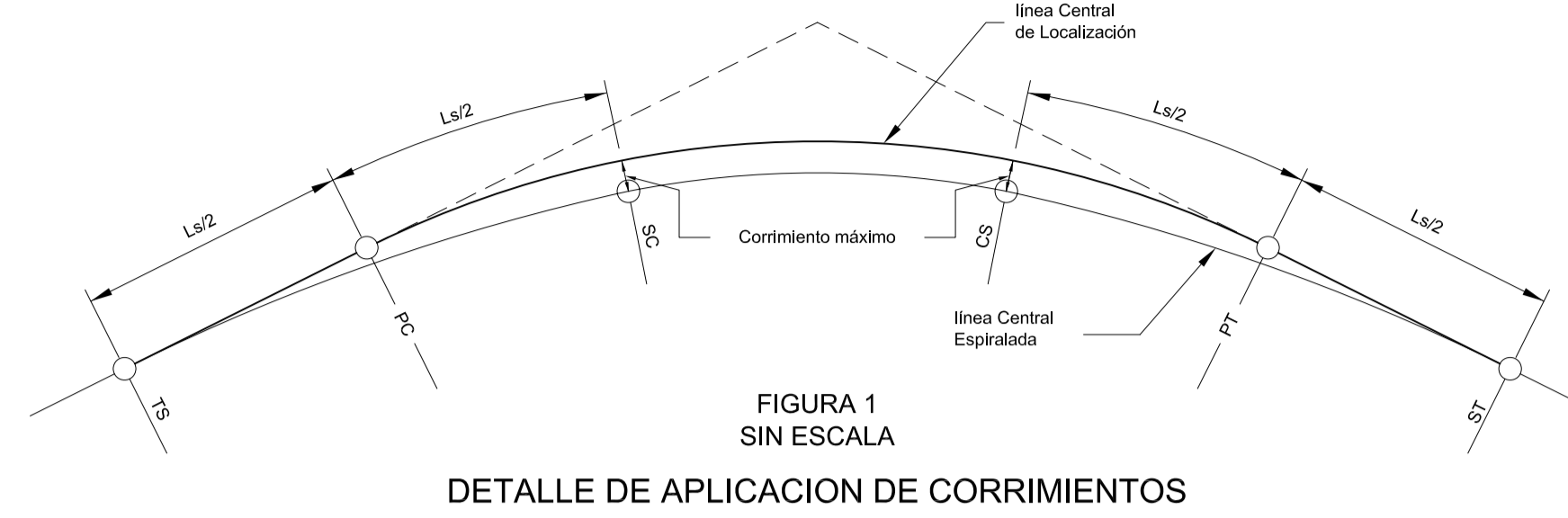
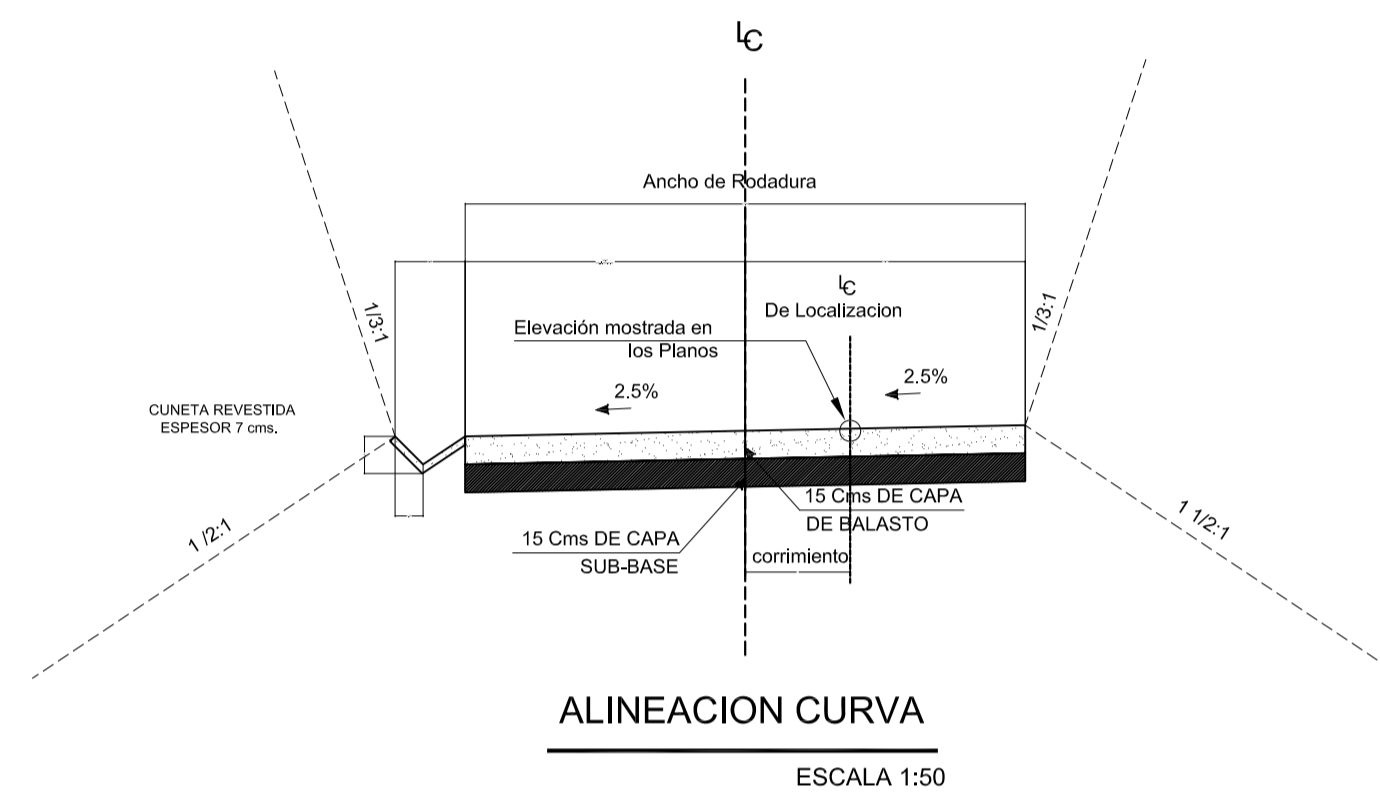
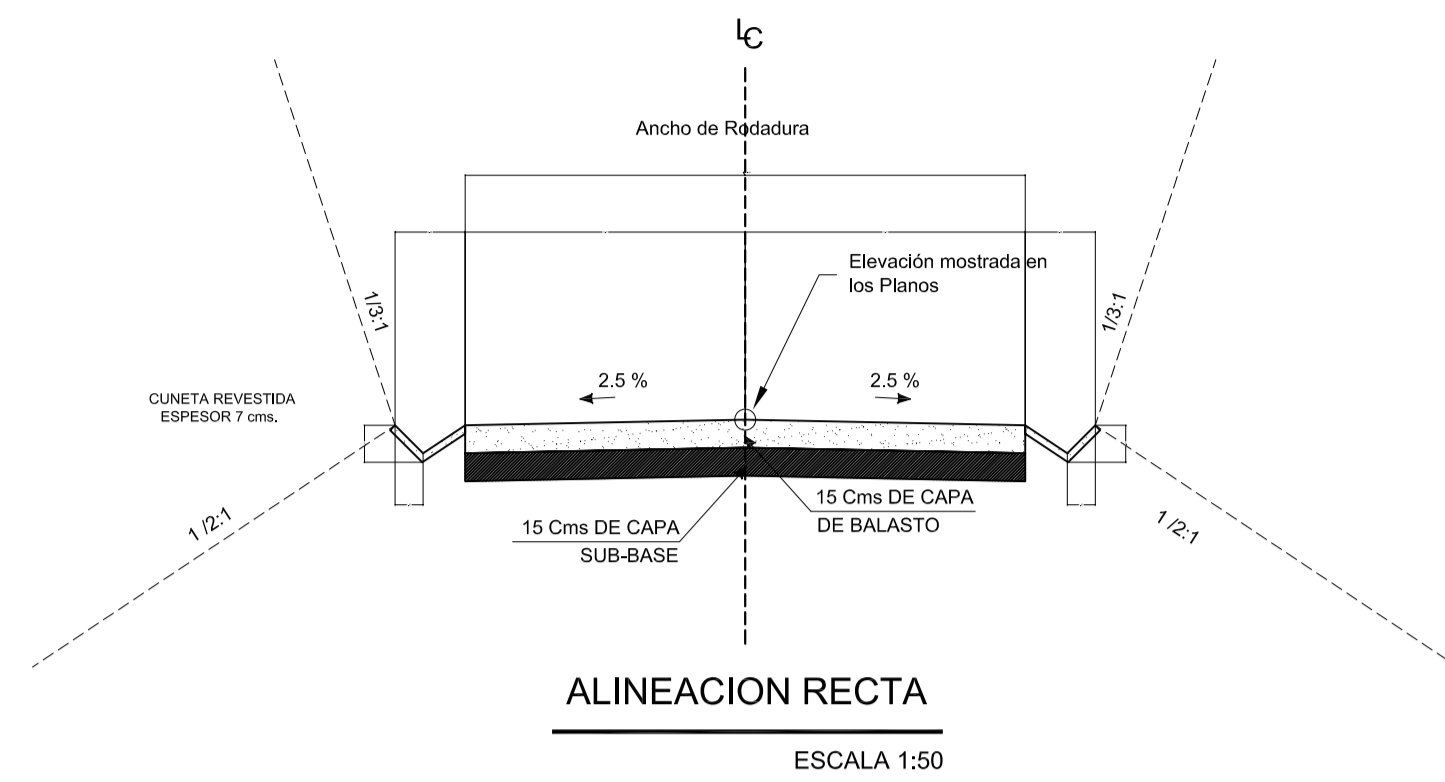
1003.93	1004.44	1004.316	1005.46	1005.320	1006.47	1006.323	1007.49	1007.327	1008.51	1008.331	1009.52	1009.334	1010.54	1010.338	1011.57	1011.342	1012.54	1012.345	1013.63	1013.349	1014.71	1014.353	1015.76	1015.356	1016.79	1016.360	1017.82	1017.363	1018.883	1018.328	1019.88	1019.844	1020.59	1018.801	1019.85	1018.200	1018.388	1017.079	1016.59	1015.848	1014.88	1014.617	1013.16	1013.386	1011.78	1012.155	1010.42	1010.924	1009.12	1009.692	1007.89	1008.461	1006.55	1007.230	1005.31	1005.999	1005.090
3+750.000	3+800.000	3+900.000	4+000.000	4+100.000	4+200.000	4+300.000	4+316.235																																																		

PLANTA + PERFIL

VIENE DE ESTACION: 3+750.00 VA A ESTACION: 4+316.235

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1,000
ESCALA VERTICAL: 1 / 100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL ESTACION: 3+750.00 A 4+316.235	Topografía: JOSE M. RAMIREZ Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE CARRETERA ALDEA CHAYEN MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: HORIZONTAL 1:1,000 VERTICAL 1:100 Fecha: MARZO - 2009
F. 	
H O J A 07/09	



CONSTRUCCION DE CABEZAL:

- 1.-PARA LA CONSTRUCCION SE USARAN LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES DE LA D.G.C.
- 2.-CONCRETO CICLOPEO: SE USARA CONCRETO CLASE 2.500 CON PIEDRAS GRANDES COMO SE ESPECIFICA EN LA SECCION 507 DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA D.G.C.
- 3.-ZAMPEADO: SE USARA EL ZAMPEADO DE PIEDRA, COLOCADO A MANO Y LIGADO CON MORTERO DE CEMENTO, SEGUN EN LAS ESPECIFICACIONES EN LA SECCION 161.06
- 4.-EL MATERIAL QUE SE USARA EN EL MURO SERA CONCRETO CICLOPEO SEGUN SE INDICA EN LA NOTA NUMERO 2-
- 5.-EL DELEGADO RESIDENTE DECIDIRA SI ES NECESARIO COLOCAR LA LOSA DEL PISO EN CADA CASO PARTICULAR.-TAMBIEN DECIDIRA EL MATERIAL QUE SE EMPLEARA EN ELLA: CONCRETO CLASE "C" O ZAMPEADO DE PIEDRA.-
- 6.-LOS CABEZALES DEBERAN SER PARALELOS A LA RASANTE DE LA CARRETERA Y TENER LA MISMA PENDIENTE QUE ESTA.-
- 7.-EL CONCRETO DEBERA PRODUCIRSE Y COLOCARSE DE ACUERDO A LA SECCION 504 DE LAS ESPECIFICACIONES.-
- 8.-LOS CABEZALES HAN SIDO DISEÑADOS CON LOS SIGUIENTES DATOS: A) RESISTENCIA DEL TERRENO 1.5 Kg/cm (3,000 lbs/pie²), B) PESO DEL RELLENO 1,600 Kg/m, C) EQUIVALENTE LIQUIDO 480 Kg/cm (30lb/pie²).
- 9.-TODAS LAS DIMENSIONES LINEALES ESTAN DADAS EN METROS Y LOS VOLUMENES EN METROS CUBICOS.-
- 10.-TODAS LAS ARISTAS EXPUESTAS, DEBERAN SER BISELADAS 2 CENTIMETROS.-
- 11.-EL DELEGADO RESIDENTE, EN CASO PARTICULAR, PODRA HACER SU PROPIO DISEÑO DE MUROS-CABEZALES DISTINTO A ESTE PLANO.-


NOTAS GENERALES:

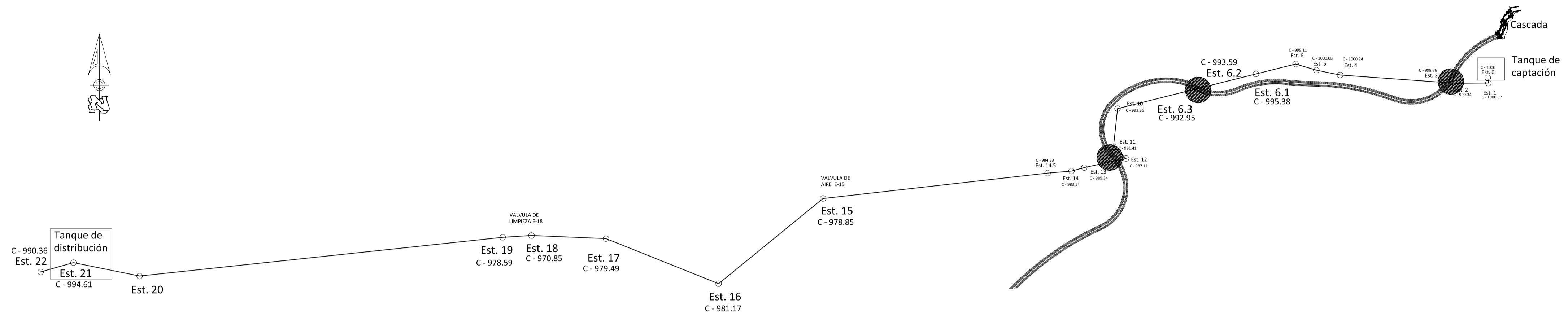
NOTAS:

- 1) EN LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION SE HAN USADO CURVAS CIRCULARES SIMPLES, CUYO GRADO DE CURVATURA SE DEFINE COMO EL ANGULO CENTRAL SUBTENDIDO POR UN ARCO DE 20 m DE LONGITUD.
- 2) LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA SE FORMA APLICANDO CORRIMIENTOS A LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION HACIA EL INTERIOR DE LAS CURVAS CIRCULARES PREVIAMENTE DETERMINADOS EN LOS GRAFICOS CORRESPONDIENTES (VER FIGURA No.1)
- 3) LA SUBRASANTE FUÉ CALCULADA CONFORME AL ESTACIONAMIENTO DE LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION Y SERÁ TAMBIEN LA DE LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA.
- 4) EL PERALTE MÁXIMO (e %) Y LA LONGITUD DE ESPIRAL (Ls) SE OBTENDRÁN DE LA TABLA CORRESPONDIENTE, SEGUN EL GRADO DE CURVATURA Y LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 5) EL PERALTE MÁXIMO SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC O PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA LONGITUD.
- 6) EL GIRO NECESARIO PARA PRODUCIR EL PERALTE, DEBERÁ SER HECHO ALREDEDOR DE LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA.
- 7) LA DISTANCIA DE DESARROLLO DEL BOMBO DE LADO EXTERIOR DE LA CARRETERA, D_b DE LA FIGURA No.2 VARÍA CONFORME LA VELOCIDAD.

V	20 KPH	30 KPH	40 KPH	50 KPH	60 KPH
D _b	24	26	28	30	32

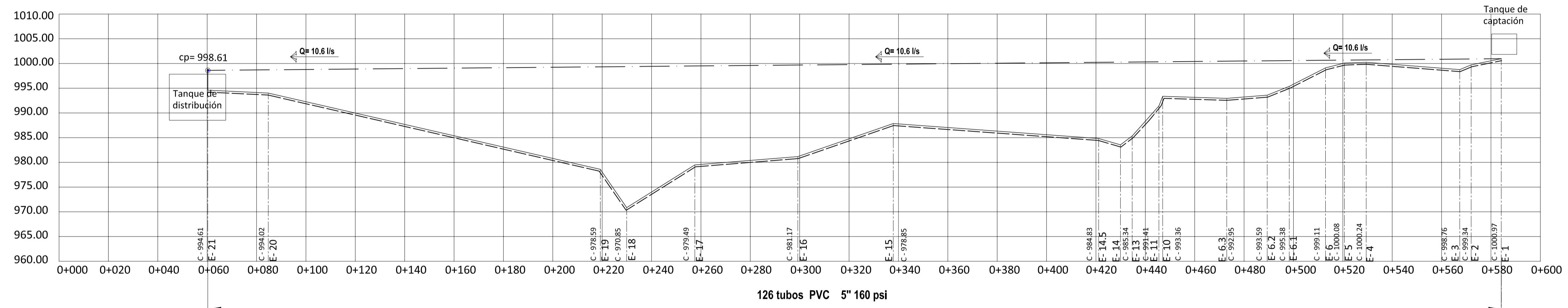
- 8) EL SOBRE ANCHO MÁXIMO EN CURVA (S_a) SE OBTENDRÁ DE LA TABLA CORRESPONDIENTE SEGUN EL ANCHO DE PAVIMENTO, GRADO DE CURVATURA Y VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 9) EL SOBRE ANCHO MÁXIMO SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC O PT DE LA CURVA CIRCULAR EL PUNTO MEDIO DE DICHA LONGITUD.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S	
Contiene: DETALLES NOTAS GENERALES	Topografía: JOSE M. RAMIREZ Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE CARRETERA ALDEA CHAYEN MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: INDICADA Fecha: MARZO-2009
F. _____ Ing. Luis Alfaro Asesor	_____ Jose Ramirez EPS, Ingeniería
H O J A 9/9	



PLANTA

ESCALA 1:1000



PERFIL 1

LINEA DE CONDUCCION

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500

NOTAS.

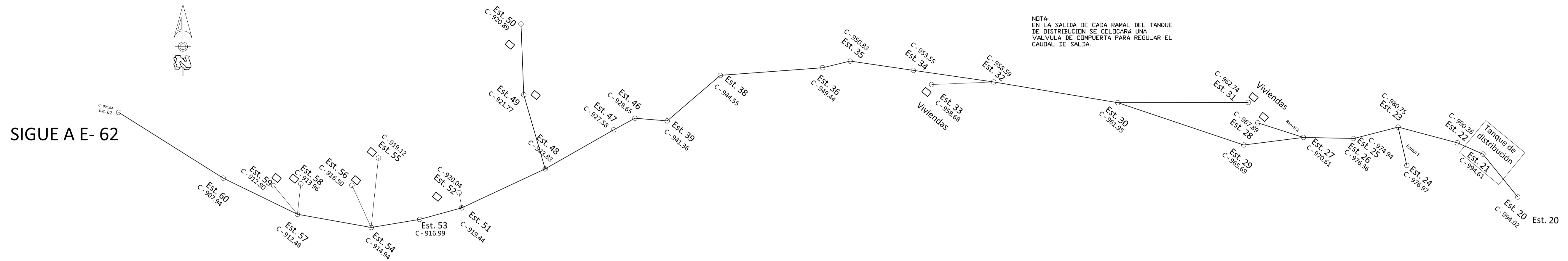
- 1 - LA ZANJA DEBERA TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.80 MTS.
- 2 - LA ZANJA DEBERA SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS. ARRIBA DE SU NIVEL NATURAL. DESPUES QUE LA TUBERIA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYAN FUGAS._
- 3 - DEBERA ZANJEARSE DEJANDO TUNELES SECOS DE 0.50 MTS. DE LARGO A UNA DISTANCIA DE 24.00 MTS._
- 4 - DONDE SE INDIQUE TERRENO ROCOSO DEBERA RECUBRIRSE LA TUBERIA CON UNA PROPORCION DE 1:3:6, CEMENTO ARENA DE RIO Y PIDRIN. RESPECTIVAMENTE.
- 5 - CUALQUIER CAMBIO O MODIFICACION DEBERA COSULTARSE AL ING. O ARQ. SUPERVISOR DE LA OBRA.

NOMENCLATURA.

	INDICA TUBERIA EN PLANTA.
	INDICA PERFIL NATURAL DE TERRENO.
	INDICA TUBERIA EN PERFIL.
	INDICA LINEA PIEZOMETRICA.
	INDICA TUBERIA PVC DE 1/2" DE 315 PSI (EN PLANTA).
	INDICA VIVIENDA DE BENEFICIARIO.
	CAJA ROMPEPESION
	INDICA PASO DE SANJON
	INDICA TEE REDUCTORA PVC SEGUN DIAMETRO A 1/2".
	INDICA CAUDAL Y DIRECCION
	INDICA CODO PVC. DE 90°

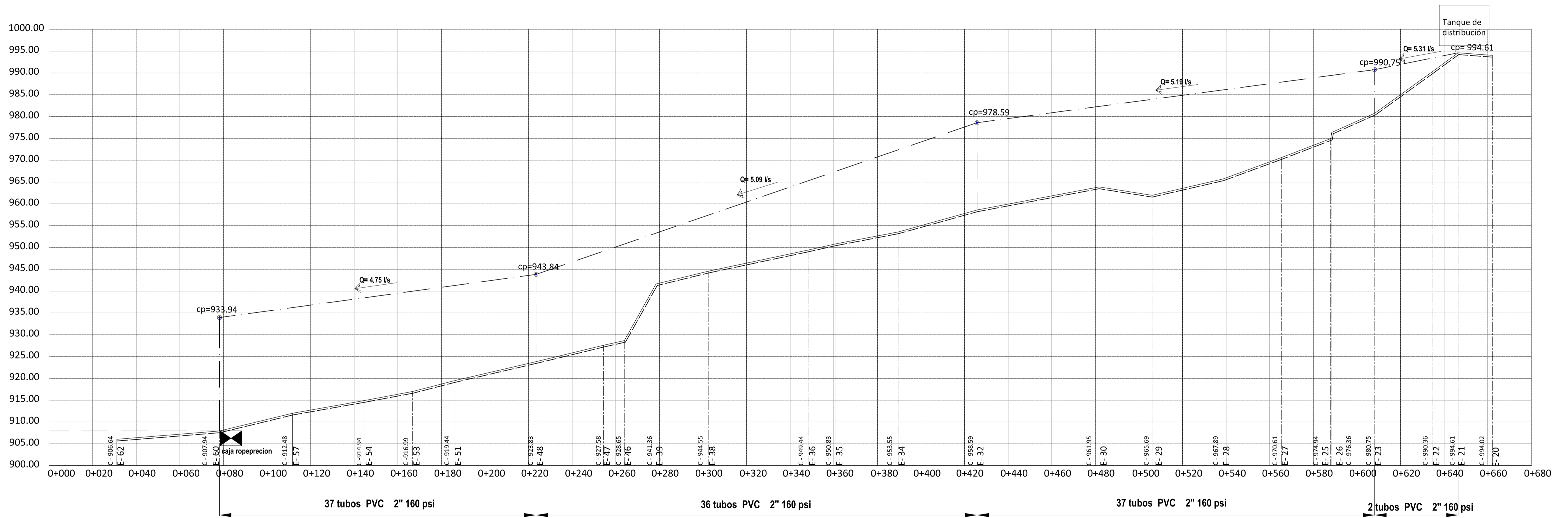
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S	
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL CONDUCCION	Topografía: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PG, SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ
	Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
	Escala: INDICADA
	Fecha: MARZO-2009
	HOJA 01/13
	HOJA 02/13

Ing. Luis Alfaro Asesor Jose Ramirez EPS, Ingeniería



PLANTA

ESCALA 1:1000



PERFIL 2

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500

NOTAS.

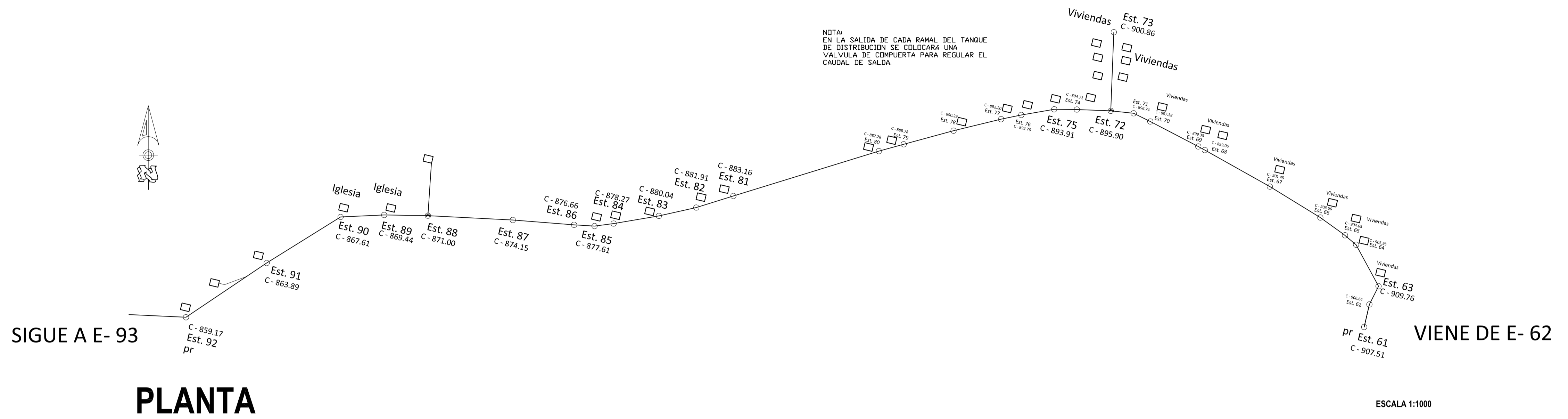
- LA ZANJA DEBERA TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.80 MTS.
- LA ZANJA DEBERA SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS. ARRIBA DE SU NIVEL NATURAL. DESPUES QUE LA TUBERIA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYAN FUGAS.
- DEBERA ZANJEARSE DEJANDO TUNELES SECOS DE 0.50 MTS. DE LARGO A UNA DISTANCIA DE 24.00 MTS.
- DONDE SE INDIQUE TERRENO ROCOSO DEBERA RECUBRIRSE LA TUBERIA CON UNA PROPORCION DE 1:3:6, CEMENTO ARENA DE RIO Y PIDRIN. RESPECTIVAMENTE.
- CUALQUIER CAMBIO O MODIFICACION DEBERA COSULTARSE AL ING. O ARQ. SUPERVISOR DE LA OBRA.

NOMENCLATURA.

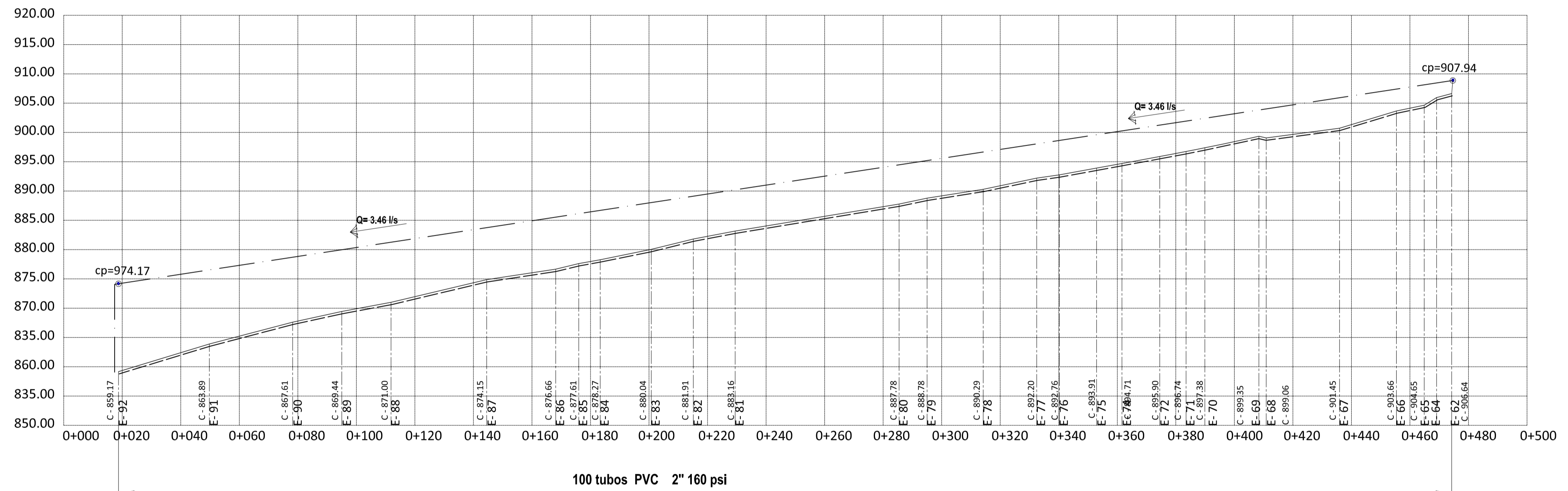
	INDICA TUBERIA EN PLANTA.
	INDICA PERFIL NATURAL DE TERRENO.
	INDICA TUBERIA EN PERFIL.
	INDICA LINEA PIEZOMETRICA.
	INDICA TUBERIA PVC DE 1/2" DE 315 PSI (EN PLANTA).
	INDICA VIVIENDA DE BENEFICIARIO.
	CAJA ROMPEPESION
	INDICA PASO DE SANJON
	INDICA TEE REDUCTORA PVC SEGUN DIAMETRO A 1/2".
	INDICA CAUDAL Y DIRECCION
	INDICA CODIGO PVC. DE 90°

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S	
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL DISTRIBUCION	Topografía: JOSE M. RAMIREZ
Diseño: JOSE M. RAMIREZ	Calculo: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: INDICADA
	Fecha: MARZO- 2009
	01/13
	03/13

F. Ing. Luis Alfaro Asesor Jose Ramirez EPS. Ingeniería



PLANTA



PERFIL 3 LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500

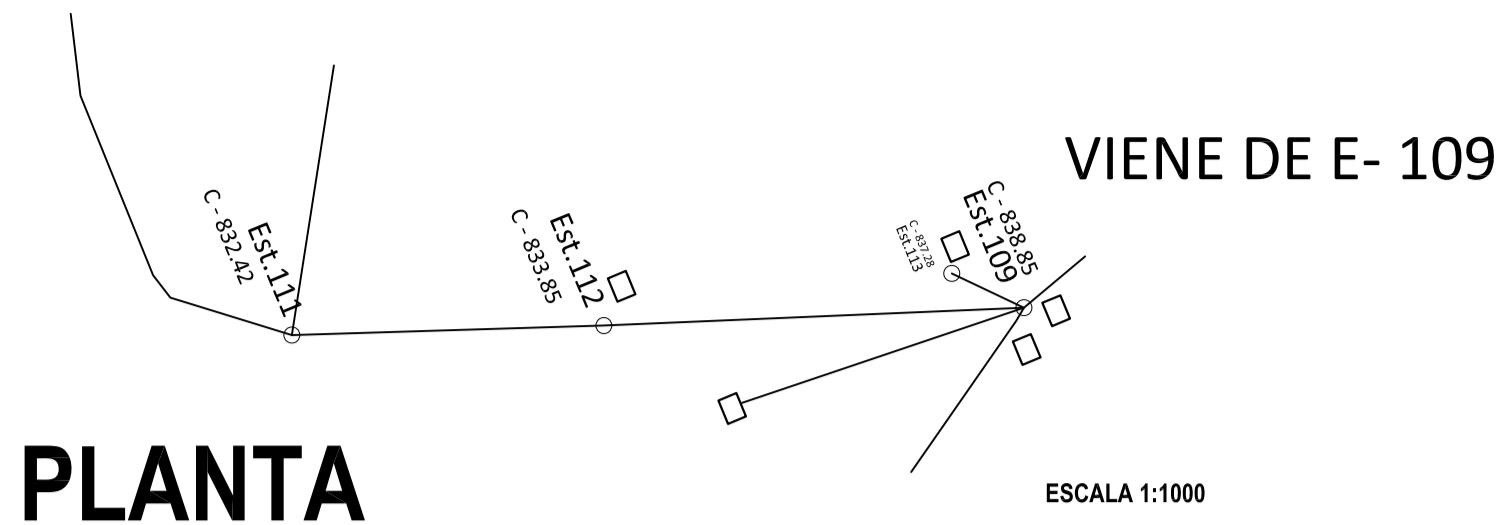
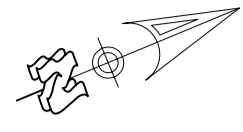
NOTAS.

- 1 - LA ZANJA DEBERA TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.80 MTS.
- 2 - LA ZANJA DEBERA SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS. ARRIBA DE SU NIVEL NATURAL, DESPUES QUE LA TUBERIA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYAN FUGAS._
- 3 - DEBERA ZANJEARSE DEJANDO TUNELES SECOS DE 0.50 MTS. DE LARGO A UNA DISTANCIA DE 24.00 MTS._
- 4 - DONDE SE INDIQUE TERRENO ROCOSO DEBERA RECUBRIRSE LA TUBERIA CON UNA PROPORCION DE 1:3:6, CEMENTO ARENA DE RIO Y PIDRIN, RESPECTIVAMENTE.
- 5 - CUALQUIER CAMBIO O MODIFICACION DEBERA COSULTARSE AL ING. O ARG. SUPERVISOR DE LA OBRA.

NOMENCLATURA.

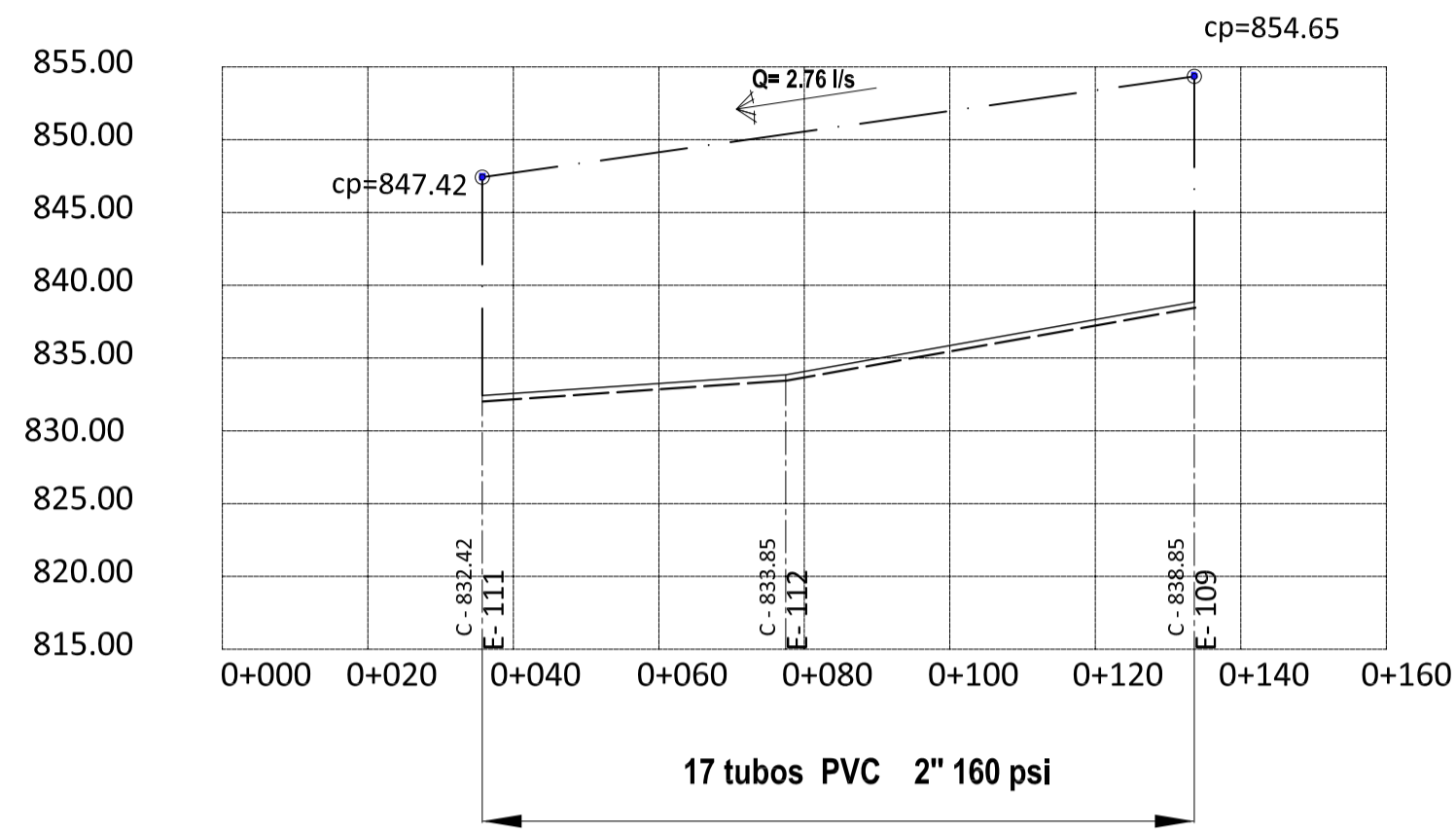
	INDICA TUBERIA EN PLANTA.
	INDICA PERFIL NATURAL DE TERRENO.
	INDICA TUBERIA EN PERFIL.
	INDICA LINEA PIEZOMETRICA.
	INDICA TUBERIA PVC DE 1/2" DE 315 PSI (EN PLANTA).
	INDICA VIVIENDA DE BENEFICIARIO.
	CAJA ROMPEPESION
	INDICA PASO DE SANJON
	INDICA TEE REDUCTORA PVC SEGUN DIAMETRO A 1/2".
	INDICA CAUDAL Y DIRECCION
	INDICA CODO PVC. DE 90°

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S	
Contiene:	PLANO PLANTA PERFIL DISTRIBUCION
Topografía:	JOSE M. RAMIREZ
Diseño:	JOSE M. RAMIREZ
Proyecto:	DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.
Calculo:	JOSE M. RAMIREZ
Dibujo:	JOSE M. RAMIREZ
Propietario:	MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.
Escala:	INDICADA
Fecha:	MARZO - 2009
H O J A	01/13
H O J A	04/13
F	Ing. Luis Alfaro Asesor
	Jose Ramirez EPS, Ingenieria



PLANTA

ESCALA 1:1000



PERFIL 5

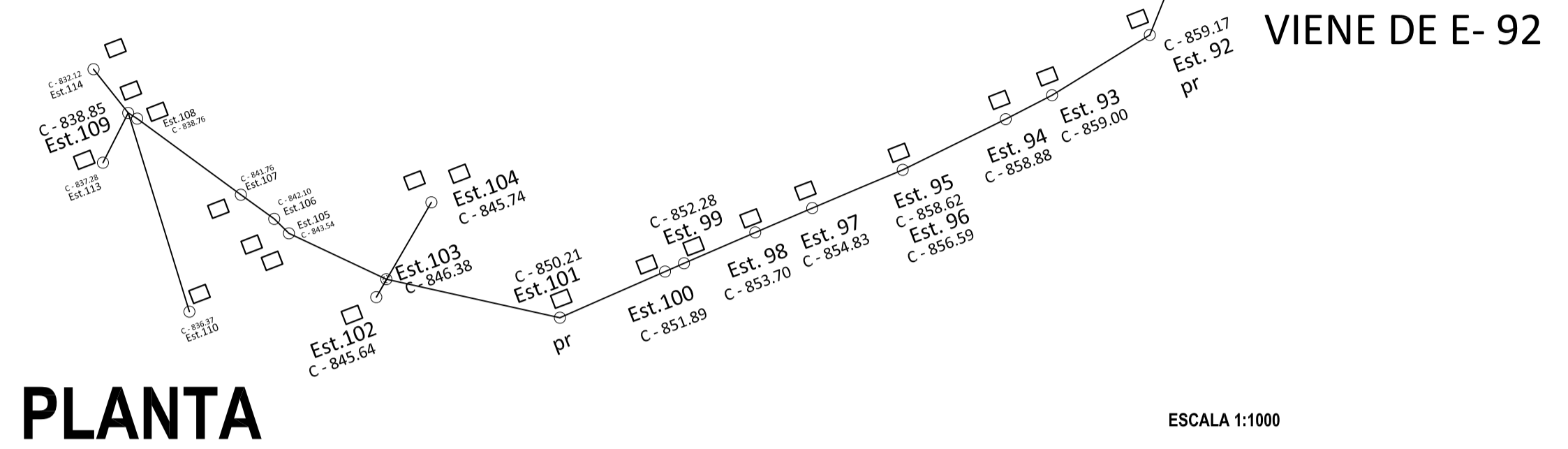
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500

NOTA:
EN LA SALIDA DE CADA RAMAL DEL TANQUE DE DISTRIBUCION SE COLOCARA UNA VALVULA DE CIERRE PARA REGULAR EL CAUDAL DE SALIDA.

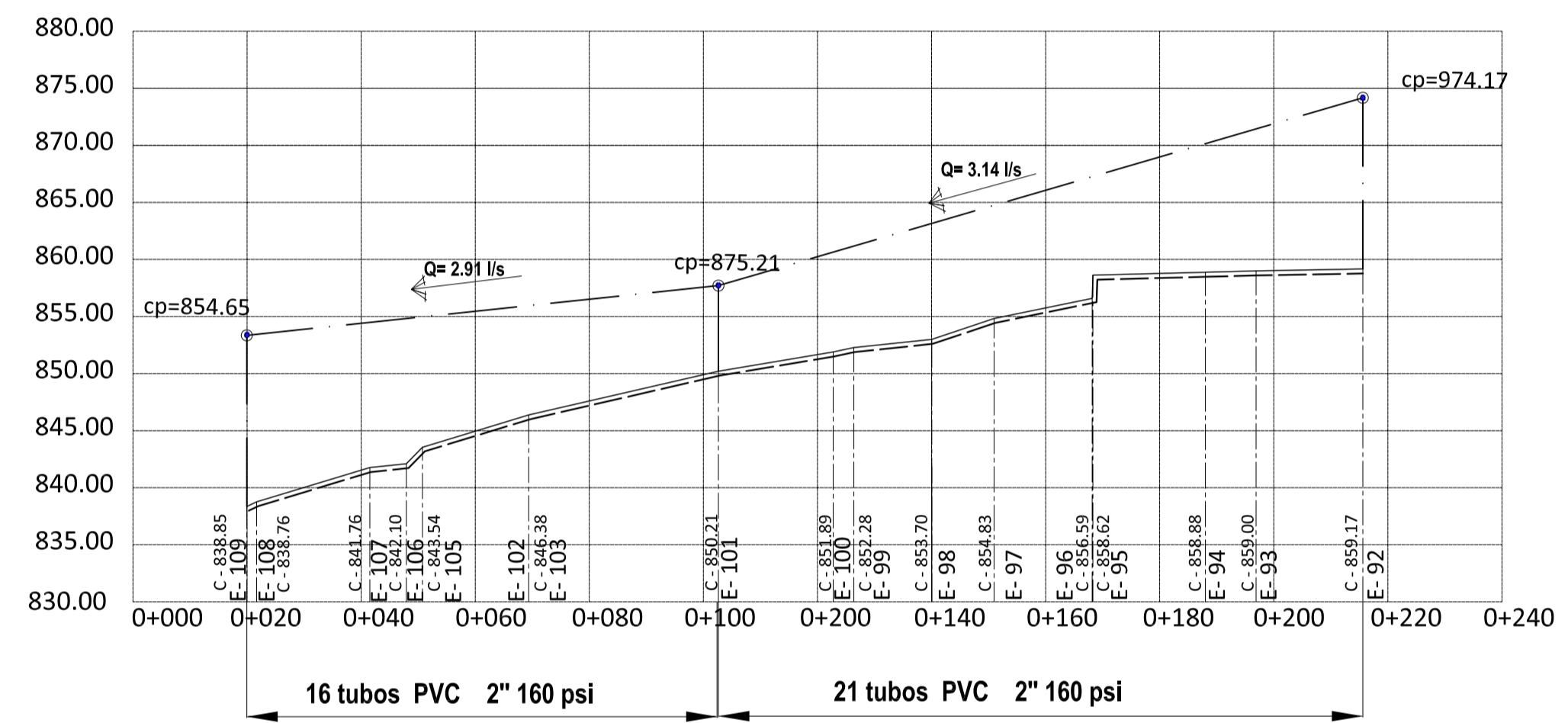


SIGUE A E- 111
SIGUE A E- 117



PLANTA

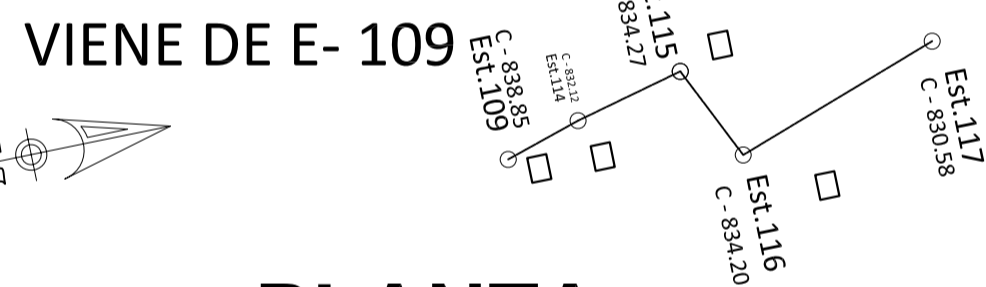
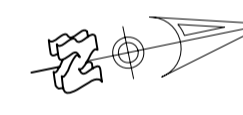
ESCALA 1:1000



PERFIL 4

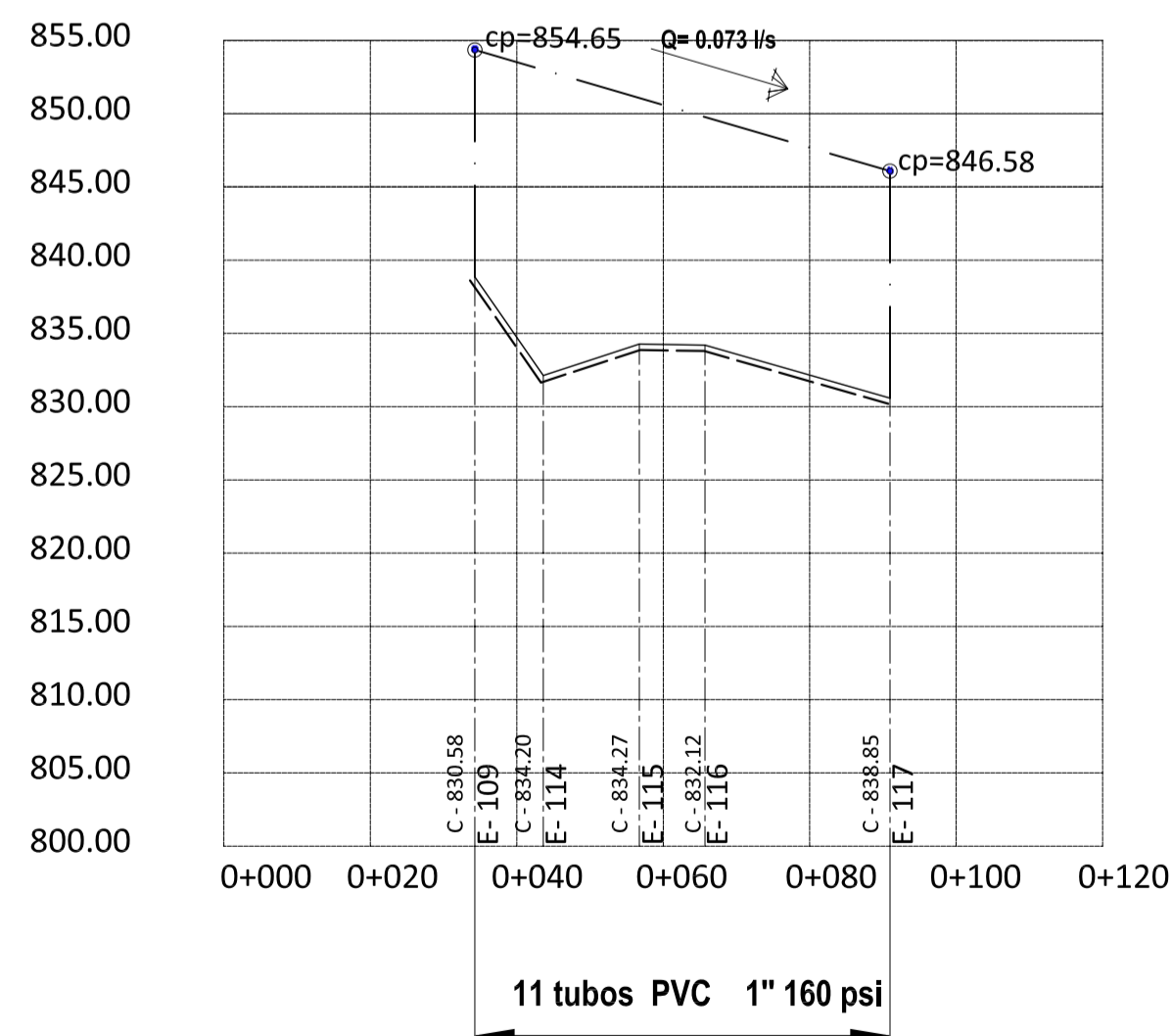
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500



PLANTA

ESCALA 1:1000



PERFIL 6

SUB RAMAL 2

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500

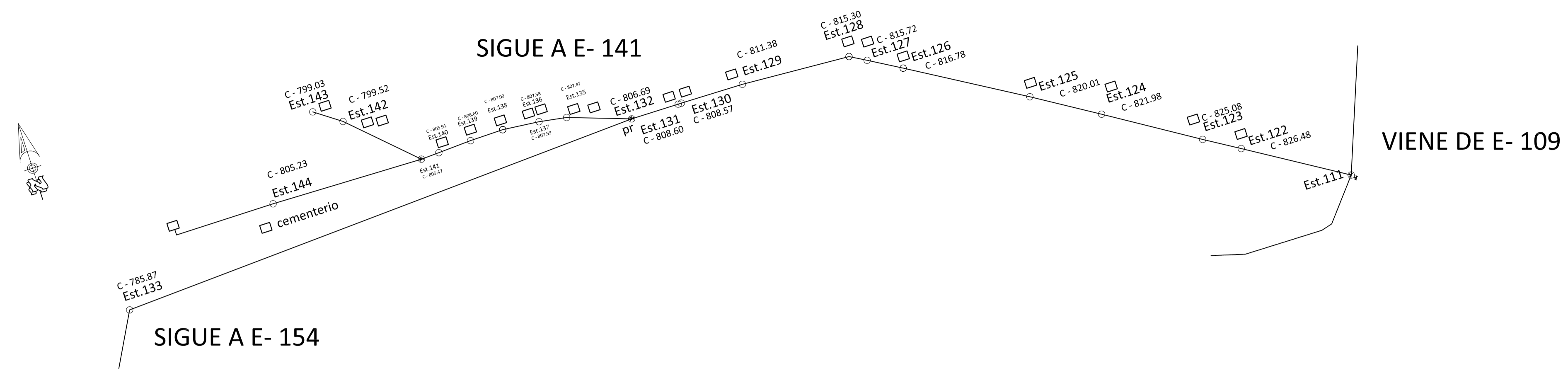
NOTAS.

- 1 - LA ZANJA DEBERA TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.80 MTS.
- 2 - LA ZANJA DEBERA SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS. ARRIBA DE SU NIVEL NATURAL, DESPUES QUE LA TUBERIA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYAN FUGAS.
- 3 - DEBERA ZANJEARSE DEJANDO TUNELES SECOS DE 0.50 MTS. DE LARGO A UNA DISTANCIA DE 24.00 MTS.
- 4 - DONDE SE INDIQUE TERRENO ROCOSO DEBERA RECUBRIRSE LA TUBERIA CON UNA PROPORCION DE 1:3:6, CEMENTO ARENA DE RIO Y PIDRIN, RESPECTIVAMENTE.
- 5 - CUALQUIER CAMBIO O MODIFICACION DEBERA COSULTARSE AL ING. O ARQ. SUPERVISOR DE LA OBRA.

NOMENCLATURA.

	INDICA TUBERIA EN PLANTA.
	INDICA PERFIL NATURAL DE TERRENO.
	INDICA TUBERIA EN PERFIL.
	INDICA LINEA PIEZOMETRICA.
	INDICA TUBERIA PVC DE 1/2" DE 315 PSI (EN PLANTA).
	INDICA VIVIENDA DE BENEFICIARIO.
	CAJA ROMPEESION
	INDICA PASO DE SANJON
	INDICA TEE REDUCTORA PVC SEGUN DIAMETRO A 1/2".
	INDICA CAUDAL Y DIRECCION
	INDICA CODO PVC. DE 90°

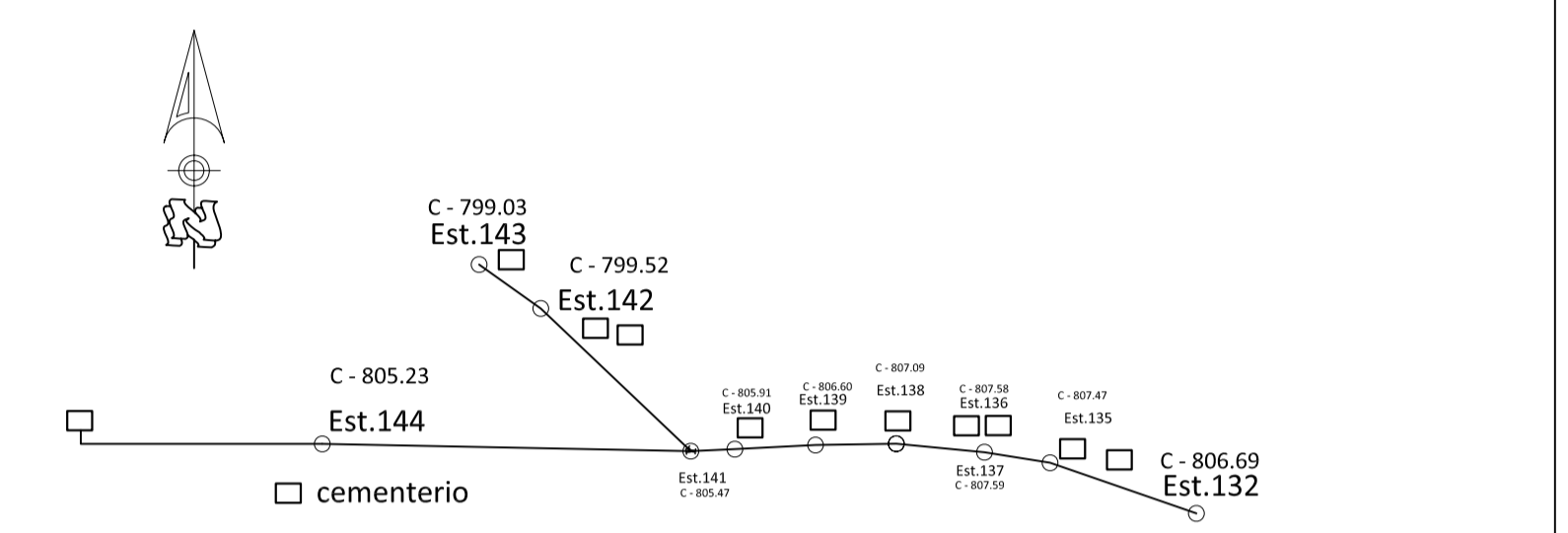
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S	
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL DISTRIBUCION		Topografía: JOSE M. RAMIREZ	
		Diseño: JOSE M. RAMIREZ	
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.		Calculo: JOSE M. RAMIREZ	
		Dibujo: JOSE M. RAMIREZ	
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.		Escala: INDICADA	HOJA 01/13
		Fecha: MARZO - 2009	
F			
		HOJA 05/13	



PLANTA

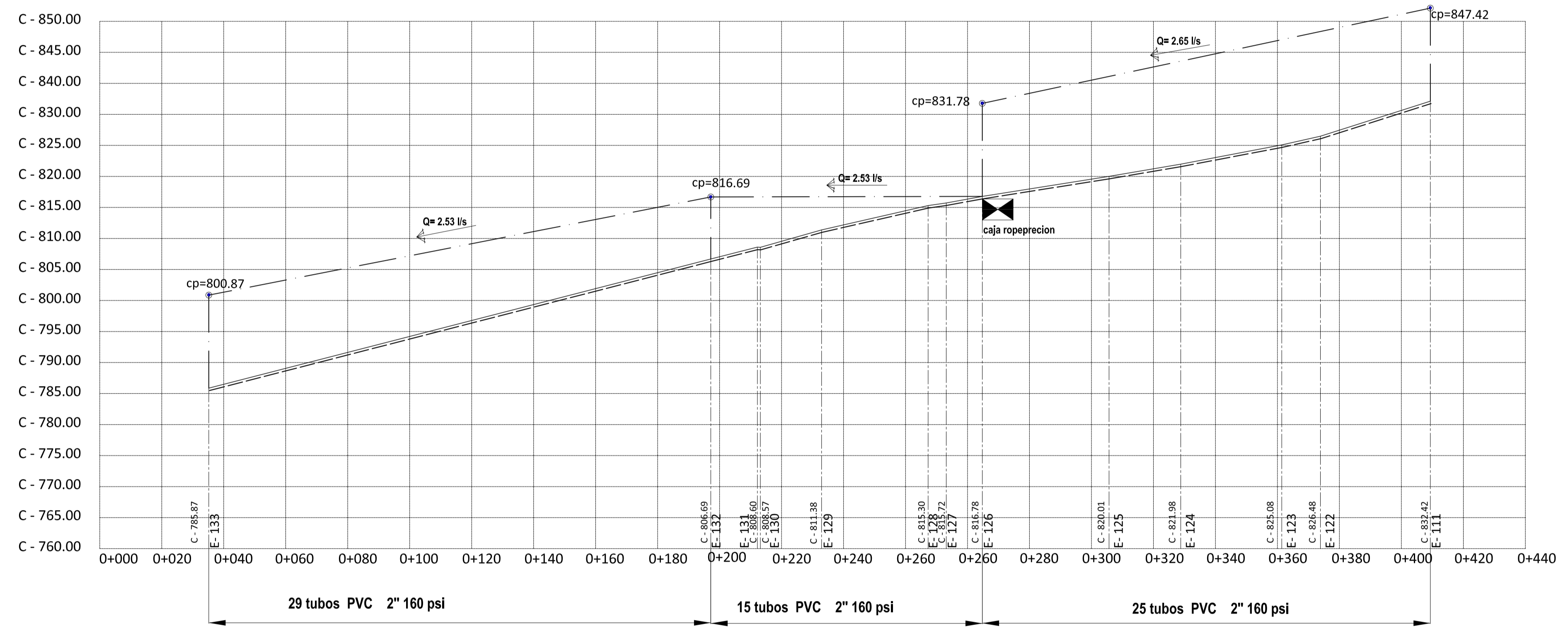
ESCALA 1:1000

NOTA:
EN LA SALIDA DE CADA RAMAL DEL TANQUE DE DISTRIBUCION SE COLOCARA UNA VALVULA DE COMPUERTA PARA REGULAR EL CAUDAL DE SALIDA.



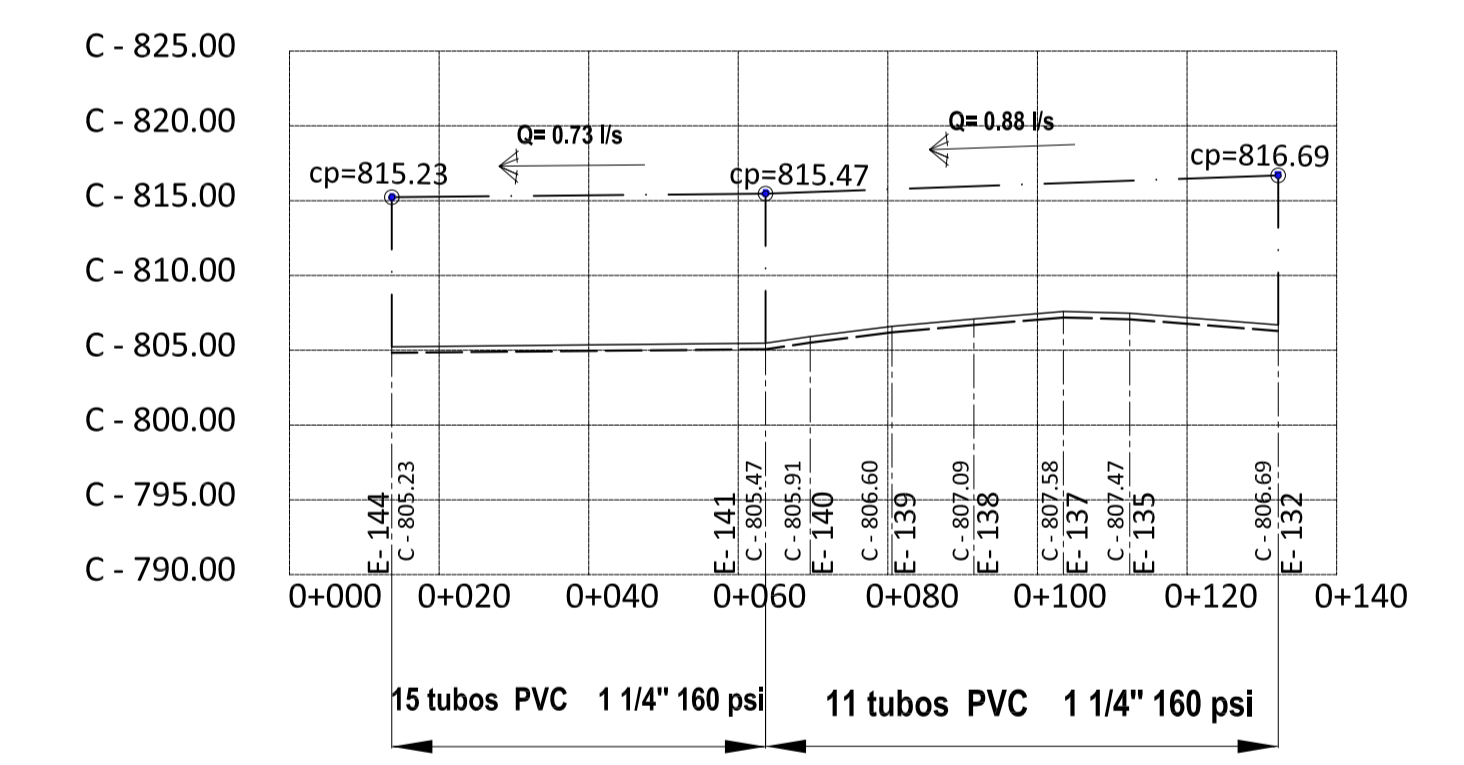
PLANTA

ESCALA 1:1000



PERFIL 7 LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500



PERFIL 8 SUB RAMAL 3

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500

- NOTAS.**
- 1 - LA ZANJA DEBERA TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.80 MTS.
 - 2 - LA ZANJA DEBERA SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS. ARRIBA DE SU NIVEL NATURAL. DESPUES QUE LA TUBERIA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYAN FUGAS.
 - 3 - DEBERA ZANJEARSE DEJANDO TUNELES SECOS DE 0.50 MTS. DE LARGO A UNA DISTANCIA DE 24.00 MTS.
 - 4 - DONDE SE INDIQUE TERRENO ROCOSO DEBERA RECUBRIRSE LA TUBERIA CON UNA PROPORCION DE 1:3:6, CEMENTO ARENA DE RIO Y PIDRIN. RESPECTIVAMENTE.
 - 5 - CUALQUIER CAMBIO O MODIFICACION DEBERA COSULTARSE AL ING. O ARQ. SUPERVISOR DE LA OBRA.

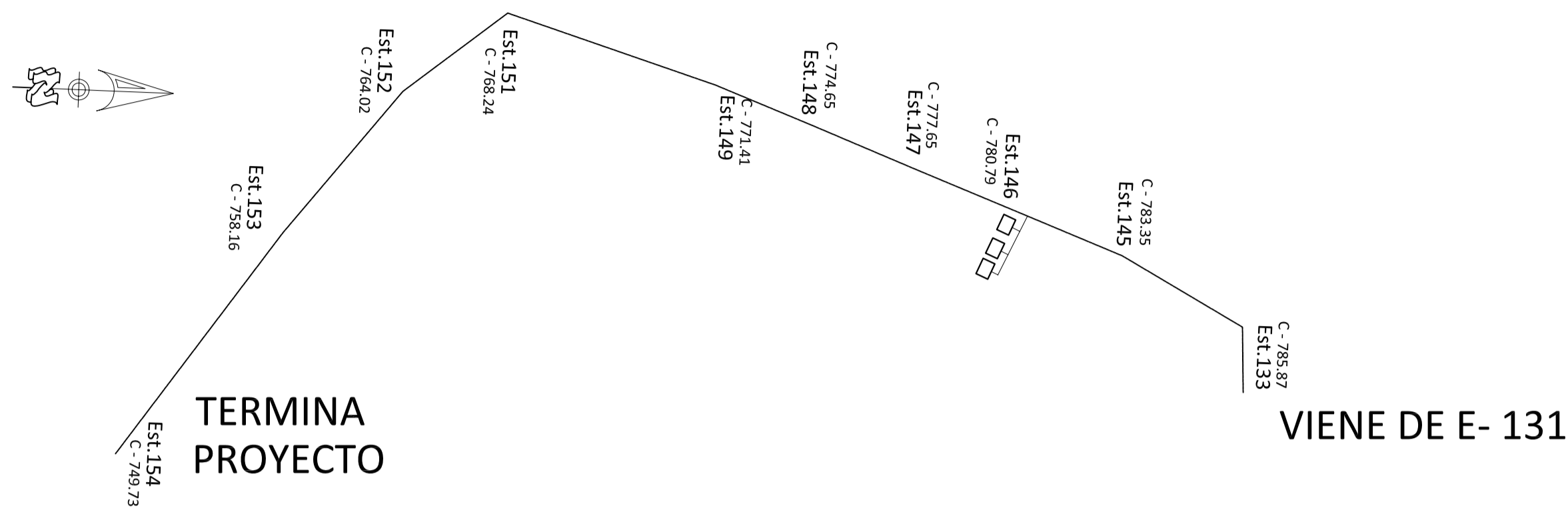
NOMENCLATURA.

	INDICA TUBERIA EN PLANTA.
	INDICA PERFIL NATURAL DE TERRENO.
	INDICA TUBERIA EN PERFIL.
	INDICA LINEA PIEZOMETRICA.
	INDICA TUBERIA PVC DE 1/2" DE 315 PSI (EN PLANTA).
	INDICA VIVIENDA DE BENEFICIARIO.
	CAJA ROMPEESION
	INDICA PASO DE SANJON
	INDICA TEE REDUCTORA PVC SEGUN DIAMETRO A 1/2".
	INDICA CAUDAL Y DIRECCION
	INDICA CODO PVC. DE 90°

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD E.P.S

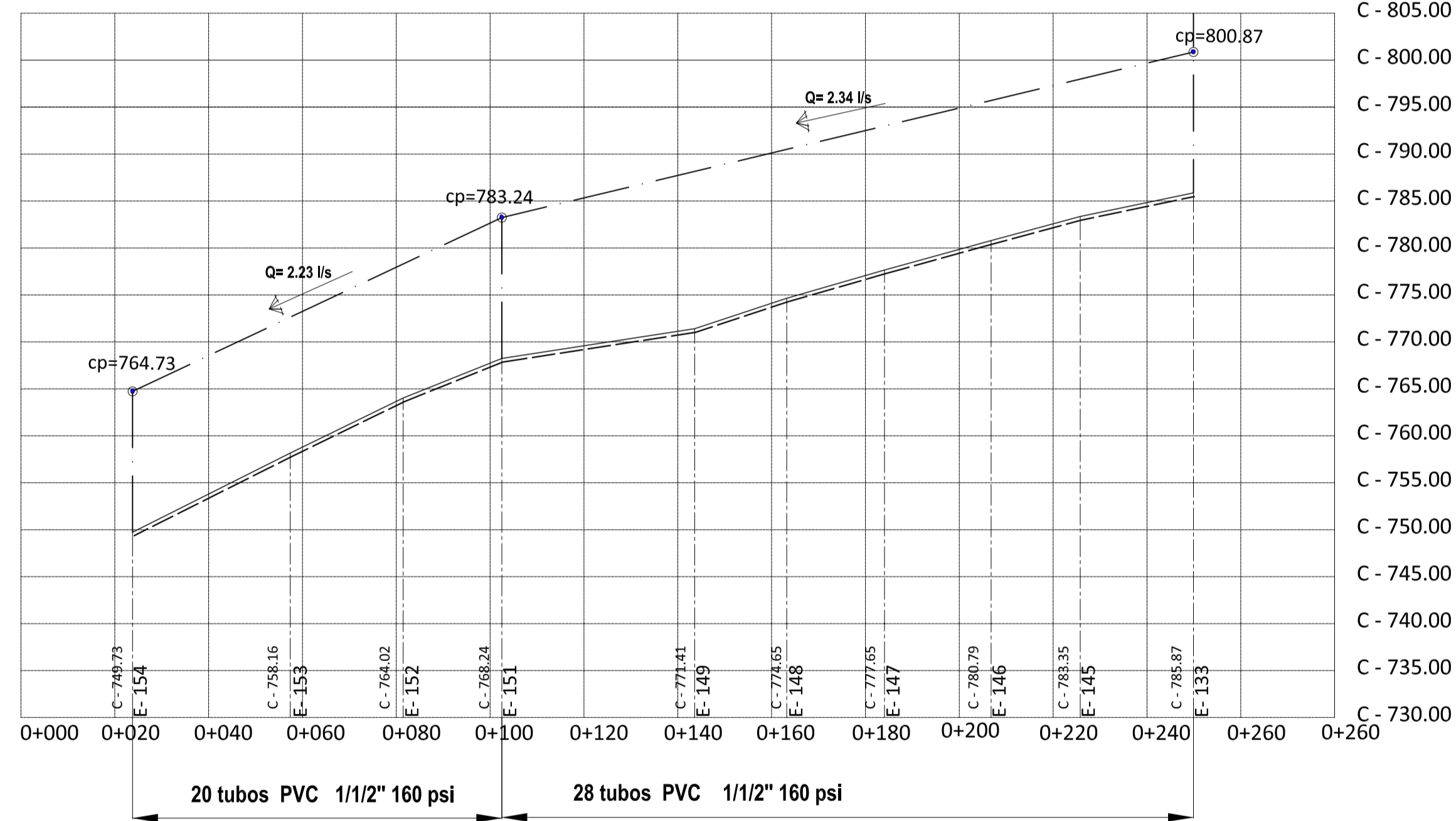
Contiene: PLANO PLANTA PERFIL DISTRIBUCION	Topografia: JOSE M. RAMIREZ
Diseño: JOSE M. RAMIREZ	Calculo: JOSE M. RAMIREZ
Dibujó: JOSE M. RAMIREZ	Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.
Fecha: MARZO - 2009	Escala: INDICADA
	H O J A
	01/13
	H O J A
	06/13

Ing. Luis Alfaro Asesor Jose Ramirez EPS. Ingeniería



PLANTA

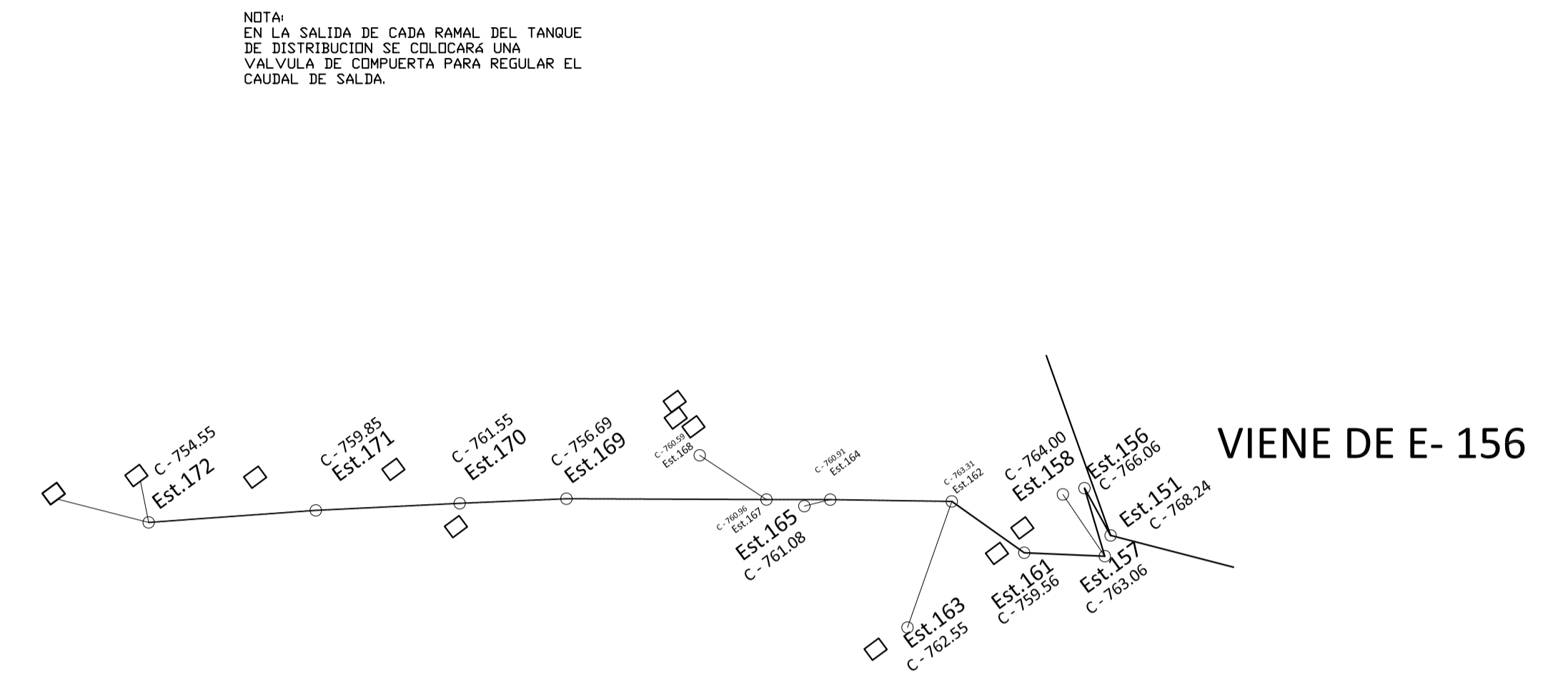
ESCALA 1:1000



PERFIL 9

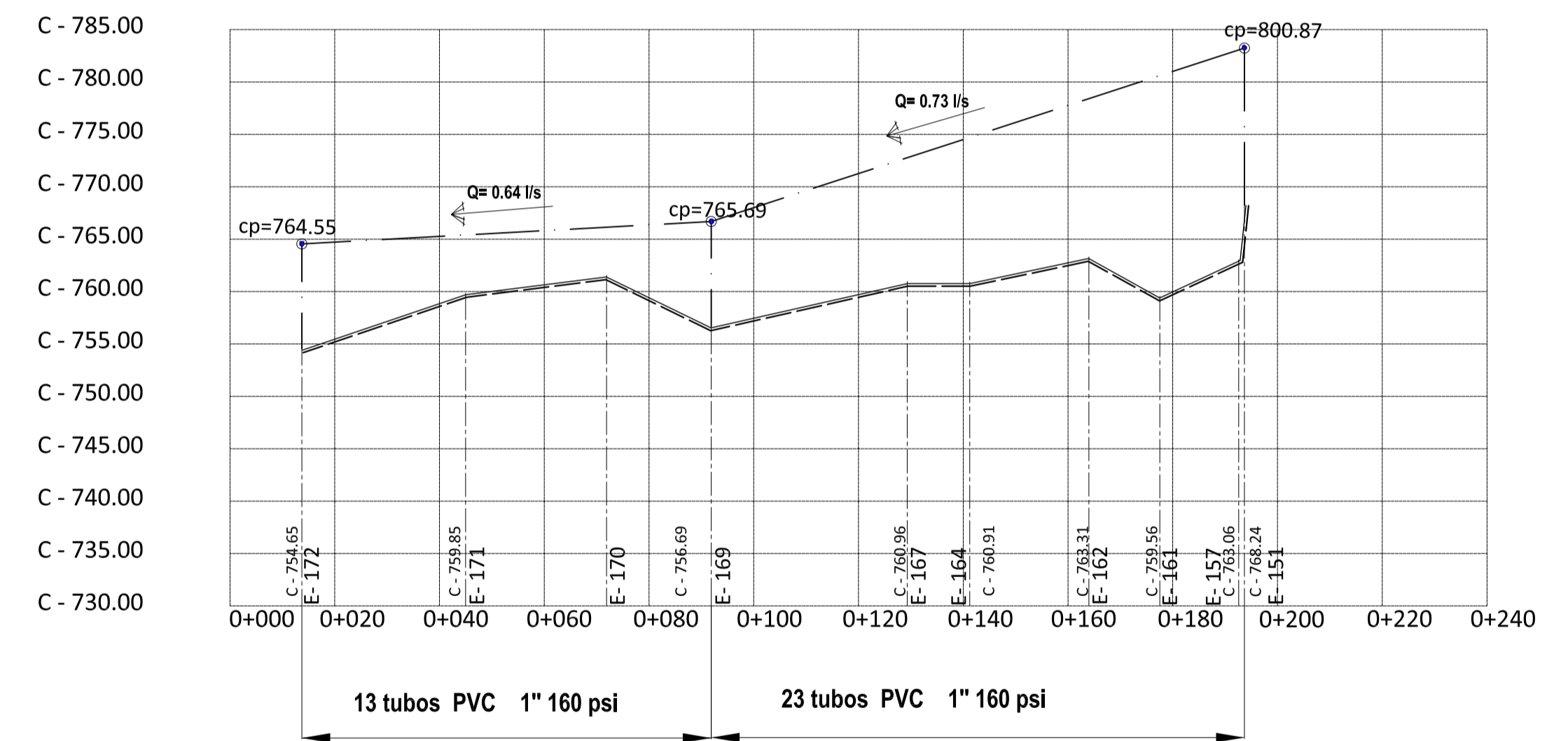
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500



PLANTA

ESCALA 1:1000



PERFIL 10

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500

NOTAS.

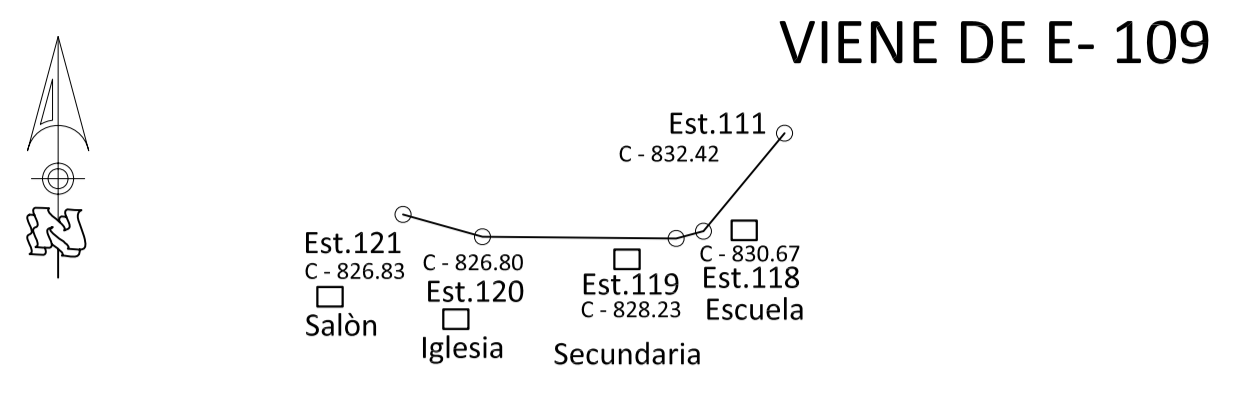
- 1 - LA ZANJA DEBERA TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.80 MTS.
- 2 - LA ZANJA DEBERA SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS. ARRIBA DE SU NIVEL NATURAL, DESPUES QUE LA TUBERIA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYAN FUGAS.
- 3 - DEBERA ZANJEARSE DEJANDO TUNELES SECOS DE 0.50 MTS. DE LARGO A UNA DISTANCIA DE 24.00 MTS.
- 4 - DONDE SE INDIQUE TERRENO ROCOSO DEBERA RECUBRIRSE LA TUBERIA CON UNA PROPORCION DE 1:3:6, CEMENTO ARENA DE RIO Y PIDRIN, RESPECTIVAMENTE.
- 5 - CUALQUIER CAMBIO O MODIFICACION DEBERA COSULTARSE AL ING. O ARQ. SUPERVISOR DE LA OBRA.

NOMENCLATURA.

	INDICA TUBERIA EN PLANTA.
	INDICA PERFIL NATURAL DE TERRENO.
	INDICA TUBERIA EN PERFIL.
	INDICA LINEA PIEZOMETRICA.
	INDICA TUBERIA PVC DE 1/2" DE 315 PSI (EN PLANTA).
	INDICA VIVIENDA DE BENEFICIARIO.
	CAJA ROMPEPESION
	INDICA PASO DE SANJON
	INDICA TEE REDUCTORA PVC SEGUN DIAMETRO A 1/2".
	INDICA CAUDAL Y DIRECCION
	INDICA CODIGO PVC. DE 90°

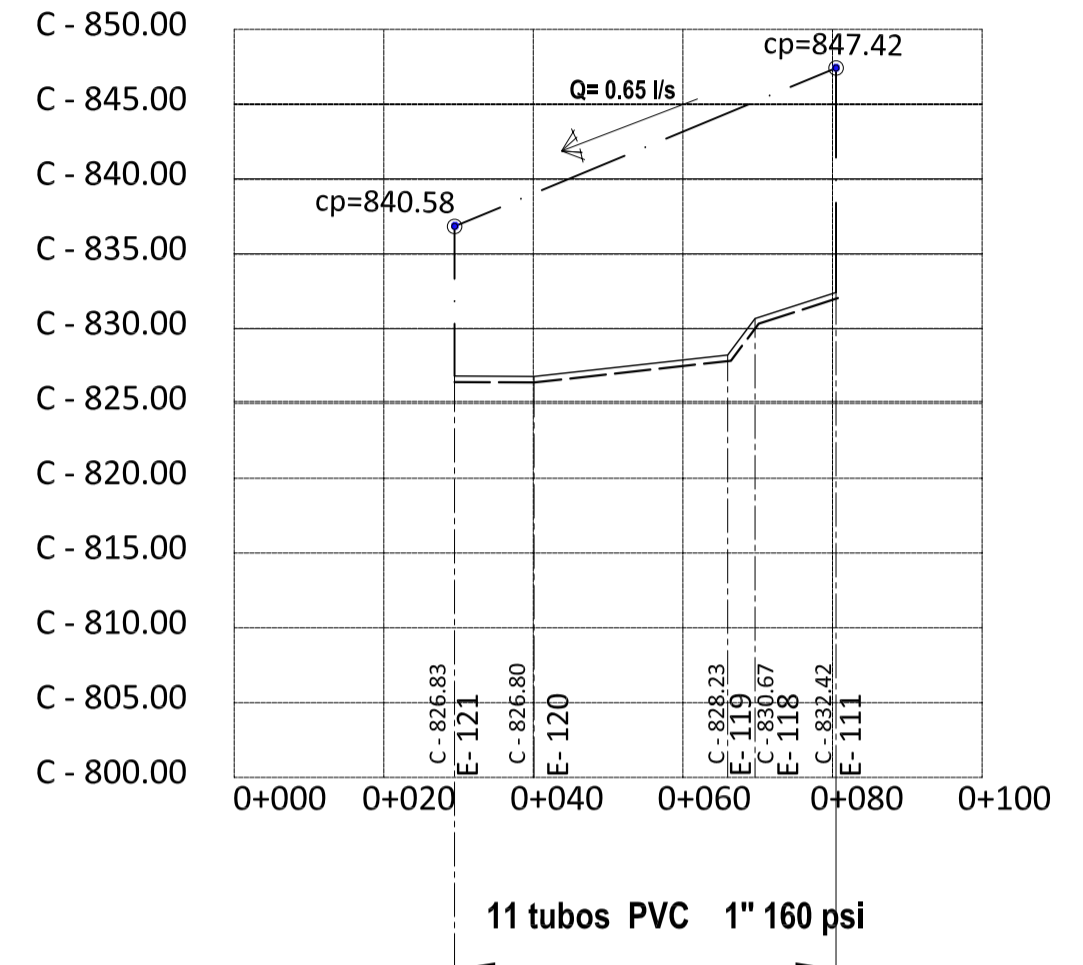
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S	
Contiene:	Topografía: JOSE M. RAMIREZ
PLANO PLANTA PERFIL DISTRIBUCION	Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto:	Calculo: JOSE M. RAMIREZ
DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
Propietario:	Escala: INDICADA
MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Fecha: MARZO - 2009
	H O J A
	01/13
	H O J A
	07/13

F. Ing. Luis Alfaro Asesor Jose Ramirez E.P.S. Ingeniería



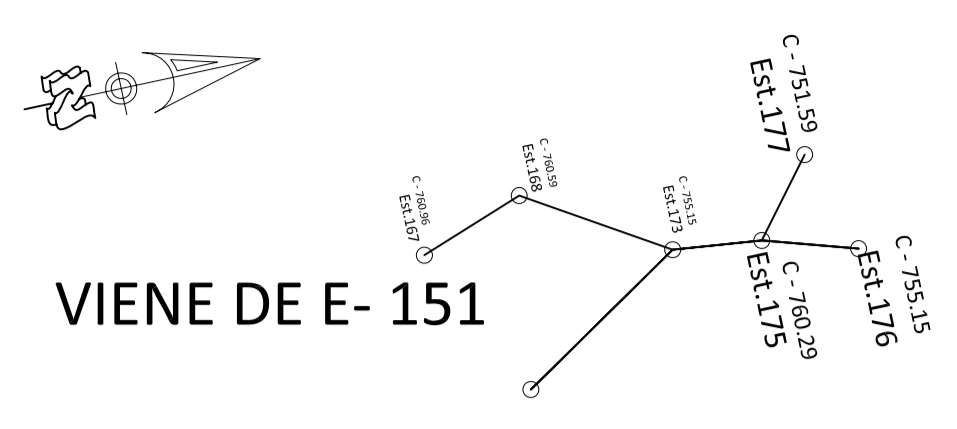
PLANTA

ESCALA 1:1000



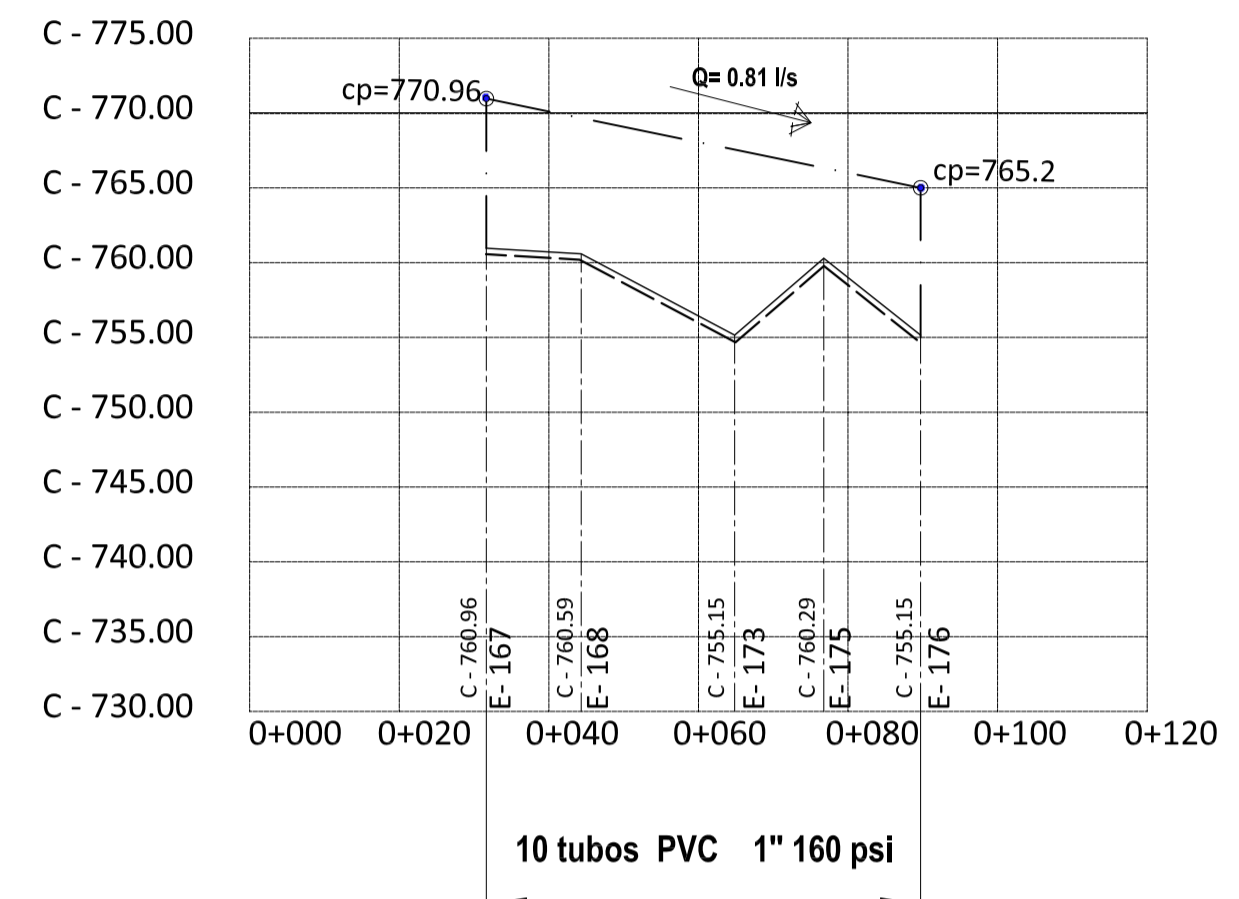
PERFIL 11 SUB RAMAL 1

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500



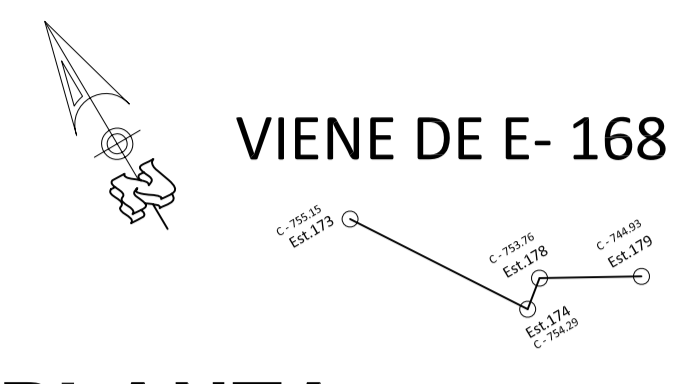
PLANTA

ESCALA 1:1000



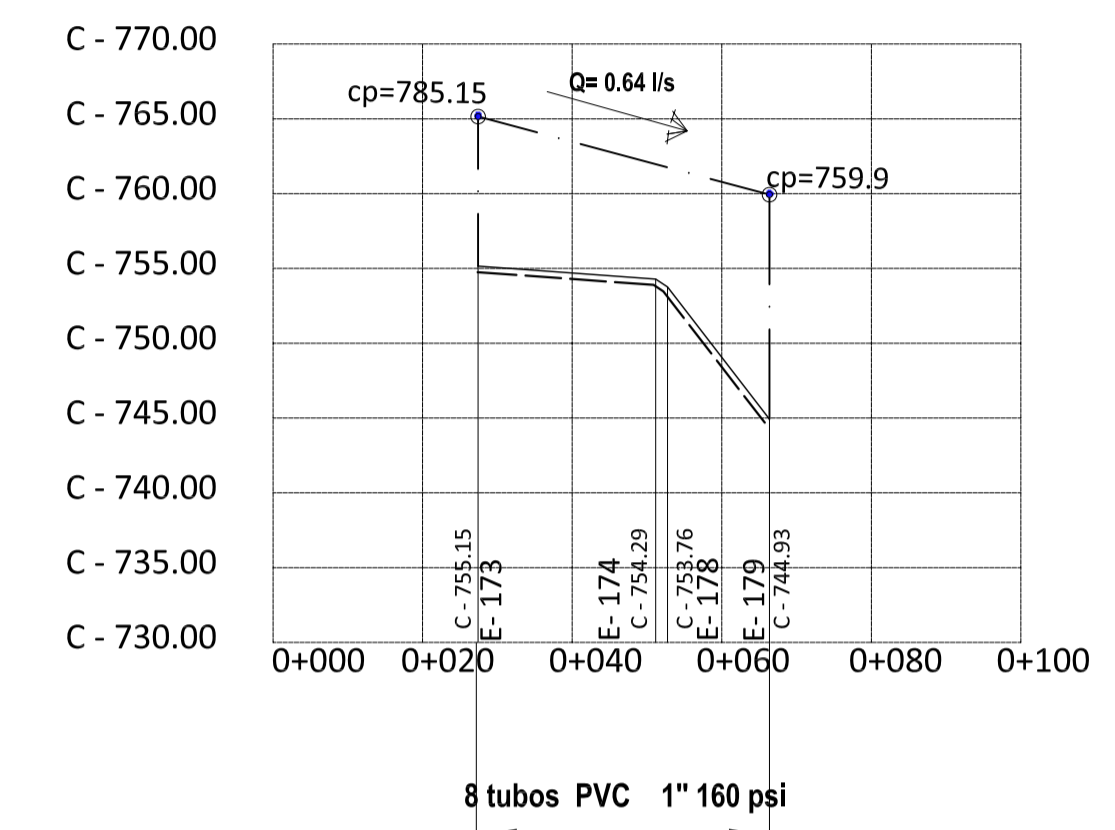
PERFIL 12 SUB RAMAL 4

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500



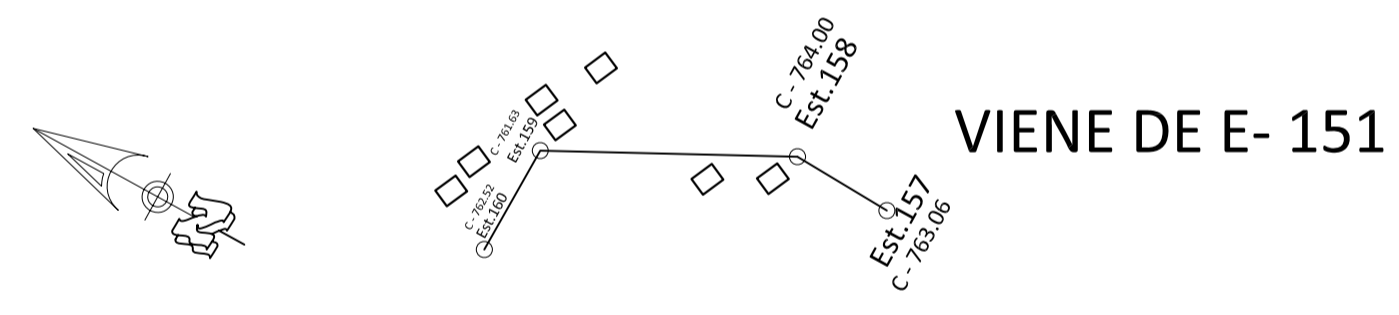
PLANTA

ESCALA 1:1000



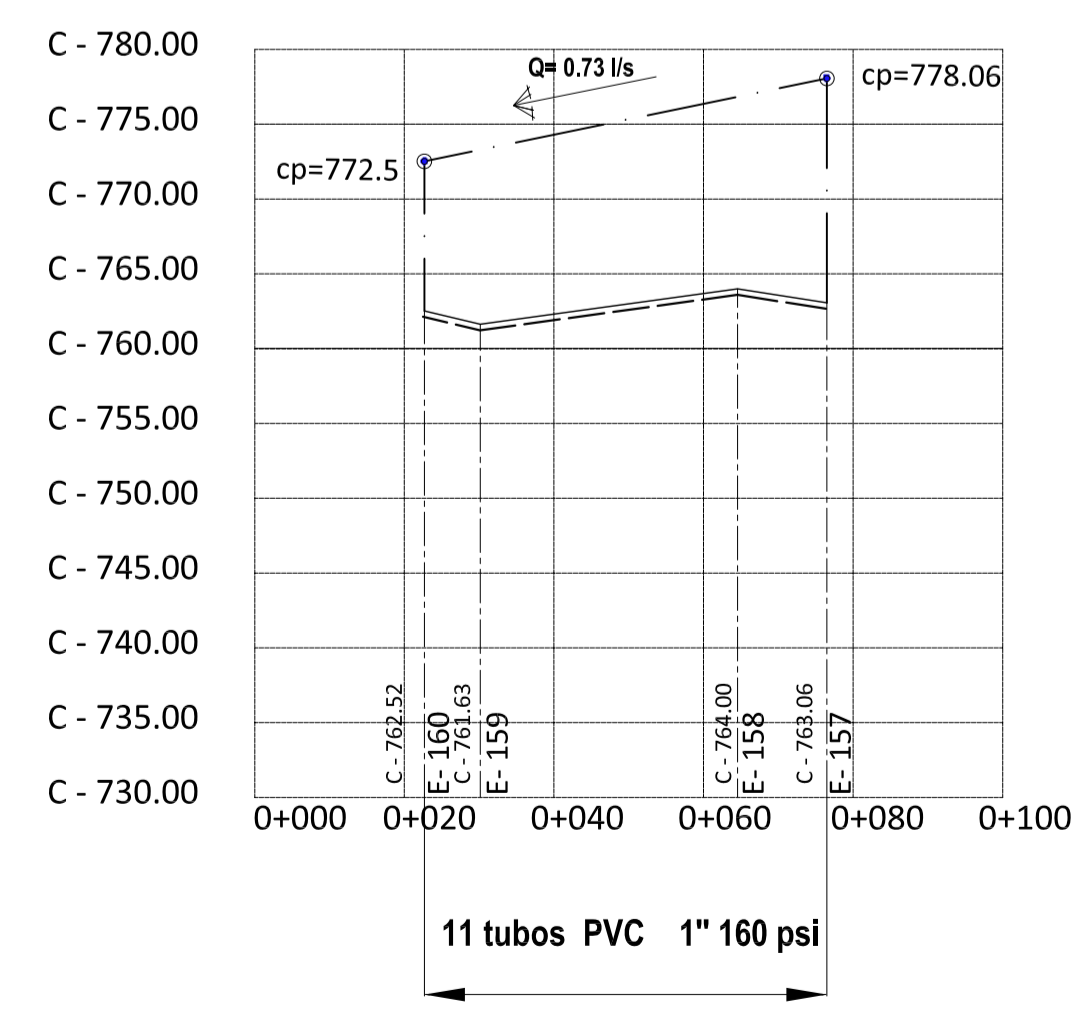
PERFIL 13 SUB RAMAL 5

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500



PLANTA

ESCALA 1:1000



PERFIL 14 SUB RAMAL 6

ESCALA HOR. 1:1000
ESCALA VER. 1:500

- NOTAS.**
- LA ZANJA DEBERA TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.80 MTS.
 - LA ZANJA DEBERA SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS. ARRIBA DE SU NIVEL NATURAL, DESPUES QUE LA TUBERIA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYAN FUGAS.
 - DEBERA ZANJEARSE DEJANDO TUNELES SECOS DE 0.50 MTS. DE LARGO A UNA DISTANCIA DE 24.00 MTS.
 - DONDE SE INDIQUE TERRENO ROCOSO DEBERA RECUBRIRSE LA TUBERIA CON UNA PROPORCIÓN DE 1:3:6, CEMENTO ARENA DE RIO Y PIDRIN, RESPECTIVAMENTE.
 - CUALQUIER CAMBIO O MODIFICACION DEBERA COSULTARSE AL ING. O ARQ. SUPERVISOR DE LA OBRA.

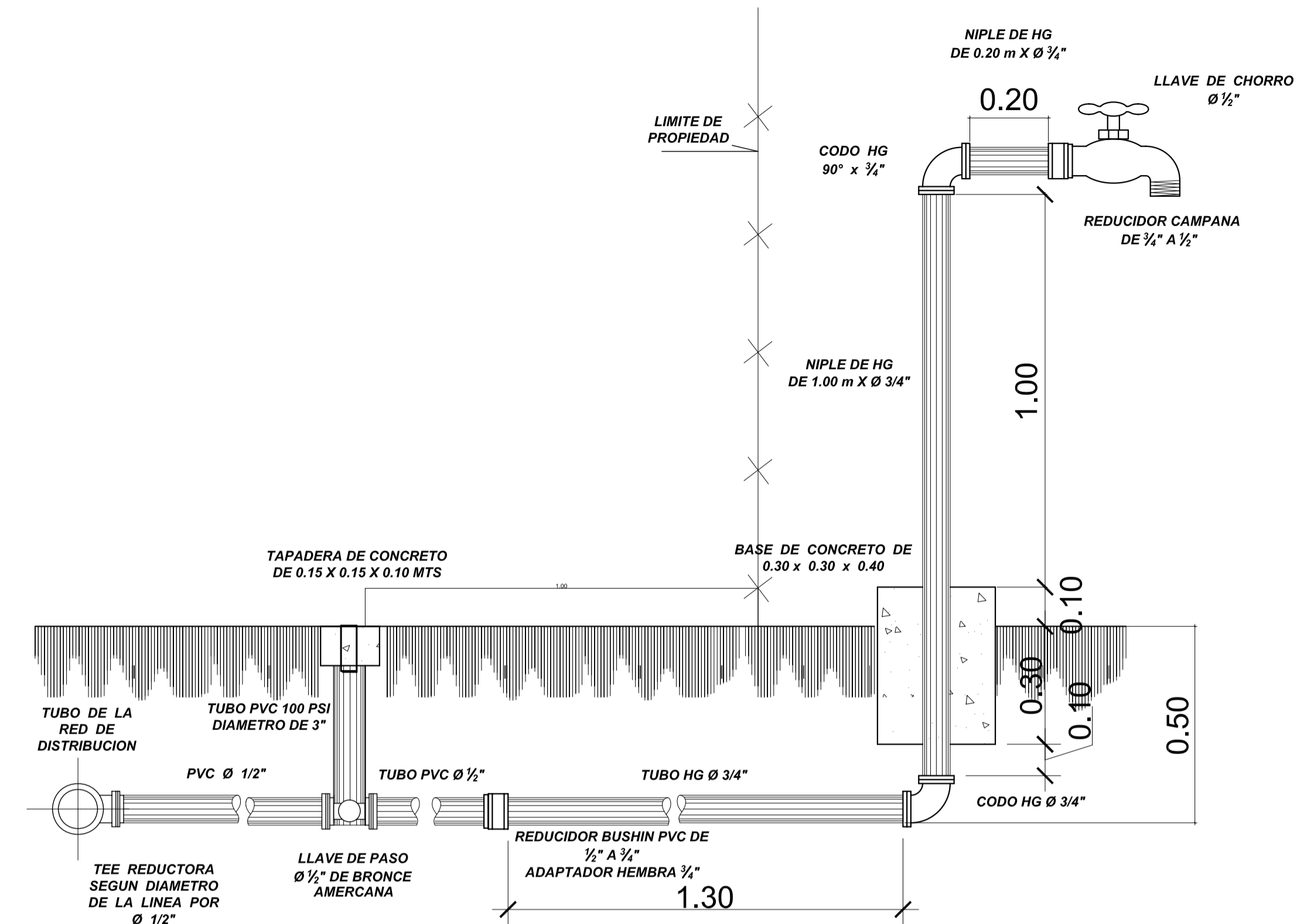
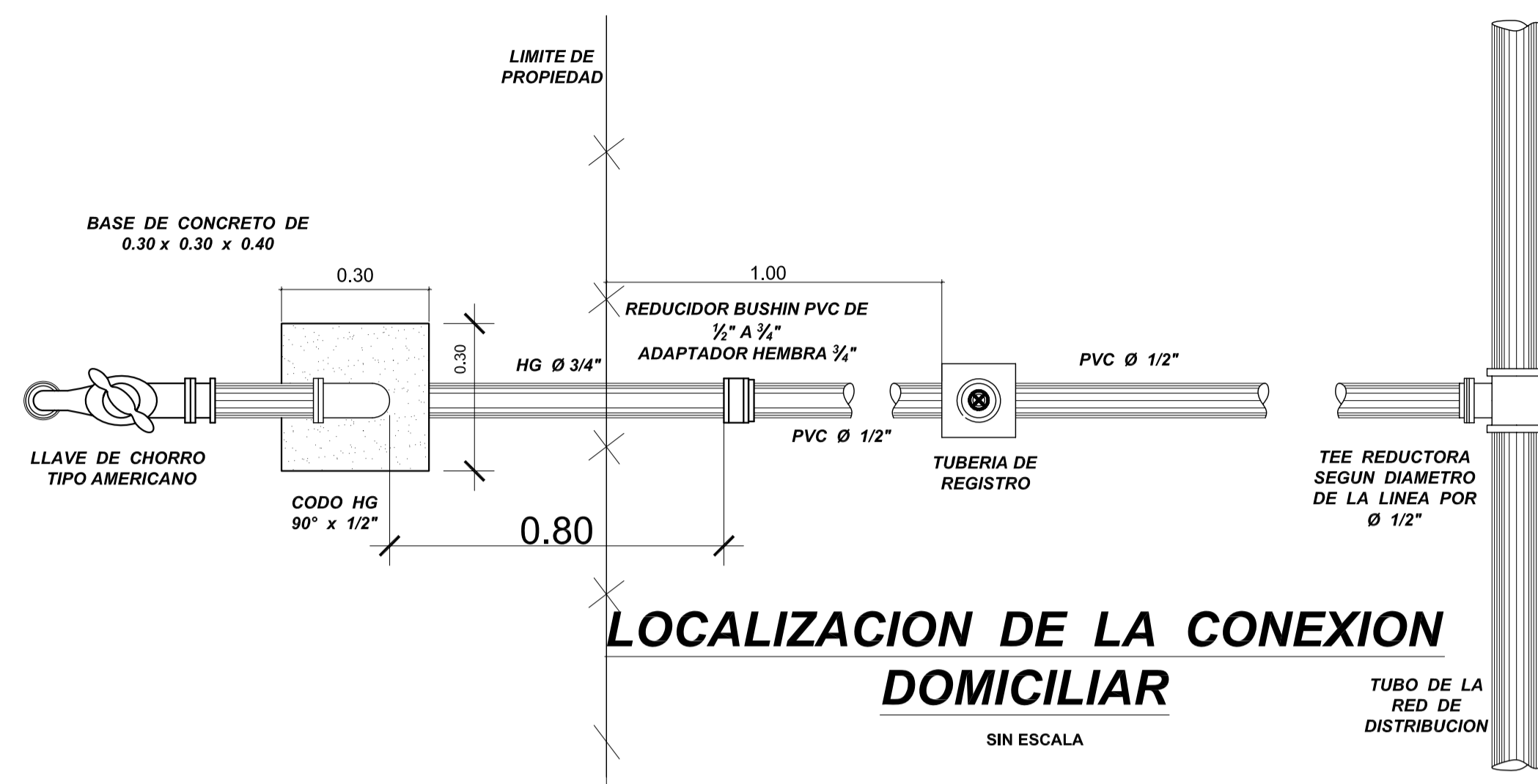
NOMENCLATURA.

	INDICA TUBERIA EN PLANTA.
	INDICA PERFIL NATURAL DE TERRENO.
	INDICA TUBERIA EN PERFIL.
	INDICA LINEA PIEZOMETRICA.
	INDICA TUBERIA PVC DE 1/2" DE 315 PSI (EN PLANTA).
	INDICA VIVIENDA DE BENEFICIARIO.
	CAJA ROMPEPRESION
	INDICA PASO DE SANJON
	INDICA TEE REDUCTORA PVC SEGUN DIAMETRO A 1/2".
	INDICA CAUDAL Y DIRECCION
	INDICA CODO PVC. DE 90°

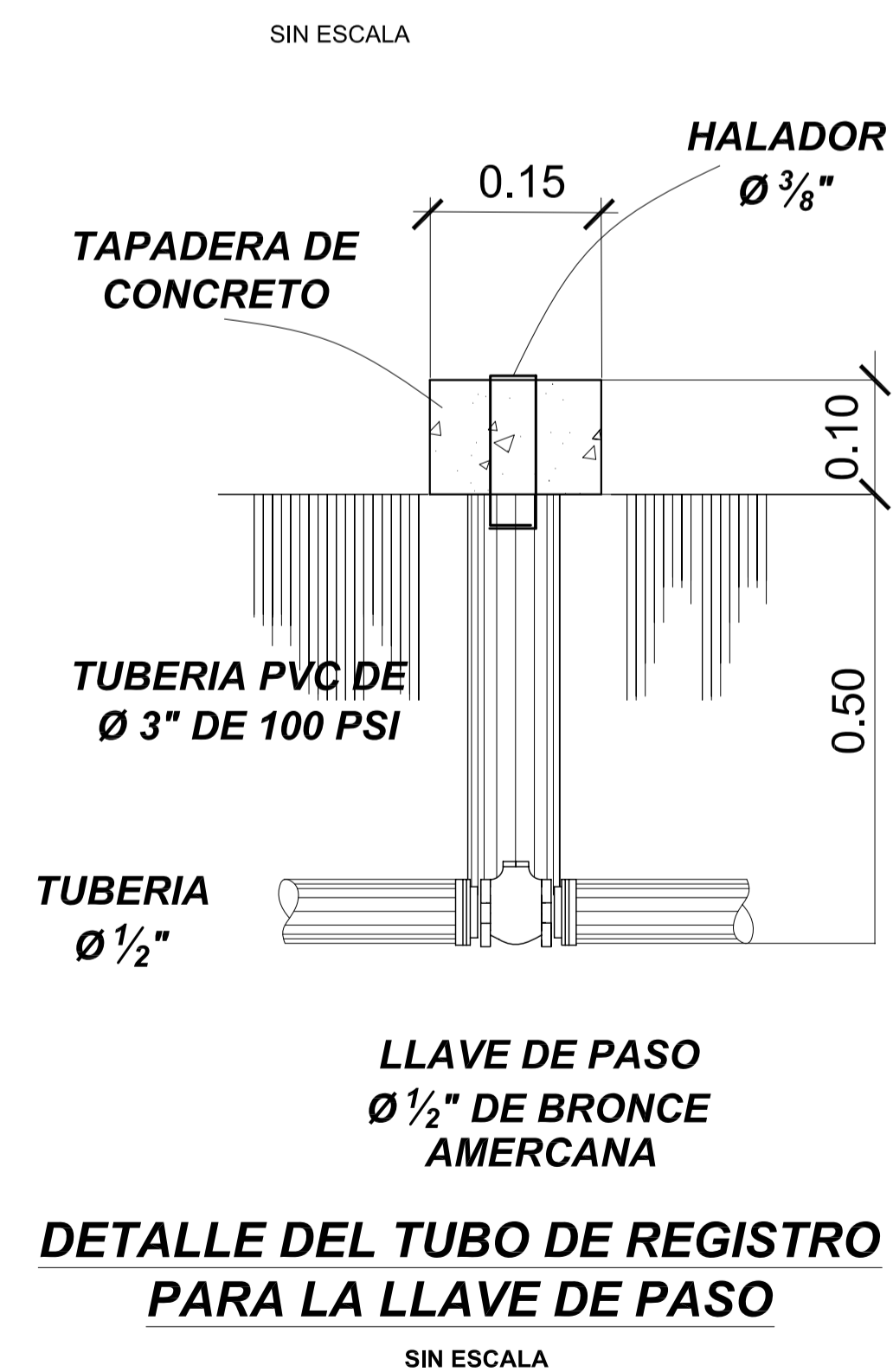
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD E.P.S

Contiene: PLANO PLANTA PERFIL DISTRIBUCION	Topografia: JOSE M. RAMIREZ
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Diseño: JOSE M. RAMIREZ
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ
	Dibujo: JOSE M. RAMIREZ
	Escala: INDICADA
	Fecha: MARZO - 2009
	H O J A
	1/13
	H O J A
	8/13

F. Ing. Luis Alfaro Asesor Jose Ramirez EPS, Ingenieria



ACOMETIDA PREDIAL TIPICA

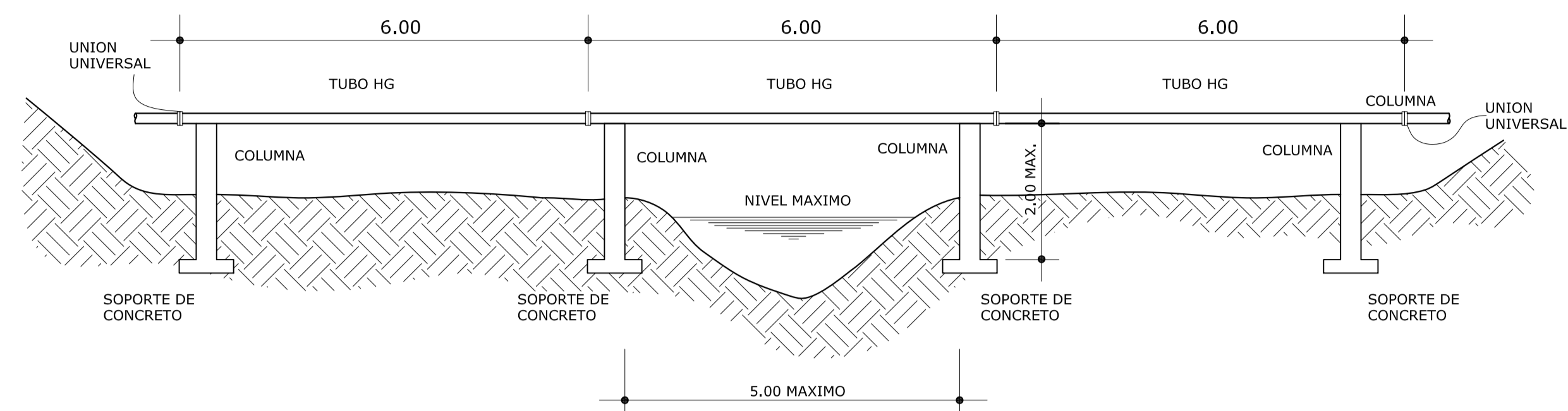


NIVEL DE TERRENO

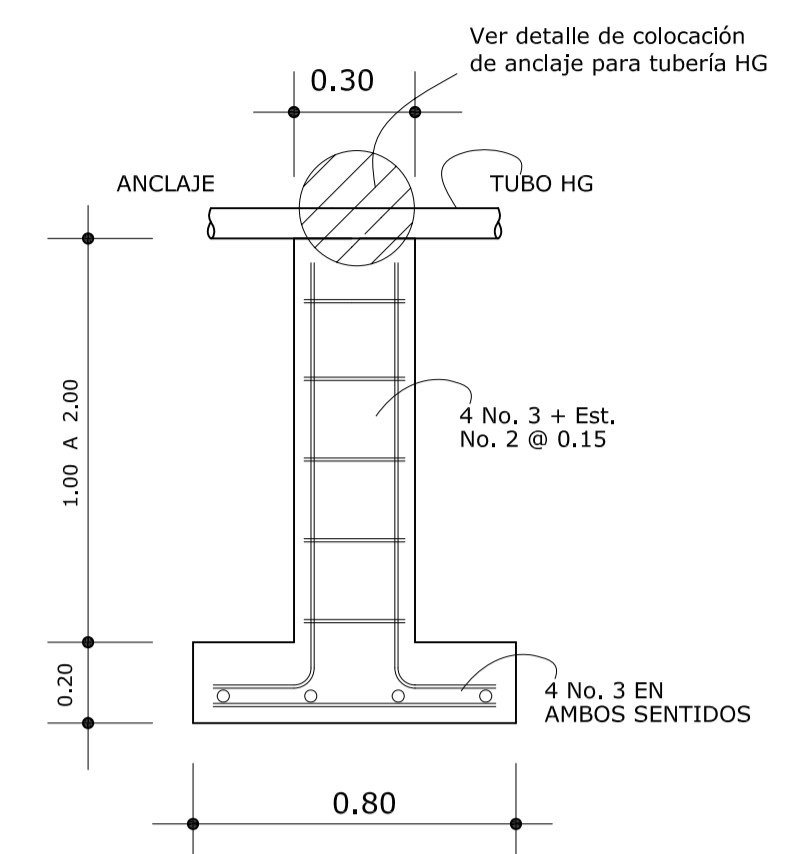
Las valvulas a utilizar seran tipo AMERICANA marca "NIBCO" debera de llevar sus respectivas uniones universales HG.

Las llave de chorro sera con rosca y tipo AMERICANA marca "NIBCO"

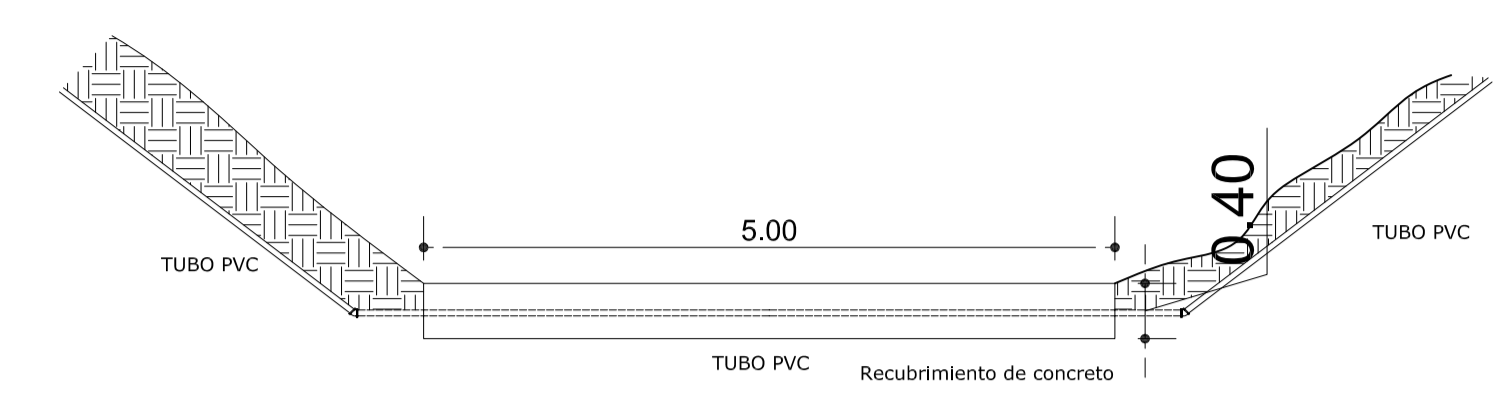
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S				
Contiene: ACOMETIDA PREDIAL TIPICA	Topografia:	JOSE M. RAMIREZ		
	Diseño:	JOSE M. RAMIREZ		
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo:	JOSE M. RAMIREZ		
	Dibujo:	JOSE M. RAMIREZ		
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: INDICADA	H O J A	01/13	
	Fecha: MARZO - 2009			
F	Ing. Luis Alfaro Asesor	Jose Ramirez EPS, Ingeniería	H O J A	9/13



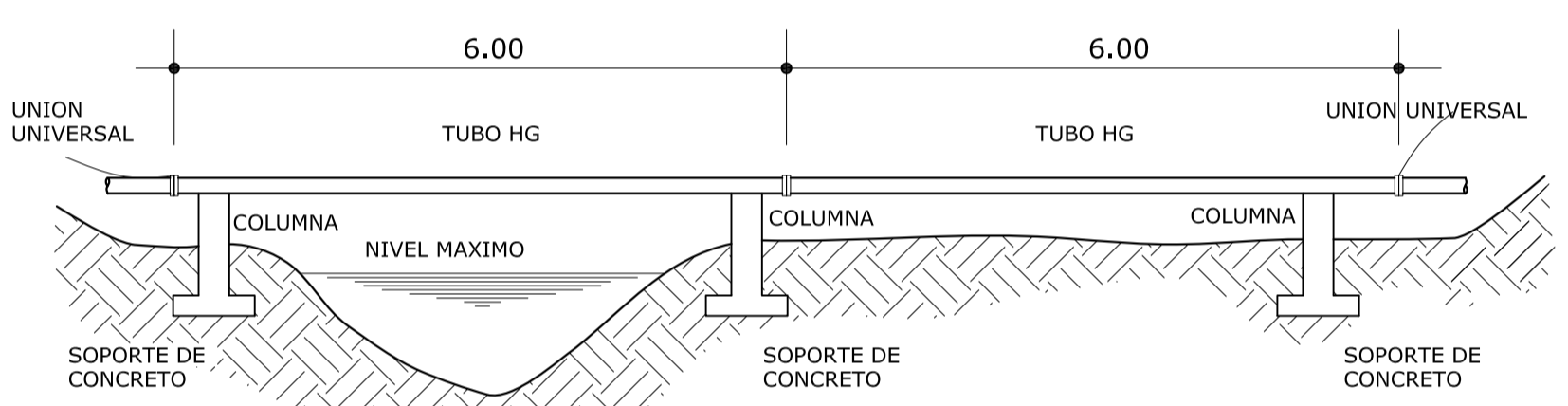
PASO DE ZANJON TIPO "C"
SIN ESCALA



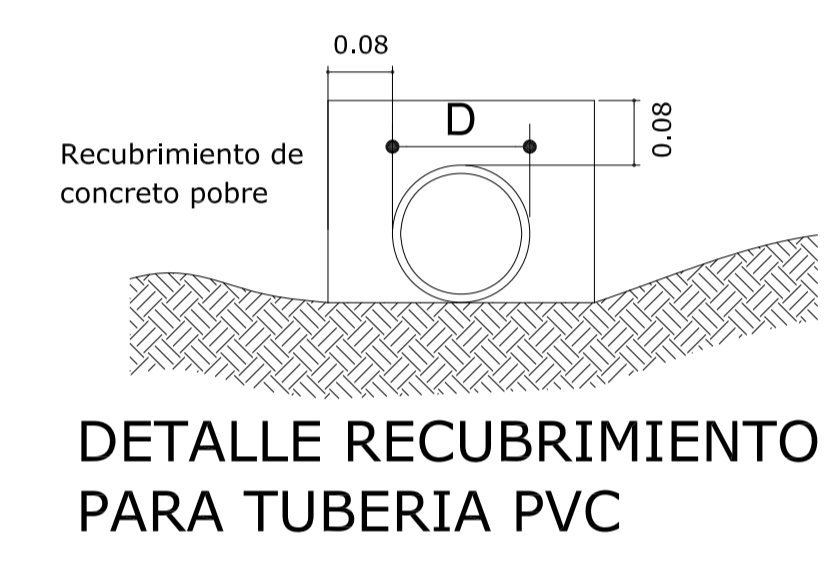
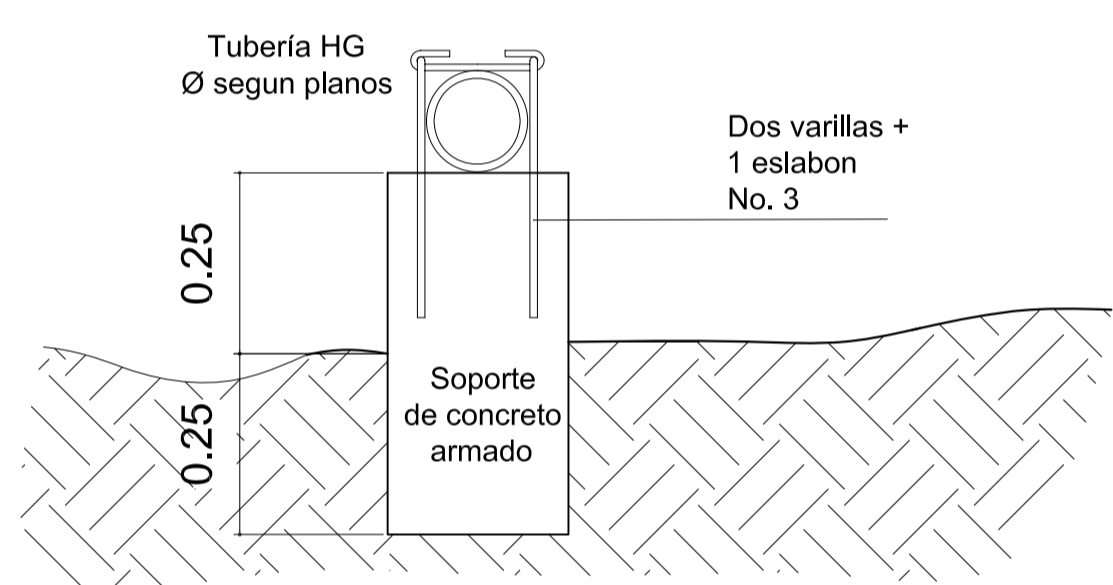
ELEVACION
SIN ESCALA



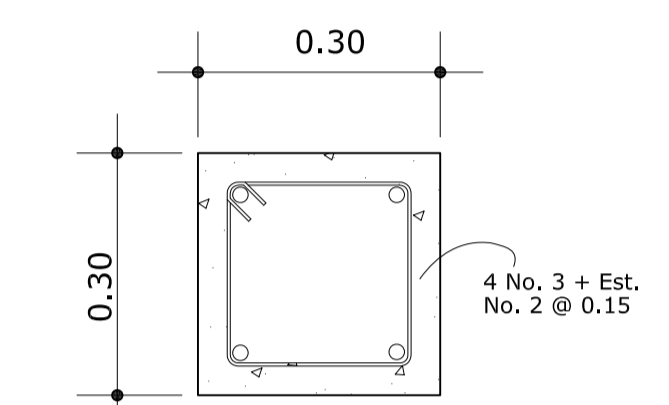
DETALLE LONGITUDINAL



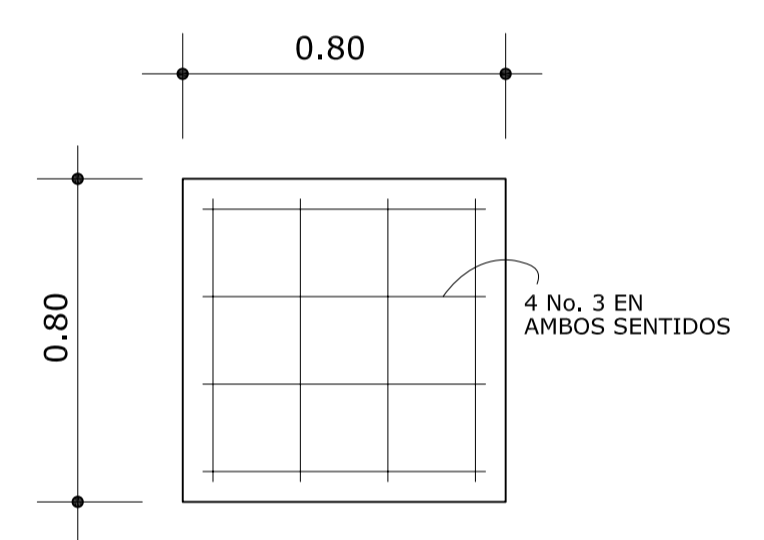
PASO DE ZANJON TIPO "B"
SIN ESCALA



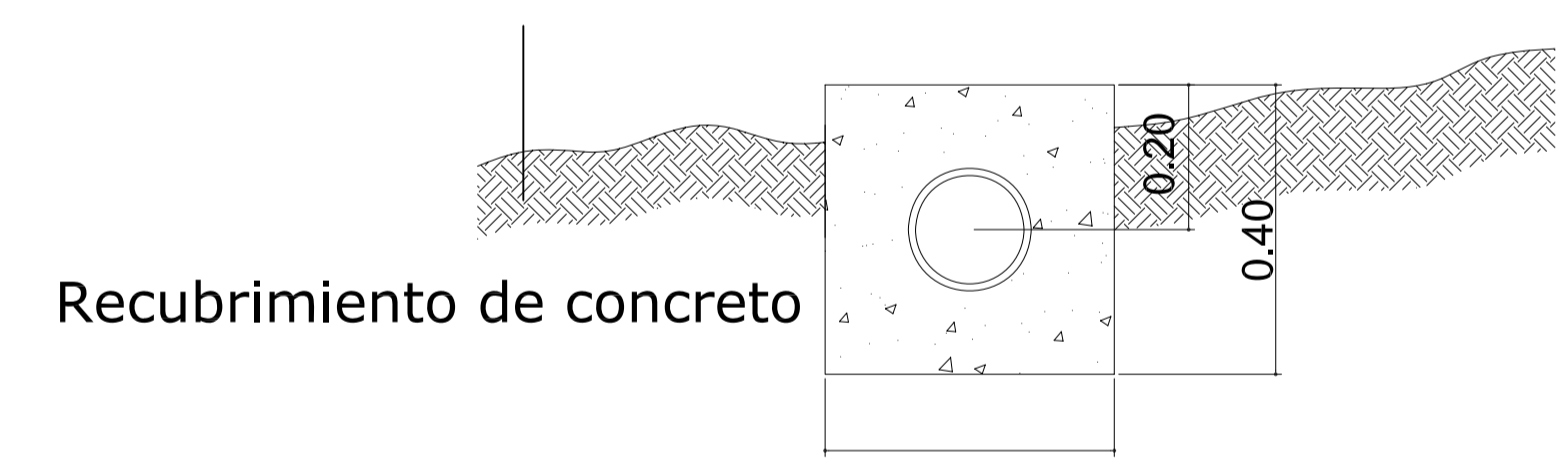
DETALLE RECUBRIMIENTO PARA TUBERIA PVC



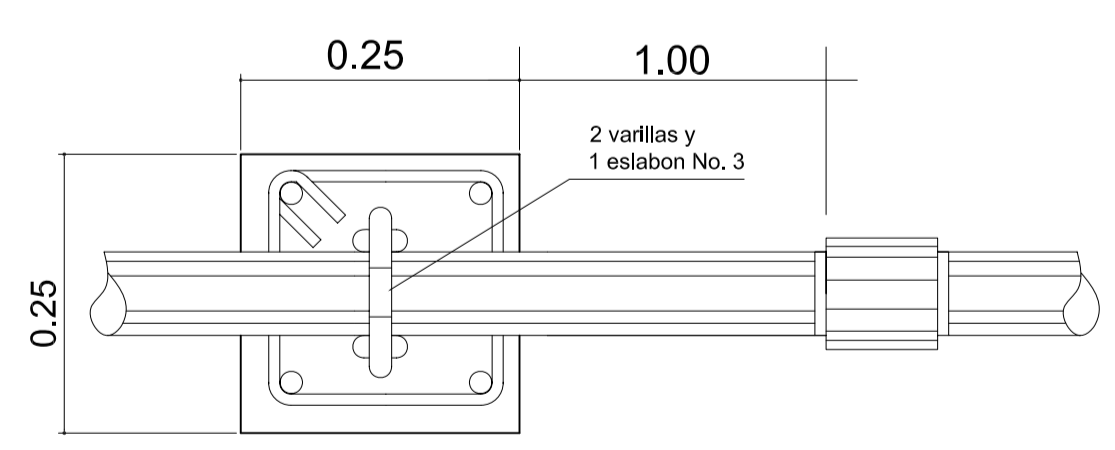
COLUMNA



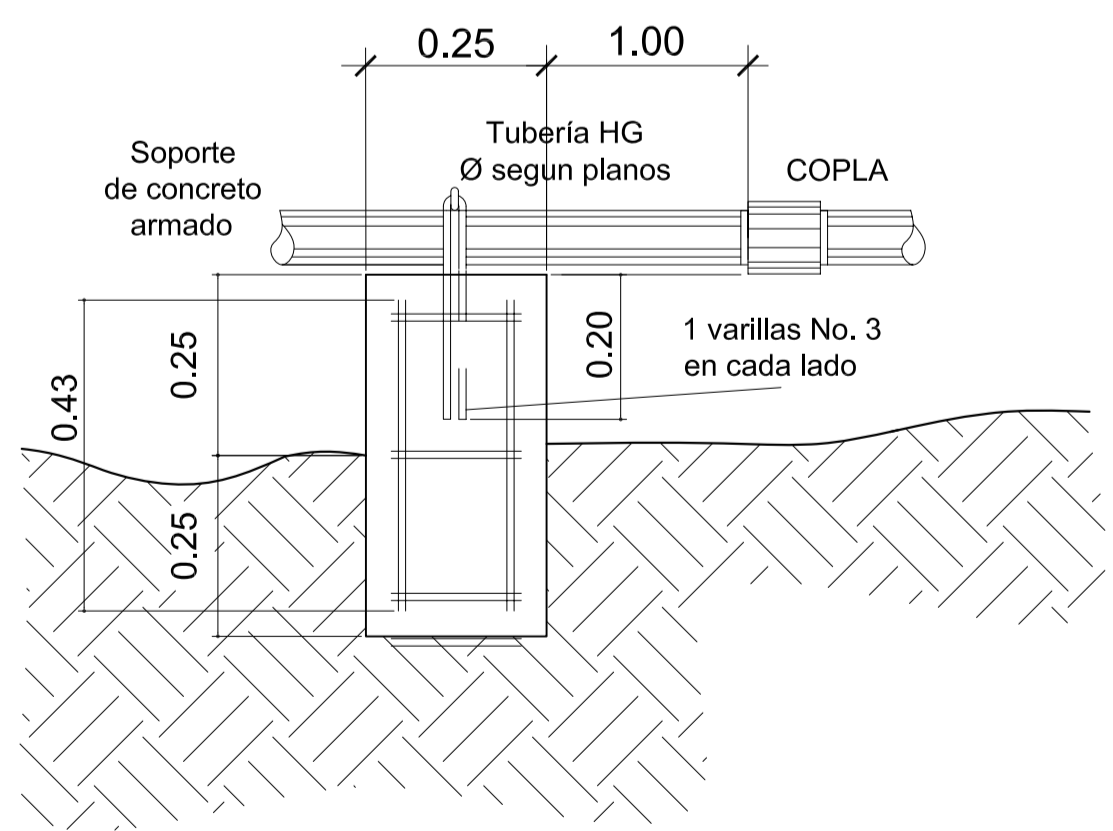
PLANTA ZAPATA
SIN ESCALA



Recubrimiento de concreto

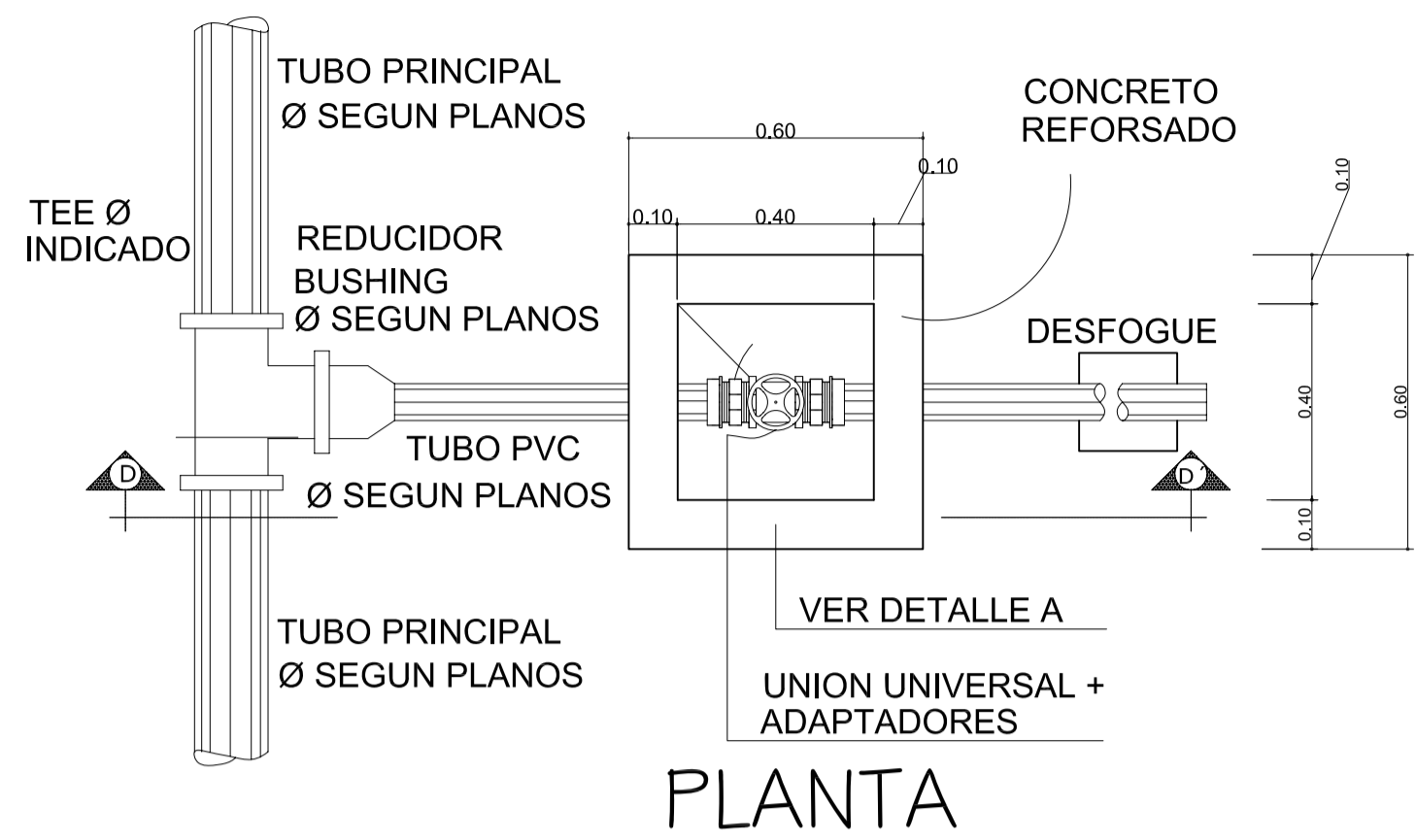


Base de Concreto
4 No. 3 + 3 Est. No.2

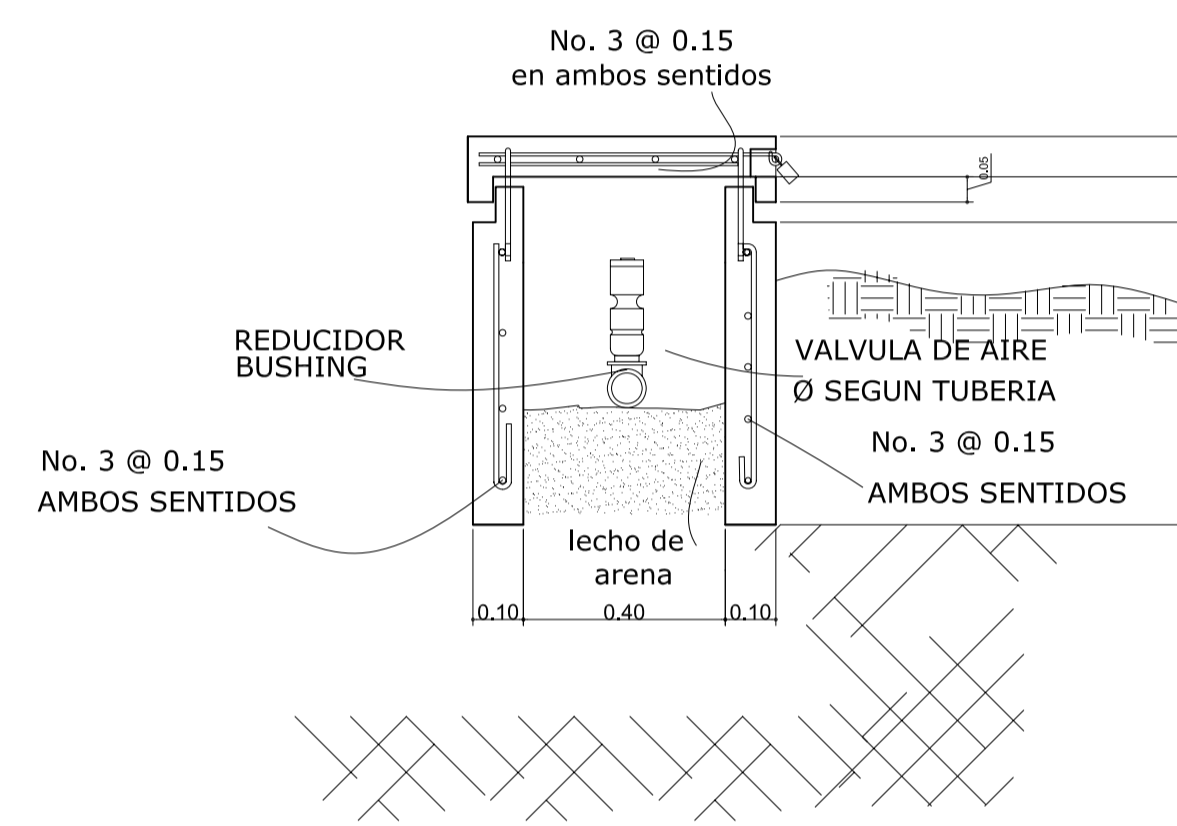
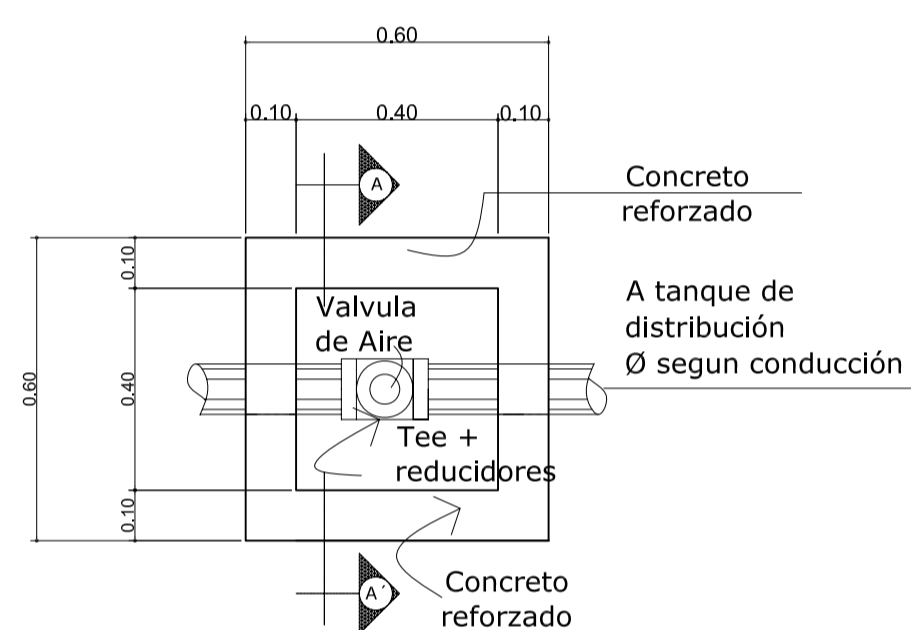
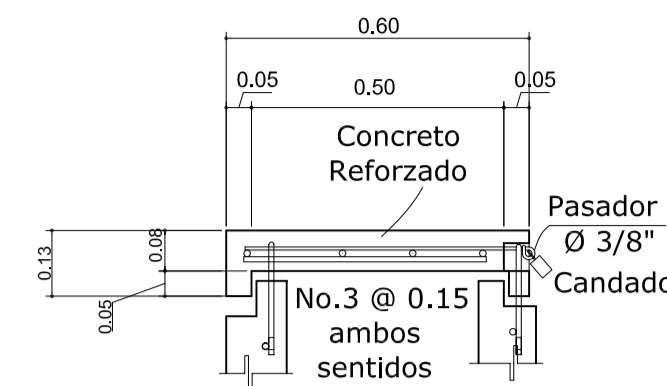
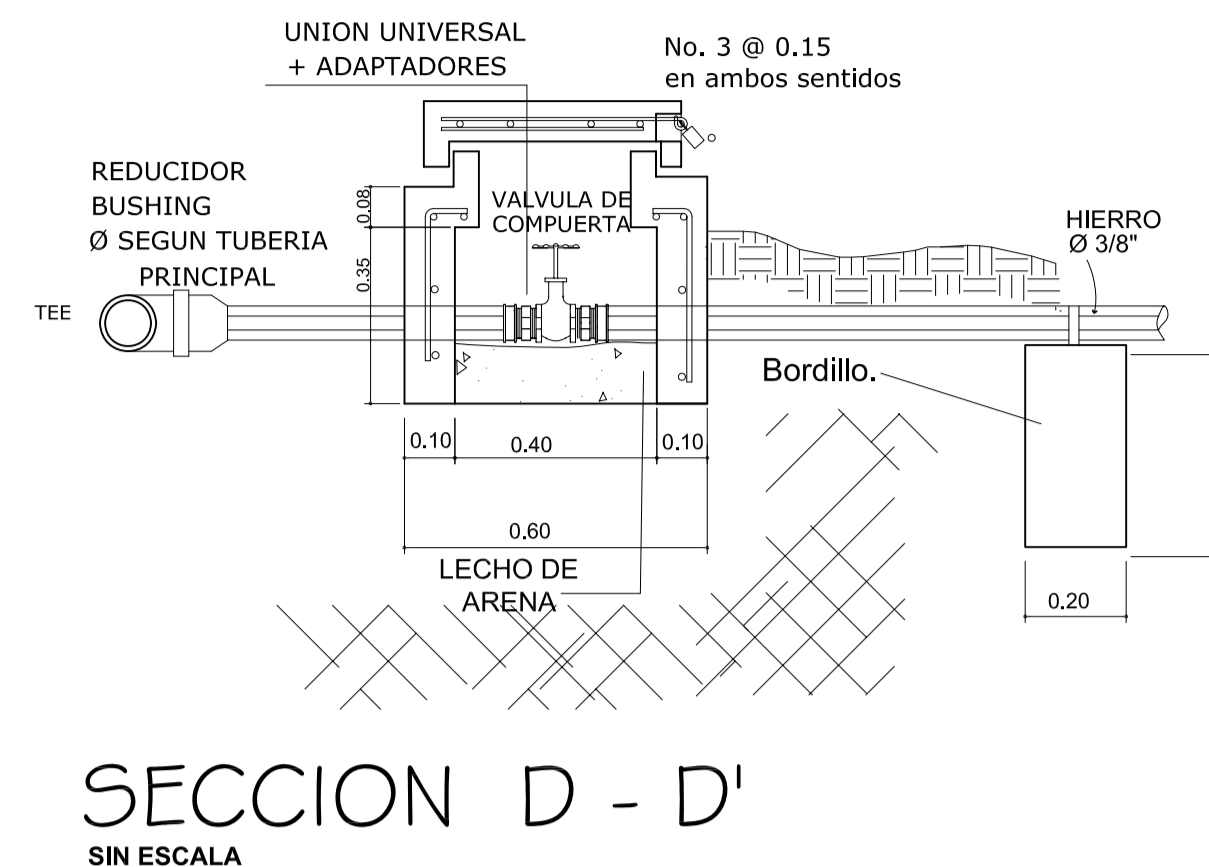


DETALLE DE ANCLAJE PARA TUBERIA HG
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S		
Contiene: PASO TIPO "B", TIPO "C" Y BASES PARA LA COLOCACION DE TUBERIA HG	Topografia: JOSE M. RAMIREZ	
	Diseño: JOSE M. RAMIREZ	
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ	
	Dibujo: JOSE M. RAMIREZ	
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: INDICADA	H O J A 01/13
	Fecha: MARZO - 2009	H O J A 10/13
F	Ing. Luis Alfaro Asesor	Jose Ramirez EPS. Ingeniería



CAJA Y VALVULA DE LIMPIEZA
SIN ESCALA



CAJA Y VALVULA DE AIRE
SIN ESCALA

NOTAS:

El acero a utilizar deberá ser corrugado con los diámetros indicados el cual será GRADO 40, TIPO LEGITIMO

Se realizara un alizado interior de cemento y arena de rio y SIKA 101


En las tapaderas se dejara un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia

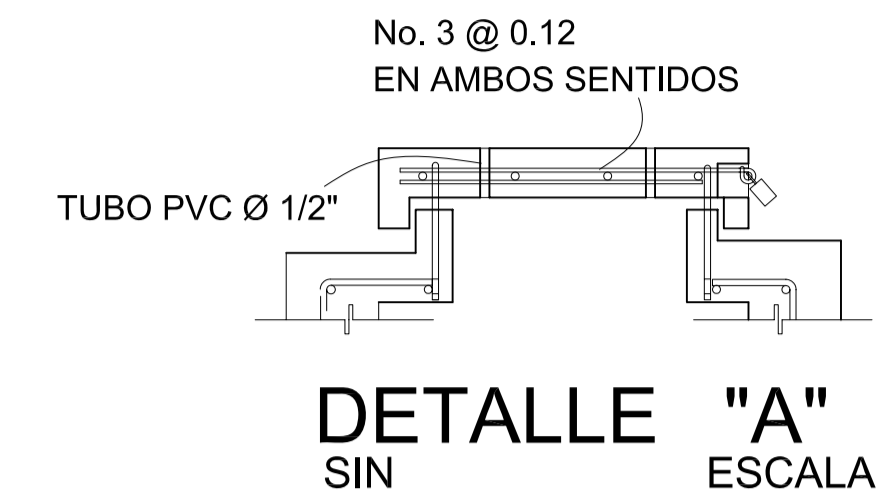
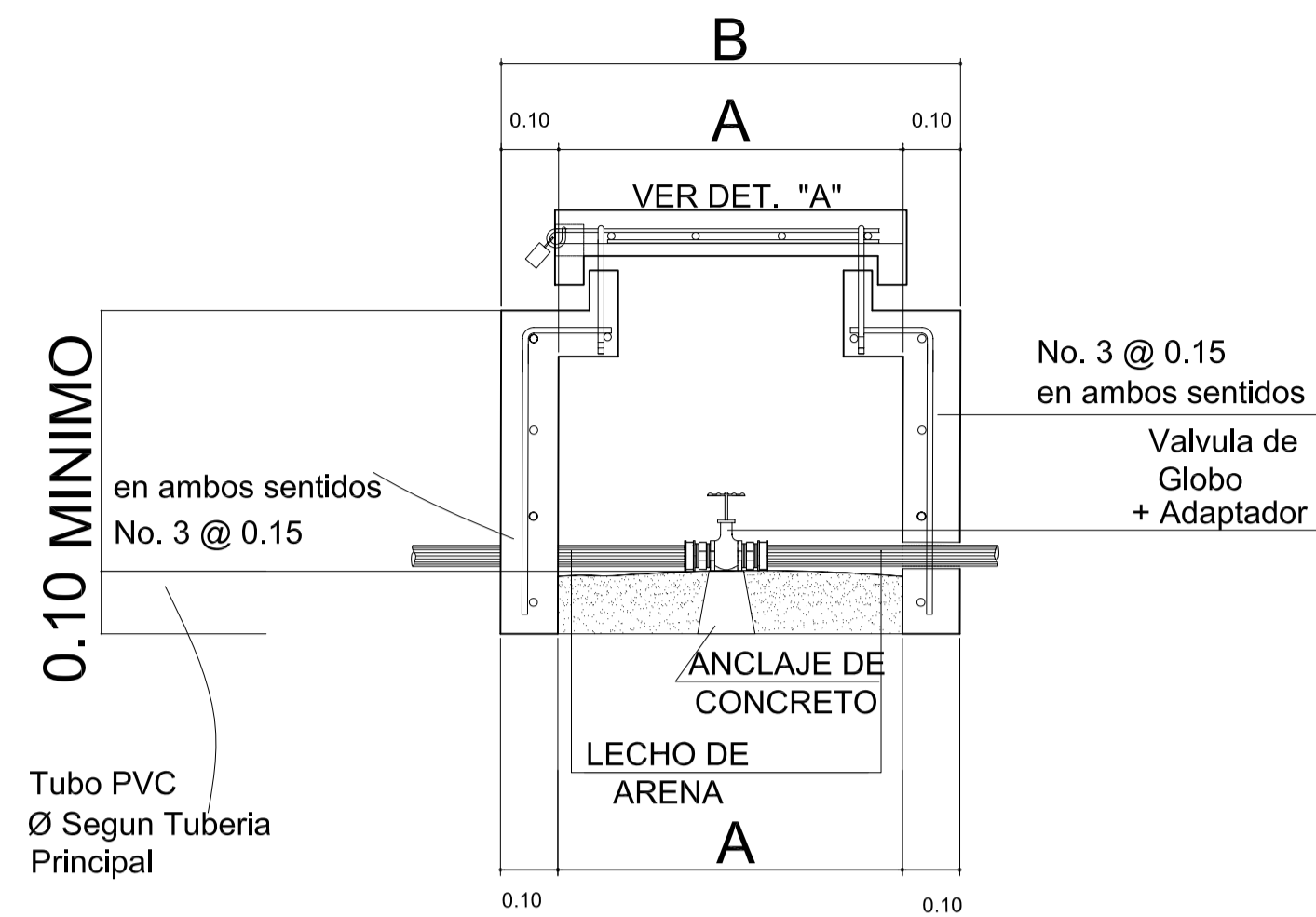
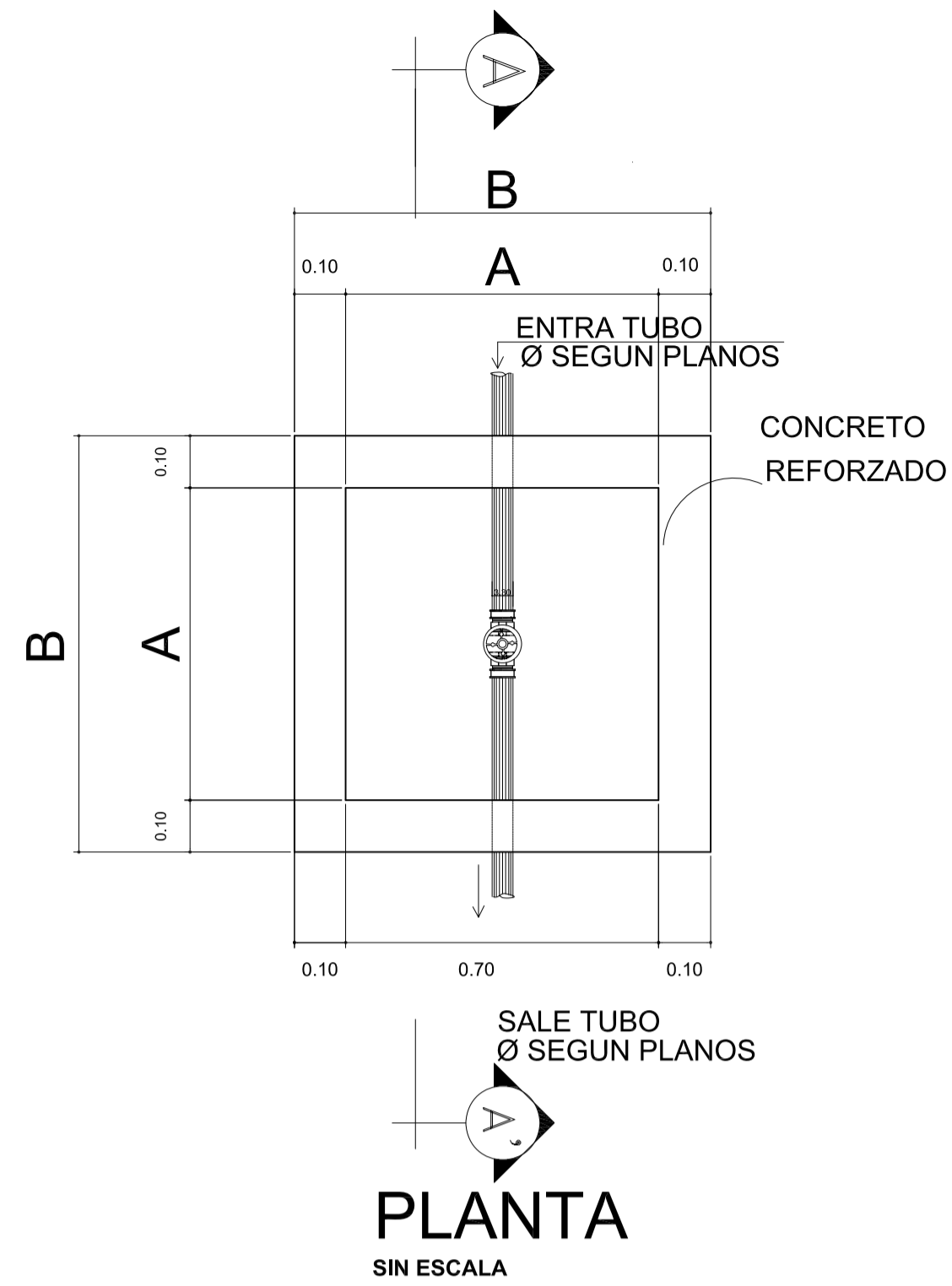
El terreno bajo la losa de piso debera ser perfectamente compactado

Las Válvulas a utilizar serán tipo AMERICANAS marca "NIBCO" deberá de llevar sus respectivas UNIONES UNIVERSALES

El Ø para la válvula de aire sera 1/8 del Ø principal

El Ø para la válvula de limpieza sera 1/6 del Ø principal

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S		
Contiene: CAJA Y VALVULAS DE AIRE Y LIMPEZA	Topografía: JOSE M. RAMIREZ	
	Diseño: JOSE M. RAMIREZ	
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ	
	Dibujo: JOSE M. RAMIREZ	
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: INDICADA	H O J A 01/13
	Fecha: MARZO-2009	
F	Ing. Luis Alfaro Asesor	H O J A 11/13
	Jose Ramirez EPS. Ingeniería	



Ø	A	B	C	ALTURA MINIMA
1/2"	0.30	0.50	0.15	0.30
3/4"	0.30	0.50	0.15	0.30
1"	0.35	0.65	0.175	0.45
1 1/4"	0.35	0.65	0.175	0.45
1 1/2"	0.40	0.70	0.20	0.50

NOTAS:

El acero a utilizar deberá ser corrugado con los diámetros indicados el cual será GRADO 40, TIPO LEGITIMO

Se realizara un alizado interior de cemento y arena de rio en proporcion 1:1, para impermeabilizar las paredes interiores de la caja.

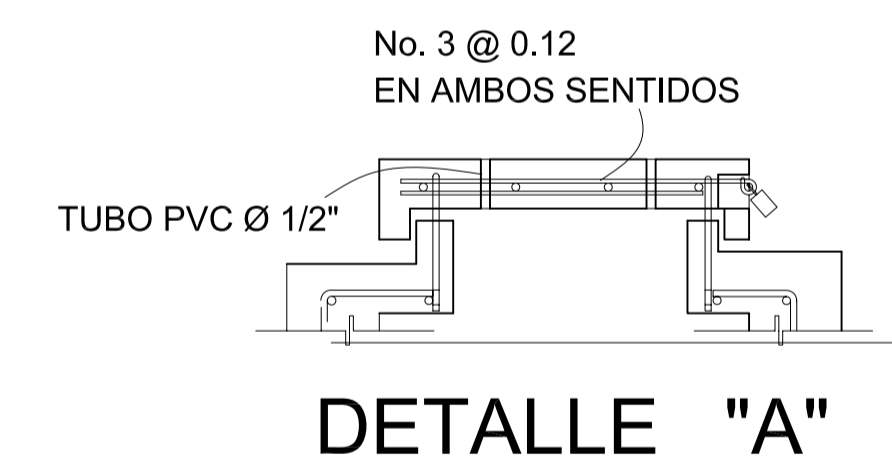
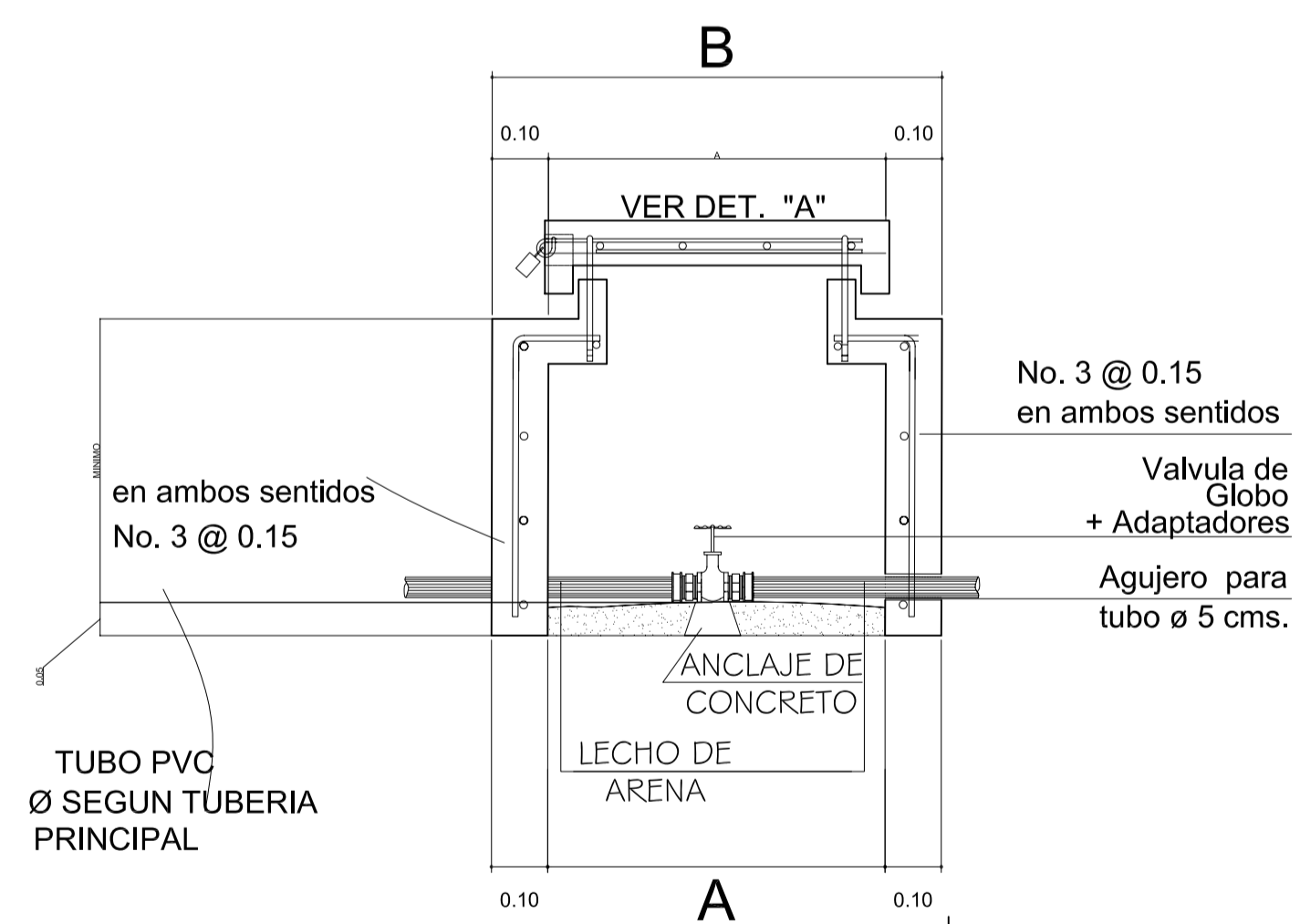
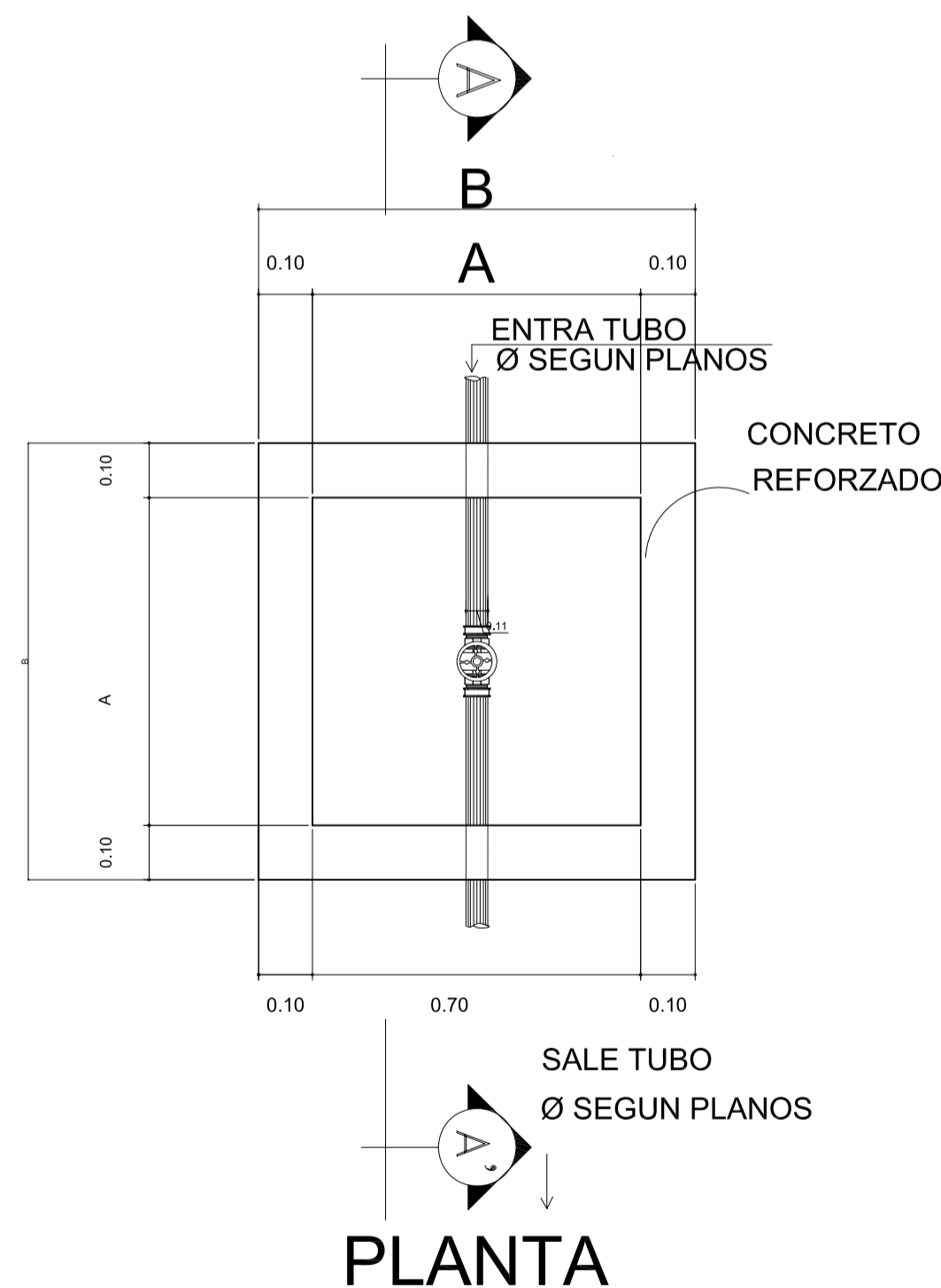
En las tapaderas se dejara un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia

El terreno bajo la losa de piso debera ser perfectamente compactado

Las válvulas a utilizar serán tipo AMERICANAS marca "NIBCO" y debera de llevar sus respectivas uniones Universales de HG

En los ramales de distribución utilizar VÁLVULAS DE GLOBO para poder graduar el caudal

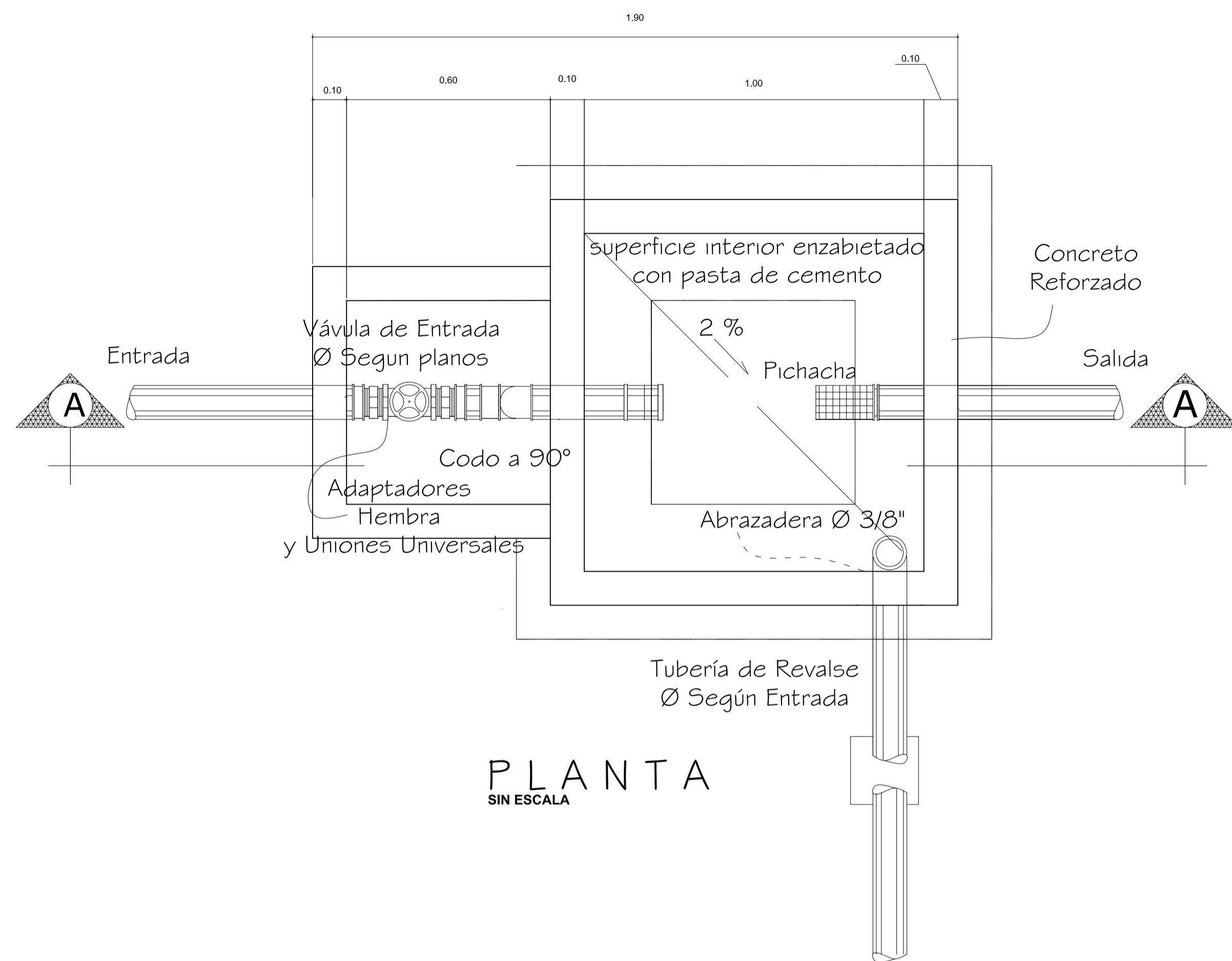
CAJA Y VALVULA DE CONTROL PARA Ø 2", 2 1/2", 3", 4"



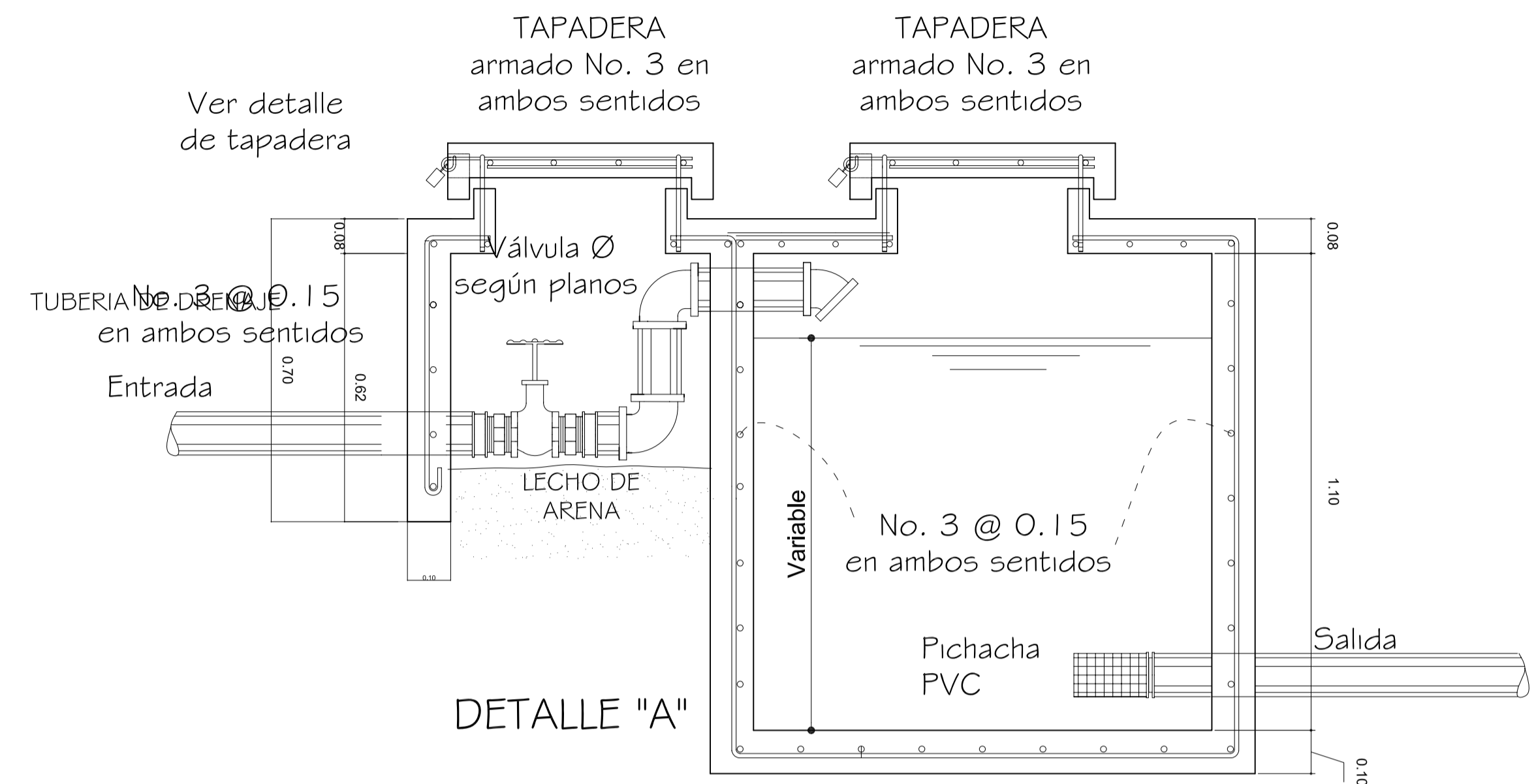
Ø	A	B	C	ALTURA MINIMA
2"	0.50	0.70	0.25	0.40
2 1/2"	0.60	0.80	0.30	0.50
3"	0.70	0.90	0.35	0.60
4"	1.00	1.20	0.50	0.70

CAJA Y VALVULA DE CONTROL PARA Ø 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2"

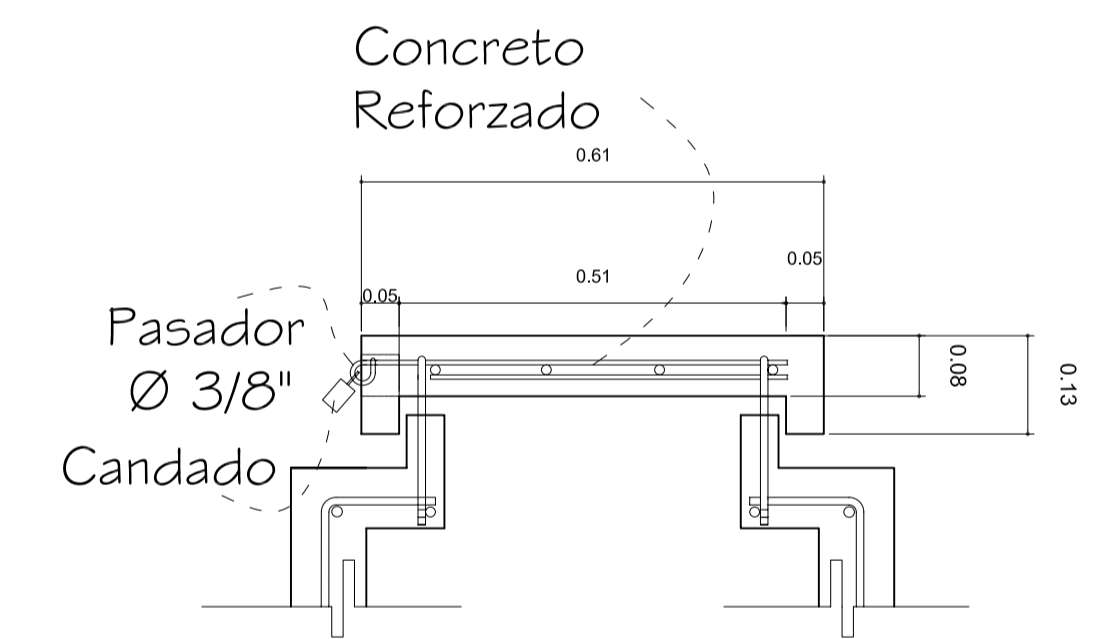
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S			
Contiene: CAJA Y VALVULA DE CONTROL		Topografia: JOSE M. RAMIREZ	
		Diseño: JOSE M. RAMIREZ	
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.		Calculo: JOSE M. RAMIREZ	
		Dibujo: JOSE M. RAMIREZ	
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.		Escala: INDICADA	H O J A 01/13
		Fecha: MARZO - 2009	
F _____ Ing. Luis Alfaro Asesor		_____ Jose Ramirez EPS, Ingenieria	H O J A 12/13



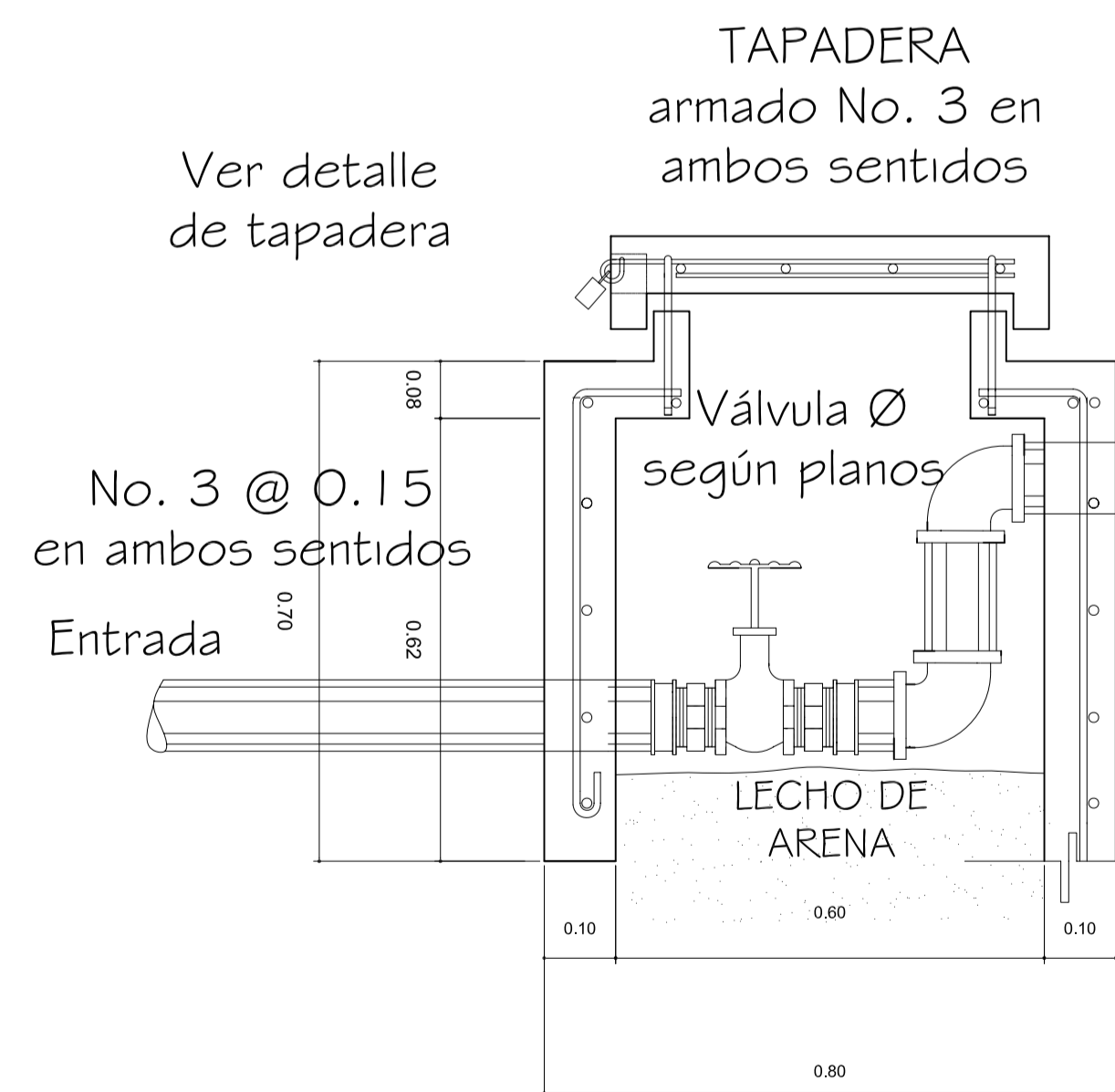
PLANTA
SIN ESCALA



CAJA ROMPE PRESION SIN VALVULA DE FLOTE
SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA
SIN ESCALA



DETALLE "A"
SIN ESCALA

NOTAS:

El acero a utilizar deberá ser corrugado con los diámetros indicados el cual será GRADO 40, TIPO LEGITIMO

Se realizara un alizado interior de cemento y arena de rio en proporcion 1:1, para impermeabilizar las paredes interiores de la caja + SIKA 101.

En las tapaderas se dejara un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia

El terreno bajo la losa de piso debera ser perfectamente compactado

Las válvulas a utilizar serán tipo AMERICANAS y debera de llevar sus respectivas UNIONES UNIVERSALES en ambos lados con su respectivos adaptadores hembras

El diámetro de los flotes se colocaran dependiendo del caudal de entrada

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD E.P.S		
Contiene: CAJA ROMPE PRESION SIN VALVULA FLOTE	Topografía: JOSE M. RAMIREZ	
	Diseño: JOSE M. RAMIREZ	
Proyecto: DISEÑO DE AGUA POTABLE ALDEA FERIA MUNICIPIO: SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.	Calculo: JOSE M. RAMIREZ	
	Dibujo: JOSE M. RAMIREZ	
Propietario: MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL PC, SAN MARCOS.	Escala: INDICADA	H O J A 01/13
	Fecha: MARZO- 2009	
F _____ Ing. Luis Alfaro Asesor	_____ Jose Ramirez EPS. Ingeniería	H O J A 13/13