



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

**DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA
HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA
ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

José Rodrigo Morales Enriquez

Asesorado por el Inga. Mayra Rebeca García Soria De Sierra

Guatemala, abril de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA
HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA
ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ

ASESORADO POR EL INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 17 de febrero de 2021.



José Rodrigo Morales Enriquez

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de febrero de 2023
REF.EPS.DOC.43.02.2023

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Rodrigo Morales Enríquez, CUI 2316 15752 0101 y Registro Académico 201314003** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**

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”


Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MRGSds/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 13 de marzo de 2023
REF.EPS.D.104.03.2023

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13 , SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Rodrigo Morales Enríquez, CUI 2316 15752 0101 y Registro Académico 201314003**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra

Guatemala, 27 de febrero de 2023

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
USAC

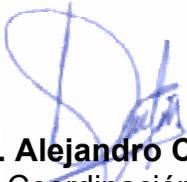
Estimado Ingeniero Fuentes:

Por este medio se informa que el Área de Topografía y Transportes, ha aprobado el trabajo de graduación denominado: **“DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.”**, el cual fue presentado por el estudiante de Ingeniería Civil **José Rodrigo Morales Enríquez**, con CUI **2316 15752 0101** y registro académico No. **201314003**, quien contó con la asesoría de la Ingeniera Civil **Mayra Rebeca García Soria De Sierra**. Y después de haber realizado las correcciones pertinentes por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil.

Por lo que considero que este trabajo llena los requisitos planteados y que representa un aporte para la Facultad de Ingeniería, por lo que se aprueba al mismo, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS,



FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA
DE TOPOGRAFÍA
Y TRANSPORTES
COORDINACIÓN

Ing. Alejandro Castañón López
Coordinación de Área de
Topografía y Transportes



LNG.DIRECTOR.098.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, presentado por: **José Rodrigo Morales Enriquez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.



“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala, abril de 2023



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.415.2023

La Decana 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 MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, presentado por: **José Rodrigo Morales Enriquez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, abril de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida, guiarme en mi camino y cuidarme en cada momento de mi vida.
Mis padres	Mario Morales y Ester Enriquez, por ser los pilares fundamentales de mi vida, por su amor incondicional y cuidar mis pasos a lo largo de mi vida.
Mis hermanos	Mario Morales y Esteban Morales, por su apoyo incondicional en todo momento.
Mis abuelos paternos	Mario Morales (q. e. p. d.) y Amanda Barrera (q. e. p. d.), por ser mis modelos a seguir y por su amor que siempre estuvo presente en mi vida.
Mis abuelos maternos	Santiago Enriquez (q. e. p. d.) y Juana Calderón, por su amor incondicional y su cariño.
Gabriela Carrera	Por su amor, su compañía y apoyo a lo largo de mi carrera.
Rocko y Jacko	Por su cariño y compañía.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios y formarme para ser un buen profesional.

Facultad de Ingeniería

Por transmitirme el conocimiento para lograr esta importante meta en mi vida.

Inga. Mayra García

Por ser mi guía y por su apoyo durante todo este proceso de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

**Municipalidad de San
Miguel Petapa,
Guatemala**

En especial a la Dirección de Planificación por permitirme realizar mi EPS.

Mis amigos

Jhonattan Gonzalez, Henry Barrios, Alejandro Barrios, Carlos Acajabón, Rodrigo Castillo y Hector de la Cruz, por acompañarme en mi carrera y compartir buenos y malos momentos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de San Miguel Petapa	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Antecedentes históricos.....	2
1.1.3. Ubicación y localización.....	2
1.1.4. Límites, colindancias y extensión.....	3
1.1.5. Clima	4
1.1.6. Vías de acceso	5
1.1.7. Población	5
1.1.8. Servicios públicos existentes	5
1.1.9. División política.....	6
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura en San Miguel Petapa	6
1.2.1. Descripción y priorización de las necesidades en Villa Hermosa y El Frutal	7

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de muro de gavión en tramo carretero que comprende de el Frutal, zona 7 hacia zona 13 de San Miguel Petapa.....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Teoría de presión de suelos	9
2.1.3.	Ángulo de talud natural.....	9
2.1.3.1.	Cohesión	10
2.1.3.2.	Sobrecargas	10
2.1.3.3.	Empuje	10
2.1.4.	Teoría de empuje de tierras	11
2.1.4.1.	Teoría de Rankine del empuje de tierras	11
2.1.4.2.	Presión activa de tierra de Rankine.....	11
2.1.4.3.	Presión pasiva de tierra de Rankine.....	11
2.1.5.	Estructuras de contención	12
2.1.5.1.	Muros de contención de gravedad	12
2.1.5.2.	Muros de contención en voladizo	12
2.1.5.3.	Muros de contención con contrafuertes	13
2.1.5.4.	Muros de mampostería	13
2.1.5.5.	Gaviones	13
2.1.6.	Descripción de los gaviones.....	14
2.1.7.	Características de los gaviones.....	14
2.1.8.	Tipos de gaviones	16
2.1.9.	Características técnicas	17
2.1.10.	Drenaje en muros de gavión	18
2.1.11.	Estudio de suelos	20
2.1.11.1.	Ensayo de compresión triaxial.....	21

	2.1.11.2.	Determinación del valor soporte del suelo	23
2.1.12.		Diseño de muro de gaviones	26
	2.1.12.1.	Parámetros de diseño.....	27
	2.1.12.2.	Dimensionamiento	29
	2.1.12.3.	Revisión de la estabilidad	31
	2.1.12.4.	Diseño del armado de muro de gavión	35
	2.1.12.5.	Drenaje	47
2.2.		Diseño de tramo carretero comprendido desde villa hermosa I, zona 7 hacia el frutal, zona 7 y desde el Frutal, zona 7 hacia zona 13, San Miguel Petapa	47
	2.2.1.	Descripción del proyecto	48
	2.2.2.	Ubicación geográfica del proyecto.....	48
	2.2.3.	Levantamiento topográfico	48
	2.2.3.1.	Altimetría.....	49
	2.2.3.2.	Planimetría.....	49
	2.2.4.	Definición de pavimentos.....	49
	2.2.4.1.	Pavimentos flexibles	50
	2.2.4.2.	Pavimentos rígidos	50
	2.2.5.	Resultados de ensayos de suelos	51
	2.2.5.1.	Ensayo de Límite de Atterberg	51
		2.2.5.1.1. Límite líquido	51
		2.2.5.1.2. Límite plástico.....	52
		2.2.5.1.3. Índice de plasticidad	52
	2.2.5.2.	Ensayo de compactación Proctor	53
	2.2.5.3.	Ensayo de capacidad soporte del suelo (CBR).....	53

	2.2.5.3.1.	Ensayo de granulometría	54
	2.2.5.4.	Resultados de ensayos de laboratorio	55
2.2.6.		Diseño geométrico	55
	2.2.6.1.	Alineamiento horizontal	56
	2.2.6.1.1.	Diseño de localización ..	56
	2.2.6.1.2.	Diseño de curvas horizontales.....	56
	2.2.6.1.3.	Curvas de transición	59
	2.2.6.1.4.	Peralte (e)	60
	2.2.6.1.5.	Sobreechancho (Sa)	61
	2.2.6.1.6.	Corrimiento.....	62
	2.2.6.2.	Alineamiento vertical	62
	2.2.6.2.1.	Diseño de subrasante ...	62
	2.2.6.2.2.	Pendientes	63
	2.2.6.2.3.	Diseño de curvas verticales	63
	2.2.6.2.4.	Correcciones y subrasante corregida	66
2.2.7.		Movimiento de tierras	67
	2.2.7.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales	67
	2.2.7.2.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	68
	2.2.7.3.	Balance y diagrama de masa	75
2.2.8.		Estructura de pavimento.....	78
	2.2.8.1.	Capa subrasante	78
	2.2.8.2.	Capa sub base	79

	2.2.8.3.	Base	80
	2.2.8.4.	Capa de rodadura.....	81
2.2.9.		Diseño de pavimento rígido	81
	2.2.9.1.	Determinación de tránsito promedio diario (TPD)	81
	2.2.9.1.1.	Módulo de ruptura del concreto.....	82
	2.2.9.1.2.	Módulo de reacción del suelo.....	83
	2.2.9.1.3.	Tráfico de cargas de diseño	83
	2.2.9.2.	Método PCA (Portland Cement Association)	84
	2.2.9.3.	Diseño de juntas	89
	2.2.9.4.	Diseño de mezcla	91
2.2.10.		Drenajes	96
	2.2.10.1.	Consideraciones hidrológicas y cuenca	96
	2.2.10.2.	Cálculo de caudal por método racional	98
	2.2.10.3.	Diseño de drenaje transversal	101
	2.2.10.4.	Diseño de drenaje longitudinal.....	102
	2.2.10.4.1.	Cunetas	102
	2.2.10.4.2.	Bordillos y rejillas.....	105
2.3.		Planos.....	107
2.4.		Presupuesto	108
	2.4.1.	Integración precios unitarios	108
	2.4.2.	Resumen de presupuesto.....	110
2.5.		Cronograma de ejecución.....	111

2.6. Evaluación de impacto ambiental.....	113
CONCLUSIONES.....	125
RECOMENDACIONES	127
REFERENCIAS	129
APÉNDICE	133
ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala	3
2.	Envolvente de Mohr	22
3.	Fuerzas aplicadas al muro de gavión	30
4.	Tipos de rotura en muros de gaviones	31
5.	Verificación por deslizamiento	33
6.	Verificación por volteo	34
7.	Ejemplo de diseño de muro	37
8.	Diseño de la canasta	42
9.	Diseño del colchón	42
10.	Abertura de malla	44
11.	Sección de muro de gaviones	46
12.	Dimensiones de muro de gaviones	46
13.	Tipos de pavimentos	50
14.	Diferentes tipos de secciones transversales	69
15.	Diagrama de masas de la est. 0+000 a la est. 1+480.00	77
16.	Diagrama de masas de la est. 0+000 a la est. 1+500.00	77
17.	Determinación de la reacción K por medio del C.B.R	86
18.	Mapa de la cuenca del río María Linda	97
19.	Mapa de la micro cuenca Río Platanitos	98
20.	Curvas IDF típicas de la estación climática INSIVUMEH	99

TABLAS

I.	Datos climáticos anuales municipio de San Miguel Petapa	4
II.	Valores del coeficiente de empuje pasivo y ángulo de fricción interna ...	25
III.	Valor soporte permisible, según tipos de suelo	26
IV.	Peso específico de suelos	35
V.	Materiales para relleno de gaviones	36
VI.	Diámetros recomendados para gaviones tipo caja	45
VII.	Elementos de Curva del tramo carretero	59
VIII.	Valores K para curvas verticales	64
IX.	Valores de las curvas verticales de los tramos carreteros	67
X.	Relación de taludes para corte y relleno.....	68
XI.	Tabla de movimiento de tierras tramo de Villa Hermosa I hacia El Frutal, San Miguel Petapa	72
XII.	Tabla de movimiento de tierras tramo de El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa.....	73
XIII.	Tipos de suelo de subrasante y valores aproximados del módulo de reacción K.....	83
XIV.	Porcentaje anual de crecimiento de tráfico	84
XV.	Clasificación de calles según TPD y TPDC	85
XVI.	Tipos de suelos de sub-rasantes y valores aproximados de K.....	87
XVII.	Valores de K para diseño sobre bases granulares (PCA).....	88
XXVIII.	TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimento con juntas de trabe por agregado	88
XIX.	Pendiente transversal según tipo de superficie	91
XX.	Asentamientos recomendados	92
XXI.	Relación asentamiento – agua	93
XXII.	Relación agua/cemento	93
XXIII.	Porcentaje de agregado para la mezcla de concreto.....	94

XXIV.	Diseño de mezcla.....	96
XXV.	Valores de coeficiente de escorrentía	100
XXVI.	Integración de precios unitarios	109
XXVII.	Resumen general de presupuesto de proyecto Muro de Gavión	110
XXVIII.	Resumen general de presupuesto de proyecto diseño de tramo carretero.....	111
XXIX.	Cronograma de ejecución para proyecto muro de gavión.....	112
XXX.	Cronograma de ejecución para proyecto Diseño de tramo carretero...	112
XXXI.	Estudio ambiental inicial - muro de gavión	114
XXXII.	Estudio ambiental inicial- Diseo de tramo carretero	119

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura del muro
Ø	Ángulo de fricción interna y Diámetro
Φ	Ángulo de fricción último
φ	Ángulo interno del suelo
A	Área
B	Base de la zapata
Q	Caudal
cm	Centímetro
C	Coefficiente de escorrentía
K_{py}	Coefficiente de empuje activo
n	Coefficiente de rugosidad
Fd	Coefficiente de seguridad por deslizamiento
Ft	Coefficiente de seguridad contra el vuelco
Cu	Cohesión
CT	Cota de terreno
cot	Cotagente del ángulo
cos	Coseno del ángulo
CM	Cuerda máxima
Δ	Deflexión
D	Diámetro de tubería y Duración
DH	Distancia horizontal

Ead	Empuje activo
Epd	Empuje pasivo
$\Delta\sigma$	Esfuerzo desviador
q_o	Esfuerzo límite
E	External
Nc	Factor de carga última
Nq	Factor de flujo de carga
Nv	Factor del flujo del suelo
Ka	Factor presión activa
Fs	Factor de seguridad
Tr	Frecuencia
FH	Fuerza horizontal en la base
G	Grado de curvatura
=	Igual a
I	Intensidad de lluvia
Z	Inverso de la pendiente transversal
Kg/m³	Kilogramos sobre metro cúbico
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
L	Longitud de tubería y muro
Lb/p³	Libra sobre pie cúbico
m	Metro
m²	Mmetro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo

msnm	Metro sobre el nivel del mar
K	Módulo de reacción
MR	Módulo de ruptura del concreto
MEa	Momento de empuje activo
MEp	Momento de empuje pasivo
Mv	Momento de volteo
Mp	Momento pasivo
Mr	Momento resistente
N	Newtons
Π	Número de pi
OM	Ordenada media
S	Pendiente
P	Perímetro mojado
γ_s	Peso específico del suelo
W	Peso total del muro
PVC	Policloruro de vinilo
t	Posición de la resultante
Pa	Presión activa
Pb	Presión sobrecarga
Pw	Presión sobre el suelo
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical
PT	Principio de tangente
PTV	Principio de tangente vertical
Y	Profundidad
PI	Punto de intersección

PIV	Punto de intersección vertical
M	Punto medio u ordenada media
rad	Radianes
R	Radio y resistencia por fricción
Rh	Radio hidráulico
Td	Resistencia de la base de la estructura
Sa	Sobreancho
St	Subtangente
Tan	Tangente del ángulo
Ton/m²	Tonelada sobre metro cuadrado
Vs	Valor soporte
V	Velocidad

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes).
Agua pluvial	Agua de lluvia de precipitación natural.
Altimetría	Rama de topografía que estudia los métodos para medición de altura.
Ángulo de talud natural	Pendiente máxima de un terreno sin que se produzca un deslizamiento.
Asentamiento	Indicador que ayuda a determinar si la cantidad de agua en la mezcla es apropiada.
AutoCAD	Software de diseño, dibujo, modelado, dibujo arquitectónico e ingeniería 2D y 3D.
Base de zapata	Tipo de cimiento superficial que tiene como finalidad sostener la construcción y anclarla al terreno.
Bordillo	Unidad prefabricada de concreto utilizada para delimitar zonas.
Capa de rodadura	Capa que sufre directamente la carga vehicular.

Capa Sub-base	Capa del pavimento que se encarga de soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito.
CBR	Californian Bering Radio (Valor soporte california).
Cemento	Material inorgánico finamente pulverizado, que, al adicionarle agua, tiene propiedad de fraguar y endurecerse.
Clasificación: P.R.A.	También conocido como clasificación AASHTO.
Clasificación: S.C.U	Sistema Unificado de Suelos.
Comodidad	Se refiere a cuando el vehículo transita sobre la carretera, y esta sea adecuada y evite los cambios bruscos de pendiente.
Compactación Proctor	Procedimiento utilizado para el análisis de suelos.
Cuenca	Área definida topográficamente, drenada por un curso de agua que dispone de una única salida.
Diagrama de masas	Volumen de material por la distancia que se desplaza durante la construcción.
Drenaje	Obras consideradas para recolectar y drenar agua pluvial de forma natural o artificial.

Escorrentía	Agua excedente de las precipitaciones, que se mueve sobre el suelo libremente.
Evaporación promedio	Se presenta cuando el agua es convertida en vapor.
Método PCA	Portland Cement Association (Asociación del cemento Portland).
Módulo K	Módulo de reacción de subrasante.
Octas	Unidad de medida empleada en la nubosidad.
Pavimento	Capa lisa dura y resistente de asfalto, concreto u otros materiales que recubren el suelo para que sea firme.
Plasticidad	Capacidad de un material de deformarse y recuperar su forma.
Precipitación acumulada	Agua agregada al terreno en forma de líquido, sólido (nieve y/o granizo) y vapor.
Subrasante	Capa que brinda apoyo a la estructura del pavimento.
Talud	Inclinación de un muro o terreno.
Topografía	Técnica que ayuda a medir la superficie de la tierra, registrando sus contornos de elevación.

TPD	Tránsito promedio diario.
TPDC	Tránsito promedio diario de camiones.
Valor soporte del suelo	Capacidad del suelo de soportar una carga, sin que se produzcan fallas dentro de su masa.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene una propuesta para el diseño de pavimentación de la calle secundaria que conecta Villa Hermosa I con El Frutal y El Frutal con la zona 13 de San Miguel de Petapa, el segundo tramo cuenta con muro de gaviones para darle estabilidad ya que colinda con el río Platanitos, el objetivo de este diseño es mejorar las condiciones de las calles del municipio de San Miguel Petapa.

El trabajo de graduación consta de dos capítulos, el capítulo I brinda la información monográfica, socioeconómica, necesidades de infraestructura y servicios básicos del municipio de San Miguel Petapa. En el capítulo II se describe el servicio técnico profesional el cual presenta el diseño del muro de gaviones de 200 metros de largo y 4 metros de altura, el cual será de utilidad para darle estabilidad al tramo que comprende de El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa.

El capítulo II continua con el estudio, diseño y planificación para la pavimentación del tramo que comprende de Villa Hermosa I hacia El Frutal que cuenta con 1,497.74 metros y el tramo que comprende de El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa que cuenta con 1,517.89 metros, estos tramos fueron diseñados con pavimento rígido de 15 cm de espesor y una sección típica de 3,00 por cada carril ya que son 2 carriles.

OBJETIVOS

General

Diseñar el muro de gaviones y pavimentación del tramo que comprende de Villa Hermosa I hacia El Frutal y el tramo que comprende de El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa, Guatemala.

Específicos

1. Realizar la monografía del municipio de San Miguel Petapa.
2. Diseñar el muro de gaviones aplicando los principios de la teoría de presión de suelos.
3. Elaborar y diseñar la planificación de la pavimentación de los tramos carreteros por medio del método simplificado del PCA (Portland Cement Association) que se basa en las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos.
4. Elaborar planos, presupuesto, cronograma de ejecución y evaluación de impacto ambiental para cada uno de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

Para el diseño de muro de gaviones y pavimentación de los tramos carreteros se realizó un proceso el cual contempla una investigación de las costumbres, aspectos económicos, aspectos sociales y necesidades de la población del municipio de San Miguel Petapa. Se determinó en conjunto con las autoridades municipales las necesidades del municipio lo cual llevó a definir los proyectos.

Para el diseño del muro de gaviones fue necesaria información del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), con la cual se verificó la altura máxima del río Platanitos en la época de invierno y durante la temporada de huracanes para poder determinar la altura del muro y mediante la teoría de presión de suelos se determinó si el diseño fue óptimo para las necesidades requeridas.

Para el diseño de pavimentación se realizó un levantamiento topográfico el cual por medio de la altimetría y planimetría obtuvo la longitud de los tramos, por medio de una investigación sobre las vías de acceso del municipio y estudios de laboratorio a la muestra de suelo donde se va a implementar el diseño se obtuvo información para proveer los parámetros necesarios para una carpeta de rodadura que cumpla con los requisitos de la Dirección General de Caminos y sea útil para las necesidades de la población.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Miguel Petapa

En la monografía del municipio de San Miguel Petapa se encuentran aspectos generales, antecedentes históricos, entre otros.

1.1.1. Aspectos generales

San Miguel Petapa estaba compuesta originalmente por una población indígena de descendencia Poqomam, situación que se ve reflejada en su nombre, que significa lugar de esteras o petates según Edmundo Gracias. Thomas Cage lo señala como una palabra compuesta de pet que significa estera y thap que quiere decir agua, surgiendo el nombre de estera de agua o cama de agua. Según Francisco Rubio es una palabra de origen náguatl, que significa lugar de esteras y petates, coincidiendo con el primero. En los idiomas además del español, se hablan Poqomam y Poqomchi´.

San Miguel Petapa es uno de los diecisiete municipios del departamento de Guatemala, se encuentra a una altura de 1,285 msnm, su clima es templado.

Según el censo realizado por el INE (2018), “la población era de 135,447 habitantes, en donde el 6.9 % en área rural, y un 93.1 % en el área urbana, con un porcentaje de 6.3 % de población indígena” (p. 86).

1.1.2. Antecedentes históricos

El municipio de San Miguel Petapa es uno de los poblados más antiguos, de origen prehispánico y con ascendencia Kaqchikel, en la rama de los Petapas.

En este municipio la vida se desarrolla desde el periodo colonial 1524 hasta 1762, teniendo su primer asentamiento donde actualmente se ubica el municipio de Villa Canales, debido a la fuerte época de lluvia en 1762 fue destruida obligando buscar una nueva localización, es hasta el 1855 cuando el municipio logra ubicarse donde se encuentra hasta el día de hoy, el cual está conformado por diferentes aldeas y caseríos.

La fiesta patronal que hace el municipio se hace en honor al Santo Patrono, San Miguel Arcángel, ésta es concurrida por personas de la capital y en esta se presencian danzas folklóricas como La Conquista y Partideños.

Algunos de los personajes célebres del municipio son Fray Pedro de Angulo y Fray Tomás de San Juan, Fray Mathias de Paz, Fray Lopa de Montoya, Fray Andrés del Valle y Fray Domingo de Ascon. San Miguel Petapa cuenta con dos días festivos, uno que se celebra el 29 de septiembre dedicado a San Miguel Arcángel y el otro se celebra en conmemoración a la Virgen del Rosario durante el mes de febrero.

1.1.3. Ubicación y localización

El municipio de San Miguel Petapa se encuentra ubicado en la parte sur del departamento de Guatemala, en la Región Metropolitana. Se localiza en la latitud 14°30'06" y en la longitud 90°33'37". Se encuentra a una altura de 1,285

metros sobre el nivel del mar y se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala**



Fuente: Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala 2020-2032*.

1.1.4. Límites, colindancias y extensión

San Miguel Petapa limita al norte con el municipio de Guatemala, al oeste con el municipio de Villa Nueva; al suroeste con el Lago de Amatitlán; al sur, este y sureste con el municipio de Villa Canales; todos estos municipios pertenecen al departamento de Guatemala. Cuenta con una extensión territorial de 24.64 kilómetros cuadrados, según el plan de desarrollo municipal de 2020.

1.1.5. Clima

En el municipio de San Miguel Petapa durante gran parte del año se marcan dos estaciones, la primera temporada es la seca o de verano la cual es mayormente despejada y presenta temperaturas de 20-28 grados centígrados, y la estación lluviosa o invierno, esta se presenta durante los meses de mayo a octubre y se hace presente con fuertes lluvias; los siguientes datos fueron determinados por la estación meteorológica más cercana proporcionada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), obteniendo los siguientes parámetros anuales:

Tabla I. **Datos climáticos anuales municipio de San Miguel Petapa**

Descripción	Datos	Dimensional
Altitud	1,670	Metros sobre nivel del mar
Temperatura media	20.2	Grados centígrados
Temperatura máxima	25.9	Grados centígrados
Temperatura mínima	15.3	Grados centígrados
Temperatura máxima absoluta	30.8	Grados centígrados
Temperatura mínima absoluta	9.8	Grados centígrados
Precipitación acumulada	1,079.5	Milímetros
Humedad relativa promedio	76 %	
Velocidad promedio del viento	10.20	Kilómetros por hora
Evaporación promedio	4.3	Milímetros
Nubosidad promedio	6	Octas
Presión atmosférica	640	Milímetros de mercurio

Fuente: Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala 2020-2032.*

1.1.6. Vías de acceso

Existen tres accesos para llegar al municipio de San Miguel Petapa: desde el Trébol ciudad de Guatemala, RD GUA-14 conocida como la Av. Petapa; por la carretera RD GUA-1 que conecta con Villa Canales; CA-9 Sur pasando por Villa Nueva luego RD GUA-2 para llegar a la cabecera del municipio.

1.1.7. Población

“La tasa de crecimiento del municipio de San Miguel Petapa es de 0.04 %” (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala, 2020, p. 33).

Utilizando el método geométrico para el cálculo de población se proyecta que, para 2020 existen 221,608 habitantes en el municipio de San Miguel Petapa.

1.1.8. Servicios públicos existentes

En el municipio de San Miguel Petapa se cuenta con los siguientes servicios públicos: agua potable, energía eléctrica, drenajes, comunicación, centros educativos públicos y privados desde el nivel de párvulos hasta diversificado, centros de salud, transporte urbano y extra urbano, centros recreativos, canchas polideportivas, estadio, servicios funerarios, cementerio, bancos, mercados y súper mercados, estación de bomberos, estación de policía, estación de policía municipal de tránsito, ministerio público, iglesias y templos.

1.1.9. División política

Según la base de datos de la Dirección Municipal de Planificación del año 2020 en el municipio se reconoce oficialmente 69 lugares con población, los cuales se dividen de la siguiente forma: 53 colonias, 4 caseríos, 4 fincas, 2 asentamientos, 2 condominios, 1 residencial, 1 aldea, 1 paraje y 1 pueblo. El municipio de San Miguel Petapa tiene una extensión territorial de 20,14 kilómetros cuadrados y es el municipio más reducido del departamento de Guatemala.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura en San Miguel Petapa

El municipio de San Miguel Petapa es un municipio considerado urbano, debido a la cantidad de servicios públicos y básicos que posee y al ser colindante con la ciudad de Guatemala, aun así, presenta lugares en los cuales los servicios públicos y la infraestructura son carentes y no puede solventar las necesidades básicas de los habitantes.

En la actualidad existen comunidades las cuales carecen de servicios públicos y básicos e infraestructura para poder cumplir con la demanda de sus pobladores y esto se debe a que existe crecimiento poblacional y los pobladores buscan asentarse en lugares disponibles los cuales no son aptos para vivir y carecen de este tipo de servicios e infraestructura. Entre las necesidades con mayor demanda en la población se encuentran carreteras, sistema de drenaje, sistemas de agua potable, escuelas, centros de salud, centros recreativos.

1.2.1. Descripción y priorización de las necesidades en Villa Hermosa y El Frutal

El sector de Villa Hermosa y El Frutal son colindantes por lo cual las necesidades de cada uno de ellos son las mismas o parecidas y para esto se realizó un análisis el cual determinó que la necesidad con mayor prioridad es la construcción de un tramo carretero que pueda comunicar a los pobladores de estas zonas con las vías de acceso hacia la ciudad de Guatemala y con el casco urbano, esto debido a que carecen del mismo y necesitan comunicarse con el casco urbano para poder aumentar la productividad del sector.

El proyecto que se realizará es el diseño de muro de gavión y tramo carretero desde Villa Hermosa I hacia zona 7 y desde zona 7 hacia zona 13 de San Miguel Petapa. Existen factores que inciden en la prioridad de implementación de este proyecto, los cuales son los siguientes:

- Estas dos zonas se encuentran interconectados por el Boulevard El Frutal, el cual tiene un gran porcentaje de tránsito vehicular, por lo que se busca conectar estas dos zonas con la implementación del tramo carretero y así poder evitar el tráfico del sector.
- Las zonas poseen carreteras de terracería por las cuales solo unos pocos vehículos las transitan y esto debido que no cuentan con la debida pavimentación y la falta de seguridad, por lo que se debe de diseñar un tramo carretero que cumpla con los criterios de diseño y pavimentación y brinde seguridad los usuarios.
- La mayoría de las vías de comunicación hacia el municipio de San Miguel Petapa o hacia la ciudad de Guatemala han alcanzado su período de

diseño por lo cual han incrementado los problemas de funcionamiento y se genera tránsito vehicular a cualquier hora del día.

- La necesidad de tener una vía de comunicación que ayude a disminuir el tránsito vehicular del sector y que al mismo tiempo comunique con el casco urbano, con la ciudad de Guatemala y con los municipios colindantes.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de muro de gavión en tramo carretero que comprende de el Frutal, zona 7 hacia zona 13 de San Miguel Petapa

El presente diseño es para un muro de contención el cual plantea la utilización de gaviones, estos se utilizan para proteger y estabilizar el talud del tramo carretero. Se debe de estabilizar el talud del tramo carretero que va desde El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa.

2.1.1. Descripción del proyecto

El diseño consiste en un muro de gaviones de 200 metros lineales de longitud con una altura de 4 metros paralelo al río Platanitos al cual se le realizará dragado de 1 metro de altura y así evitar el socavamiento por el flujo del río y la erosión del suelo.

2.1.2. Teoría de presión de suelos

El objetivo de realizar el cálculo de todas las fuerzas a las cuales será sometido el muro de gaviones es conocer las presiones ejercidas por el suelo sobre la superficie del muro.

2.1.3. Ángulo de talud natural

Es el ángulo límite bajo el cual la componente del peso de una partícula de suelo, carentes de cohesión, es igual a la resistencia al rozamiento que la

equilibra. Es decir, el rozamiento o fricción entre las partículas es suficiente para impedir que las mismas rueden unas sobre otras. Se designa con la letra griega ϕ (Φ).

2.1.3.1. Cohesión

Es la fuerza interior que actúa entre las partículas de suelo, evitando que rueden libremente unas sobre otras, es decir es la fuerza que les da coherencia. En la realidad no existen suelos perfectamente incoherentes, aunque las teorías para calcular el empuje asumen masas de tierra sin cohesión tratando de emular el caso más crítico, puesto que mientras más cohesivo sea el suelo este producirá menos empuje.

2.1.3.2. Sobrecargas

Se dice que existen sobrecargas, cuando sobre el terreno del muro actúan cargas adicionales. Estas sobrecargas provocan presiones adicionales sobre el muro, las cuales deben ser previstas reemplazando el peso de la carga por una sobrecarga equivalente de relleno.

2.1.3.3. Empuje

Se denomina empuje a la acción que ejerce el suelo sobre el muro. Los empujes pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Empuje activo: es el empuje que realiza la tierra que está siendo retenida por el muro.

- Empuje pasivo: el empuje pasivo contrarresta la acción del empuje activo y es producido por el terreno que absorbe la acción producida por la estructura del muro.

2.1.4. Teoría de empuje de tierras

La presión o empuje que ejerce un relleno de tierra contra un muro de contención puede calcularse a través de diferentes teorías, diagramas o reglas que tengan una base en parte empírica y en parte teórica.

2.1.4.1. Teoría de Rankine del empuje de tierras

La teoría de Rankine parte del estudio de un depósito idealizado de arena seca sin cohesión y de superficie superior horizontal. La arena se prolonga hasta el infinito en direcciones horizontales y a profundidad también infinita

2.1.4.2. Presión activa de tierra de Rankine

Una masa de suelo entra en un estado de equilibrio plástico activo cuando el material experimenta una expansión en dirección horizontal, disminuyendo el esfuerzo horizontal y permaneciendo constante el esfuerzo vertical. La disminución en la presión horizontal es tal que se plastifica la masa de suelo.

2.1.4.3. Presión pasiva de tierra de Rankine

Una masa de suelo entra en un estado de equilibrio plástico pasivo cuando el material experimenta una compresión en dirección horizontal, aumentando el esfuerzo horizontal y permaneciendo constante el esfuerzo vertical. El aumento en la presión horizontal es tal que se plastifica la masa de suelo.

2.1.5. Estructuras de contención

Estructura cuya misión es soportar adecuadamente las acciones provenientes del terreno y del exterior, motivadas por el hecho de que el suelo no tiene entidad propia para facilitar el cambio de nivel tan bruscamente como se desea.

2.1.5.1. Muros de contención de gravedad

Estos se construyen de concreto simple o con mampostería. Dependen de su peso propio y del suelo que descansa sobre su estructura, para su estabilidad.

En muchos casos una pequeña cantidad de acero se usa para la construcción de muros de gravedad, minimizando así el tamaño de las secciones del muro. A este tipo de muros se les conoce como muros de semigravedad. La construcción de este tipo de muros no es una opción económica cuando se tienen taludes muy altos.

2.1.5.2. Muros de contención en voladizo

Están hechos de concreto reforzado y constan de un tallo delgado y una losa de base. La estructura vertical soportada sobre la base horizontal actúa como una viga horizontal en voladizo para resistir el empuje de la tierra. Este tipo de construcción es económica hasta una altura de 8 metros.

2.1.5.3. Muros de contención con contrafuertes

Estos son similares a los muros en voladizo. Sin embargo, a intervalos regulares estos tipos de muros tienen losas delgadas de concreto conocidas como contrafuertes; las cuales conectan entre sí el muro con la losa de la base.

El propósito de los contrafuertes es reducir la fuerza cortante y los momentos flexionantes a los que el muro es sometido.

2.1.5.4. Muros de mampostería

Son muros generalmente construidos de bloques de concreto y tienen columnas a cada cierta distancia. Dentro de cada bloque se funden pines de acero que ayudan a contrarrestar la fuerza de empuje sobre el muro.

Tienen la desventaja de ser costosos y de necesitar mano de obra especializada para su construcción.

2.1.5.5. Gaviones

Son elementos modulares con formas variadas, confeccionados a partir de redes generalmente metálicas que, llenados con piedras de tamaño adecuado, forman estructuras destinadas a la solución de problemas geotécnicos, hidráulicos y de control de erosión. El montaje y el llenado de estos elementos pueden ser realizados manualmente o con equipo mecánico común.

Estas soluciones son extremadamente ventajosas, desde el punto de vista estructural, técnico y económico, pues poseen un conjunto de características funcionales que no existen en otros tipos de estructuras.

Para que funcione la estructura monolíticamente se deben unir los gaviones entre sí, a través de costuras con el mismo tipo de red o malla utilizada para armar el gavión.

2.1.6. Descripción de los gaviones

Los muros de gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo en sus dos lados constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos.

La erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden; ya que el material sólido que se desprende en las partes media y alta de la cuenca provoca el azolvamiento de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicaciones que existe en la parte baja.

2.1.7. Características de los gaviones

Los gaviones, son estructuras muy utilizadas con las características físicas y mecánicas necesarias para controlar los problemas de deslizamiento y erosión de suelos ante diferentes condiciones.

- **Monolíticas:** todos los elementos que forman las estructuras en gaviones son unidos entre sí a través de amarres ejecutado a lo largo de todas las aristas en contacto. El resultado es un bloque homogéneo que tiene las mismas características de resistencia en cualquier punto de la estructura.
- **Resistentes:** la malla proporciona una distribución más uniforme de los esfuerzos a los que está sometido y tiene resistencia nominal a la tensión.

- Durables: para garantizar mayor durabilidad, los alambres reciben revestimientos especiales para evitar su corrosión. Estos revestimientos, aplicados a los alambres que forman las mallas de los gaviones, garantizan que el deterioro de la estructura será extremadamente lento y con efectos menos graves de lo que registra cualquier otro tipo de solución, aun cuando sean usadas en ambientes agresivos, en estas condiciones la vida útil del revestimiento supera los 50 años.
- Flexibles: estas estructuras permiten las deformaciones y movimientos del terreno sin perder su estabilidad y eficiencia. Debido a su flexibilidad es el único tipo de estructura que no requiere cimentaciones profundas aun cuando sean construidos sobre suelos con baja capacidad de soporte.
- Permeables: los gaviones son sistemas permeables y autodrenantes, aliviando por completo el empuje hidrostático sobre la estructura. Es necesario comentar que los problemas con drenajes son la causa más común de inestabilidad de estructuras de contención.
- De bajo impacto ambiental: actualmente las obras de ingeniería de infraestructura deben causar el menor impacto posible al medio ambiente necesitando la aprobación. Durante su construcción y a lo largo de la vida útil de la obra la estructura se adapta muy bien al medio, debido a su composición no interpone una barrera impermeable para las aguas de infiltración y percolación, las líneas de flujo hidráulica no son alteradas y el impacto para la flora y fauna local es el mínimo posible.
- Prácticas y versátiles: presentan extremada facilidad constructiva ya que los materiales utilizados son económicos y fácil de conseguir: malla, piedra y tablas (para encofrado). Y mano de obra necesaria para el montaje y

llenado de los elementos, está formada básicamente por peones (ayudantes), dirigidos por un maestro de obras. Pueden ser construidas sobre cualquier condición ambiental, con o sin equipamiento mecánico aun en lugares de difícil acceso.

- Económicas: cuando son comparadas a otros tipos de soluciones, con las mismas resistencias estructurales, presentan costos directos e indirectos más económicos. Pudiéndose construir en etapas.

2.1.8. Tipos de gaviones

Según su geometría existen tres tipos de gaviones, tipo colchón, tipo saco y tipo caja. Cada tipo de gavión tiene diferentes usos y características las cuales depende de las condiciones topográficas, geométricas y físicas de cada proyecto a ejecutar.

- Tipo caja: los gaviones tipo caja son paralelepípedos regulares de diferentes dimensiones constituidos por una red de malla metálica tejida que forma la base, la tapa y las paredes frontales y traseras de la canasta del gavión las cuales son rellenas con material pétreo (piedra bola), con diámetro nunca inferior a la dimensión de la malla hexagonal.

Las dimensiones de los gaviones tipo caja son estandarizadas:

- La altura puede ser de 0.5 metros o 1 metro.
- El ancho es de 1 metro.
- El largo debe de ser múltiplo de 1 metro, varia de 1 metro a 4 metros.

- Tipo colchón: los gaviones tipo colchón son paralelepípedos regulares de gran área y pequeño espesor de diferentes dimensiones. Formado por dos elementos separados la base y la tapa construida por una red de malla metálica tejida y rellenos con material pétreo de tamaño y peso apropiado

Las dimensiones de los gaviones de tipo colchón son:

- La altura puede ser de 0.5 metros o 1 metro.
 - El ancho es de 2 metros.
 - El largo puede ser desde 3 metros a 6 metros.
- Tipo saco: utilizado principalmente en obras de emergencia o en lugares donde no es posible realizar una instalación en condiciones óptimas. A diferencia de los gaviones tipo caja o tipo colchón, los gaviones saco se arman fuera de la obra y con maquinaria pesada se colocan en su posición final.

Los gaviones que se utilizarán para este proyecto son los de tipo colchón y tipo caja, los de tipo colchón se construirán con el propósito de recuperar espacios de suelo que tienen contacto con el río y evitar la erosión del mismo, y los de tipo caja se utilizarán para construir el muro que dará protección y estabilidad al tramo carretero.

2.1.9. Características técnicas

Las características técnicas determinarán el uso, capacidad y durabilidad de los gaviones. Para que estos trabajen de manera adecuada, se deberá cumplir con los siguientes criterios.

- La tolerancia en las dimensiones de la abertura de la malla será de $\pm 5 \%$. Los diámetros de los alambres usados en la fabricación de los gaviones.
- Los alambres que se usan para la fabricación, armado e instalación de los gaviones deben de ser de acero de calidad SAE 1008, de acuerdo a las siguientes especificaciones:
 - La resistencia a la tracción debe de cumplir con la norma ASTM A 641.
 - Fuerza máxima de punción de la malla de 17 kN según la norma ASTM A 975.
 - Resistencia de la conexión en el borde de la malla de 18 kN/m según la norma ASTM A 975.
 - El recubrimiento utilizado es del tipo galvanización pesada o triple galvanizado, el cual proporciona protección contra la abrasión y la corrosión, cumpliendo las especificaciones de la norma ASTM A 641 Clase 3.
 - Los procedimientos y el sistema de producción están certificados según la norma ISO 9001.

Estas especificaciones técnicas están dadas por la empresa Macaferri (2021) en su folleto *Gavión Polimac™ tipo caja 100 en malla hexagonal de doble torsión con Polimac™” E-8.2.2-440 - rev. 03.*

2.1.10. Drenaje en muros de gavión

En comparación con otras obras de contención, los gaviones debido a su alta permeabilidad tienen una seguridad adicional en el caso de actuación de un empuje superior al del proyecto.

El muro de gaviones gracias a la flexibilidad de la construcción de la malla de alambre resiste la rotura y la separación. Son capaz de soportar el flujo del golpeteo y las corrientes de agua, contando con el recubrimiento reforzado para evitar la corrosión. Permiten el drenaje natural a la vez que minimiza la velocidad del agua y dispersa la presión sobre un área amplia.

Dados los diferentes tamaños de rocas que se van a utilizar para rellenar los gaviones, si solo se utilizan rocas grandes, el peso del gavión es menor que si se usa roca más pequeña, pero drenará fácilmente el agua que le llegue.

- Disipador de energía: es un elemento estructural secundario u obra de protección, cuando el agua corre por el cauce, vertedero y los canales, contiene gran cantidad de energía y mucho poder destructivo debido a las altas presiones y velocidades. Estas pueden causar erosión en el lecho del río, bases de los puentes, pie de la presa, o en las estructuras mismas de conducción, poniendo en peligro la estabilidad del puente y de las estructuras hidráulicas.

El manejo de las aguas en la zona de contacto de un muro con el terreno que está siendo retenido y que debe ser drenado, incluye procesos de captación a través de un medio filtrante y de conducción y evacuación a través de un medio drenante; procesos que deben darse antes de que el agua afecte el muro.

En ocasiones, el proceso de captación es llevado a cabo mediante el empleo de los materiales naturales disponibles en la zona de la obra, siempre y cuando cumplan con algunas características particulares que serán referenciadas posteriormente; sin embargo, es posible optimizar esta acción con el empleo de materiales sintéticos diseñados para tal fin como los Geotextiles.

- Geotextil: es un material textil polimérico, sintético y permeable que tiene aplicación Geotécnica y/o Hidráulica en diferentes obras civiles. Según su método de fabricación, los Geotextiles se clasifican en Tejidos y No Tejidos, siendo los primeros, aquellos que están formados por hilos entrecruzados en una máquina de tejer, mientras que los segundos están formados por fibras superpuestas en forma laminar ligadas mecánica, térmica o químicamente.

Frecuentemente son utilizados en obras de subdrenaje para cumplir la función de filtración del suelo a proteger gracias a sus características de porosidad y permeabilidad que permiten el paso del fluido reteniendo las partículas de material en la interacción agua-suelo-Geotextil. Así mismo, tiene la función de drenaje de fluidos y gases en el plano del Geotextil, filtración impidiendo el lavado de partículas finas, protección de sistemas geotécnicos del deterioro por punzonamiento, rozamiento y otro tipo de esfuerzos durante la construcción de una obra y en su vida útil.

2.1.11. Estudio de suelos

Las características físicas y mecánicas de los suelos determinan el diseño del elemento, por lo que es necesario realizar estudios de suelos para poder determinar estos valores.

Para el diseño de muro de gavión se realizó el ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr.

2.1.11.1. Ensayo de compresión triaxial

El método más utilizado en los laboratorios de mecánicas de suelos para determinar la resistencia al corte es el ensayo de compresión triaxial. Además, es considerado el método más versátil y común en el estudio de la propiedad esfuerzo-deformación. Adicionalmente, el ensayo puede realizarse para medir características de consolidación y permeabilidad.

Se ensayan muestras cilíndricas dentro de una membrana delgada de caucho, colocándolas dentro de una celda triaxial con dos tapas rígidas y pistones arriba y debajo de la muestra. La celda se llena de un fluido especial al que se aplica una presión determinada sobre el fluido (σ_3), la cual se transmite por éste a la muestra. Los esfuerzos de cortante se generan cuando se aplican fuerzas de compresión verticales accionadas por el pistón. La presión de poros dentro de la muestra puede medirse a través de un pequeño tubo o bureta en contacto con la muestra. Para cada presión de confinamiento se obtiene el esfuerzo desviador ($\Delta\sigma$) que se requiere para hacer fallar la muestra.

El comportamiento esfuerzo, deformación es determinado por la presión de confinamiento, la historia de esfuerzos y otros factores. El ensayo también puede realizarse incrementando los esfuerzos radiales mientras se mantiene constante la fuerza axial.

Por medio de la prueba a compresión triaxial se puede llevar a cabo el estudio de la línea de resistencia intrínseca (envolvente de Mohr).

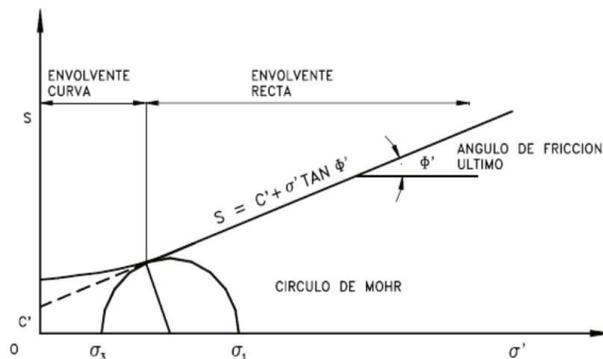
Es necesario establecer un criterio para decidir sobre el tipo de prueba que se empleará y las condiciones en que se deben preparar los especímenes, debido a que en la mayoría de los suelos es posible obtener una vasta variedad

de envolventes de Mohr, que dependen de las condiciones en que se desarrollen las pruebas. La probeta se preparará no consolidada y sin drenar.

- Circulo de Mohr, el círculo de Mohr se utiliza para representar o describir la resistencia al cortante de los suelos, utilizando la envolvente de falla Mohr–Coulomb, lo cual equivale a que una combinación crítica de esfuerzos se ha alcanzado. Los esfuerzos por encima de la envolvente de falla no pueden existir.

En la mayoría de los suelos, la envolvente de falla para niveles de esfuerzos pequeños no es recta sino curva y el error de asumirla como recta puede modificar sustancialmente los resultados de un análisis. En la realidad, no existe un ángulo de fricción para esfuerzos normales bajos y es preferible utilizar todos los valores de la envolvente. Sin embargo, los ensayos normales de resistencia al cortante no se realizan con suficientes puntos para determinar las características de la curva en el rango de esfuerzos bajos.

Figura 2. **Envolvente de Mohr**



Fuente: Aburto y Rodríguez. (2011). *Caracterización de la resistencia de un material de banco para su uso como relleno compactado*. Consultado el 15 de julio de 2022. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/466>.

El ensayo de compresión triaxial dio como resultado lo siguiente:

- Ángulo de fricción interna (ϕ)= 28.51°
- Cohesión (C_u) = 1.39 Ton/m²

Esta información se encuentra en la sección de anexos, resultados de ensayos de laboratorio, pagina 181.

2.1.11.2. Determinación del valor soporte del suelo

Con los datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial se procede a calcular el valor soporte del suelo.

- Esfuerzo límite:

El valor del esfuerzo límite, se determinó por medio de la fórmula del Dr. Karl Terzagui.

$$q_0 = 0,4 * \gamma_s * B * N_\gamma + 1,3 * C_u * N_c + \gamma_s * D * N_q$$

Donde:

γ_s = peso específico del suelo

B = base de la zapata

N_q = factor de flujo de carga

N_c = factor de carga última

N_γ = factor del flujo del suelo

Datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial.

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: arena limosa color café

Dimensión y tipo de la probeta: 2,5" x 5,0"

Ángulo de fricción interna (θ): 28,51°

Cohesión (C_u): 1,39 ton/m²

Peso específico (γ_s): 18,63 ton/m²

Se hace el cambio del ángulo de fricción interna de grados a radianes.

$$\theta_{rad} = \frac{\theta\pi}{180} = \frac{28,51 * \pi}{180} = 0,50$$

Se utilizan los siguientes factores de capacidad:

- Factor de flujo de carga (N_q)
- Factor de carga última (N_c)
- Factor de flujo de suelo (N_y)

Factor de flujo de carga (N_q):

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \theta_{rad}\right) \tan \phi}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_q = 4,40$$

Factor de carga última (N_c):

$$N_c = \cot \phi * (N_q - 1)$$

$$N_c = 6,26$$

Factor de flujo de suelo (N_y):

$$N_y = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{2 \cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$$

Donde:

K_{py} = coeficiente de empuje pasivo

Los valores de K_{py} se obtienen interpolando los distintos ángulos de fricción interna según la siguiente tabla.

Tabla II. **Valores del coeficiente de empuje pasivo y ángulo de fricción interna**

ϕ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
K_{py}	10.8	12.2	14.7	18.6	25	35	52	82	141	298	800

Fuente: Crespo. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*.

Realizando la interpolación el valor de K_{py} 46.95.

Por lo tanto, el valor de N_y es de:

$$N_y = 5.23$$

Determinar el esfuerzo límite:

$$q_0 = 0.4 * \gamma_s * B * N_y + 1.3 * C_u * N_c + \gamma_s * D * N_q$$

$$q_0 = 189.46 \text{ TON/m}^2$$

Determinar el valor soporte:

$$V_s = \frac{q_o}{F_s}$$

$$V_s = \frac{189,46 \text{ TON/m}^2}{4}$$

$$V_s = 47,37 \text{ TON/m}^2$$

El valor resultante se compara con los valores de la siguiente tabla, los cuales demuestran los valores soporte según el tipo de suelo que se va a utilizar.

Tabla III. **Valor soporte permisible, según tipos de suelo**

Tipo de Suelo	Ton/m ²
Suelos limosos (densidad media)	16
Suelos limosos (densos)	32
Suelos arcillosos (solidez media)	22
Suelos arcillosos (duros)	53
Arena fina (densa)	22-43
Suelos arenosos (densos)	32-64
Suelos gravillosos (compactados)	90
Roca agrietada o porosa	22-86
Roca intermedia	215
Roca regular	430
Roca sana	645

Fuente: Crespo. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*.

2.1.12. Diseño de muro de gaviones

Los muros de gaviones funcionan como muros de gravedad por lo cual su función principal es la de soportar los empujes laterales del terreno.

Al momento de diseñar muros de gaviones se debe de tomar en cuenta que son estructuras drenantes, por eso no es posible que se generen empujes a causa del agua, esta condición debe de verificarse en el lugar en el cual se va a realizar el proyecto de manera que se tenga garantía de que no existan elementos que permitan la acumulación de aguas tras el muro.

Para el análisis del diseño se debe de suponer una cierta geometría del muro y tomar en cuenta el peso específico de las rocas que se van a utilizar para rellenar los gaviones, el peso específico varía según el tipo de rocas que se van a utilizar, así como el grado de acomodo que se logre, lo cual depende de la habilidad del operador y de la forma de los bloques. Se debe de conocer la altura total que debe de tener el muro, tomando cuenta criterios de crecidas de ríos o altura específicas a las cuales se trabajará, y conocer el espacio disponible para la base.

Se debe de analizar cuidadosamente las características del suelo, ya que de ellas dependen los resultados del análisis y se debe de buscar que el suelo sea lo menos cohesivo posible.

Para el ángulo de fricción δ entre el suelo y la estructura, se puede adoptar el mismo valor del ángulo interno ϕ del suelo, pues la superficie de los gaviones es bastante rugosa. En caso de haber un filtro de geotextil entre el suelo contenido y el muro de gaviones el valor de δ debe de ser modificado, adoptándose normalmente $\delta=0,9\phi$ a $0,95\phi$.

2.1.12.1. Parámetros de diseño

El dimensionamiento para un muro consiste en la definición preliminar de su geometría y sus dimensiones mínimas a partir del cual se realiza el análisis de

estabilidad. El procedimiento inicial es por medio de tanteos para poder determinar la altura y el ancho del muro, por lo que se suponen unas dimensiones iniciales provisionales antes de poder investigar la estabilidad o la resistencia estructural.

Para los muros de gaviones se puede inferir que el predimensionamiento se puede definir a través de una relación entre la altura del muro y la base del mismo.

Para definir la base del muro se utiliza la siguiente fórmula:

$$B = \frac{1}{2}(1 + H)$$

Donde:

H = altura del muro

A partir de las dimensiones inicialmente definidas, se realiza un cálculo de estabilidad de la estructura, que dependiendo del tipo de muro puede ser tanto externa como interna. En función de los resultados obtenidos, se evalúa la necesidad de modificar algunas de las dimensiones, antes de obtener un proyecto satisfactorio y en especial optimizado desde el punto de vista técnico y económico.

Para iniciar un diseño de un muro de gaviones, además de las condiciones propias del lugar (topografía, geología, entre otros.), deben conocerse las características geotécnicas de los materiales en la zona para determinar los empujes y reacciones. Las principales características que deben evaluarse son el peso unitario del material a contener, la cohesión y el ángulo de fricción.

2.1.12.2. Dimensionamiento

Se describe el procedimiento para el dimensionamiento del muro de gavión.

- Tomando de referencia la geometría del problema, se predimensiona la base por medio de la siguiente ecuación:

$$B = \frac{1}{2}(1 + H)$$

Se propone una altura de 4 metros, esta altura está establecida por la información del INSIVUMEH, la cual indica que para el período de verano la profundidad del río es de 0.5 m y para el período de invierno la profundidad del río es de 1.5 - 2.5 m, por factor de seguridad se agrega un metro más de altura.

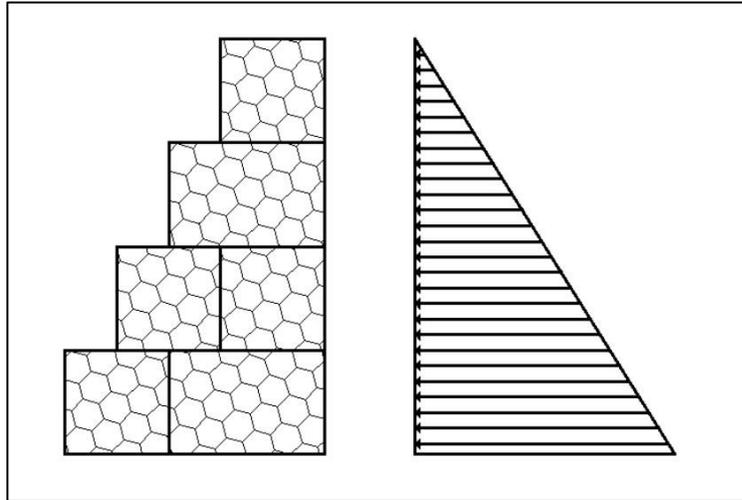
$$B = \frac{1}{2}(1 + 4) = 2.5 \text{ m}$$

- Verificar que las características de los materiales a utilizar cumplan con las propiedades mínimas requeridas.

Las características de cada uno de los materiales que conformará el muro de gaviones se encuentran descrito en el diseño de armado de muro de gavión.

- Calcular las cargas a las cuales está sometida la estructura.

Figura 3. **Fuerzas aplicadas al muro de gavión**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D 2019.

- Determinar cómo se va a disponer del uso de los gaviones.

Los gaviones que se utilizarán para este proyecto son los de tipo colchón y tipo caja, los de tipo colchón se construirán con el propósito de recuperar espacios de suelo que tienen contacto con el río y evitar la erosión del mismo, y los de tipo caja se utilizarán para construir el muro que dará protección y estabilidad al tramo carretero.

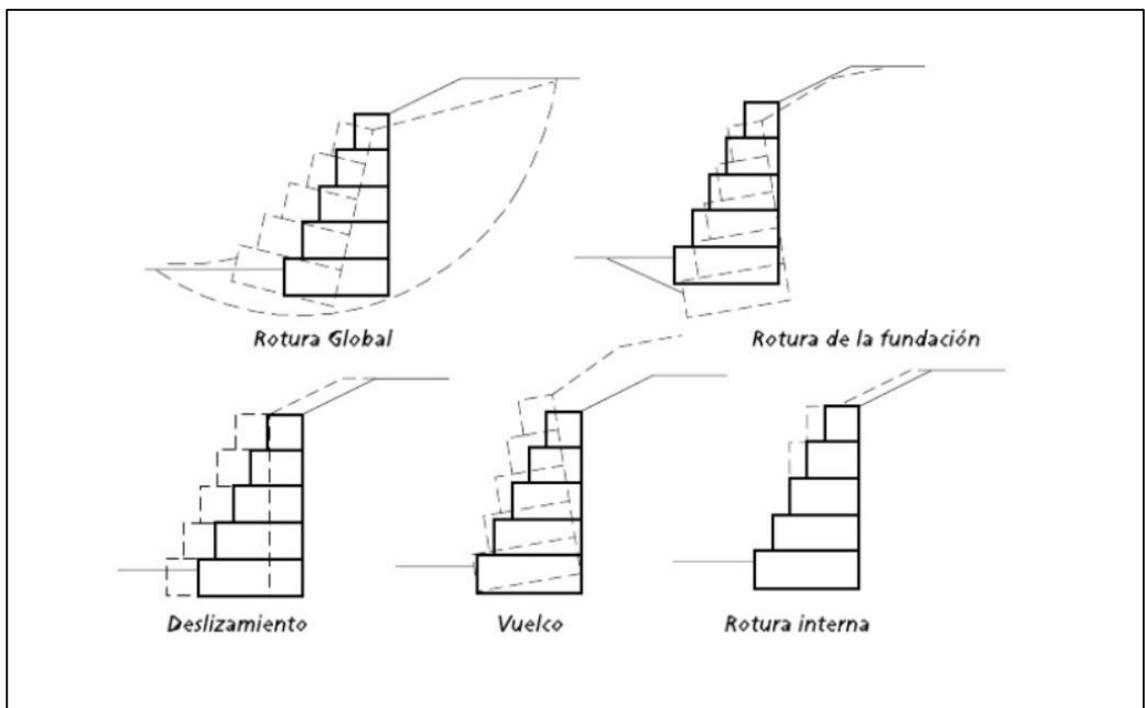
- Verificar la estabilidad del deslizamiento.
- Verificar la estabilidad del volcamiento.
- Verificación de tensiones máximas y admisibles.

La verificación de estabilidad por deslizamiento y volcamiento, así como la verificación de tensiones máximas admisibles se encuentra en la sección de revisión de estabilidad.

2.1.12.3. Revisión de la estabilidad

Para llevar a cabo la revisión de estabilidad del muro de gaviones es necesario conocer los diferentes tipos de rotura a los cuales está expuesto:

Figura 4. Tipos de rotura en muros de gaviones



Fuente: de Almeida. (2008). *Obras de contención: manual técnico*.

- Rotura global: deslizamiento a lo largo de una superficie de rotura que envuelve la estructura de contención.
- Rotura de la fundación: ocurre cuando las presiones aplicadas por la estructura sobre el suelo de fundación son superiores a su capacidad de carga.

- Deslizamiento: esto sucede cuando la resistencia al deslizamiento a lo largo de la base del muro, sumada al empuje pasivo disponible al frente de la estructura, es insuficiente para neutralizar el efecto del empuje activo actuante.
- Vuelco: ocurre cuando el momento estabilizante del peso propio del muro en relación al punto de vuelco es insuficiente para neutralizar el momento del empuje activo.
- Rotura interna: rotura de las secciones intermedias entre gaviones, que puede ocurrir tanto por deslizamiento como por exceso de presión normal.
- Verificación por deslizamiento: el deslizamiento de la estructura ocurre cuando la resistencia contra el deslizamiento a lo largo de la base del muro de contención, sumado al empuje pasivo disponible en el frente, no es suficiente para contraponer el empuje activo. Se puede definir un factor de seguridad contra el deslizamiento:

$$Fd = \frac{Td + Epd}{Ead}$$

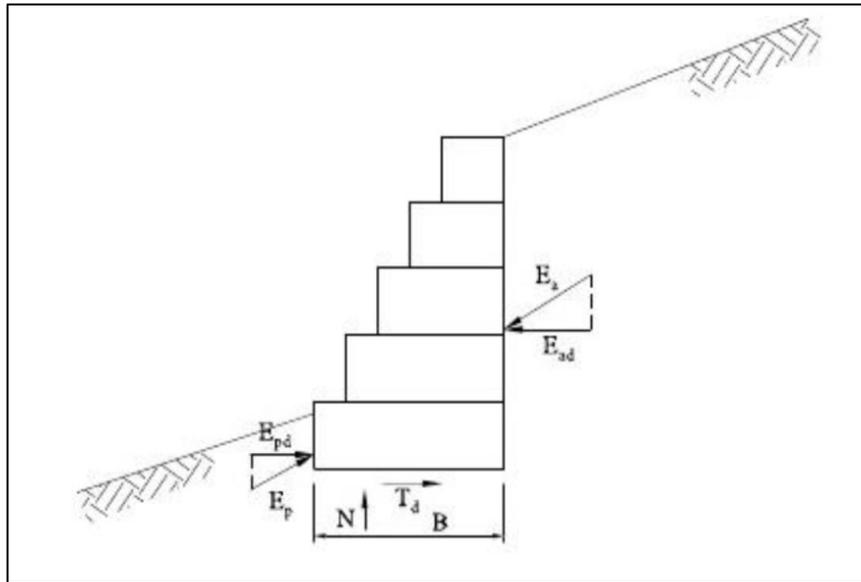
Donde:

Ead y Epd = componentes de empujes activos y pasivos en dirección al desplazamiento

Td = resistencia disponible a lo largo de la base de la estructura

El factor de seguridad debe de cumplir con lo siguiente: el valor de $Fd \geq 1.5$ sea para suelos no cohesivos y $Fd \geq 2.0$ para suelos cohesivo

Figura 5. Verificación por deslizamiento



Fuente: de Almeida. (2008). *Obras de contención: manual técnico*.

- Verificación por volteo: el vuelco de la estructura de contención puede ocurrir cuando el valor del momento del empuje activo en relación a un punto A situado en el pie del muro supera el valor del momento del peso propio de la estructura sumado al momento del empuje pasivo. El punto A es denominado punto de giro. El factor de seguridad está dado por la siguiente expresión:

$$Ft = \frac{Mp + MEp}{MEa}$$

Otra forma de definirse el coeficiente de seguridad contra el vuelco es considerar que sólo la componente horizontal del empuje activo de E_a contribuye con el momento de vuelco, mientras que su componente vertical E_a contribuye con el momento resistente. Así el coeficiente de seguridad Ft sería:

$$F_t = \frac{M_p + ME_p + ME_{av}}{ME_a}$$

Donde:

M_p = momento pasivo

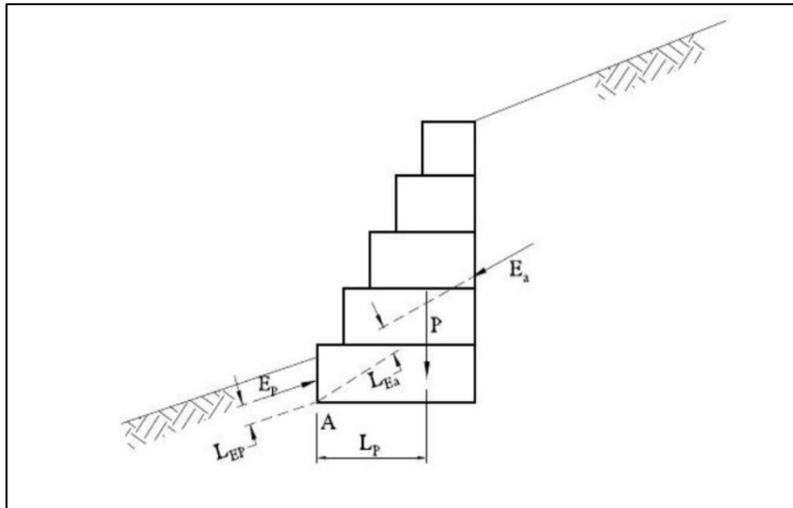
ME_p = momento de empuje pasivo

ME_a = momento de empuje activo

Esta forma de F_t es más utilizada por que evita que el factor de seguridad contra el vuelco resulte negativo cuando la recta soporte del vector que representa la fuerza E_a pasa por debajo del punto de giro.

El factor de seguridad contra el vuelco sugiere que $F_t \geq 1.5$.

Figura 6. **Verificación por volteo**



Fuente: de Almeida. (2008). *Obras de contención: manual técnico*.

2.1.12.4. Diseño del armado de muro de gavión

Se utilizan datos brindados por el INSIVUMEH con respecto a la micro cuenca del río Platanitos para determinar las alturas de las crecidas máximas, con este dato se puede determinar la altura del muro. La altura en períodos de invierno para este río es de 0,5-1,5 metros y con niveles de alerta de 1,5-3 metros cuando hay tormentas tropicales, por lo que utilizará una altura de 4 metros.

Para determinar el peso específico del suelo que se va a estabilizar, se toma de referencia los valores de la siguiente tabla:

Tabla IV. **Peso específico de suelos**

Material de relleno	Pesos Específicos
	Kg/m ³
Arena uniforme suelta	1,450.00
Arena uniforme densa	1,800.00
Arena limosa suelta	1,600.00
Arena limosa densa	1,900.00
Arcilla dura	1,700.00
Arcilla blanda	1,150.00-1,450.00
Arcilla orgánica suave	600.00-800.00

Fuente: Salinas, Campos y Guardia. (2018). *Fundamentos de mecánica de suelos*.

Por medio de los ensayos de laboratorio a la muestra de suelo se determinó que el suelo es tipo Arena limosa densa, por lo que el peso específico es de 1,900 kg/ m³.

En el caso de los materiales para relleno, se debe de tomar en cuenta cada uno de los diferentes materiales y sus pesos específicos, se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla V. **Materiales para relleno de gaviones**

Material de relleno	Pesos Específicos	
	Kg/m ³	Lb/p ³
Escoria	1,500.00	94.00
Ripio	1,500.00	94.00
Arenisca	1,390.00	87.00
Caliza	1,440.00	90.00
Granito	1,600.00	100.00
Concreto roto	1,340.00	80.00
Ladrillo	1,240.00	78.00
Basalto	1,650.00	103.00

Fuente: Morales. (1990). *Recuperación de tierras erosionadas por desbordamientos de ríos con obras de gaviones.*

El tipo de roca que se encuentra en el río es del tipo ripio, estas son las rocas que se utilizarán para rellenar los gaviones, por lo que se utilizará este valor de peso específico.

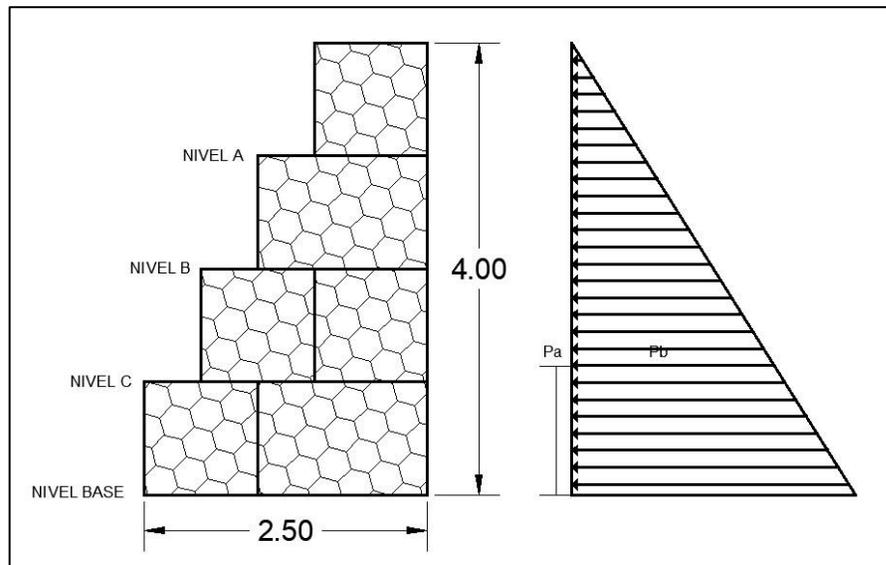
Los datos para el diseño del muro son los siguientes:

- Altura (H): 4 metros
- Longitud total del muro (L) = 200 metros
- Ángulo de fricción interna (ϕ)= 28.51°
- Cohesión (Cu) = 1.39 Ton/m²
- Presión admisible del suelo = 47,370 kg/ m²
- Peso específico del relleno posterior = 1,900 kg/m³
- Peso específico relleno de los gaviones = 1,600 kg/m³
- Sobrecarga vehicular = 500 kg/m²
- Para determinar el factor de presión activa se utiliza la siguiente ecuación:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 28.51}{1 + \sin 28.51} = 0.35$$

Factor de presión activa (K_a) = 0.35

Figura 7. Ejemplo de diseño de muro



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D 2019.

- Verificación por volteo

Para la verificación por volteo se debe de realizar por cada uno de los niveles de los gaviones, en este caso los niveles de los gaviones están representados en la figura V, los cuales comienza desde el gavión con la altura más alta el cual es el nivel A y termina con el cálculo de la base del muro. La verificación por volteo se determina con las siguientes ecuaciones:

Presión activa (P_a): $P_a = (\gamma_{suelo})(F_a)(h)$

Presión sobrecarga (P_b): $P_b = (Sobrecarga)(F_a)$

Momento de volteo (M_v): $M_v = (P_a) \left(\frac{h^2}{6}\right) + (P_b) \left(\frac{h^2}{2}\right)$

$$\text{Momento resistente (Mr): } M_r = (\gamma_{\text{relleno}})(h)\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\text{Factor de seguridad (Fs): } F_s = \frac{M_r}{M_v} > 1,5$$

Con los datos brindados anteriormente se procede a calcular la verificación por volteo para el nivel A.

- Nivel A

$$P_a = (\gamma_{\text{suelo}})(F_a)(h) = \left(1,900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)(0,35)(1 \text{ m}) = 665 \text{ kg/m}^2$$

$$P_b = (\text{Sobrecarga})(F_a) = \left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)(0,35) = 175 \text{ kg/m}^2$$

$$M_v = \left(665 \text{ kg/m}^2\right)\left(\frac{1^2}{6}\right) + \left(175 \text{ kg/m}^2\right)\left(\frac{1^2}{2}\right) = 198,33 \text{ kg/m}^2$$

$$M_r = (\gamma_{\text{relleno}})(h)\left(\frac{1}{2}\right) = \left(1,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)(1 \text{ m})\left(\frac{1}{2}\right) = 800,00 \text{ kg/m}^2$$

$$F_s = \frac{M_r}{M_v} > 1,5 = \frac{800,00 \text{ kg/m}^2}{198,33 \text{ kg/m}^2} > 1,5 = 4.03 > 1.5 \quad \text{satisface}$$

El factor de seguridad determina que la verificación por volteo es satisfactoria, con lo que el nivel A del muro de gaviones es apto para los propósitos de construcción requeridos.

Se determina la verificación por volteo para los demás niveles y para la base:

- Nivel B

$$P_a = (\gamma_{\text{suelo}})(F_a)(h) = \left(1,900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)(0,35)(2 \text{ m}) = 1,330 \text{ kg/m}^2$$

$$P_b = (\text{Sobrecarga})(F_a) = \left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) (0.35) = 175 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$M_v = \left(1,330 \text{ kg}/\text{m}^2\right) \left(\frac{2^2}{6}\right) + \left(175 \text{ kg}/\text{m}^2\right) \left(\frac{2^2}{2}\right) = 1,061.67 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$M_r = (\gamma_{\text{relleno}})(h)(1/2) = \left(1,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (2 \text{ m})(1/2) = 1,600 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$F_s = \frac{M_r}{M_v} > 1.5 = \frac{1,600.00 \text{ kg}/\text{m}^2}{1,061.67 \text{ kg}/\text{m}^2} > 1.5 = 1.6 > 1.5 \quad \text{satisface}$$

- Nivel C

$$P_a = (\gamma_{\text{suelo}})(F_a)(h) = \left(1,900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (0.35)(3 \text{ m}) = 1,995 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$P_b = (\text{Sobrecarga})(F_a) = \left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) (0.35) = 175 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$M_v = \left(1,995 \text{ kg}/\text{m}^2\right) \left(\frac{3^2}{6}\right) + \left(175 \text{ kg}/\text{m}^2\right) \left(\frac{3^2}{2}\right) = 3,780 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$M_r = M_{rB} + (\gamma_{\text{relleno}})(h_B)(h_A) \left(\frac{h_B}{2}\right) + (\gamma_{\text{suelo}})(h_B)(h_A) \left(h_A + \frac{1}{2}\right)$$

$$= \left(1,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) + \left(1,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (2 \text{ m})(1 \text{ m}) \left(\frac{2}{2}\right)$$

$$+ \left(1,900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (2 \text{ m})(1 \text{ m}) \left(1 + \frac{1}{2}\right) = 10,500 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$F_s = \frac{M_r}{M_v} > 1.5 = \frac{10,500.00 \text{ kg}/\text{m}^2}{3,780.00 \text{ kg}/\text{m}^2} > 1.5 = 2.78 > 1.5 \quad \text{satisface}$$

- Base del muro

$$P_a = (\gamma_{\text{suelo}})(F_a)(h) = \left(1,900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (0.35)(4 \text{ m}) = 2,660 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$P_b = (\text{Sobrecarga})(F_a) = \left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)(0.35) = 175 \text{ kg/m}^2$$

$$M_v = \left(2,660 \text{ kg/m}^2\right)\left(\frac{4^2}{6}\right) + \left(175 \text{ kg/m}^2\right)\left(\frac{4^2}{2}\right) = 8,493.33 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} M_r &= M_{rc} + (\gamma_{\text{relleno}})(h_c)(h_A)\left(\frac{h_c}{2}\right) + (\gamma_{\text{suelo}})(h_c)(h_A)\left(h_c + \frac{1}{2}\right) \\ &= \left(10,500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) + \left(1,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)(3 \text{ m})(1 \text{ m})\left(\frac{3}{2}\right) \\ &\quad + \left(1,900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)(3 \text{ m})(1 \text{ m})\left(3 + \frac{1}{2}\right) = 37,650.00 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$F_s = \frac{M_r}{M_v} > 1.5 = \frac{37,650.00 \text{ kg/m}^2}{8,493.33 \text{ kg/m}^2} > 1.5 = 4.43 > 1.5 \quad \text{satisface}$$

Se determina que cada uno de los niveles del muro de gaviones cumple con el criterio de resistencia hacia el volcamiento.

- Verificación de la rotura del suelo por fundación:

$$\text{Peso total del muro (W): } W = \gamma_{\text{relleno}}(h_A + h_B + h_C + h_{\text{base}}) + \gamma_{\text{suelo}}(h_B + h_C + h_{\text{base}}) + \text{Sobrecarga}(h_C)$$

$$\text{Posición de la resultante (t): } t = \frac{M_{r \text{ base}} - M_{v \text{ base}}}{W}$$

$$\text{Presión sobre el suelo (Pw): } P_w = \frac{W}{\text{Longitud}_{\text{base}}} \pm (6)(W) \left(\frac{1-t}{\text{Longitud}_{\text{base}}^2}\right)$$

$$W = (1,600)(1 + 2 + 3 + 4) + (1,900)(2 + 3 + 4) + (500)(3) = 34,600 \text{ kg}$$

$$t = \frac{M_{r \text{ base}} - M_{v \text{ base}}}{W} = \frac{37,650 - 8,493.33}{34,600} = 0.84 \text{ m}$$

$$P_w = \frac{34,600}{2.5} \pm (6)(34,600) \left(\frac{1 - 0.84}{2.5^2}\right) = 13,840 \pm 5,314.56 = 8,525.44 \text{ kg/m}^2$$

$$P_s = 47,370 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Por lo que el valor de la presión sobre el suelo satisface.

- Verificación por deslizamiento:

Fuerza horizontal en la base (FH): $FH = (P_{a \text{ base}}) \left(\frac{h_{\text{base}}}{2} \right) + (P_{b \text{ base}})(h_{\text{base}})$

Resistencia por fricción (R): $R = (W)(0.5)$

Factor de seguridad (F_s): $F_s = \frac{R}{H} > 2$

$$FH = (2,660) \left(\frac{4}{2} \right) + (175)(4) = 6,020 \text{ kg}$$

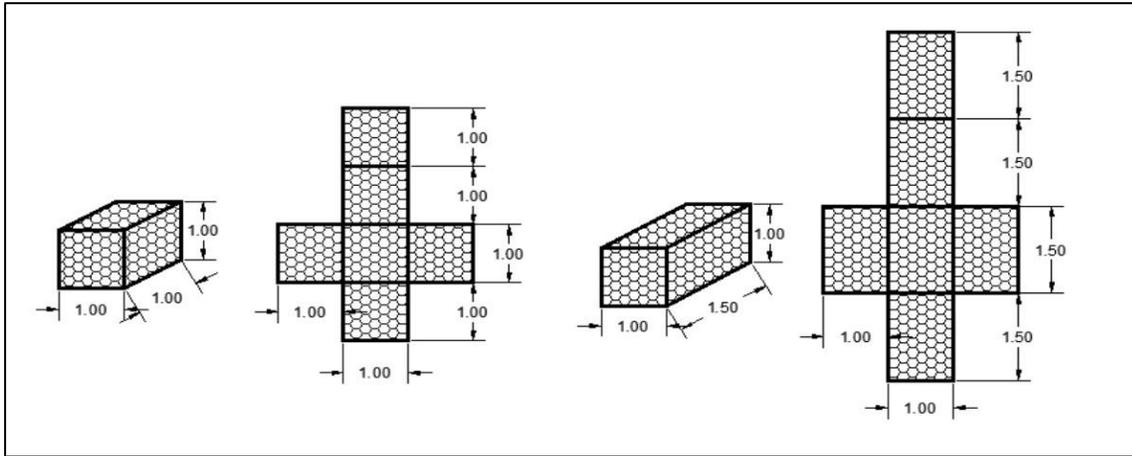
$$R = (34,600)(0.5) = 17,300$$

$$F_s = \frac{17,300}{6,020} > 2 = 2.87 > 2 \text{ satisface.}$$

El diseño del muro cumple con cada uno de los criterios establecidos anteriormente.

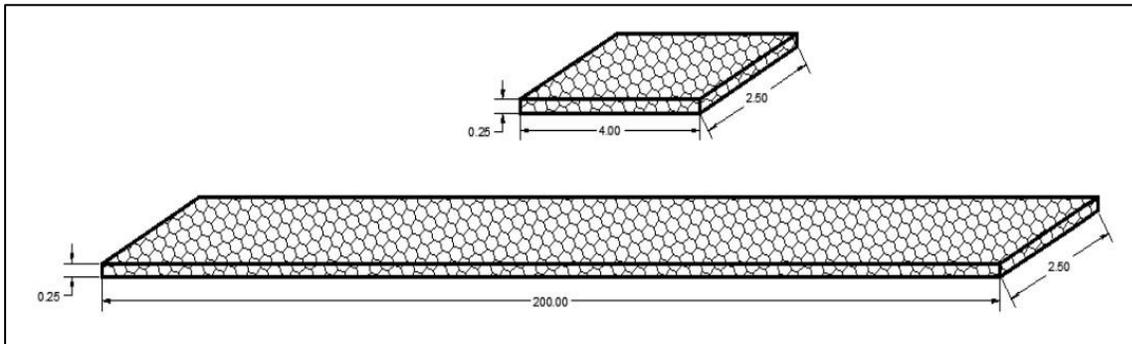
- Diseño de la canasta: el diseño de la canasta consta de utilizar gaviones de tipo caja en el cual se van a utilizar cajas de 1.00x1.00x1.00 y cajas de 1.50x1.00x1.00, se utilizan estas dimensiones debido a la altura del muro por lo que esto ayudara a darle estabilidad y que no ocurran fallas por volteo y deslizamiento.
- Diseño del colchón: el diseño del colchón consta de utilizar gaviones de tipo colchón de dimensiones 0.25x4.00x2.50, se utilizarán 50 unidades para poder colocarlos a lo largo de todo el muro de gaviones ya que son 200 metros lineales de construcción.

Figura 8. **Diseño de la canasta**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D 2019.

Figura 9. **Diseño del colchón**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D 2019.

- Alambres para uniones y refuerzos: todos los alambres que se utilizan para armar las uniones y refuerzos en las mallas deben de estar diseñados bajo la norma ASTM 641, esta norma regula las propiedades mecánicas y dimensionales del alambre galvanizado, este tipo de alambre debe de cumplir con las características mencionadas en la sección de características técnicas de los gaviones.

Asimismo, todos los alambres deben ser revestidos con una aleación de zinc-5 % aluminio, el revestimiento de zinc debe adherir al alambre de tal forma que, después de que el alambre haya sido enrollado 15 veces por minuto alrededor de un mandril de diámetro igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser removido con el dedo o con algún tipo de herramienta, de acuerdo con la especificación ASTM 641.

Todas las aristas del gavión desdoblado, inclusive el lado superior de los laterales y de los diafragmas, deben ser de mayor diámetro que el de la malla, para que estos proporcionen mayor resistencia y consistencia a la unidad. La unión entre el alambre de borde y la malla debe tener una resistencia mínima de 11.7 kN/m.

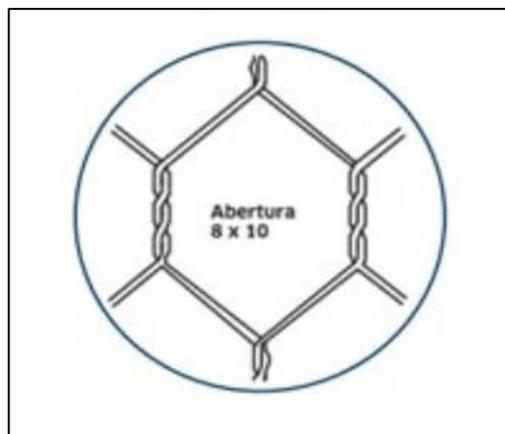
- Malla: la malla está constituida por una red tejida de forma hexagonal obtenida de entrecruzar dos hilos de alambre por tres medios giros (doble torsión), de acuerdo con las especificaciones ASTM 9755.

Se recomienda que los gaviones no se usen con aberturas mayores a 8 x 10 cm, ya que si se utilizan aberturas de malla mayores a 10 cm esto reduciría el área de acero de los gaviones y provocaría debilidad en la estructura, estas especificaciones se utilizan para gaviones de tipo caja ya que están, generalmente, ubicados en contacto con agua y sólidos que

arrastran los ríos, deben resistir las exigencias físicas y mecánicas como el impacto, la tracción y la abrasión.

Los diámetros de los alambres usados en la fabricación de los gaviones dependen de las condiciones estructurales a los cuales estará sometida la estructura. Los productores de malla generalmente las proveen con alambre de 2.4 y 2.7 mm, además de un recubrimiento de PVC, cuando los gaviones requieran de una protección contra agentes corrosivos.

Figura 10. **Abertura de malla**



Fuente: Piñar. (2008). *Proyecto de construcción de muro de gaviones de 960 m³*. Consultado el 12 de febrero de 2023. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%c3%b3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Se utilizarán los siguientes diámetros de alambre para la construcción y cerrado de las cajas para gavión.

Tabla VI. **Diámetros recomendados para gaviones tipo caja**

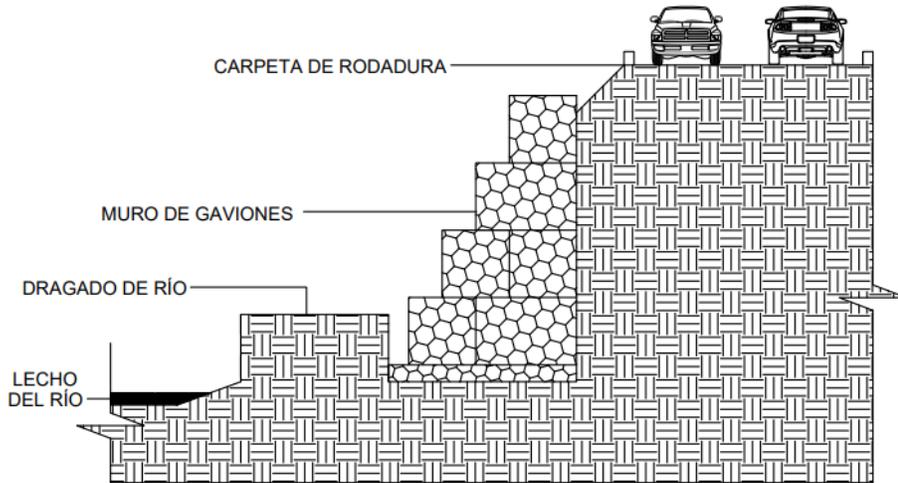
DÍAMETROS DE LOS ALAMBRES PARA GAVIONES TIPO CAJA				
Tipo de alambre	Recubrimiento metálico (mm)	diámetro	Recubrimiento metálico y PVC diámetro (mm)	
	Abertura de malla 8x10 cm			
Malla	2.40	2.70	3.50	3.70
Amarres y tensores	2.20	2.20	3.20	3.20

Fuente: Maccaferri. (2005). *Gaviones y otras soluciones en malla hexagonal a doble torsión*.

Tomando en cuenta la información de la tabla IV se llega a la conclusión de que se va a diseñar el gavión tipo caja con abertura de malla de 8 x 10 cm, alambres para malla con un recubrimiento metálico y de PVC con un diámetro de 3.50 mm y para amarres y tensores se utiliza diámetro de 3.20 mm.

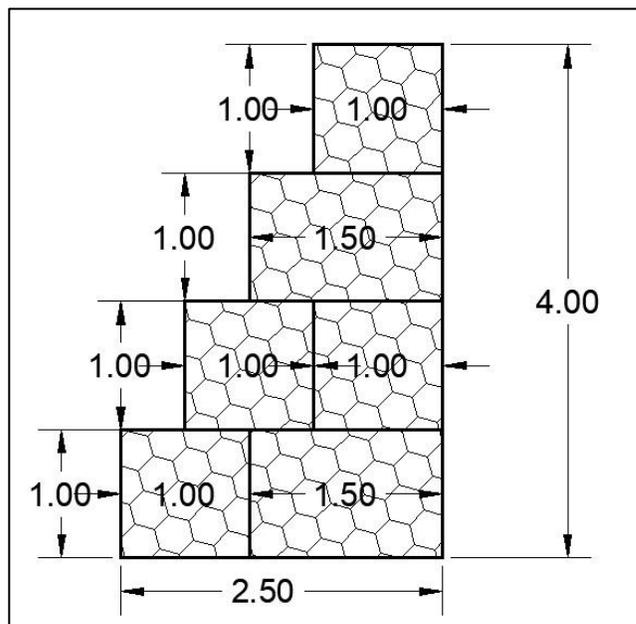
- Piedra para llenar gavión: las piedras utilizadas para el llenado de los gaviones no tienen que tener un diámetro menor a 10 cm esto debido a la abertura de la malla ya que es una abertura que posee 8 x 10 cm. El tipo de piedra que se va a utilizar es el tipo bola, este tipo de piedra se encuentra en el lecho del río Platanitos. Se debe de tener mucho cuidado al momento de realizar el llenado del gavión ya que se van a utilizar diferentes tamaños de piedra con diámetros mayores a 10 cm y así evitar que queden espacios entre piedras y así lograr el peso máximo del muro para que este funcione a gravedad.

Figura 11. **Sección de muro de gaviones**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D 2019.

Figura 12. **Dimensiones de muro de gaviones**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D 2019.

2.1.12.5. Drenaje

El empleo de Geotextiles en la construcción de drenajes evita una excesiva migración de material fino hacia la tubería de drenaje, permitiendo simultáneamente el paso del agua de manera eficiente, es decir, el Geotextil opera como medio filtrante.

En obras de drenaje, generalmente el Geotextil que se emplea es el no tejido ya que por sus características cumple mejor la función como material filtrante y drenante.

Tanto la base como toda la malla que recubre el muro de gavión llevará geotextil, esto se utilizará debido a que es un material filtrante que ayuda a que el paso del agua pluvial que atraviesa el muro sea eficiente. El geotextil debe de cumplir con ciertos criterios de resistencia:

- Resistencia a la tensión: 700N.
- Resistencia a la costura: 250 N.
- Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro: 1,375 N.
- Resistencia al rasgado trapezoidal: 250 N.

2.2. Diseño de tramo carretero comprendido desde villa hermosa I, zona 7 hacia el frutal, zona 7 y desde el Frutal, zona 7 hacia zona 13, San Miguel Petapa

Para el diseño del tramo carretero se realizará levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos para determinar las características del suelo, análisis de los ensayos a la muestra de suelos, diseño de pavimento según

resultados del estudio de suelos, diseño de mezcla, diseño de drenajes, presupuesto del proyecto y planos con especificaciones.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consta del diseño de tramo carretero y pavimentación de los siguientes tramos, primer tramo comprende desde Villa Hermosa I, zona 7 hasta el Frutal zona 7 y el siguiente tramo comprende desde el Frutal, zona 7 hacia la zona 13 de San Miguel Petapa. Para realizar el diseño y pavimentación se realizó levantamiento topográfico por medio de altimetría y planimetría, estudio de suelos para determinar las características del terreno, diseño de pavimento por medio del método de la PCA y también el diseño de las juntas de concreto, diseño de mezcla y drenajes.

2.2.2. Ubicación geográfica del proyecto

El tramo carretero está ubicado entre los sectores de El Frutal zona 7 y zona 13 del municipio de San Miguel Petapa del departamento de Guatemala. Se ubica específicamente a una latitud de 14° 31' 14" y una longitud de 90° 34' 01" con una altitud de 1 320 msnm. Su clima es templado y se encuentra a 15 kilómetros del centro de la ciudad de Guatemala.

2.2.3. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico la altimetría y la planimetría es necesaria, ya que estos dos determinan en donde se van a establecer los ejes principales de la carretera, tomando en cuenta las condiciones del lugar.

2.2.3.1. Altimetría

El objetivo de la altimetría es localizar las variantes de altura de los puntos de la superficie natural del terreno en las cuales se va a realizar el levantamiento topográfico.

Se utilizan procedimientos para poder proyectar la diferencia de alturas entre diferentes puntos localizados en el plano horizontal con respecto a una altura de referencia, tomando como referencia el nivel del mar.

2.2.3.2. Planimetría

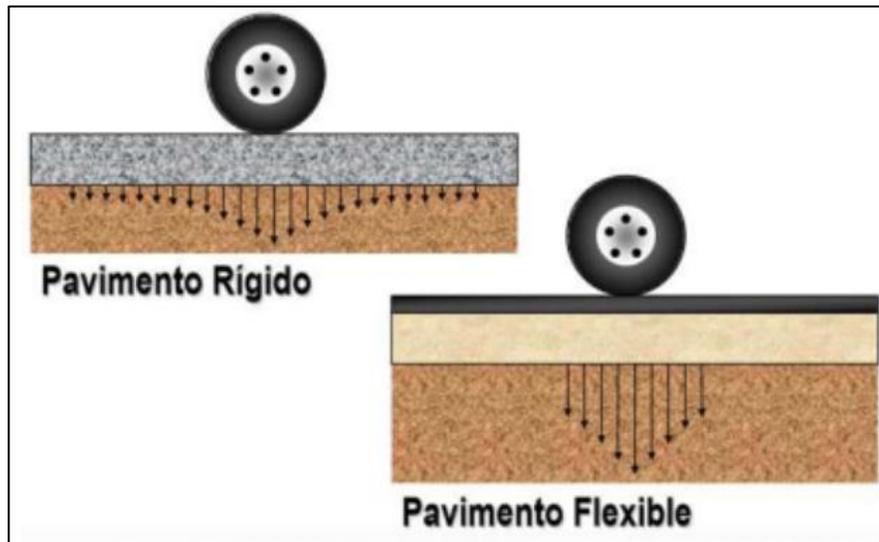
El objetivo principal de la planimetría es representar a escala los detalles del terreno sobre una superficie plana utilizando métodos y procedimientos los cuales dejan de lado el relieve y la altitud para logra una representación en dirección horizontal.

Por medio de la planimetría se obtiene una representación gráfica del área evaluada y se proyecta en planta.

2.2.4. Definición de pavimentos

El pavimento se define como la capa que está sobre una extensión de terreno previamente preparada, con la finalidad de recibir las cargas del tránsito y así transmitir las a las capas inferiores de forma controlada y así conformar una superficie de rodamiento.

Figura 13. **Tipos de pavimentos**



Fuente: Giordani y Leone. (2018). *Pavimentos*. Consultado el 18 de febrero de 2023.
Recuperado de <https://docplayer.es/67943552-Pavimentos-docentes-ing-claudio-giordani-ing-diego-leone-1o-ano-ingenieria-civil-comision-02-turno-tarde.html>.

2.2.4.1. Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimentos está conformado por una capa asfáltica y una mezcla de materiales áridos, se construye donde la cantidad de tráfico es grande. Este tipo de pavimentos se deforma más ya que no cuenta con un nivel de rigidez grande por lo que provoca mayores tensiones en la subrasante y tiene un período de vida de que oscila entre los 10-15 años y necesita mantenimiento continuo.

2.2.4.2. Pavimentos rígidos

Este tipo de pavimentos está conformado por losas de concreto hidráulico o por cemento Portland, debido a su rigidez no se deforma fácilmente. Este

pavimento se debe de apoyar sobre dos tipos de capas las cuales son la subbase y la base ya que al aplicarle las cargas del tránsito vehicular las distribuye de una mejor manera por toda la carpeta de rodadura y debido a su rigidez la deformación es menor. Este pavimento tiene un valor alto al momento de realizar la construcción, tomando en cuenta el valor del pavimento flexible, pero su período de vida oscila entre los 20-40 años, no exige mayor mantenimiento, el cual se realiza en las juntas de las losas.

2.2.5. Resultados de ensayos de suelos

Este tipo de estudios determinan las características físicas y mecánicas del suelo en el cual se va a realizar el proyecto. Para el diseño de pavimentación se realizaron los siguientes ensayos: Límites de Atterberg, Ensayo de compactación Proctor, Ensayo de capacidad soporte del suelo (CBR), Ensayo de granulometría.

2.2.5.1. Ensayo de Límite de Atterberg

Este ensayo sirve para determinar las propiedades plásticas de los suelos, conocer si la muestra de suelo que se va a ensayar es arcilloso o limoso; están representados por su humedad y se conocen como: limite líquido, limite plástico e índice plástico.

2.2.5.1.1. Límite líquido

Es el punto medio en cual está el estado semilíquido y el estado plástico de un suelo, este límite es una medida de resistencia al corte de suelo en un estado determinado según su contenido de humedad.

Este ensayo se realiza con un instrumento llamado copa de Casagrande, el suelo se humedece con agua, se coloca y se separa a la mitad y es sometido a un determinado número de golpes que busca que las dos partes inferiores se unan sin mezclarse (Norma AASHTO T 89). El límite líquido del suelo analizado es del 0 %.

2.2.5.1.2. Límite plástico

Es el punto medio que separa el estado plástico y el estado semisólido, en este límite el contenido de humedad que posee el suelo es el necesario para que se comporte como un suelo plástico sin llegar a ser semisólido y se deforme si se le aplica cualquier tipo de presión.

El ensayo consiste en lo siguiente, rodar una muestra de suelo con las manos hasta convertirlo en un cilindro de 3mm, el cilindro se irá agrietando y esto demostrará que está llegando al estado plástico e indica que el contenido de humedad es el necesario para llegar al límite plástico. El proceso analítico de este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

2.2.5.1.3. Índice de plasticidad

La diferencia numérica que se da entre el límite líquido y el límite plástico se le conoce como índice de plasticidad, es un parámetro que representa como varia la humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico de acuerdo con AASHTO T-90. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad da como resultado que el suelo se considera no plástico. El índice de plasticidad califica los resultados de la siguiente manera:

- Igual a cero, el suelo no es plástico.

- Menor a 7, el suelo tiene baja plasticidad.
- En un rango de 7 a 17, el suelo tiene un valor medianamente plástico.
- Mayor a 17, el suelo es altamente plástico.

Tomando en cuenta los resultados del laboratorio se puede constatar, que el suelo posee un índice plástico de 0.00 %, el suelo se clasifica como suelo sin plasticidad.

2.2.5.2. Ensayo de compactación Proctor

El objetivo del ensayo de compactación o Proctor modificado es determinar la humedad óptima de compactación que ocurre cuando el suelo alcanzara su máxima compactación.

El procedimiento analítico para determinar la humedad óptima de compactación se basa en la norma AASHTO T-180. Este procedimiento se basa en la compactación de una muestra de suelo en la cual su contenido de humedad varía y se logra encontrar la densidad máxima que el suelo puede obtener a través de una humedad óptima. Los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio dan como resultado que el suelo posee una densidad seca máxima de 1,524 kg/m³ y una humedad óptima de 20.0 %.

2.2.5.3. Ensayo de capacidad soporte del suelo (CBR)

Este ensayo es mejor conocido como valor soporte california o por sus siglas Californian Bering Radio (CBR), su objetivo principal es medir la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la cual sus condiciones de

densidad y humedad son controladas. El procedimiento analítico de este procedimiento se basa en la norma AASHTO T-193.

El objetivo principal de este ensayo es determinar si la capa de suelo del terreno sirve como subrasante, subbase o base para los pavimentos.

La norma AASHTO T-193 clasifica los valores del ensayo CBR de la siguiente manera:

- Sub rasante muy pobre, 0 – 3 %
- Sub rasante pobre, 3 – 7 %
- Sub rasante regular, 7 – 20 %
- Sub rasante buena, 20 – 50 %
- Sub rasante excelente, 50 o más

Los ensayos de laboratorio realizados a la muestra de suelo dieron como resultado, que el suelo según el CBR a un 94.7 de compactación de 50.1 %, siendo este una subrasante con condiciones buenas.

2.2.5.3.1. Ensayo de granulometría

El ensayo de granulometría tiene como objetivo utilizar una muestra de suelo para determinar los diferentes tamaños de partículas que constituyen el suelo, dependiendo de la cantidad de material que pase por cada uno de los matices de la muestra de suelo que se va a ensayar se puede determinar si los suelos son arenas, limos o gravas. El procedimiento analítico se basa en la norma AASHTO T-27.

2.2.5.4. Resultados de ensayos de laboratorio

Los ensayos de la muestra de suelo realizados en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, dieron como resultado lo siguiente:

- Clasificación: S.C.U.: SM
- Clasificación: P.R.A.: A - 2 - 4
- Descripción del suelo: Arena limosa color café con grava
- Límite líquido: 0.00 %
- Límite plástico: 0.00 %
- Densidad seca máxima: 1,524 kg/m³
- Humedad óptima: 20.00 %
- CBR: Compactación al 94.7 % y CBR de 50.1 %

Las gráficas de los resultados de los ensayos se encuentran en la sección de anexos.

2.2.6. Diseño geométrico

El diseño geométrico de una carretera está comprendido por el dimensionamiento de los elementos de la carretera y entre estos elementos tenemos, curvas verticales y horizontales, anchos de carriles y secciones transversales. El diseño geométrico está en función de factores como la topografía del terreno, infraestructura cercana a la carretera, velocidad de diseño y características de los suelos donde se implementará la carretera. El diseño geométrico de este proyecto se realizó utilizando el software AutoCAD Civil 2019.

2.2.6.1. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje central de la calle, los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, curvas circulares y curvas de transición. El mismo debe permitir la operación ininterrumpida de los vehículos que transitan por el lugar.

2.2.6.1.1. Diseño de localización

El diseño de localización consiste en el diseño de la línea final del tramo carretero y dependerá de los puntos obligados y la pendiente que gobernará el diseño del tramo. Se debe de tomar en cuenta que la pendiente de diseño nunca sea mayor a la pendiente máxima permitida. Para este proyecto se utilizará el tramo existente y así poder optar a un mejor trazo del alineamiento horizontal existente.

2.2.6.1.2. Diseño de curvas horizontales

A continuación, se presenta la forma en la cual se calculan los elementos de las curvas horizontales. Se debe de mencionar que el diseño se realizó sobre un tramo de carretera existente y no fue posible realizar ampliaciones.

Para el cálculo de los elementos de curva se utilizan los datos de la curva no.2:

Radio = 90 m

Deflexión = 42°45'12"

- Radio (R): es la distancia perpendicular al principio de curva (PC), o principio de tangente (PT), haciendo el centro de la curva.
- Grado de curvatura (G): se define como el ángulo que subtiende un arco de 20 metros de longitud.

$$G = \frac{1145,9156}{R} = \frac{1145,9156}{90} = 12^{\circ}43'56.6''$$

- Deflexión (Δ): es una diferencia angular que existe entre los dos azimuts de la tangente de entrada y la de la salida.

$$\Delta = \text{Azimut}(\text{tangente de salida}) - \text{Azimut}(\text{tangente de entrada})$$

- Longitud de curva (LC): es la distancia que existe sobre el arco segmento de un círculo desde el principio de la curva (PC) o al final de la curva (PT).

$$Lc = \frac{20\Delta}{G} = \frac{(20)(42^{\circ}45'12'')}{(12^{\circ}43'53.6'')} = 67.16 \text{ m}$$

- Sub tangente (St): es la distancia entre el principio de la curva (PC) y el punto de intersección (PI).

$$St = R \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = (90) \tan\left(\frac{42^{\circ}45'12''}{2}\right) = 35.23 \text{ m}$$

- Cuerda máxima: es la distancia desde el principio de curva (PC) al principio de tangente (PT).

$$CM = 2R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2(90) \sin\left(\frac{42^\circ 45' 12''}{2}\right) = 65.60 \text{ m}$$

- External (E): es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

$$E = \frac{R}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - R = \frac{90}{\cos\left(\frac{42^\circ 45' 12''}{2}\right)} - 90 = 6.65 \text{ m}$$

- Ordenada media (OM): es la distancia que existe dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$OM = R \left(1 - \cos\frac{\Delta}{2}\right) = 90 \left(1 - \cos\frac{42^\circ 45' 12''}{2}\right) = 6.19 \text{ m}$$

Resumen:

Curva no. 2

Radio = 90 m

Deflexión = 42°45'12"

Grado de curvatura = 12°43'56.6"

Longitud de curva = 67.16 m

Sub tangente = 35.23 m

Cuerda máxima = 65.60 m

External = 6.65 m

Ordenada media = 6.19 m

Pc = 0 + 271.79

Pt = 0 + 338.94

Tabla VII. Elementos de Curva del tramo carretero

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA												
Tramo carretero desde Villa Hermosa I hacia El Frutal												
NO. CURVA	DIRECCIÓN	RADIO	DELTA	SUBTANGENTE	LONGITUD DE CURVA	CUERDA MÁXIMA	EXTERNAL	ORDENADA MEDIA	PC	PI	PT	G
Curva No.1	S62°11'24"W	90.00	55°10'55"	47.03	86.58	83.37	11.55	10.24	0+116.27	0+163.31	0+202.95	19°24'15"
Curva No.2	S07°00'29"W	90.00	42°45'12"	35.23	67.16	65.61	6.65	6.19	0+271.79	0+307.01	0+338.94	19°24'15"
Curva No.3	S49°45'40"W	95.00	29°12'00"	24.75	48.42	47.89	3.17	3.07	0+394.84	0+419.58	0+443.25	18°22'58"
Curva No.4	S20°33'40"W	80.00	11°57'13"	8.38	16.59	16.56	0.44	0.43	0+569.03	0+577.40	0+585.72	21°49'47"
Curva No.5	S08°36'27"W	100.00	19°57'06"	17.59	34.82	34.65	1.56	1.51	0+641.13	0+658.72	0+675.95	17°27'50"
Curva No.6	S28°33'32"W	100.00	16°47'56"	14.77	29.32	29.21	1.08	1.07	0+751.26	0+766.02	0+780.58	17°27'50"
Tramo carretero desde El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa												
NO. CURVA	DIRECCIÓN	RADIO	DELTA	SUBTANGENTE	LONGITUD DE CURVA	CUERDA MÁXIMA	EXTERNAL	ORDENADA MEDIA	PC	PI	PT	G
Curva No.7	S06°22'03"W	200.00	06°43'51"	11.76	23.49	23.48	0.35	0.34	0+640.29	0+652.06	0+663.79	08°43'55"
Curva No.8	S13°05'54"W	115.00	43°04'46"	45.39	86.47	64.44	8.63	8.03	0+713.83	0+759.22	0+800.30	15°11'09"
Curva No.9	S29°58'52"E	115.00	20°32'04"	20.83	41.22	40.99	1.87	1.84	0+852.04	0+872.87	0+893.25	15°11'09"
Curva No.10	S50°30'56"E	115.00	19°32'18"	19.80	39.22	39.03	1.69	1.67	0+983.33	1+003.13	1+022.55	15°11'09"
Curva No.11	S30°58'38"E	200.00	04°33'30"	7.96	15.91	15.91	0.16	0.16	1+166.33	1+174.29	1+182.24	08°43'55"
Curva No.12	S35°32'08"E	115.00	18°45'37"	19.00	37.65	37.49	1.56	1.54	1+322.28	1+341.27	1+359.93	15°11'09"

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.2.6.1.3. Curvas de transición

Se denomina curva de transición a aquella que une la tangente con una curva horizontal simple. La curva de transición debe de garantizar una continuidad geométrica y dinámica ya que de manera continua hay cambios en el valor del grado de curvatura. El cambio de pendiente desde una sección transversal con bombeo hasta una con peralte se debe a la curva de transición.

El cálculo se realizó para la curva dos, esta curva tiene un radio de 90 m y una velocidad de diseño de 40 km/h. Las calles de este sector están definidas por la municipalidad y no fue posible realizar ampliaciones por lo que utilizo el radio de curva que se adapta a las condiciones del lugar. Por estas razones se determinó que la longitud de curva de transición es igual a la longitud de la curva.

Para los cálculos de algunos tipos de curva como los que se muestran a continuación solo son demostrativos ya que el resultado es demasiado grande y esto demuestra que no es coherente con relación a la curva en análisis.

$$LS = \frac{V^3}{28R} = \frac{40^3}{28(90)} = 25.40 \text{ m}$$

Donde:

LT = longitud de la curva de transición (m)

V = velocidad de diseño (km/h)

R = radio de la curva (m)

2.2.6.1.4. Peralte (e)

Se define como la pendiente transversal de calzada en las curvas horizontales, la fuerza centrífuga que actúa sobre estas curvas tiende a desviar a los vehículos fuera de ellas, por lo que se debe de contrarrestar con la construcción del peralte. El peralte se determina de la siguiente manera:

$$e = \frac{V^2}{127R} = \frac{40^2}{127(90)} = 0.14 = 14 \%$$

Donde:

e = peralte (metros sobre metro)

V = velocidad de diseño (en km/h)

Como se puede observar el resultado para el peralte es demasiado grande por lo que se empleará el peralte máximo recomendado para rutas urbanas, el cual es igual a 4 %.

2.2.6.1.5. Sobreancho (Sa)

El sobreancho se introduce en las curvas horizontales para mantener las mismas condiciones de seguridad que en los tramos rectos y esto debido a que el vehículo al transitar por la curva ocupa mayor ancho en la tangente y esto se da debido a que las ruedas traseras recorren una trayectoria diferente a las ruedas delanteras lo que dificulta el movimiento del vehículo en el carril asignado para transitar. Debido a esto es que el sobreancho se utiliza en las curvas horizontales para garantizar la seguridad del vehículo como si este transitara por una línea recta.

Para contrarrestar este efecto se debe de aumentar el ancho de la calzada en el inicio de la curva hasta llegar a un punto máximo en el medio de la misma y a esta ampliación se le conoce como sobreancho de curva. Se utiliza la siguiente ecuación para determinar el valor del sobreancho y los datos de la curva no. 2, un solo carril por sentido y una longitud promedio de vehículos livianos de siete metros.

$$S = n * \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10 * \sqrt{R}} = 1 * \left(90 - \sqrt{90^2 - 7^2} \right) + \frac{40}{10 * \sqrt{90}} = 0.69 \text{ m}$$

Donde:

S = sobreancho (m)

N = número de carriles

R = radio de la curva (m)

L = longitud desde la parte frontal a la posterior del vehículo

V = velocidad de diseño (en km/h)

El valor del sobreancho no es grande pero como la calle ya está definida por la municipalidad no se pueden realizar ampliaciones por lo que se utilizó el radio de curva que se adapta a las condiciones del lugar, debido a que es una zona semiurbana no se aplica el sobreancho.

2.2.6.1.6. Corrimiento

El corrimiento es el desplazamiento radial que es necesario darle hacia dentro a la curva circular para darle cabida a la espiral. Se emplean los principios del diseño geométrico para establecer la ruta preliminar, debiéndose hacer un corrimiento en dicha línea, cuando existen obstáculos o situaciones que impiden trazar la línea preliminar.

Como el tramo está definido por la municipalidad, no se realizó ningún tipo de corrimiento de la ruta preliminar.

2.2.6.2. Alineamiento vertical

Se define como la proyección sobre un plano vertical del eje central de la calle. Está compuesta por tangentes y curvas verticales.

2.2.6.2.1. Diseño de subrasante

La subrasante es la capa que da apoyo a la estructura del pavimento y se extiende a una profundidad de tal manera que no la afecte las cargas de diseño que no corresponden al tránsito previsto. La mayoría de los casos está conformada por terreno natural siempre y cuando los estudios de suelos demuestren que cumple con los estándares de calidad.

La subrasante al momento de ser compactada y afinada, tiene las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño. Lo que se busca primordialmente en el diseño es no pasarse del porcentaje de pendiente máxima y mínima en la sección típica.

Para el diseño de la subrasante se debe de tomar en cuenta el coeficiente de hinchamiento, la pendiente máxima y mínima, la longitud del alineamiento vertical y las condiciones topográficas.

2.2.6.2.2. Pendientes

Las pendientes máximas y mínimas restringen el diseño de la subrasante, las pendientes máximas deben de asegurar que la circulación vehicular sea de lo más cómodo, las pendientes mínimas deben de garantizar que las aguas provenientes de las precipitaciones van a ser drenadas de forma satisfactoria.

Para este proyecto la pendiente mínima es de 0.30 % y la pendiente máxima es de 12.70 %.

2.2.6.2.3. Diseño de curvas verticales

Las curvas verticales son un arco en parábola con eje vertical que une las tangentes en alineamiento vertical. Estas tienen como finalidad proporcionar suavidad al cambio de pendiente, a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida y esto proporciona confortabilidad y características especiales para un drenaje adecuado. Las curvas verticales deben de cumplir con los criterios de seguridad, comodidad, apariencia y drenaje.

Estas curvas pueden ser circulares o parabólicas, las más comunes y más utilizadas en Guatemala son las curvas verticales parabólicas simples.

Se utilizan los parámetros de K para determinar la longitud y el tipo de curva vertical, los cuales se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla VIII. **Valores K para curvas verticales**

Velocidad (km/h)	K según tipo de curva	
	Convexa	Concava
20	1	2
30	2	4
40	4	6
50	7	9
60	12	12
70	19	17
80	29	23
90	43	29
100	60	36

Fuente: Valladares. (2001). *Guía teórica - práctica del curso de Vías Terrestres 1*.

La longitud de curva mínima de curvas verticales se calcula de la siguiente manera.

Todas las curvas deben de cumplir con los criterios de seguridad, comodidad, apariencia y drenaje. Para determinar estos se criterios se utilizan los datos de la curva que tiene como PIV la estación 0+724.07 del tramo carretero que comprende desde El Frutal hacia la zona 13 de San Miguel Petapa, con una velocidad de 40 km/h.

- Seguridad:

Determina la longitud mínima que debe de tener la curva para que, en toda la trayectoria, la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la distancia de visibilidad de parada.

$$LCV = K * A = 30,33 * 2,15 = 65,21 \text{ m}$$

Donde

K = es una constante la cual depende de características geométricas y visibilidad

A = diferencia de pendientes en valor de porcentaje

- Apariencia:

Este criterio ayuda a dar la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$LCV \geq 30 * A = 30 * 2,15 = 64,50 \text{ m}$$

- Drenaje:

El valor de este criterio determina si es adecuado el drenaje del agua dependiendo de la pendiente del terreno.

$$LCV \leq 43 * 2,15 = 43 * 1,66 = 92,45 \text{ m}$$

- Comodidad:

El criterio de comodidad se refiere al momento en el cual el vehículo transita sobre la carretera y esta sea adecuada y evite los cambios bruscos de pendiente. Este criterio se define con la siguiente expresión:

$$LCV \geq \frac{A * V^2}{395} = \frac{(2,15) * (40)^2}{395} = 8,71 \text{ m}$$

2.2.6.2.4. Correcciones y subrasante corregida

Para las correcciones de la línea de la subrasante se tomó como dato de referencia la longitud de curva mínima que se obtuvo en el criterio de seguridad, la cual es 65,21 m y se redondeó a 65 m. Debido a los cambios de pendientes del terreno natural es que se deben de realizar las correcciones y se realizan utilizando la siguiente expresión:

$$y = \frac{A * L^2}{200 * LCV} = \frac{(2,15) * (5)^2}{(200) * (65)} = 0,0041 \text{ m}$$

El valor de la corrección de la subrasante es pequeño por lo que este valor no tiene incidencia en los valores establecidos al momento de definir la subrasante.

Tabla IX. **Valores de las curvas verticales de los tramos carreteros**

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS VERTICALES												
TRAMO CARRETERO DESDE VILLA HERMOSA I HACIA EL FRUTAL							CRITERIOS					
No. Curva	EST PIV	ELE PIV	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Dif. De pendientes	K	SEGURIDAD	APARIENCIA	DRENAJE	COMODIDAD	LCV (m)	CORRECCIÓN (m)
Curva No.1	0+174.79	869.81	-10.00	-12.86	2.86	24.92	71.27	85.80	122.98	11.58	71.30	0.009
Curva No.2	0+404.38	840.27	-12.86	-10.83	2.03	24.37	49.47	60.90	87.29	8.22	49.68	0.007
Curva No.3	0+685.66	809.82	-10.83	-0.92	9.91	18.41	182.44	297.30	426.13	40.14	182.44	0.015
Curva No.4	1+390.00	803.37	-0.92	-3.52	2.6	54.78	142.43	78.00	111.8	10.53	142.48	0.009
TRAMO CARRETERO DESDE VILLA HERMOSA I HACIA EL FRUTAL							CRITERIOS					
No. Curva	EST PIV	ELE PIV	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Dif. De pendientes	K	SEGURIDAD	APARIENCIA	DRENAJE	COMODIDAD	LCV (m)	CORRECCIÓN (m)
Curva No.1	0+235.17	797.29	0.30	-1.36	1.66	47.33	78.57	49.80	71.38	6.72	78.63	0.004
Curva No.2	0+509.95	793.56	-1.36	2.89	4.25	12.00	51.00	127.50	182.75	17.22	50.99	0.004
Curva No.3	0+576.25	795.47	2.89	-0.83	3.72	10.00	37.20	111.60	159.96	15.07	37.22	0.006
Curva No.4	0+724.07	794.25	-0.83	-2.98	2.15	30.33	65.21	64.50	92.45	8.71	65.15	0.005
Curva No.5	0+854.72	790.36	-2.98	0.30	3.28	23.25	76.26	98.40	141.04	13.29	76.26	0.003

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2013.

2.2.7. Movimiento de tierras

El movimiento de tierras es el conjunto de trabajos que se deben realizar a la hora de preparar un terreno en el que, posteriormente, se llevará a cabo una obra. Este consiste en trasladar volúmenes de material para modificar la configuración de la superficie del terreno. El movimiento de tierras debe de ser factible en el monto económico ya que está relacionado directamente con la sub-rasante del terreno.

2.2.7.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

En el sentido perpendicular a la línea central del alineamiento en la topografía se logra determinar el volumen del movimiento de tierras. En la línea perpendicular del alineamiento se logran observar las características topográficas de las secciones transversales.

El punto central de la vía puede quedar ubicado sobre el terreno natural siempre y cuando se tome en cuenta la sección transversal. Si este punto queda sobre el terreno natural marca el área de relleno y debajo marca el área de corte; por lo general las secciones transversales se hacen a cada 20 metros.

En la tabla X se muestra la relación de taludes recomendados para corte o relleno.

Tabla X. **Relación de taludes para corte y relleno**

CORTE		RELLENO	
H-V	ALTURA (m)	H-V	ALTURA (m)
1-1	0-3	2-1	0-3
1-2	3-7	3-2	MAYOR A 3
1-3	MAYOR A 7		

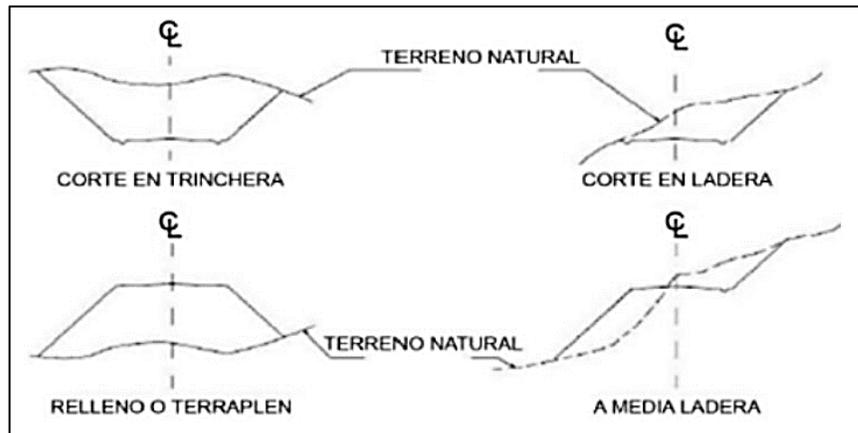
Fuente: Cárdenas. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*.

Existen dos métodos por los cuales se puede calcular el área de las secciones transversales; se puede utilizar el método gráfico o el cálculo de áreas por medio de determinantes, en el que, con las coordenadas de los puntos que delimitan las áreas de corte y relleno, se calcula el área.

2.2.7.2. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Existen varios tipos de secciones transversales los cuales se muestran a continuación:

Figura 14. **Diferentes tipos de secciones transversales**



Fuente: Casanova. (2002). *Topografía plana*.

Dependiendo de la topografía de la zona se recomienda hacer la separación entre secciones, ya sea a cada 40 m en terrenos llanos y a cada 20 m en terrenos de montaña.

En terrenos uniformes entre dos estaciones, se hace un promedio de las áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre las estaciones y se determinan los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

Uno de los métodos más utilizados para determinar volúmenes de movimiento de tierras es el de áreas medias, en donde el volumen entre dos secciones consecutivas con corte o con relleno está dado por la siguiente ecuación.

$$V = \frac{A_1 * A_2}{2} * D$$

Donde:

V = volumen entre secciones (m³)

A₁, A₂ = áreas de secciones (m²)

D = distancia entre secciones (10m en curva y 20m en recta)

En dado caso las áreas son de diferente tipo, se genera una distancia de paso, la cual representa el punto donde el área de las secciones cambia de corte a relleno. Para obtener la distancia de paso se realiza la relación de triángulos con la distancia entre las estaciones, los cortes y rellenos.

Existen otros casos en los cuales se utilizan áreas transversales de diferente tipo, para este tipo de áreas se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$V_C = \frac{A_C}{2} * d_c$$

$$d_C = \frac{A_C}{A_R + A_C} * L$$

$$V_R = \frac{A_R}{2} * d_R$$

$$d_R = \frac{A_R}{A_R + A_C} * L$$

Donde:

V_R = volumen de relleno (en metros cúbicos)

A_R = área de relleno (en metros cuadrados)

d_R = distancia de relleno (en metros)

V_C = volumen de corte (en metros cúbicos)

A_C = área de corte (en metros cuadrados)

d_C = distancia de corte (en metros)

L = longitud (metros)

El cálculo se realizó con el software AutoCAD Civil 3D 2019. Este software realiza una interpolación entre secciones para determinar el volumen de material,

para realizar la demostración del cálculo de los volúmenes se utilizan los siguientes datos:

Para las estaciones: 0+020 y 0+040 del tramo carretero que comprende de Villa Hermosa I hacia el Frutal, debido a que en esta área se deben de realizar trabajos de corte de material.

$$V_{CORTE} = \frac{L}{3} * (A_1 + \sqrt{A_1 * A_2} + A_2) = \frac{20}{3} * (28.02 + \sqrt{28.02 * 7.22} + 7.22) = 352.34 \text{ m}^3$$

Para las estaciones: 0+220 y 0+440 del tramo carretero que comprende de Villa Hermosa I hacia el Frutal, debido a que en esta área se deben de realizar trabajos de relleno de material.

$$V_{RELLENO} = \frac{L}{3} * (A_1 + \sqrt{A_1 * A_2} + A_2) = \frac{20}{3} * (14,66 + \sqrt{14,66 * 5,29} + 5,29) = 191,34 \text{ m}^3$$

Donde:

L = distancia entre estaciones

A₁ = área 1 de corte o relleno (m²)

A₂ = área 2 de corte o relleno (m²)

Tabla XI. **Tabla de movimiento de tierras tramo de Villa Hermosa I hacia El Frutal, San Miguel Petapa**

Estación	Área de corte (m ²)	Volumen de corte (m ³)	Área de relleno (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen acumulado de corte (m ³)	Volumen acumulado de relleno (m ³)	Volumen neto acumulado (m ³)
0+020.000	28.02	0	0	0	0	0	0
0+040.000	7.22	352.34	0	0	352.34	0	352.34
0+060.000	6.69	139.03	0	0	491.37	0	491.37
0+080.000	9.97	166.59	0	0	657.96	0	657.96
0+100.000	10.37	203.4	0.11	1.13	861.36	1.13	860.24
0+120.000	6.6	169.75	0.18	2.8	1031.12	3.92	1027.2
0+130.000	3.79	52.09	0	0.71	1083.21	4.63	1078.58
0+140.000	0.75	22.74	0.09	0.43	1105.96	5.06	1100.9
0+150.000	0	3.76	2.65	13.6	1109.72	18.66	1091.06
0+160.000	0	0	5.95	42.85	1109.72	61.51	1048.21
0+170.000	0	0	8.99	74.57	1109.72	136.08	973.63
0+180.000	0	0	11.5	102.42	1109.72	238.5	871.22
0+190.000	0	0	13.48	124.72	1109.72	363.22	746.5
0+200.000	0	0	14.28	138.63	1109.72	501.85	607.87
0+220.000	0	0	14.66	290.14	1109.72	791.99	317.72
0+240.000	1.07	10.69	5.29	199.48	1120.41	991.47	128.94
0+260.000	12.93	139.97	0	52.85	1260.38	1044.32	216.05
0+280.000	20.7	333.11	0	0	1593.49	1044.32	549.16
0+290.000	22.15	209.42	0	0	1802.91	1044.32	758.59
0+300.000	22.75	220.09	0	0	2023	1044.32	978.67
0+310.000	23.05	225.1	0	0	2248.09	1044.32	1203.77
0+320.000	23.4	228.43	0	0	2476.52	1044.32	1432.19
0+330.000	23.89	232.08	0	0	2708.59	1044.32	1664.27
0+340.000	24.12	235.43	0	0	2944.02	1044.32	1899.7
0+360.000	23.89	480.08	0	0	3424.1	1044.32	2379.78
0+380.000	22.39	462.81	0	0	3886.91	1044.32	2842.59
0+400.000	22.16	445.55	0	0	4332.46	1044.32	3288.14
0+410.000	21.27	216.42	0	0	4548.88	1044.32	3504.56
0+420.000	19.7	203.84	0	0	4752.73	1044.32	3708.4
0+430.000	17.9	186.87	0	0	4939.6	1044.32	3895.27
0+440.000	16.07	168.69	0	0	5108.28	1044.32	4063.96
0+460.000	13.09	291.32	0	0	5399.61	1044.32	4355.28
0+480.000	10.85	239.44	0	0	5639.05	1044.32	4594.72
0+500.000	8.82	196.74	0	0	5835.79	1044.32	4791.46
0+520.000	6.88	157.05	0	0	5992.84	1044.32	4948.51
0+540.000	5.14	120.2	0	0	6113.04	1044.32	5068.71
0+560.000	3.65	87.93	0.03	0.27	6200.97	1044.6	5156.37
0+570.000	2.9	32.78	0.34	1.82	6233.75	1046.41	5187.33
0+580.000	2.52	26.49	0.92	5.82	6260.24	1052.24	5208
0+600.000	2.93	54.07	0.89	17.77	6314.31	1070.01	5244.3
0+620.000	12.78	157.09	0	8.91	6471.41	1078.92	5392.48
0+640.000	28.25	410.31	0.22	2.2	6881.72	1081.12	5800.59
0+650.000	34.9	319.63	0.47	3.17	7201.35	1084.3	6117.05
0+660.000	37.31	365.76	0.8	5.72	7567.11	1090.02	6477.09
0+670.000	35.36	367.97	1.23	9.13	7935.08	1099.15	6835.92
0+680.000	29.72	327.87	1.79	14.25	8262.95	1113.4	7149.55
0+700.000	17.36	470.77	0.85	26.34	8733.73	1139.74	7593.99
0+720.000	11.7	290.54	0.53	13.76	9024.27	1153.5	7870.77
0+740.000	12.9	245.99	1.99	25.21	9270.26	1178.71	8091.54
0+760.000	12.51	254.04	1.46	33.19	9524.29	1211.91	8312.39
0+770.000	11.06	117.56	1	11.16	9641.85	1223.07	8418.78

Continuación de la tabla XI.

0+780.000	9.91	104.59	0.52	6.93	9746.44	1230	8516.44
0+800.000	6.97	168.81	0	5.18	9915.25	1235.18	8680.07
0+820.000	4.94	119.11	0	0	10034.36	1235.18	8799.19
0+840.000	3.18	81.15	0	0	10115.51	1235.18	8880.33
0+860.000	1.5	46.77	0	0	10162.28	1235.18	8927.1
0+880.000	0.12	16.16	0.24	2.37	10178.44	1237.54	8940.9
0+900.000	0	1.16	1.8	20.39	10179.6	1257.93	8921.67
0+920.000	0	0	3.27	50.68	10179.6	1308.62	8870.99
0+940.000	0	0	4.46	77.22	10179.6	1385.84	8793.76
0+960.000	0	0	5.38	98.33	10179.6	1484.17	8695.43
0+980.000	0	0	6.16	115.39	10179.6	1599.56	8580.04
1+000.000	0	0	6.96	131.24	10179.6	1730.8	8448.8
1+020.000	0	0	7.78	147.37	10179.6	1878.17	8301.44
1+040.000	0	0	8.6	163.79	10179.6	2041.95	8137.65
1+060.000	0	0	9.45	180.49	10179.6	2222.44	7957.16
1+080.000	0	0	10.07	195.28	10179.6	2417.72	7761.88
1+100.000	0	0	10.55	206.19	10179.6	2623.91	7555.69
1+120.000	0	0	11.02	215.67	10179.6	2839.59	7340.02
1+140.000	0	0	11.46	224.77	10179.6	3064.36	7115.25
1+160.000	0	0	11.89	233.48	10179.6	3297.83	6881.77
1+180.000	0	0	12.29	241.79	10179.6	3539.62	6639.98
1+200.000	0	0	12.68	249.72	10179.6	3789.34	6390.26
1+220.000	0	0	13.05	257.26	10179.6	4046.6	6133
1+240.000	0	0	13.39	264.41	10179.6	4311.01	5868.6
1+260.000	0	0	13.72	271.17	10179.6	4582.17	5597.43
1+280.000	0	0	14.03	277.54	10179.6	4859.71	5319.89
1+300.000	0	0	14.32	283.52	10179.6	5143.23	5036.37
1+320.000	0	0	14.59	289.11	10179.6	5432.34	4747.26
1+340.000	0	0	14.41	290.02	10179.6	5722.36	4457.24
1+360.000	0	0	13.44	278.54	10179.6	6000.9	4178.71
1+380.000	0	0	11.73	251.69	10179.6	6252.59	3927.01
1+400.000	0	0	9.33	210.53	10179.6	6463.12	3716.48
1+420.000	0	0	6.34	156.7	10179.6	6619.82	3559.78
1+440.000	0	0	2.91	92.52	10179.6	6712.34	3467.26
1+460.000	0.82	8.18	0	29.15	10187.78	6741.5	3446.28
1+480.000	2.02	28.35	0	0.06	10216.13	6741.56	3474.57

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Tabla XII. **Tabla de movimiento de tierras tramo de El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa**

Estación	Área de corte (m2)	Volumen de corte (m3)	Área de relleno (m2)	Volumen de relleno (m3)	Volumen acumulado de corte (m3)	Volumen acumulado de relleno (m3)	Volumen neto acumulado (m3)
0+020.000	34.32	0	0	0	0	0	0
0+040.000	31.59	659.02	0	0	659.02	0	659.02
0+060.000	26.44	580.25	0	0	1239.27	0	1239.27
0+080.000	21.17	476.09	0	0	1715.36	0	1715.36

Continuación de la tabla XII.

0+100.000	16.22	373.86	0	0	2089.22	0	2089.22
0+120.000	11.76	279.76	0	0	2368.98	0	2368.98
0+140.000	7.8	195.57	0	0	2564.55	0	2564.55
0+160.000	4.33	121.29	0	0	2685.84	0	2685.84
0+180.000	1.35	56.8	0	0	2742.64	0	2742.64
0+200.000	0	13.48	1.32	13.25	2756.12	13.25	2742.87
0+220.000	0	0	3.81	51.34	2756.12	64.59	2691.53
0+240.000	0	0	5.91	97.19	2756.12	161.78	2594.34
0+260.000	0	0	7.48	133.91	2756.12	295.69	2460.43
0+280.000	0	0	8.45	159.32	2756.12	455	2301.11
0+300.000	0	0	9.26	177.08	2756.12	632.09	2124.03
0+320.000	0	0	9.61	188.71	2756.12	820.8	1935.32
0+340.000	0	0	7.75	173.64	2756.12	994.44	1761.67
0+360.000	0	0	5.07	128.2	2756.12	1122.64	1633.47
0+380.000	0	0	2.62	76.9	2756.12	1199.55	1556.57
0+400.000	0	0	1	36.23	2756.12	1235.78	1520.34
0+420.000	0.09	0.88	0.17	11.67	2757	1247.45	1509.55
0+440.000	0.85	9.4	0	1.66	2766.4	1249.1	1517.3
0+460.000	1.82	26.76	0	0	2793.16	1249.1	1544.06
0+480.000	2.86	46.87	0	0	2840.03	1249.1	1590.93
0+500.000	6.67	95.3	0	0	2935.33	1249.1	1686.23
0+520.000	8.98	156.45	0	0	3091.78	1249.11	1842.67
0+540.000	6.66	156.43	0.03	0.27	3248.21	1249.38	1998.82
0+560.000	2.57	92.31	0	0.26	3340.51	1249.65	2090.87
0+580.000	2.3	48.62	3.49	34.88	3389.13	1284.53	2104.61
0+600.000	3.4	56.95	6.82	103.05	3446.09	1387.58	2058.51
0+620.000	2.81	62.12	5.93	127.48	3508.21	1515.06	1993.15
0+640.000	1.3	41.14	2.93	88.61	3549.36	1603.67	1945.69
0+650.000	0.3	8.65	2.28	26.18	3558.01	1629.85	1928.16
0+660.000	0.22	2.76	1.94	21.28	3560.77	1651.13	1909.65
0+680.000	0.94	11.77	0.69	26.32	3572.54	1677.44	1895.1
0+700.000	0.86	18	0.74	14.23	3590.54	1691.67	1898.87
0+720.000	1.67	24.47	0.34	10.79	3615.01	1702.46	1912.55
0+730.000	2	16.29	0.53	4.4	3631.3	1706.86	1924.45
0+740.000	2.33	19.08	0.8	6.72	3650.39	1713.58	1936.81
0+750.000	2.46	20.97	0.56	6.88	3671.36	1720.46	1950.9
0+760.000	2.55	21.94	0.01	2.89	3693.3	1723.35	1969.95
0+770.000	3.43	26.87	0	0.05	3720.16	1723.4	1996.76
0+780.000	4.61	37.23	0	0	3757.39	1723.4	2033.99
0+790.000	6.17	50.85	0	0	3808.24	1723.4	2084.84
0+800.000	8.07	68.05	0	0	3876.29	1723.4	2152.89
0+820.000	14.08	221.52	0	0	4097.81	1723.4	2374.41
0+840.000	24.67	387.52	0	0	4485.34	1723.4	2761.94
0+860.000	37.14	614.74	0	0	5100.08	1723.4	3376.68
0+870.000	33.48	347.41	0.03	0.16	5447.49	1723.56	3723.93
0+880.000	27.39	298.14	0	0.16	5745.63	1723.73	4021.9
0+890.000	19.29	228.62	0	0	5974.25	1723.73	4250.53
0+900.000	20.24	196.68	0	0	6170.93	1723.73	4447.2
0+920.000	17.11	373.46	0.06	0.57	6544.39	1724.3	4820.09
0+940.000	9.63	267.41	0.37	4.24	6811.8	1728.54	5083.26
0+960.000	4.39	140.24	0	3.67	6952.04	1732.21	5219.83
0+980.000	7.23	116.2	0.88	8.82	7068.24	1741.02	5327.22
0+990.000	5.5	67.53	3.07	19.83	7135.78	1760.85	5374.92
1+000.000	1.99	38.58	5.98	45.51	7174.36	1806.37	5367.99
1+010.000	2.1	19.43	14.95	105.68	7193.79	1912.05	5281.74
1+020.000	1.58	17.33	23.38	193.37	7211.12	2105.43	5105.69
1+040.000	0	15.67	30.8	541.98	7226.79	2647.4	4579.39
1+060.000	0	0	30.12	609.12	7226.79	3256.53	3970.26

Continuación de la tabla XII.

1+080.000	0	0	28.35	584.62	7226.79	3841.15	3385.64
1+100.000	0	0	25.72	540.67	7226.79	4381.82	2844.97
1+120.000	0	0	21.98	476.99	7226.79	4858.8	2367.98
1+140.000	0	0	17.13	391.05	7226.79	5249.85	1976.93
1+160.000	0	0	11.81	289.39	7226.79	5539.25	1687.54
1+170.000	0	0	8.71	102.37	7226.79	5641.62	1585.17
1+180.000	0	0	6.16	73.81	7226.79	5715.44	1511.35
1+200.000	0.35	3.45	2.51	86.76	7230.24	5802.2	1428.05
1+220.000	1.88	22.27	0.52	30.3	7252.52	5832.49	1420.02
1+240.000	4.79	66.72	0	5.18	7319.23	5837.68	1481.56
1+260.000	8.49	132.82	0	0	7452.06	5837.68	1614.38
1+280.000	12.33	208.23	0	0	7660.28	5837.68	1822.6
1+300.000	14.27	265.95	0	0	7926.23	5837.68	2088.55
1+320.000	13.29	275.53	0.54	5.41	8201.77	5843.09	2358.68
1+330.000	11.97	126.29	0.74	6.12	8328.06	5849.21	2478.85
1+340.000	10.38	111.91	1.09	8.6	8439.97	5857.81	2582.16
1+350.000	8.46	94.4	0.53	7.63	8534.37	5865.45	2668.92
1+360.000	7.68	80.8	0.09	2.94	8615.17	5868.38	2746.79
1+380.000	2.19	98.7	0	0.88	8713.87	5869.27	2844.61
1+400.000	2.8	49.98	0	0	8763.85	5869.27	2894.59
1+420.000	4.07	68.75	0	0	8832.61	5869.27	2963.34
1+440.000	1.55	56.21	0	0	8888.81	5869.27	3019.55
1+460.000	0.02	15.7	0.65	6.47	8904.51	5875.73	3028.77
1+480.000	1.32	13.44	0	6.47	8917.94	5882.2	3035.74
1+500.000	0.1	14.25	0.32	3.2	8932.19	5885.4	3046.79

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.2.7.3. Balance y diagrama de masa

Para poder determinar las cantidades finales del movimiento de tierras se debe de tener el cálculo de los valores del balance para formar el diagrama de masas y así combinarlo con el diseño de la línea de balance. Por lo tanto, se debe de aplicar un buen criterio para obtener esta línea y así influir en la optimización de los recursos del proyecto.

Al realizar el balance y diagrama de masas el objetivo es reutilizar el material producto del corte en puntos donde se necesite relleno, el acarreo se debe realizar lo más cercano posible y de preferencia que sea cuesta abajo.

De acuerdo a las tablas XI y XII del movimiento de tierras, se puede observar que únicamente hay trabajos de corte al inicio del tramo que comprende desde Villa Hermosa I hacia El Frutal y el resto del tramo es trabajo de relleno, el tramo que comprende desde El Frutal hacia la zona 13 de San Miguel Petapa tiene únicamente trabajos de relleno.

Para determinar la cantidad final del movimiento de tierras se utiliza la siguiente ecuación:

$$B_i = B_a + C - R$$

Donde:

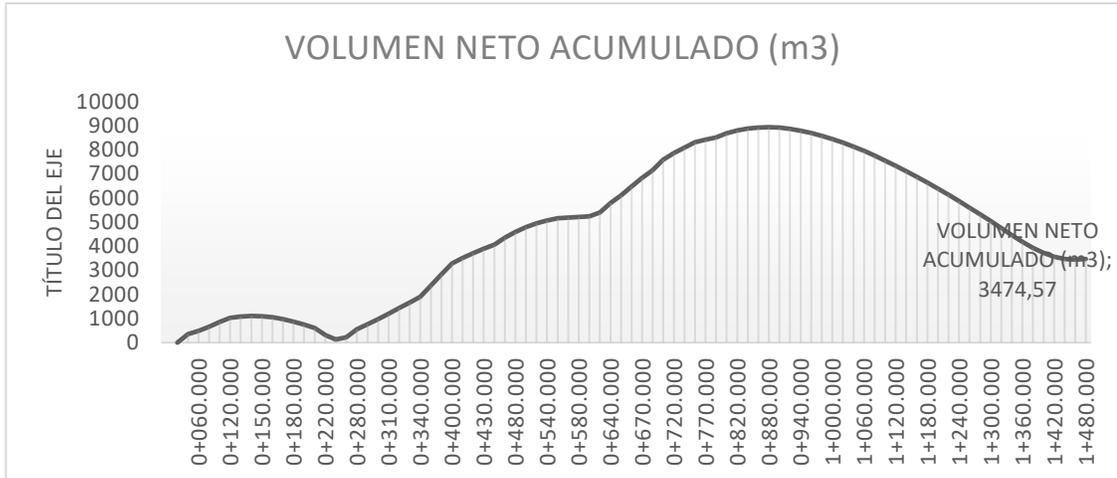
B_i = balance de cualquier estación

B_a = balance anterior

C y R = corte y relleno respectivamente

Figura 15. **Diagrama de masas de la est. 0+000 a la est. 1+480.00**

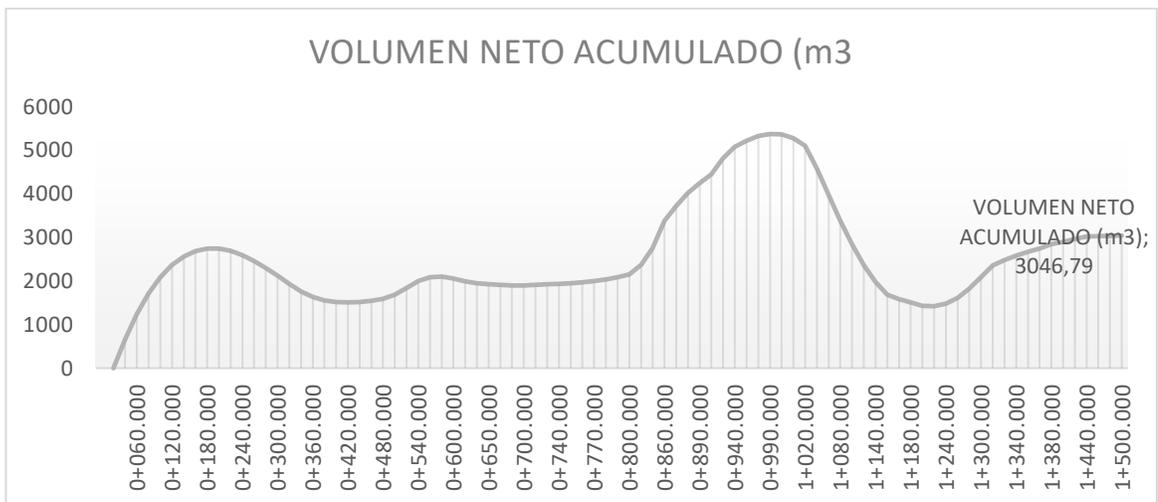
Tramo Carretero de Villa Hermosa I hacia El Frutal



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Figura 16. **Diagrama de masas de la est. 0+000 a la est. 1+500.00**

Tramo Carretero de El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa.



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.2.8. Estructura de pavimento

Al momento de diseñar pavimentos rígidos se debe de tomar en cuenta la estructura que compone el pavimento, si cada uno de los elementos que compone la estructura del pavimento se realiza adecuadamente, se obtendrá un pavimento fuerte y durable con las características que se plasmaron en el diseño y cumpliendo con el tiempo de duración establecido.

La estructura del pavimento está compuesta de las siguientes capas:

2.2.8.1. Capa subrasante

Es la capa de terreno natural la cual soporta la estructura del pavimento y se extiende hasta una profundidad en la que no le afecte las cargas de diseño que corresponden al tránsito vehicular.

Dependiendo de sus características pueden llegar a soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido. El espesor del pavimento depende de la calidad del material de la subrasante.

Existen propiedades y requisitos que se deben de cumplir para que la capa subrasante cumpla con el objetivo de soportar la estructura del pavimento, según la norma AASHTO T – 180.

- Tamaño máximo de la partícula de suelo de 75 milímetros.
- Resultados del ensayo de CBR al 95 % de compactación con un CBR mínimo del 5 %.

Debido a los resultados del ensayo de CBR a la muestra de suelo, los resultados son satisfactorios para poder utilizar este suelo para realizar la capa de subrasante la cual tendrá un espesor de 30 centímetros. El banco de material se encuentra a un costado del proyecto, ya que este terreno la municipalidad lo utiliza para acarrear material para los diferentes proyectos que va a ejecutar.

2.2.8.2. Capa sub base

Esta capa de la estructura del pavimento es la que se encarga de soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito provenientes de las capas superiores del pavimento, para que la capa de subrasante las pueda soportar.

Está constituida por una capa de material selecto o estabilizado según los resultados obtenidos del estudio de suelos. El espesor compactado de la misma se determina según las condiciones y características del material de la subrasante.

La subbase debe estar constituida por material de tipo granular en estado natural o mezclado, ya que la misma debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El material deberá de tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo de 30 en una muestra saturada al 95 % de compactación.
- El tamaño máximo de piedras que contenga el material sub base, no deberá de exceder de 70 milímetros, ni exceder de $\frac{1}{2}$ del espesor de la capa.
- Rocas aisladas, mayores a 100 milímetros, que se encuentran incorporadas en los 300 milímetros superiores de la capa del suelo subrasante.

- El tamaño máximo para sub-base no debe ser mayor a 7 cm.

Debido a los resultados del ensayo de CBR a la muestra de suelo, los resultados son satisfactorios para poder utilizar este suelo para realizar la capa de sub base la cual tendrá un espesor de 5 centímetros. El banco de material se encuentra a un costado del proyecto, ya que este terreno la municipalidad lo utiliza para acarrear material para los diferentes proyectos que va a ejecutar.

2.2.8.3. Base

Es la capa de la estructura de pavimento, destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas de tránsito provenientes de las capas superiores de pavimento, de tal manera que el suelo de la subrasante las pueda soportar. Esta capa tendrá que ser resistente a los cambios de humedad, temperatura y desintegración por abrasión, las cuales son producidas por el tránsito. El espesor de la base debe no ser mayor a 35 cms ni menor a 10 cms.

Materiales que pueden conformar la base:

- El material deberá de tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo de 90 en una muestra saturada al 95 % de compactación.
- Para abrasión el material que se utilizará es el que queda retenido en el tamiz número 4.

Para la base se utilizará material granular con un CBR de 90 en una muestra saturada al 95 % de compactación para un espesor de 11 centímetros.

2.2.8.4. Capa de rodadura

Es una capa en la que se aplica directamente la carga vehicular y está compuesta por cemento portland y agregados, la cual es mejor conocida como cemento hidráulico. La carpeta de rodadura se encarga de resistir los esfuerzos con el mínimo desgaste debido al tránsito, ayuda a impermeabilizar las capas inferiores de los efectos del sol y la lluvia.

2.2.9. Diseño de pavimento rígido

Se realiza el diseño de la carpeta de rodadura tomando en cuenta las especificaciones del departamento de planificación de la municipalidad de San Miguel Petapa.

2.2.9.1. Determinación de tránsito promedio diario (TPD)

Uno de los principales parámetros para determinar el espesor de la losa de pavimento rígido es el tránsito de vehículos que se movilizan por el lugar en el cual se va a realizar el diseño.

Para poder determinar el tránsito promedio diario (TPD) se debe de realizar conteo durante las horas pico en el lugar donde se va a realizar la carretera, este conteo se debe de realizar durante toda una semana y así poder obtener datos para identificar la cantidad de vehículos que transitan por este lugar.

De la misma manera se realiza para el tránsito promedio diario de camiones (TPDC) este valor es únicamente para el transporte pesado, si en dado

caso en el lugar en el que se va a realizar la carretera no transita transporte pesado entonces este valor se puede obtener por medio de un valor en porcentaje del TPD.

Para este proyecto no se realizó conteo de vehículos del lugar del proyecto, por lo que el valor TPD se determinó por medio de valores propuestos por el método PCA, debido a que es una calle residencial se determinó un TPD de 200 vehículos y un TPDC de 40 vehículos para un período de diseño de 20 años.

2.2.9.1.1. Módulo de ruptura del concreto

Debido al paso de vehículos sobre las losas de concreto se producen varios esfuerzos de flexión y compresión.

Los esfuerzos de compresión son tan mínimos que no influyen en el grosor de la losa. En cambio, los promedios de esfuerzos de flexión y de las fuerzas de flexión son mucho mayores, por eso son usados estos valores para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos. La fuerza de flexión está determinada por el módulo de ruptura del concreto (MR), el cual está definido como el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto. La resistencia de la tensión del concreto es relativamente baja. Una buena aproximación para la resistencia a la tensión será de 10 a 20 % de su resistencia a la compresión f'_c , debido a los problemas de agarre de las máquinas de prueba. Por lo que el valor aproximado es de $0.15 \times 4000 \text{ PSI} = 600 \text{ PSI}$.

2.2.9.1.2. Módulo de reacción del suelo

El módulo de reacción de la subrasante es la propiedad de apoyo que esta ofrece al tráfico y se define como la pendiente de la gráfica carga deformación obtenida en el campo por el ensayo del disco (norma ASTM D1196), cuyo resultado estará en kilogramo centímetro cúbico. Esto determina la característica de resistencia de la elasticidad de los suelos.

Tabla XIII. **Tipos de suelo de subrasante y valores aproximados del módulo de reacción K**

Tipos de Suelos	Soporte	Rango de Valores de K
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predomina.	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla.	Medio	130 – 170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre.	Alto	180 – 220
Sub bases tratadas con cemento	Muy Alto	250 – 440

Fuente: Salazar. (2015). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*.

2.2.9.1.3. Tráfico de cargas de diseño

El tráfico futuro tiene considerable influencia en el diseño, el crecimiento anual es del 2 % al 6 % que corresponden a factores de proyección de tráfico a 20 años de 1.2 a 1.8.

Para el tráfico vehicular se considera:

- TPD (tráfico promedio diario en ambas direcciones todos los vehículos).

- TPDC (tráfico promedio diario de camiones en ambas direcciones).
- Carga de eje de camiones.

Tabla XIV. **Porcentaje anual de crecimiento de tráfico**

Porcentaje anual de crecimiento del tráfico %	Factor de proyección de 20 años	Factor de proyección de 40 años
1	1.1	1.2
1 ½	1.1	1.3
2	1.2	1.5
2 ½	1.2	1.6
3	1.3	1.8
3 ½	1.3	2.0
4	1.4	2.2
4 ½	1.5	2.4
5	1.6	2.7
5 ½	1.6	2.9
6	1.7	3.2

Fuente. Westergaard. (1926). *Stresses in concrete pavements computed by theoretical analysis*. Consultado el 12 de febrero de 2023. Recuperado de <https://trid.trb.org/view/97833>.

2.2.9.2. Método PCA (Portland Cement Association)

La Asociación del Cemento Portland (PCA) ha desarrollado dos métodos, de capacidad y simplificado para determinar el espesor de losa adecuada para soportar la carga de tránsito de calles y carreteras. En este caso se usa el método simplificado, el cual consiste en hacer un conteo de tránsito promedio de vehículos. Como no se cuenta con datos de conteo de tránsito vehicular para el proyecto, se hizo un conteo sobreestimado de vehículos que circulan por las calles y avenidas del municipio donde pasa mayor cantidad de vehículos; del cual se determinó el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones.

En el método propuesto por la PCA no es tan determinante el número de vehículos que circulan por la vía sino el porcentaje de vehículos pesados. No es

posible obtener datos de carga por eje y se utilizan tablas basadas en distribución compuesta de tráfico clasificado.

Tránsito promedio diario (TPD) = 200 vehículos

Tránsito promedio diario de camiones (TPDC) = 20 % TPD = 40 vehículos.

El período de diseño para este proyecto es de 20 años por lo que $40 \times 20/20 = 40$ vehículos. Con el dato estimado de paso de vehículos y su porcentaje de camiones se clasifica la vía según la tabla XII.

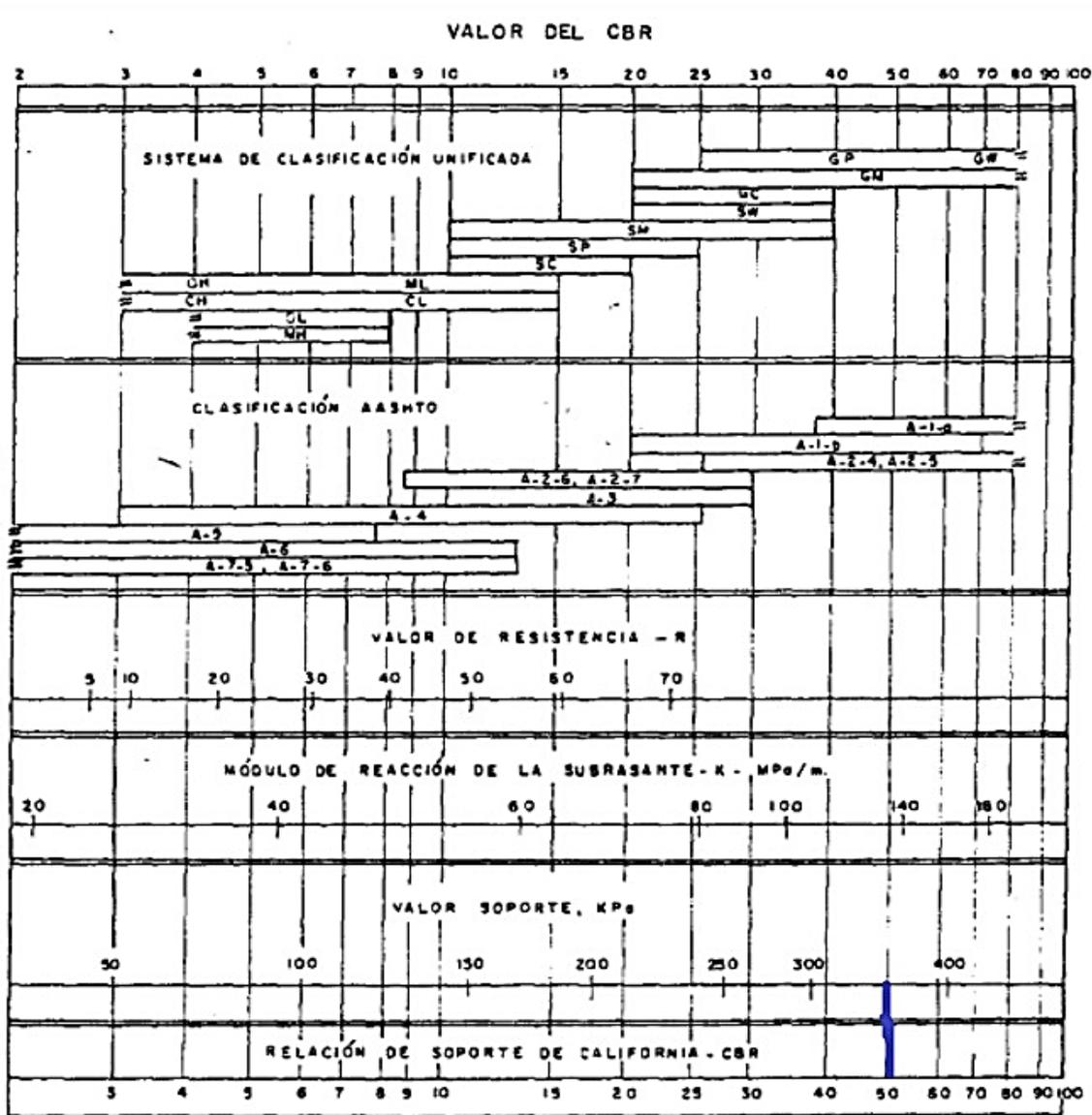
Las calles del proyecto se clasifican en la categoría número 1, definida como calles residenciales, carreteras rurales y secundarias.

Tabla XV. **Clasificación de calles según TPD y TPDC**

Carga por eje de categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje kps	
		TPD	TPDC		Eje domicilio	Eje tándem
			% por día			
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias(bajo a medio)	200 a 800	% 1-3	Arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias(alta) carreteras primarias y calles artesanales(bajo)	700 a 5000	5-18	De 40 a 100	26	40
3	Calles artesanales, carreteras primarias (medio), súper carreteras e interestatales urbanas y rurales (bajo medio)	3000-12000 (2carriles), 3000-50000	8-30	De 500 a 5000	34	60
4	Calles artesanales, carreteras primarias, súper carreteras (altas), interestatales urbanas y rurales (medio alto).	3000 a 20000(2 carriles) 3000-15000 (4 carriles)	8-30	De 1500 a 8000	34	60

Fuente: Salazar. (2015). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*.

Figura 17. Determinación de la reacción K por medio del C.B.R



Fuente: Montejo. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*.

Utilizando la información de la figura XV se determinó el valor soporte del suelo haciendo uso del valor $K=320 \text{ lb/pulg}^3$. El resultado se encuentra dentro del rango de $250 - 440 \text{ lb/pulg}^3$, por lo que esto indica que posee un valor alto pero

la descripción del tipo de suelo no coincide con los resultados del estudio granulométrico ya que el suelo es una arena limosa con grava.

Tabla XVI. **Tipos de suelos de sub-rasantes y valores aproximados de K**

Tipo de suelo	Apoyo	Rango de valores de K PSI
Suelos de grano fino en los cuales predominan las partículas de limo y arcilla.	BAJO	75-120
Arenas y mezclas de arena y grava con cantidades moderadas de limo y arcilla.	MEDIO	130-170
Arenas y mezclas de arena y grava relativamente libres de finos y plásticos.	ALTO	180-220
Sub-bases tratadas con cemento.	MUY ALTO	250-440

Fuente: Salazar. (2015). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos.*

Se debe de establecer el espesor de la base, conforme a los estudios realizados se propone una base de cuatro pulgadas de espesor la cual estará conformada de suelo granular. El valor de reacción de K es de 320 lb/pulg³ para la subrasante según los estudios de laboratorio, según los valores de la figura XV y proponiendo una sub base de espesor de cuatro pulgadas, se determina que el valor para la subrasante es de 320 PSI. Este valor se encuentra dentro de la clasificación de valor soporte alto o muy alto, de acuerdo con la tabla XIII. Por facilidad de construcción la base tendrá un espesor de 11 cm.

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

SUBRASANTE VALORES DE K PSI	SUB-BASE VALORES DE K PSI			
	4 Plg	6 Plg	9 Plg	12 Plg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente. Westergaard. (1926). *Stresses in concrete pavements computed by theoretical analysis*.

Consultado el 12 de febrero de 2023. Recuperado de <https://trid.trb.org/view/97833>.

Se toman en cuenta los datos anteriores los cuales son; un tránsito promedio diario de camiones de 40 camiones y un módulo de ruptura de 600 PSI, se procede a determinar el espesor de la carpeta de rodadura en la tabla XV. Se utilizan los datos de las columnas del lado izquierdo, ya que los bordillos y banquetas no serán fundidos monolíticamente, en la columna del lado izquierdo y donde se lee clasificación alta se observa que el valor que más se acerca a 40 camiones es el de 98 camiones diarios y con este dato determinamos el espesor de la carpeta de rodadura el cual será de 6", debido a la facilidad de construcción se utilizará 15 centímetros de espesor.

Tabla XVIII. **TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimento con juntas de trabe por agregado**

Sin hombros de concreto o bordillo				Con hombros de concreto o bordillo			
Espesor de Losa PLG	Soporte de sub-rasante y sub-base			Espesor de Losa PLG	Soporte de sub-rasante y sub-base		
	bajo	medio	alto		bajo	medio	alto
Mr = 650 PSI							
4.5			0.1	4	2	0.2	0.9
				4.5		8	2.5
5	0.1	0.8	3	5	30	130	330
5.5	3	15	45	5.5	320		
6	40						
6.5	330	160	430				
Mr = 600 PSI							

Continuación de la tabla XVIII.

5	0.5	0.1	0.4	4	0.2	1	0.1
5.5		3	9	4.5			5
6	8	36	98	5	6	27	75
6.5	76	200	760	5.5	73	290	730
7							
7.5	520						
Mr = 550 PSI							
5.5	0.1	0.3	1	4.5	0.2	0.2	0.6
6	1	6	18	5	0.8	4	13
6.5	13	60	160	5.5	13	57	150
7	110	400		6	130	480	
7.5	620						

Fuente: Salazar. (2015). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*.

2.2.9.3. Diseño de juntas

La finalidad de las juntas es construirlas para reducir los efectos de expansión o contracción debido a los cambios de temperatura en el ambiente y también facilitan el movimiento del concreto al momento de la fundición. Las juntas pueden ser de dos tipos, transversales a la línea central de la carretera y longitudinales.

- Juntas transversales de expansión:

Debido a las deformaciones térmicas que sufre el concreto por los cambios de temperatura, se construyen las juntas transversales de expansión, las cuales permiten el movimiento de las losas de concreto que sufren de deformación térmica. Si no se colocan este tipo de juntas el concreto podría abombarse o reventarse.

Para este tipo de juntas se debe de tener dispositivos apropiados para la transferencia de cargas, se coloca un material de relleno, el cual puede ser

bitumen, corcho o caucho y esto es para que se permita la deformación de la losa y evitar la penetración de elementos que puedan dañar el pavimento.

- Juntas transversales de contracción:

Este tipo de juntas tiene la finalidad de minimizar los efectos de los esfuerzos de tensión que experimenta la losa provocados por la disminución de temperatura. Estas juntas buscan debilitar la losa, de modo que si los esfuerzos de tensión que experimente la losa sean lo suficientemente grandes para para agrietarla.

En la mayoría de los casos estas juntas tienen una profundidad de un cuarto a un tercio del espesor de la losa y cuando las mismas se diseñan adecuadamente minimizan el agrietamiento fuera de las juntas. Este tipo de juntas se pueden realizar aserrando el concreto endurecido, con insertos de plástico antes de colorar el concreto, o bien, después de que el concreto ha sido colado pero antes de que este endurecido por completo.

- Juntas longitudinales:

Este tipo de juntas se construyen con el objetivo de controlar o prevenir las fisuras que puede presentar el pavimento cuando se construye con anchos que superan los cinco metros y se construyen paralelamente a la línea central de la carretera.

- Juntas de construcción:

Este tipo de juntas se realiza cuando se interrumpe la colocación de concreto para una losa y se debe de colocar en la junta fría entre las dos

secciones de la losa. Para preparar esta interrupción se debe formar una cara vertical con madera o una costanera como arrastre en el extremo de la losa que se está construyendo.

Para este proyecto de diseño de pavimento rígido las juntas transversales serán construidas en un promedio de 3 metros ya que el ancho de la calle es de 6 metros y la junta longitudinal a cada 3 metros, determinadas por las normas AASHTO, la pendiente de bombeo será de 2 %, ya que el rango establece de 1% a 2 % según el tipo de superficie, como lo indica la tabla XVI.

Tabla XIX. **Pendiente transversal según tipo de superficie**

Tipo de superficie	Material	Bombeo
Muy buena	Concreto	1 – 2 %
Buena	Mezcla asfáltica	1.5 – 3 %
Regular	Adoquín	2 – 2.5 %
Mala	Tierra o grava	2.5 – 3 %

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.2.9.4. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla de concreto es un proceso en el cual se busca calcular de una forma proporcionada los elementos que conforman el concreto (cemento, agua, agregados ensayos de laboratorio).

Para el diseño de finos y agregados gruesos) con el fin de obtener los mejores resultados. Para la realización del diseño de mezcla se utilizan tablas las cuales han sido el resultado de numerosos mezcla se deben de tomar en cuenta ciertas secciones para poder realizarlo:

- Tamaño nominal de agregado

El tamaño máximo del agregado grueso se puede determinar con los siguientes criterios: 1/5 del ancho del elemento, 3/4 del espaciamiento entre varillas o 1/3 del espesor de losa. En este caso se utilizó 1/3 del espesor de losa, lo cual dio como resultado 2 pulgadas, se tomó el tamaño máximo de 1 pulgada debido a que es el tamaño máximo comercial en Guatemala.

- Asentamiento

El asentamiento representa el grado con el cual se puede trabajar el concreto y es el indicador por el cual se puede determinar si la cantidad de agua en la mezcla es apropiada para garantizar la calidad del concreto.

Tabla XX. **Asentamientos recomendados**

TIPO DE ESTRUCTURA	ASENTAMIENTO
Cimientos, muros reforzados y vigas	12 cm
Paredes reforzadas y columnas	10 cm
Pavimentos y losas	8 cm
Concreto masivo	5 cm

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

- Resistencia de diseño

Para el agregado de 1", la resistencia específica es de 281 kg/cm².

- Relación asentamiento-agua

Tabla XXI. **Relación asentamiento – agua**

Asentamientos	Cantidad de agua (lt/m³)					
	centímetros	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3 a 5		205	200	185	180	175
8 a 10		225	215	200	195	180
15 a 18		243	230	210	205	200

Fuente: Salazar. (2015). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos.*

Tomando en cuenta de que el asentamiento para losa de pavimento es 8 centímetros, y verificando la información de la tabla IIIII se determina que la cantidad de agua es de 195 lt/m³.

Por medio del valor de la resistencia 281 kg/ cm² se procede a buscar la relación agua/cemento (A/C).

Tabla XXII. **Relación agua/cemento**

Resistencia (kg/cm²)	Relación
420	0.41
350	0.48
281	0.57
210	0.68
140	0.82

Fuente: American Concrete Institute. (2009). *ACI PRC-211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.*

Se utiliza una relación agua/cemento de 0.57.

Tabla XXIII. **Porcentaje de agregado para la mezcla de concreto**

Tamaño máximo agregado grueso	Porcentaje de arena sobre agregado total	Porcentaje de piedrin sobre agregado total
3/8"	50	50
1/2"	41	59
3/4"	34	66
1"	29	71
1 1/2"	25	75

Fuente: American Concrete Institute. (2009). *ACI PRC-211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.*

Se determina que el porcentaje de agregado fino será de 29 % y de agregado grueso de 71 %, se prosigue a determinar la cantidad de los elementos que conformar el concreto.

- $A/C = 0.57$
- $195/C = 0.57$
- $C = 342 \text{ kg/cm}^3$
- Peso del concreto = 2,400 kg/ m³
- Peso de agregados = 2,400 – 195 – 342 = 1,863 kg
- Peso de agregado fino = 1,863 * 0,29 = 540 kg
- Peso de agregado grueso = 1,863 * 0.71 = 1,323 kg
- En base a volumen absoluto se determina lo siguiente:
- Cemento tipo I, 42.5 kg / pie³ = 1,500 kg/m³
- Agregado grueso, 1,800 kg /m³
- Agregado fino, 1,600 kg / m³
- Volumen Agua = 195 / 1,000 = 0.195 m³
- Volumen concreto = $(342 / (42.5)) / 35,3147 = 0.24 \text{ m}^3$

- Volumen Agregado grueso = $1\,323 / (1\,800) = 0.74\text{ m}^3$
- Volumen Agregado fino = $540 / 1,600 = 0.39\text{ m}^3$

Al momento de llevar a cabo el diseño de mezcla en los proyectos, se debe de dar las cantidades en unidades que los maestros de obra, albañiles o personas que se encarguen de la ejecución del proyecto lo puedan entender, por lo que ellos utilizan sus propias unidades de medida, al momento de fundir concreto ellos utilizan cubetas para determinar la relación de los elementos que conforman el concreto. Las cantidades de elementos a utilizar para fundir concreto también se dan en unidad de cubetas.

Los albañiles en obra utilizan cubetas que tienen una capacidad de 20 litros, comúnmente son cubetas que se utilizan para almacenar pintura. Si tomamos en cuenta que 1 metro cúbico equivale a 1,000 litros, entonces el número de cubetas necesarias para 1 metro cúbico es de 50.

- #cubetas para agua = cantidad en litros/20 litros (1 cubeta)
- #cubetas para agua = $195 / 20 = 9.75$ cubetas
- #cubetas para arena = $390 / 20 = 19.50$ cubetas
- #cubetas para pedrín = $740 / 20 = 37$ cubetas
- #cubetas para cemento = $240 / 20 = 12$ cubetas

Tabla XXIV. **Diseño de mezcla**

Descripción	Agua	Arena	Piedrín	Cemento	Unidad de medida
En base a peso	195	540	1,323	342	kg
En base a proporción	0.57	1.6	3.8	1	
En base a volumen	0.195	0.39	0.74	0.24	m3
En base a cubetas	9.75	19.5	37	12	unidad

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.2.10. Drenajes

Son todas las obras de arte consideradas a recolectar y drenar el agua pluvial. El método racional se utilizó para determinar el drenaje transversal y las rejillas que se van a utilizar.

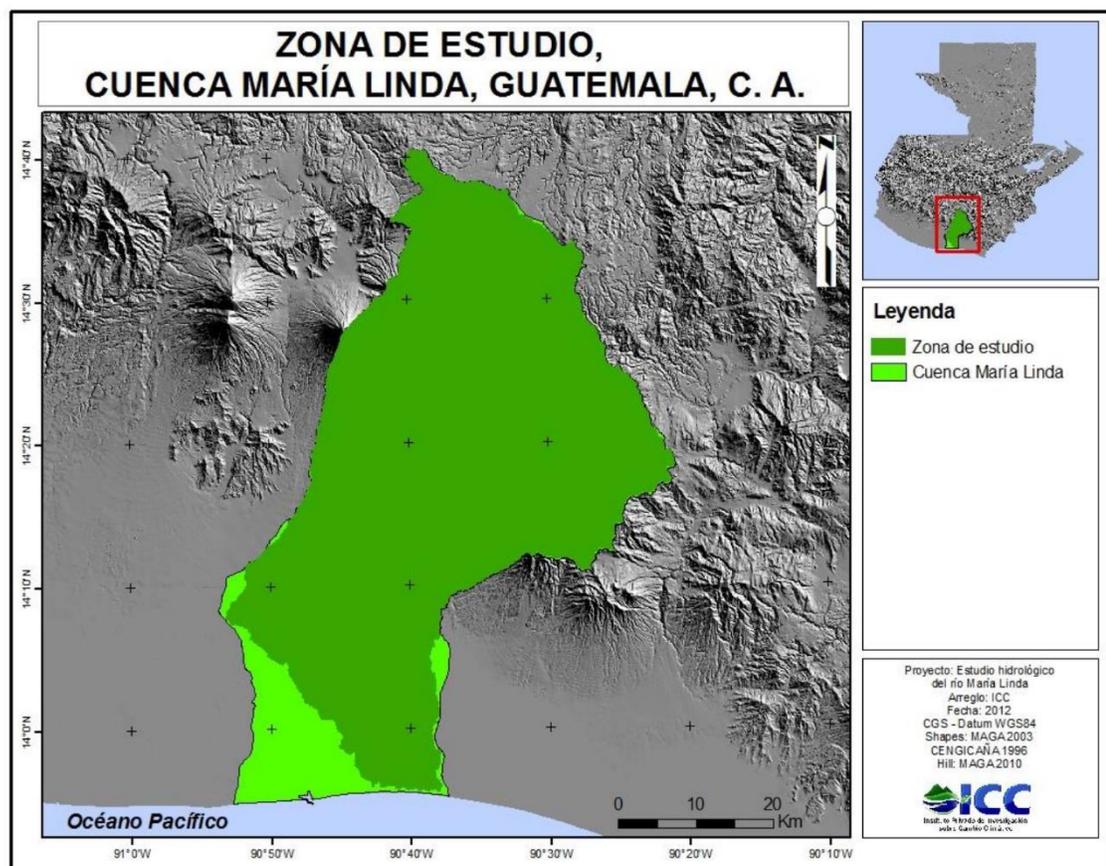
2.2.10.1. Consideraciones hidrológicas y cuenca

Para este proyecto se utiliza la información hidrológica del río Villalobos y la sub vertiente río Platanitos, ya que este río tiene colindancia con el tramo carretero en el cual se va a desarrollar el proyecto, estos datos son brindados por el INSIVUMEH.

- Nombre de la estación: Villa Canales
- Cuenca: Río María Linda
- Sub cuenca: Villalobos
- Micro cuenca: Río Platanitos
- Municipio: San Miguel Petapa
- Departamento: Guatemala

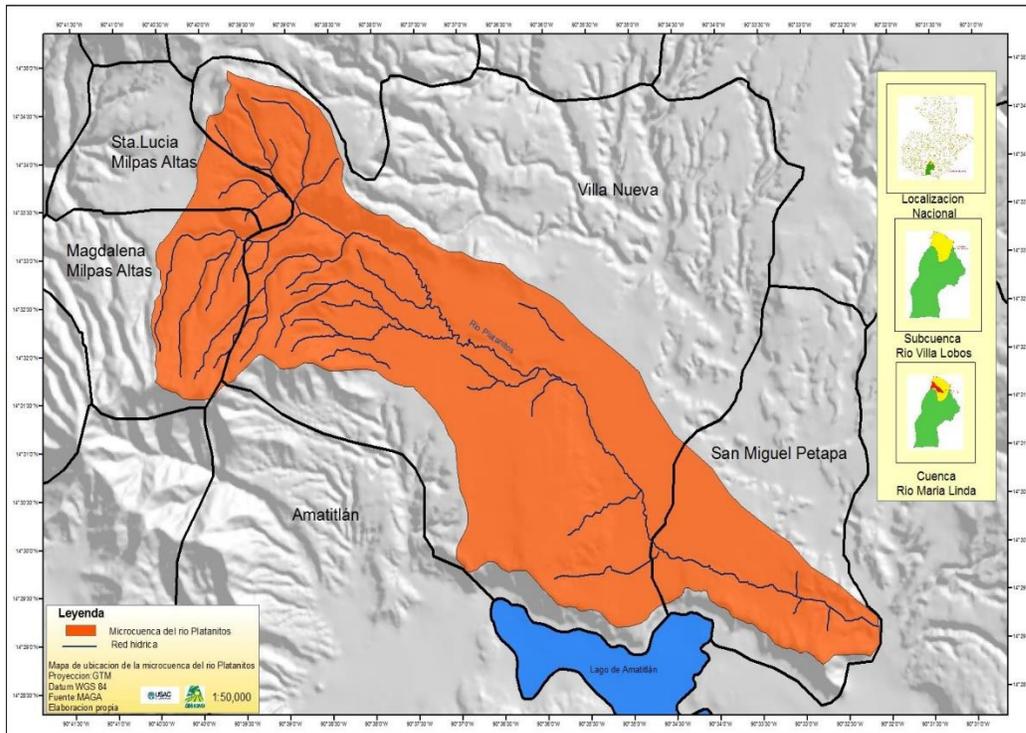
- Latitud (N): 14°28'59.16"
- Longitud (O): 90°32'7.67"
- Área tributaria: 8.09 Ha
- Longitud del cauce: 23,31 km
- Elevación (H) = 2 m

Figura 18. Mapa de la cuenca del río María Linda



Fuente: Gil. (2017). *Estudio hidrológico de la cuenca del río María Linda.*

Figura 19. **Mapa de la micro cuenca Río Platanitos**



Fuente: Ibáñez. (2015). *Caracterización ambiental de la microcuenca del río Platanitos de la subcuenca del río Villa Lobos. Diagnóstico y servicios realizados en la unidad de desechos sólidos de la municipalidad de Villa Nueva, Guatemala, C.A.* Consultado el 22 de febrero de 2023. Recuperado de

[http://www.repositorio.usac.edu.gt/2533/1/SOFIA%20MAYARI%20IBA%C3%91EZ%20LOPEZ.p](http://www.repositorio.usac.edu.gt/2533/1/SOFIA%20MAYARI%20IBA%C3%91EZ%20LOPEZ.pdf)
df.

2.2.10.2. **Cálculo de caudal por método racional**

Este es el método más utilizado para poder determinar el caudal en metros cúbicos por segundo para áreas relativamente pequeñas ya que es un método empírico y simple. Para poder determinar el caudal se toma un punto en el cual el área tributaria está contribuyendo con escorrentía superficial durante el período de precipitación máxima.

Este método está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q= caudal por metros cúbicos sobre segundo

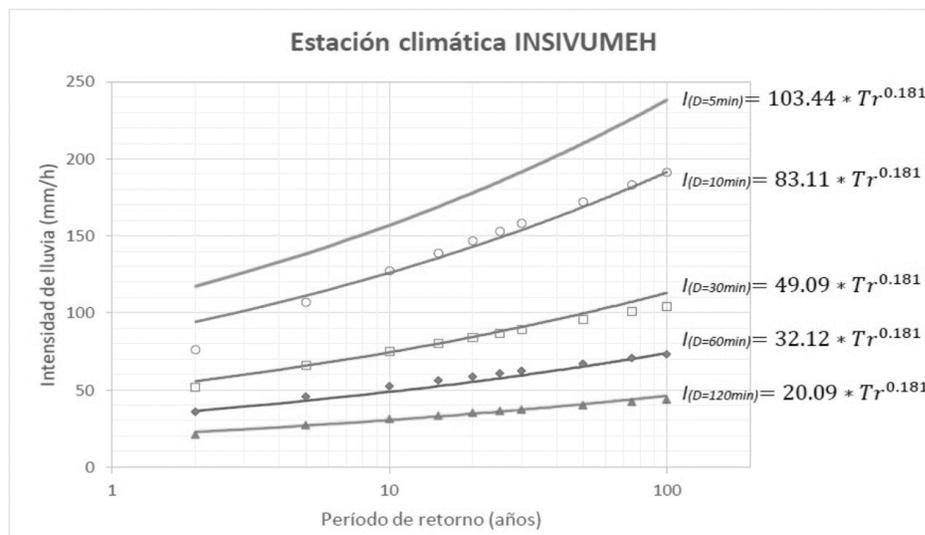
C= coeficiente de escorrentía

I= intensidad de lluvia en milímetros por hora

A= área en hectáreas

Los parámetros de intensidad de lluvia son proporcionados por el INSIVUMEH. Gracias a los datos del INSIVUMEH se tomará un período de retorno de 20 años y una duración de 60 minutos y se podrá determinar la intensidad de lluvia según la siguiente ecuación:

Figura 20. **Curvas IDF típicas de la estación climática INSIVUMEH**



Fuente: INSIVUMEH. (2023). *Curvas IDF típicas de la estación climática.*

$$I = \frac{799 * Tr^{0.181}}{(D + 9,91)^{0,757}}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia (mm/h)

Tr = es la frecuencia o período de retorno en años

D = duración en minutos

Las características hidrológicas de la cuenca que se va a estudiar nos sirven para determinar el valor del coeficiente de escorrentía C, en la tabla XXII se encuentran los diferentes valores para C ya que este valor depende de los diferentes tipos de topografía, vegetación y textura del suelo. Para este proyecto se tomó el coeficiente de escorrentía de 0.60 ya que el terreno es tierra cultivada, topografía ondulada y suelo arena limosa.

Tabla XXV. Valores de coeficiente de escorrentía

Topografía y vegetación	Textura del suelo		
	Tierra franca arenosa	Arcilla y limo	Arcilla compacta
Bosques			
Llano, 0-5% de pendiente	0,10	0,30	0,40
Ondulado, 5-10% de pendiente	0,25	0,35	0,50
Montañoso, 10-30% de pendiente	0,30	0,50	0,60
Pastizales			
Llanos	0,10	0,30	0,40
Ondulados	0,16	0,36	0,55
Montañosos	0,22	0,42	0,60
Tierras cultivadas			
Llanas	0,30	0,50	0,60
Onduladas	0,40	0,60	0,70
Montañosas	0,52	0,72	0,82
Zonas urbanas	30% de la superficie impermeable	50% de la superficie impermeable	70% de la superficie impermeable
Llanas	0,40	0,55	0,65
Onduladas	0,50	0,65	0,80

Fuente: Schwab, Frevert, Barnes y Edminster. (1981). *Soil and Water Conservation Engineering*.

Intensidad de lluvia:

$$I = \frac{799 * Tr^{0.181}}{(D + 9.91)^{0.757}} = \frac{799 * (20)^{0.181}}{(60 + 9.91)^{0.757}} = 55.17 \text{ mm/hr}$$

Caudal:

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{0.60 * 55.17 * 2,08}{360} = 0.74 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estos datos se van a utilizar para diseñar el drenaje transversal, rejillas y bordillo.

2.2.10.3. Diseño de drenaje transversal

El objetivo principal del drenaje transversal es evacuar el agua proveniente de la lluvia o agua superficial que pase por la estructura de esta. La cuenca desfoga el caudal hacia la parte baja en sentido perpendicular a la carretera.

Por medio del método racional se calculó el caudal y se determinó colocar los drenajes transversales en los puntos de la carretera donde el tramo es muy largo o existe intersección, ya que esto genera caudales muy altos.

Para determinar el diámetro del drenaje transversal se utiliza la fórmula de Manning.

$$\phi = \left(\frac{Q * 4^{5/3} * n}{S^{1/2} * \pi} \right)^{3/8}$$

Donde:

\emptyset = diámetro requerido (metros)

Q = caudal (metros cúbicos por segundo) = 0.74 m³/s

n = coeficiente de rugosidad de tubería = 0.009

S = pendiente de la tubería = 6.8%

$$\emptyset = \left(\frac{0.74 * 4^{5/3} * 0.009}{0.068^{1/2} * \pi} \right)^{3/8} = 0.39 \text{ m} \approx 15 \text{ pulgadas}$$

Debido a que el valor del diámetro es menor a 30 pulgadas, por lo tanto se utiliza un diámetro de 30 pulgadas ya que este valor es el diámetro mínimo permitido por la Dirección General de Caminos (2001), tomando de referencia la sección 602.5 de las *Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes*.

2.2.10.4. Diseño de drenaje longitudinal

El objetivo principal de los drenajes longitudinales es captar los escurrimientos del agua pluvial para evitar que lleguen o se mantengan en la carretera y poder causar desperfectos.

2.2.10.4.1. Cunetas

Las cunetas son elementos estructurales que tiene como finalidad captar el agua pluvial que cae sobre la carretera, por lo que se colocan en los extremos de la línea central.

La cuneta se diseña para el tramo número 1, este tramo va desde el residencial Torres Petapa y termina en el cruce hacia El Frutal zona 7, en este

tramo no colinda el río y es por esto que se puede realizar e implementar el diseño de cuneta.

Este tipo de canales se calculan por medio de la ecuación de Manning, la cual está definida de la siguiente manera:

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad en m/s

Rh = radio hidráulico

S = pendiente del canal

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Para el diseño de la cuneta se utilizó el tramo número 1 el cual tiene una longitud de 1.498 metros, un desnivel de 2.5 metros y un ancho de 6 metros, el caudal es de 0.74 metros cúbicos por segundo.

Para el predimensionamiento de la cuneta se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Utilizando la ecuación del área hidráulica se deja en términos de Y, siendo la ecuación de la siguiente manera:

$$A = \frac{Y^2}{2} + bY$$

Igualmente se utiliza la ecuación del radio hidráulico para dejarlo en términos de Y.

$$P = 2.236Y + b$$

Tomando de referencia las medidas de la cuneta, el perímetro mojado está determinado por $Y/2$, por lo que se iguala al radio hidráulico y eso nos da el valor de b .

$$b = 1.236Y$$

Al momento de despejar el área utilizando el valor de b , quedaría de la siguiente manera:

$$A = 1.736Y^2$$

Para determinar las medidas del canal se utiliza la ecuación de Manning y los valores de b y A , por lo que quedaría de la siguiente manera:

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

Datos:

$Q = 0.74$ caudal en m^3/s

$A =$ área de la sección transversal del flujo en m^2

$n = 0.016$ (concreto revestido)

$P = 2.5 \%$

$$0.74 = (1.736Y^2) * \left(\frac{1}{0.016} \right) * \left(\frac{Y}{2} \right)^{2/3} * (0.025)^{1/2}$$

$$0.12 = 1.736Y^{4/3}$$

$$Y = 0.20 \text{ m}$$

$$b = 1.236Y = 1.236 * 0.20 = 0.25 \text{ m}$$

Dimensiones de la cuneta:

- Base de 0,25 metros y altura de 0, 20 metros.

El diseño de la cuneta es de forma trapezoidal, la forma y sección de la cuneta es solicitada por el departamento de planificación de la municipalidad de San Miguel Petapa.

2.2.10.4.2. Bordillos y rejillas

Para el tramo número 2, el cual va desde el Frutal zona 7 hacia zona 13 de San Miguel Petapa, se consideró realizar la construcción de un bordillo, esto debido a que el tramo carretero colinda con el río Platanitos. La altura del bordillo se determinó para que no permita el desborde del agua que correrá sobre la calle y esta llegue hacia los drenajes transversales.

Para determinar la altura del bordillo se tomó en cuenta el estudio hidrológico que se realizó para este lugar y así conocer el caudal que llega al punto de análisis.

Por lo que la altura del bordillo es de 30 cm y el ancho es de 15 cm.

Para determinar las dimensiones de las rejillas se utiliza la siguiente ecuación:

$$L = (94)(V) \left(H^{1/2} \right)$$

Donde:

L = longitud de la rejilla (m)

V = velocidad media de aproximación hacia el drenaje (m/s)

H = profundidad de aproximación al sumidero más espesor de la rejilla (m)

Se necesita determinar la capacidad de caudal que transporta la carretera para poder diseñar la rejilla.

$$Q = (0.375) \left(\frac{Z}{n}\right) (Y^{8/3}) (S^{1/2})$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

Y = profundidad de aproximación al sumidero (m)

S = pendiente longitudinal de la avenida

Z = inverso de la pendiente transversal

N = coeficiente de rugosidad

Para el diseño de rejilla se utilizan los siguientes datos:

Pendiente longitudinal = 3 %

Pendiente de bombeo = 2 %

L = 6 m

n = 0.013

Capacidad de transporte de la calle es de:

$$Q = (0.375) \left(\frac{1}{0.013}\right) \left(\frac{1}{0.02}\right) (0.054^{8/3}) (0.03^{1/2}) = 0.104 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para conocer la capacidad máxima que transporta la calle se considera T como el ancho de la calle. T = 6 metros

Capacidad de transporte máxima de la calle:

$$Q = (0.375) \left(\frac{1}{0.013} \right) \left(\frac{1}{0.02} \right) (0.06^{8/3}) (0.03^{1/2}) = 0.14 \text{ m}^3/\text{s}$$

Al obtener estos datos se procede a calcular la longitud de rejilla necesaria para el caudal transporte máximo de la calle:

Para determinar el radio hidráulico se debe de considerar la calle como un canal rectangular y se utiliza la ecuación de Manning para determinar la velocidad.

$$Rh = \frac{(0.5)(6)(0.06)}{6} = 0.03 \text{ m}$$
$$V = \frac{(0.03^{2/3})(0.03^{1/2})}{0.013} = 1.29 \text{ m/s}$$
$$L = (0.94)(1.29)(0.06^{1/2}) = 0.30 \text{ m}$$

Con estos valores podemos determinar que las dimensiones de la rejilla son de 0.30m de ancho por 6 metros de longitud, debido a que se utilizará como longitud de la rejilla el ancho de la calle.

2.3. Planos

Los planos finales de los dos proyectos se encuentran en el área de apéndice de este informe.

2.4. Presupuesto

Para realizar el presupuesto de los proyectos se tomó en cuenta los materiales a utilizar, mano de obra y maquinaria, para las prestaciones de la mano de obra se toma un porcentaje de 33.3 %, lo cual corresponde a 6 meses de proyecto y se utiliza un factor de indirectos de 25 %.

2.4.1. Integración precios unitarios

En la tabla XXIII se describe la integración de los precios unitarios.

Tabla XXVI. Integración de precios unitarios

		Integración precios unitarios			
		Municipalidad de San Miguel Petapa			
		Dirección Municipal de Planificación			
INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Diseño de tramo carretero					
3.4	Carpeta de rodadura 15 cms	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Materiales					
	Concreto con resistencia 280 kg/cm2	2705	m3	Q 1,600.00	Q 4,328,000.00
	Tablón (2"x12"x10')	30	unidad	Q 60.00	Q 1,800.00
	Clavo para madera 3"	50	libra	Q 6.25	Q 312.50
	Alambre de amarre	50	libra	Q 5.05	Q 252.50
	Costanera de 6,00 metros	20	unidad	Q 180.00	Q 3,600.00
	Antisol	1100	galon	Q 65.00	Q 71,500.00
	Sellador tipo-elastomerico	645	kg	Q 305.00	Q 196,725.00
TOTAL MATERIALES					Q 4,602,190.00
Maquinaria					
	Mezcladora de concreto con bomba	7	día	Q 270.00	Q 1,890.00
	Vibrador	7	día	Q 300.00	Q 2,100.00
	Cortadora de juntas	7	día	Q 300.00	Q 2,100.00
					Q -
					Q -
TOTAL MAQUINARIA					Q 6,090.00
Mano de obra					
	Extender concreto	2705	m3	Q 0.15	Q 2,028.75
	Texturizar	18033.42	m2	Q 0.11	Q 9,918.38
	Curado	18033.42	m2	Q 0.10	Q 9,016.71
	Corte de juntas	4006	m	Q 0.13	Q 2,603.90
	Sello elastomerico	4006	m	Q 0.13	Q 2,603.90
	Formaleta	6010	m	Q 0.77	Q 23,138.50
	Desmontaje	6010	m	Q 0.22	Q 6,611.00
MANO DE OBRA					Q 55,921.14
PRESTACIONES		33%			Q 18,621.74
TOTAL MANO DE OBRA					Q 74,542.88
COSTO TOTAL DIRECTO					Q 4,682,822.88
Administración				10.00%	Q 468,282.29
Imprevistos				5.00%	Q 234,141.14
Fianzas				3.00%	Q 140,484.69
Impuestos				7.00%	Q 327,797.60
COSTO TOTAL					Q 5,853,528.60

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.4.2. Resumen de presupuesto

Las siguientes tablas describen el resumen general de los presupuestos de cada uno de los proyectos.

Tabla XXVII. **Resumen general de presupuesto de proyecto Muro de Gavión**

	Integración precios unitarios Diseño de muro de gavión y tramo carretero				
	Municipalidad de San Miguel Petapa				
	Dirección Municipal de Planificación				
RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS					
PROYECTO: Diseño de muro de gaviones					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	Limpieza Preliminar	m2	700	Q 8.60	Q 6,020.00
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	Corte, acarreo y dragado de río	m3	400	Q 25.20	Q 10,080.00
3	INSTALACIÓN DE GAVONES				
3.1	Armado de gaviones	m2	500	Q 138.14	Q 69,070.00
3.2	Llenado de gaviones	m3	3000	Q 48.08	Q 144,240.00
3.3	Aplicación de geotextil	m2	2400	Q 22.15	Q 53,160.00
TOTAL DEL PROYECTO					Q 282,570.00
TOTAL DEL PROYECTO EN LETRAS				DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL QUINIENTOS SETENTA QUETZALES	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Tabla XXVIII. **Resumen general de presupuesto de proyecto diseño de tramo carretero**

	Integración precios unitarios Diseño de muro de gavión y tramo carretero				
	Municipalidad de San Miguel Petapa				
	Dirección Municipal de Planificación				
RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS					
PROYECTO: Diseño de tramo carretero					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	Limpieza preliminar	m2	21038.99	Q 2.59	Q 54,490.98
1.2	Replanteo topografico	km	3.01	Q 2,222.07	Q 6,688.43
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1	Corte, carga y acarreo	m3	6521.36	Q 10.73	Q 69,974.19
2.2	Relleno con material local	m3	6105.6	Q 17.34	Q 105,871.10
3 PAVIMENTACIÓN					
3.1	Subrasante	m2	5410.03	Q 5.22	Q 28,240.36
3.2	Subbase	m3	901.67	Q 16.79	Q 15,139.04
3.3	Base	m3	1983.68	Q 122.55	Q 243,099.98
3.4	Construcción de pavimento de concreto, resistencia f'c 4000 PSI, con espesor de 0.15 m incluye colocación del concreto (formaleta, sisado, corte y acabado final)	m3	2705.01	Q 2,163.96	Q 5,853,533.44
3.5	Bordillos	ml	3036	Q 21.79	Q 66,154.44
4 DRENAJES					
4.1	Cuneta	ml	2996	Q 130.57	Q 391,187.72
4.2	Drenaje transversal	ml	200	Q 1,023.04	Q 204,608.00
4.3	Instalación de rejillas	ml	24	Q 1,277.97	Q 30,671.28
TOTAL DEL PROYECTO					Q 7,069,658.97
TOTAL DEL PROYECTO EN LETRAS					SIETE MILLONES SESENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO QUETZALES CON NOVENTA Y SIETE CENTAVOS

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.5. Cronograma de ejecución

En la siguiente tabla se describe el cronograma de ejecución, el cual contempla el control semanal en los avances de los renglones de trabajo de los proyectos, el cual tendrá un tiempo de ejecución de 6 meses.

Tabla XXIX. **Cronograma de ejecución para proyecto muro de gavión**

	Cronograma de ejecución	
	Municipalidad de San Miguel Petapa	
	Dirección Municipal de Planificación	
	PROYECTO: Diseño de Muro de gavión	

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1.1	Limpieza Preliminar	700	m2						
2.1	Corte, acarreo y dragado de río	400	m3						
3.1	Armado de gaviones	500	m2						
3.2	Llenado de gaviones	3000	m3						
3.3	Aplicación de geotextil	2400	m2						

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Tabla XXX. **Cronograma de ejecución para proyecto Diseño de tramo carretero**

	Cronograma de ejecución	
	Municipalidad de San Miguel Petapa	
	Dirección Municipal de Planificación	
	PROYECTO: Diseño de tramo carretero	

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1.1	Limpieza preliminar	21038.99	m2						
1.2	Replanteo topográfico	3.01	km						
2.1	Corte, carga y acarreo	6521.36	m3						
2.2	Relleno con material local	6105.6	m3						
3.1	Subrasante	5410.03	m2						
3.2	Subbase	901.67	m3						
3.3	Base	1983.68	m3						
3.4	Construcción de pavimento de concreto, resistencia f'c 4000 PSI, con espesor de 0.15 m incluye colocación del concreto (formaleta, sisado, corte y acabado final)	2705.01	m3						
3.5	Bordillos	3036	ml						
4.1	Cuneta	2996	ml						
4.2	Drenaje transversal	200	ml						
4.3	Instalación de rejillas	24	ml						

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.6. Evaluación de impacto ambiental

Dentro de la planificación y ejecución del proyecto de muro de gavión y tramo carretero se tiene contemplado el decreto 68-86 dentro del artículo 8 indica que para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

Para este caso, se utilizó el estudio ambiental inicial proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Dicho estudio se encuentra descrito en el área de apéndices del trabajo.

Tabla XXXI. Estudio ambiental inicial - muro de gavión



DGGA-GA-R-001

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: Diseño de muro de gavión de tramo carretero que comprende de El Frutal, zona 7 hacia zona 13 de San Miguel Petapa.</p>	
<p>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento Se implementará muro de gavión para darle estabilidad al tramo carretero que comprende de El Frutal, zona 7 hacia zona 13 de San Miguel Petapa.</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Nombre del Proponente o Representante Legal: Mynor Rolando Morales Chavez</p> <p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social: Municipalidad de San Miguel Petapa Nombre Comercial: Municipalidad de San Miguel Petapa No. De Escritura Constitutiva: Fecha de constitución: 1825 Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____ Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____ No. De Finca Folio No. Libro No. de donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. Número de Identificación Tributaria (NIT):</p>	

Continuación de la tabla XXXI.

I.3 Teléfono 6662-1111 Correo electrónico: contacto@sanmiguelpetapa.gob.gt			
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: El Frutal zona 7, municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala. Especificar Coordenadas UTM o Geográficas			
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas	Datum	
Coordenadas UTM inicial 15N, 764672.86, 1606020.43			
Coordenadas UTM final 15N, 764609.12, 1606125.52			
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) 1 calle 1-56 zona 1 municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.			
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo			
II. INFORMACION GENERAL			
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:			
Etapas de:			
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	TRABAJOS PRELIMINARES		
1.1	Limpieza Preliminar	m2	700
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2.1	Corte, acarreo y dragado de río	m3	400
3	INSTALACIÓN DE GAVIONES		
3.1	Armado de gaviones	m2	500
3.2	Llenado de gaviones	m3	3000
3.3	Aplicación de geotextil	m2	2400
II.3 Área			
a)	Área total de terreno en metros cuadrados: 700 m ²		
b)	Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 700 m ²		
c)	Área total de construcción en metros cuadrados: 700 m ²		
II.4 Actividades colindantes al proyecto:			
NORTE Casco urbano del municipio SUR Río platanitos			
ESTE Tramo carretero casco urbano OESTE Tramo carretero casco urbano			
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):			
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO	
Banco de material	Norte	50 metros	
Río platanitos	Sur	5 metros	
Carretera	Este	2 metros	
Carretera	Oeste	2 metros	

Continuación de la tabla XXXI.

II.5 Dirección del viento: Noreste-Sureste							
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras b) Número de empleados por jornada Total empleados 25 empleados d) otros datos laborales, especifique							
II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	No					
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	No					
	Diesel	Si	77 galones	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro						
Lubricantes	Solubles	Si	12 galones	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles	No					
Refrigerantes							
Otros							
NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia							
III. TRANSPORTE							
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes: a) Número de vehículos 6 b) Tipo de vehículo: pesados c) sitio para estacionamiento y área que ocupa campamento 350 m ²							
IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD							

IV.1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

Continuación de la tabla XXXI.

No.	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Contaminación del aire generado por las maquinas al momento de realizar el movimiento de tierras.	Zona donde se realizará la construcción del muro de gavión.	A los trabajadores se les brindará mascarillas para proteger las vías respiratorias.
2	Agua	Abastecimiento de agua	No aplica	No aplica	No aplica
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No aplica	No aplica	No aplica
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad 1 m ³ /mes	Se colocarán baños portátiles	Se contratará una empresa destinada a la limpieza y recolección de aguas residuales.
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica
		Agua de lluvia	Captación No aplica	Descarga: No aplica	No aplica
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Generación de desechos sólidos por trabajadores	A lo largo del proyecto de construcción de muro de gavión	Se colocarán contenedores para basura en puntos clave del proyecto.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición No aplica	No aplica
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica	No aplica	No aplica
		Modificación del relieve o topografía del área	Corte de material en área donde se realizará proyecto	en área del proyecto	El suelo se utilizará para relleno de áreas donde el proyecto lo requiera.
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	Bajo impacto	Donde es necesario remover capa vegetal.	Colocar capa vegetal donde sea necesario.
		Fauna (animales)	Bajo impacto	Donde trabaja la maquinaria.	Tomar precauciones necesarias al realizar la construcción del muro de gavión.
5	Visual	Modificación del paisaje	Debido al movimiento de tierra.	En excavación para colocar el muro de gavión.	Se procederá a dejar en las mismas o mejores condiciones.

Continuación de la tabla XXXI.

6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Para la construcción del muro se necesitará contratar mano de obra calificada y no calificada.	Durante cada una de las etapas de construcción.	Se espera que se generen entre 5-10 empleos dentro del municipio y que con los siguientes proyectos se incremente la cantidad de empleos.
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

<p>V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA</p> <p>CONSUMO</p> <p>V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) no aplica.</p> <p>V.2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público</p> <p>b) Sistema privado</p> <p>c) generación propia</p> <p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</p> <p>SI _____ NO _____</p> <p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p> <p>Utilizar energía eléctrica en actividades que realmente lo necesiten.</p>	
<p>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: Ya que se utiliza maquinaria pesada en el área donde se va a realizar la construcción.</p> <p>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (x)</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información explicando el por qué? Debido a que el río actúa sobre el terreno donde se va a construir el muro de gavión y esto provoca que en el suelo pueda haber deslizamientos.</p> <p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Debido al uso de maquinaria pesada para realizar los trabajos de movimiento de tierras.</p> <p>VI.4 Equipo de protección personal</p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco, chaleco, lentes protectores, botas punta de acero.</p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Trabajar en horarios en los cuales la molestia para los vecinos sea mínima.</p>	

Fuente: elaboración propia, realizado con el formato del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla XXXII. **Estudio ambiental inicial- Diseo de tramo carretero**



DGGA-GA-R-001
EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
 (Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>1.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: Diseño de tramo carretero que comprende de Villa Hermosa I hacia El Frutal, zona 7 y desde El Frutal, zona 7 hacia zona 13 de San Miguel Petapa.</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento Se implementará tramo carretero que comprende de de Villa Hermosa I hacia El Frutal, zona 7 y desde El Frutal, zona 7 hacia zona 13 de San Miguel Petapa.</p>	
<p>1.2. Información legal:</p> <p>A) Nombre del Proponente o Representante Legal: Mynor Rolando Morales Chavez</p> <p>C) De la empresa:</p> <p>Razón social: Municipalidad de San Miguel Petapa Nombre Comercial: Municipalidad de San Miguel Petapa No. De Escritura Constitutiva: Fecha de constitución: 1825 Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p>	

Patente de Comercio	Registro No. _____	Folio No. _____	Libro No. _____
No. De Finca Folio No. Libro No. de donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. Número de Identificación Tributaria (NIT):			

Continuación de la tabla XXXII.

I.3 Teléfono 6662-1111 Correo electrónico: contacto@sanmiguelpetapa.gob.gt			
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: Villa Hermosa I, El Frutal zona 7 y zona 13, municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala. Especificar Coordenadas UTM o Geográficas			
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
Coordenadas UTM inicial 15N, 764707.32, 1608609.38			
Coordenadas UTM final 15N, 764452.06, 1605994.07			
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) 1 calle 1-56 zona 1 municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.			
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo			
II. INFORMACION GENERAL			
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:			
Etapas de:			
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	TRABAJOS PRELIMINARES		
1.1	Limpieza preliminar	m2	21038.99
1.2	Replanteo topográfico	km	3.01
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2.1	Corte, carga y acarreo	m3	6521.36
2.2	Relleno con material local	m3	6105.60
3	PAVIMENTACIÓN		
3.1	Subrasante	m2	5410.03
3.2	Subbase	m3	901.67
3.3	Base	m3	1983.68
3.4	Construcción de pavimento de concreto, resistencia f'c 4000 PSI, con espesor de 0.15 m incluye colocación del concreto (formaleta, sisado, corte y acabado final)	m3	2705.01
3.5	Bordillos	ml	3036
4	DRENAJES		

4.1	Cuneta	ml	2996
4.2	Drenaje transversal	ml	200
4.3	Instalación de rejillas	ml	24

Continuación de la tabla XXXII.

II.3 Área							
e) Área total de terreno en metros cuadrados: 21,039 m ²							
f) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 21,039 m ²							
g) Área total de construcción en metros cuadrados: 21,039 m ²							
II.4 Actividades colindantes al proyecto:							
NORTE Casco urbano del municipio SUR Casco urbano							
ESTE Río platanitos OESTE Residenciales							
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):							
DESCRIPCION		DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)			DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO		
Zona 7 San Miguel Petapa		Norte			100 metros		
Zona 13 San Miguel Petapa		Sur			100 metros		
Río platanitos		Este			10 metros		
Residenciales		Oeste			10 metros		
II.5 Dirección del viento:							
Noreste-Sureste							
II.7 Datos laborales							
a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras							
b) Número de empleados por jornada Total empleados 45 empleados							
h) otros datos laborales, especifique							
II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	200 galones	Empresa privada	Riego para control de polvo		pipas
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	No					
	Diesel	Si	5000 galones	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro						
Lubricantes	Solubles	Si	740 galones	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles	No					
Refrigerantes							
Otros							

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia					
---	--	--	--	--	--

Continuación de la tabla XXXII.

III. TRANSPORTE					
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:					
d) Número de vehículos 8					
e) Tipo de vehículo: pesados					
f) sitio para estacionamiento y área que ocupa campamento 350 m ²					
IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD					

IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Contaminación del aire generado por las maquinas al momento de realizar el movimiento de tierras.	Zona donde se realizará la construcción del tramo carretero.	A los trabajadores se les brindará mascarillas para proteger las vías respiratorias.
2	Agua	Abastecimiento de agua	No aplica	No aplica	No aplica
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Aguas residuales ordinarias.	En todo el tramo carretero.	El caudal de aguas residuales generado por la construcción será absorbido por el suelo donde se aplicará el pavimento.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales,	No aplica	No aplica	No aplica

		agrícolas, pecuarias, hospitalarias)			
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica
		Agua de lluvia	Captación No aplica	Descarga: No aplica	No aplica

Continuación de la tabla XXXII.

3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Generación de desechos sólidos por trabajadores	A lo largo del proyecto de construcción de tramo carretero.	Se colocarán contenedores para basura en puntos clave del proyecto.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición No aplica	No aplica
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica	No aplica	No aplica
		Modificación del relieve o topografía del área	Movimiento de tierras que modificará la pendiente.	en área del proyecto	No representa ningún riesgo ya que el corte de material se va a utilizar para relleno de otros tramos.
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	Bajo impacto	Donde es necesario remover capa vegetal.	Colocar capa vegetal donde sea necesario.
		Fauna (animales)	Bajo impacto	Donde trabaja la maquinaria.	Tomar precauciones necesarias al realizar la construcción del tramo carretero.
5	Visual	Modificación del paisaje	Debido al movimiento de tierra.	En movimiento de tierra para la construcción de muro de gavión.	Se procederá a dejar en las mismas o mejores condiciones.
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Para la construcción del tramo carretero se necesitará contratar mano de obra calificada y no calificada.	Durante cada una de las etapas de construcción.	Se espera que se generen entre 15-20 empleos dentro del municipio y que con los siguientes proyectos se incremente la cantidad de empleos.
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

Continuación de la tabla XXXII.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA
<p>CONSUMO</p> <p>V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) no aplica.</p> <p>V.2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público</p> <p>b) Sistema privado</p> <p>c) generación propia</p> <p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</p> <p>SI _____ NO _____</p> <p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p> <p>Utilizar energía eléctrica en actividades que realmente lo necesiten.</p>
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD
<p>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</p> <p>d) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>e) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>f) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: Ya que se utiliza maquinaria pesada en el área donde se va a realizar la construcción.</p>
<p>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (x)</p> <p>d) derrame de combustible (X) e) fuga de combustible (X) d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información explicando el por qué? Debido a que el río actúa sobre el terreno donde se va a construir el tramo carretero y esto provoca que en el suelo pueda haber deslizamientos, se toma en cuenta que puede haber derrame o fuga de combustible debido a que se utilizan muchos galones para las diferentes maquinas que se van a utilizar para la construcción del muro.</p>
<p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Debido al uso de maquinaria pesada para realizar los trabajos de movimiento de tierras.</p>

VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

Casco, chaleco, lentes protectores, botas punta de acero.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

Trabajar en horarios en los cuales la molestia para los vecinos sea mínima.

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en el formato del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

CONCLUSIONES

1. Se logró obtener la información de los aspectos económicos, sociales, culturales, aspectos históricos y necesidades básicas de la población del municipio de San Miguel Petapa.
2. La construcción de 200 metros lineales del muro de gaviones dará estabilidad al tramo que conduce de El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa ya que este colinda con el Río Platanitos y será de beneficio para los usuarios que se conduzcan por este tramo. Los materiales que sirven para la construcción de este muro no contaminaran el río debido a que se buscó que el proyecto no tenga impacto ambiental.
3. La pavimentación de los tramos carreteros bajo el método PCA brinda dos diferente vías de acceso hacia el municipio lo cual representa una mejoría en la movilidad vial. El pavimento será de concreto rígido de 15 centímetros de espesor con juntas longitudinales y juntas transversales a cada 3 metros para un tramo de dos vías.

4. La inversión que se debe de realizar para la construcción del muro de gaviones es de Q 282,570.00, para la pavimentación de los tramos carreteros es de Q 7,069,658.97 y esto se definió por medio de la elaboración del presupuesto tomando 6 meses para la ejecución de los dos proyectos.

RECOMENDACIONES

1. Cumplir con los estándares de calidad de los materiales a utilizar que se establecen en los planos y especificaciones, cumplir con mano de obra calificada y que la ejecución sea supervisada por un ingeniero civil colegiado y activo.
2. Informar y capacitar a las autoridades municipales para que se realice una supervisión y mantenimiento constante para cada uno de los proyectos una vez terminada la ejecución y así poder cumplir con el periodo de diseño el cual contempla el buen estado de las obras.
3. Realizar estudios de suelos a los futuros proyectos que se ejecutarán en todo el eje que colinda con el río Platanitos ya que los estudios de suelos realizados para este proyecto dan como resultado que el suelo contiene cierta cantidad de material orgánico debido a la contaminación que proviene de los diferentes municipios que colindan con el municipio de San Miguel Petapa.
4. Pavimentar los dos tramos bajo una supervisión minuciosa de la aplicación del concreto premezclado, cumplir con los ensayos sobre concreto fresco y así obtener resultados óptimos derivados de las especificaciones de diseño.

REFERENCIAS

1. Aburto, M. y Rodríguez, D. (2011). *Caracterización de la resistencia de un material de banco para su uso como relleno compactado* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/466>.
2. American Concrete Institute. (2009). *ACI PRC-211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Estados Unidos: Autor.
3. Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Colombia: ECOE EDICIONES.
4. Casanova, L. (2002). *Topografía plana*. Venezuela: Taller de Publicaciones de Ingeniería, ULA.
5. Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2021). *Ensayos de laboratorio*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala 2020-2032*. Guatemala: SEGEPLAN.

7. Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: LIMUSA.
8. De Almeida, P. (2008). *Obras de contención: manual técnico*. Brasil: Maccaferri.
9. Gil, S. (2017). *Estudio hidrológico de la cuenca del río María Linda*. Guatemala: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático.
10. Giordani, C. y Leone, D. (2018). *Pavimentos*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de <https://docplayer.es/67943552-Pavimentos-docentes-ing-claudio-giordani-ing-diego-leone-1o-ano-ingenieria-civil-comision-02-turno-tarde.html>.
11. Ibáñez, S. (2015). *Caracterización ambiental de la microcuenca del río Platanitos de la subcuenca del río Villa Lobos. Diagnóstico y servicios realizados en la unidad de desechos sólidos de la municipalidad de Villa Nueva, Guatemala, C.A.* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2533/1/SOFIA%20MAYARI%20IBA%C3%91EZ%20LOPEZ.pdf>.
12. INE. (2018). *Resultado de censo 2018*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.

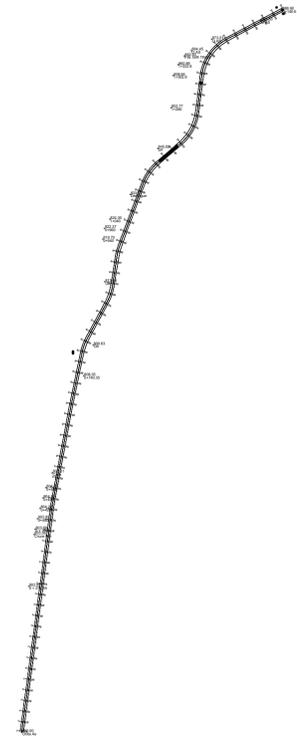
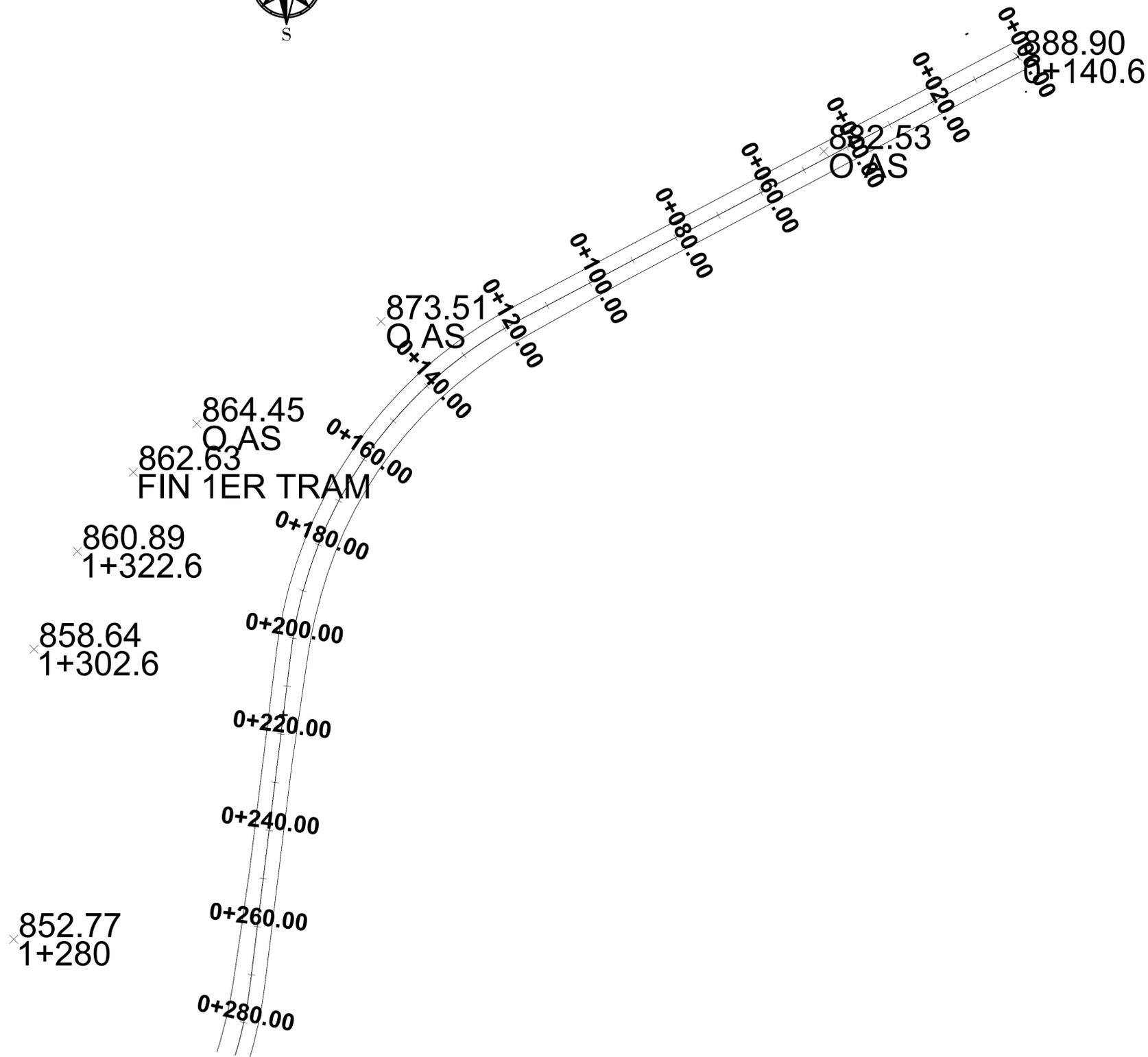
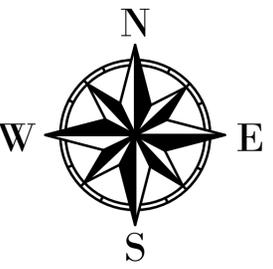
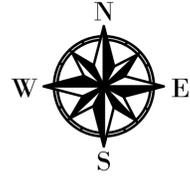
13. INSIVUMEH. (2023). *Curvas IDF típicas de la estación climática*. Guatemala: Autor.
14. Macafferri. (2021). *Gavión Polimac™ tipo caja 100 en malla hexagonal de doble torsión con Polimac™” E-8.2.2-440 - rev. 03*. Brasil: Autor.
15. Maccaferri. (2005). *Gaviones y otras soluciones en malla hexagonal a doble torsión*. Brasil: Autor.
16. Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Colombia: Stella Valbuena de Fierro.
17. Morales, A. (1990). *Recuperación de tierras erosionadas por desbordamientos de ríos con obras de gaviones* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
18. Piñar, R. (2008). *Proyecto de construcción de muro de gaviones de 960 m³* (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico De Costa Rica, Costa Rica. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construccion%20de-muro-gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. Salazar, A. (2015). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
20. Salinas, L., Campos, J. y Guardia, G. (2018). *Fundamentos de mecánica de suelos*. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.

21. Schwab, G., Frevert, R., Barnes, K. y Edminster, T. (1981). *Soil and Water Conservation Engineering*. New York: Wiley.
22. Valladares, J. (2001). *Guía teórica - práctica del curso de Vías Terrestres 1* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
23. Westergaard, H. (mayo, 1926). Stresses in concrete pavements computed by theoretical analysis. *Federal Highway Administration*, 7(2), 25-35. Recuperado de <https://trid.trb.org/view/97833>.

APÉNDICE

- Apéndice 1. **Juego de planos del diseño de muro de gavión y tramo carretero que comprende desde Villa Hermosa I hacia El Frutal y desde el Frutal hacia la zona 13 de San Miguel Petapa**

Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2019.



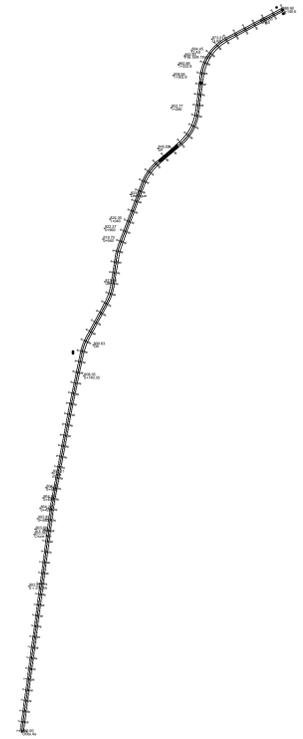
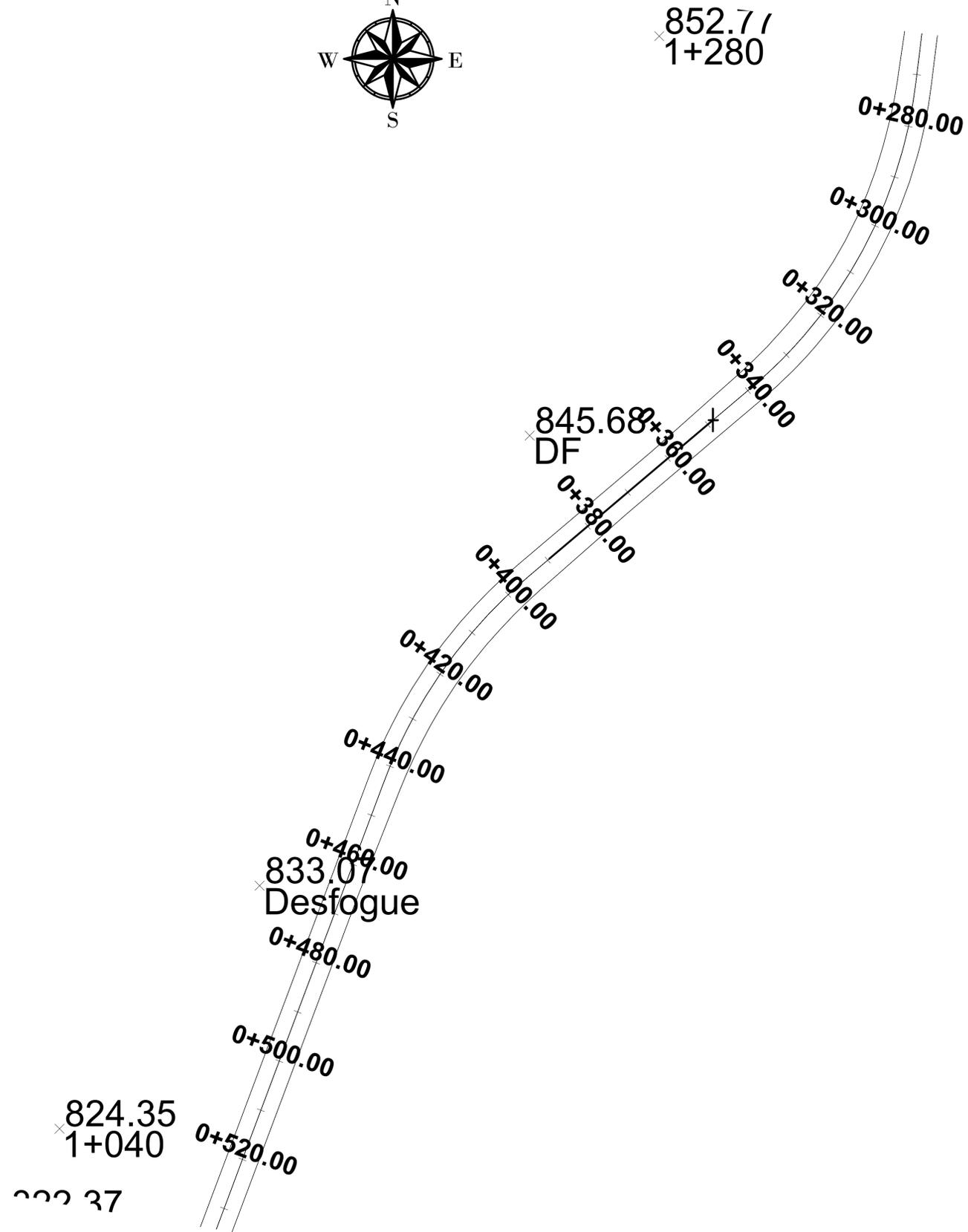
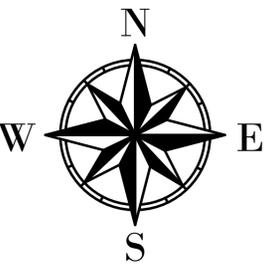
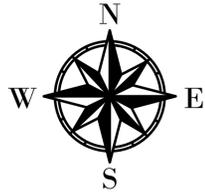
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+000 A 0+280

ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 1
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



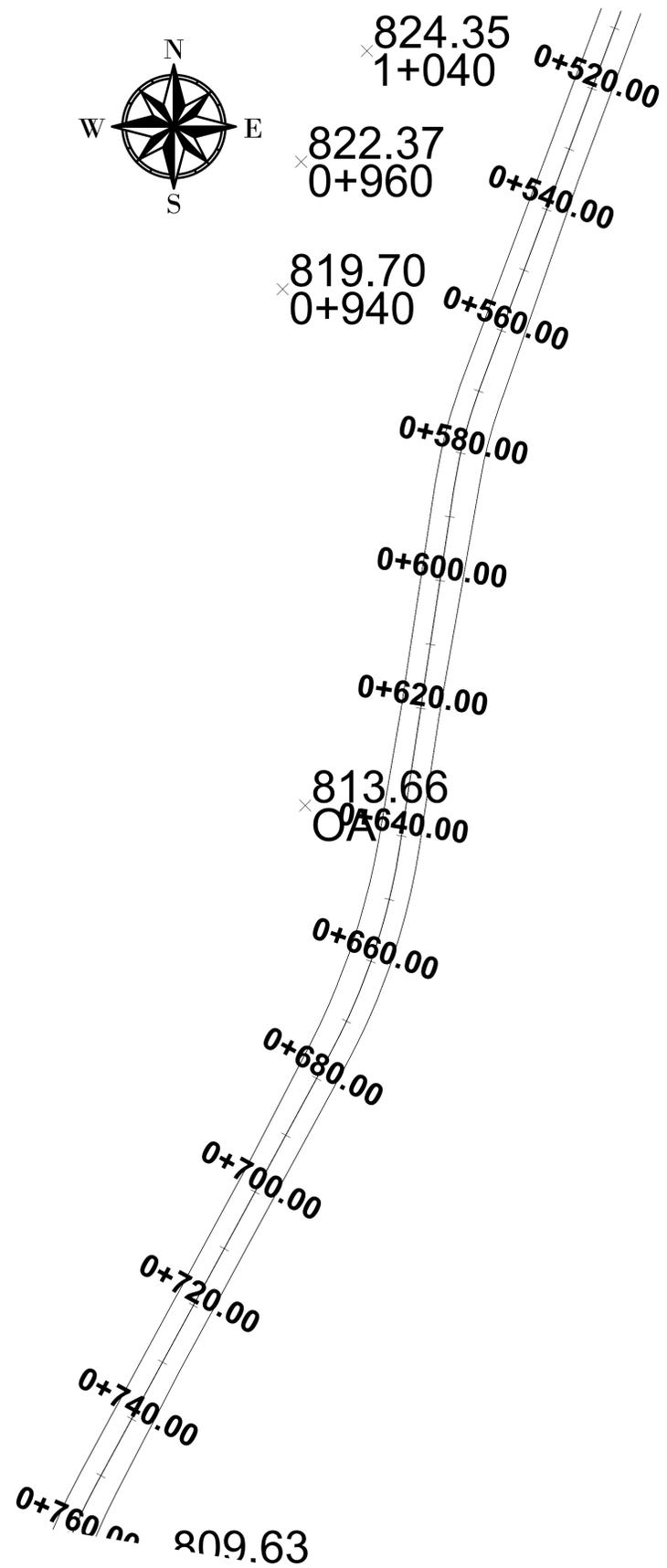
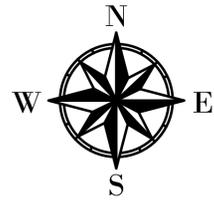
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+280 A 0+520

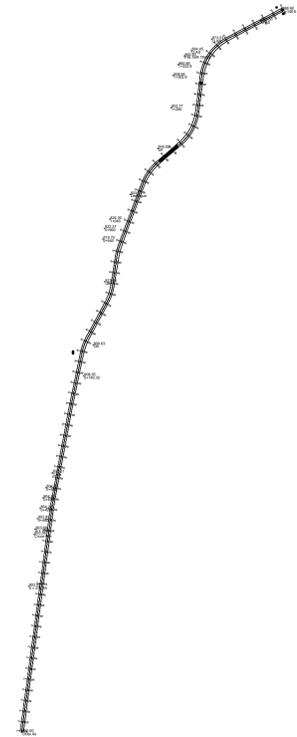
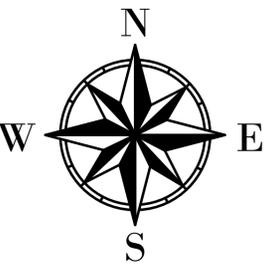
ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 2
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+520 A 0+740

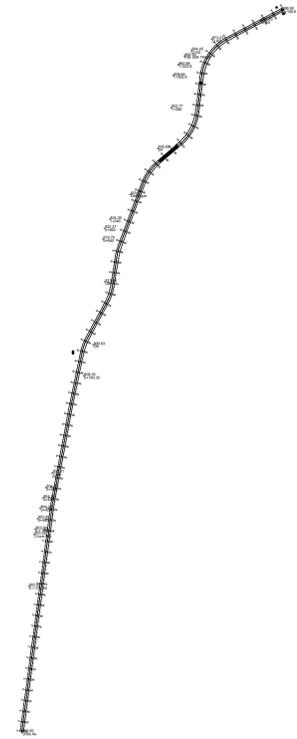
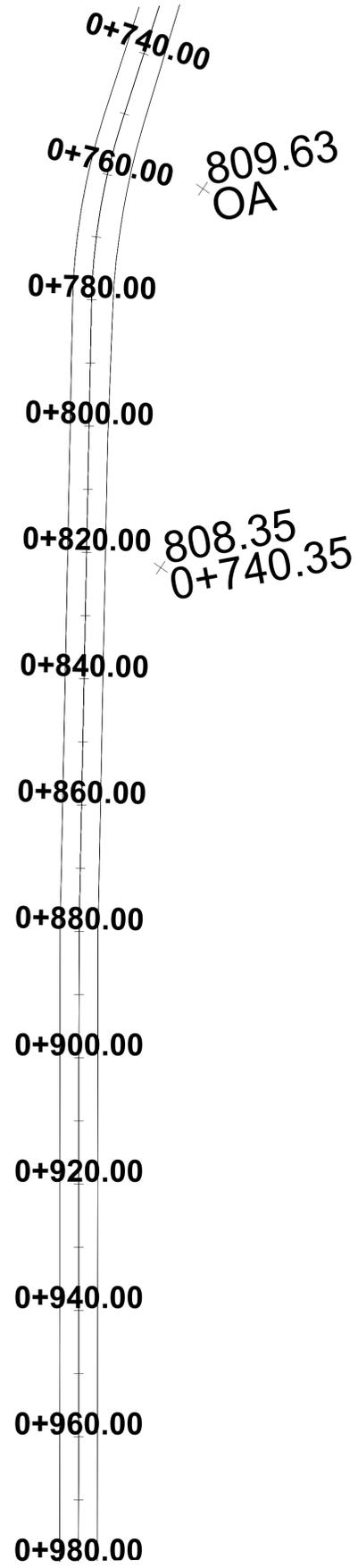
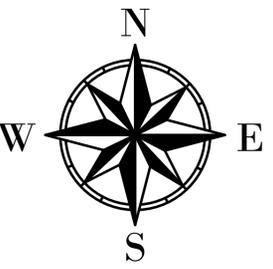
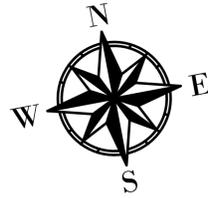
ESCALA 1:200



PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 3
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



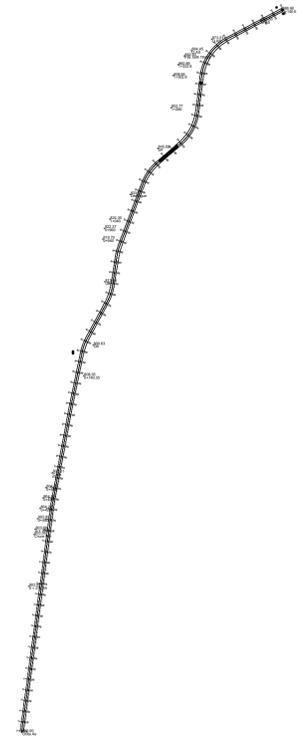
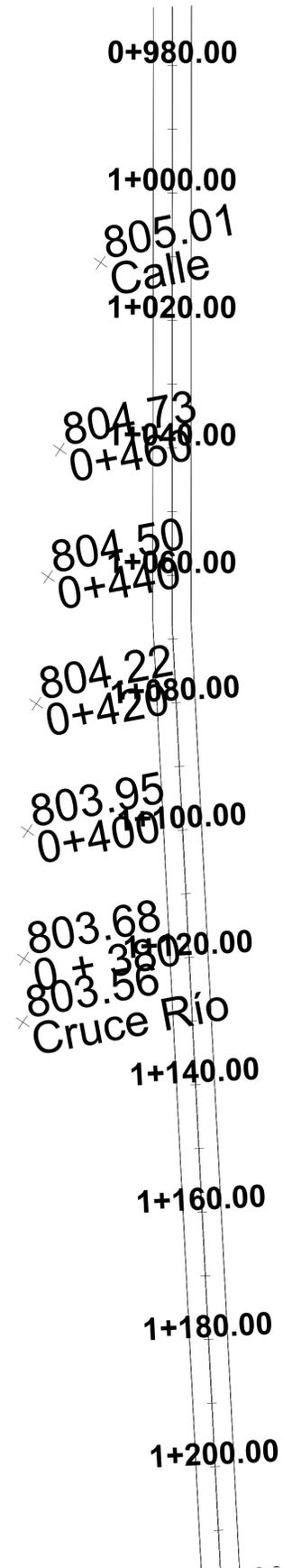
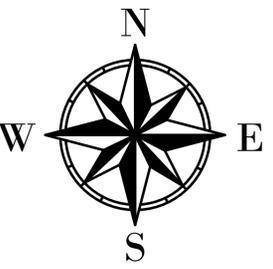
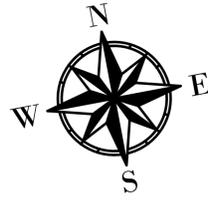
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+740 A 0+980

ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 4
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



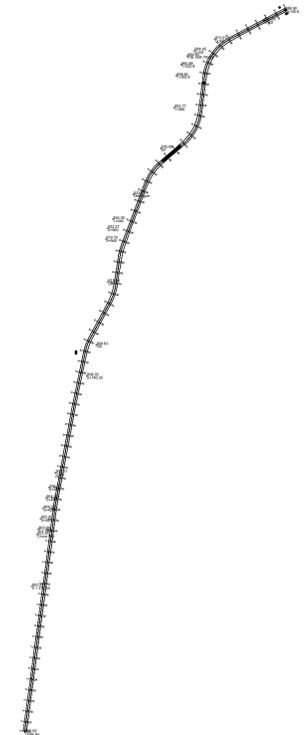
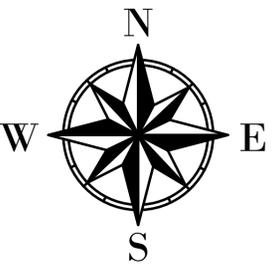
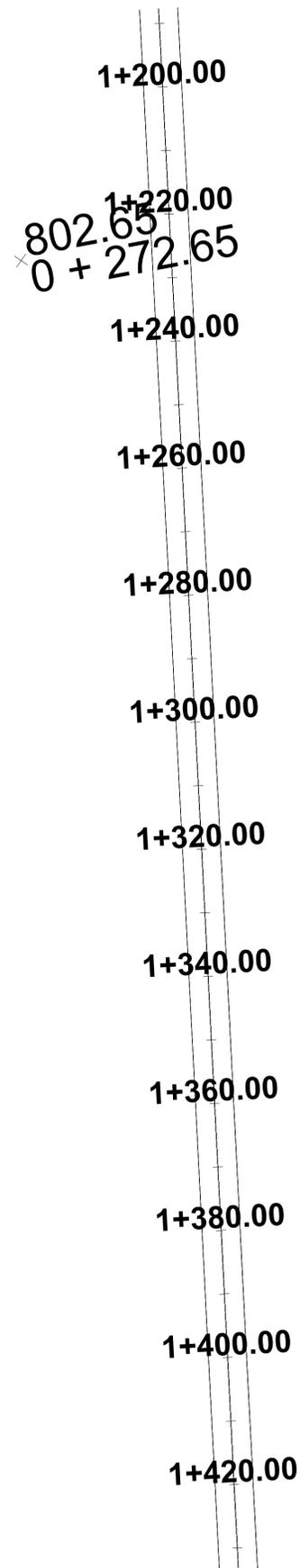
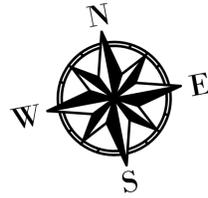
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+980 A 1+200

ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 5 / 114

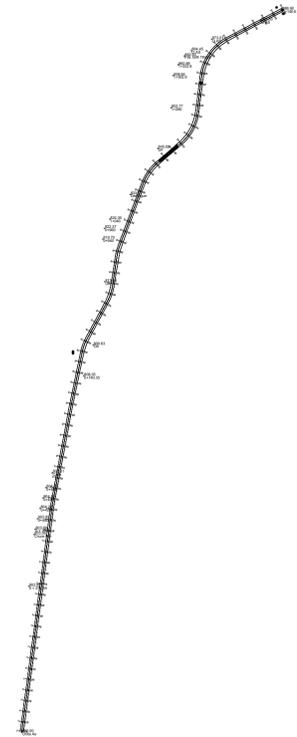
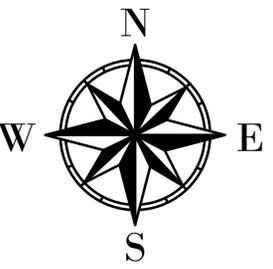
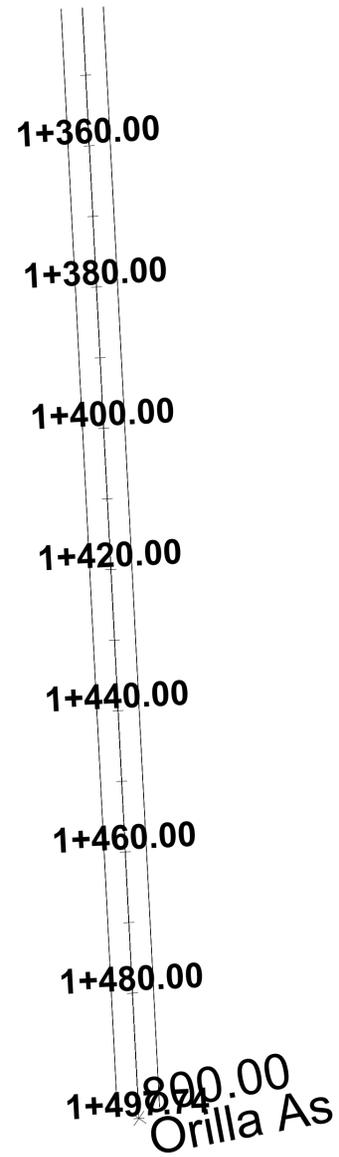
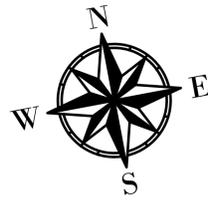


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 1+200 A 1+420

ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 6
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



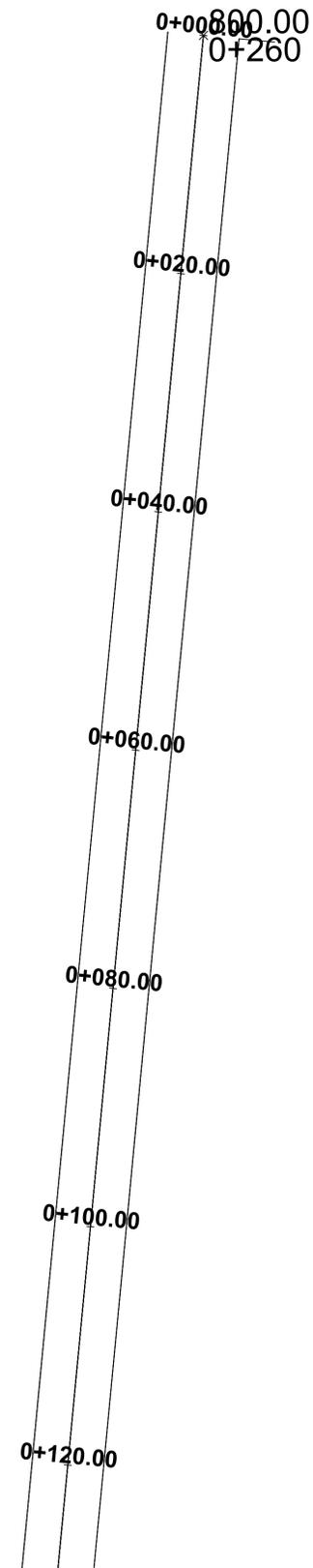
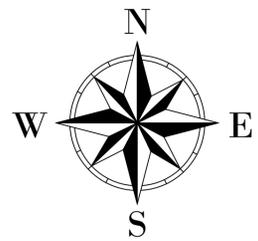
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 1+420 A 1+497.74

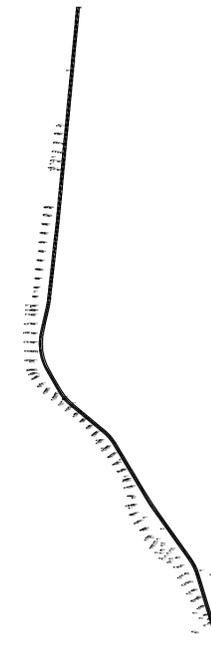
ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 7
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+000 A 0+120

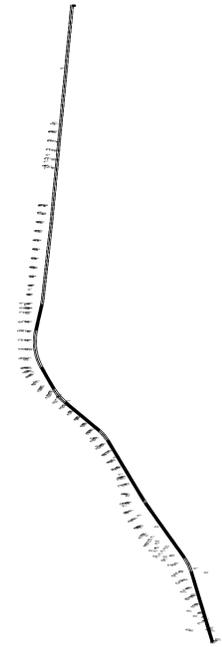
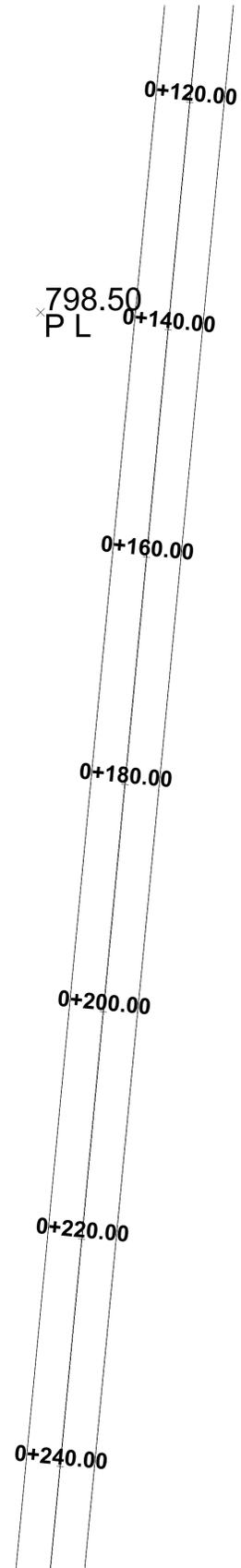
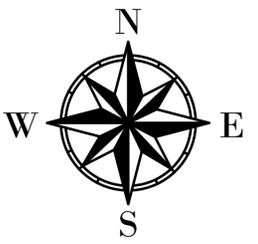
ESCALA 1:350



PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 8
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



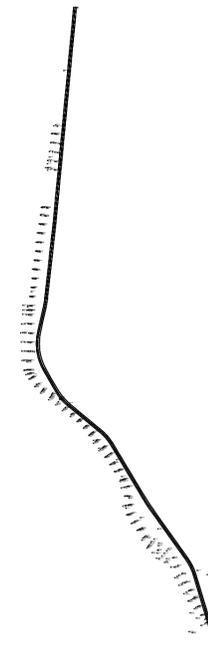
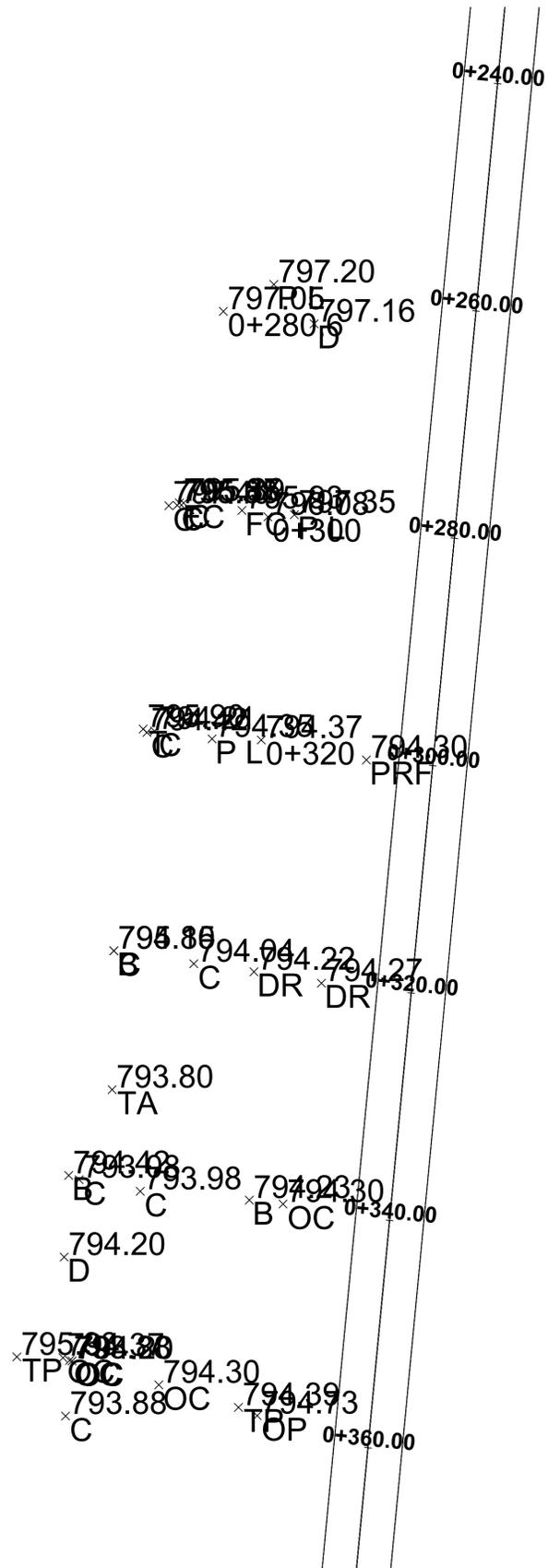
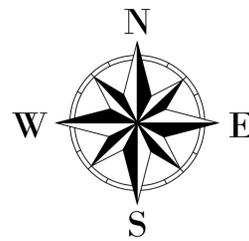
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+120 A 0+240

ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 9
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



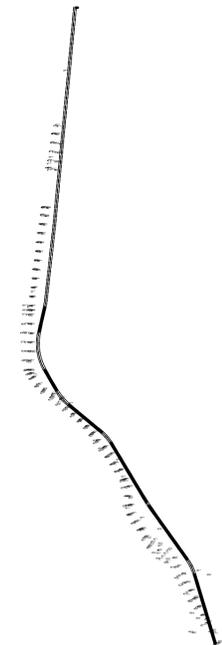
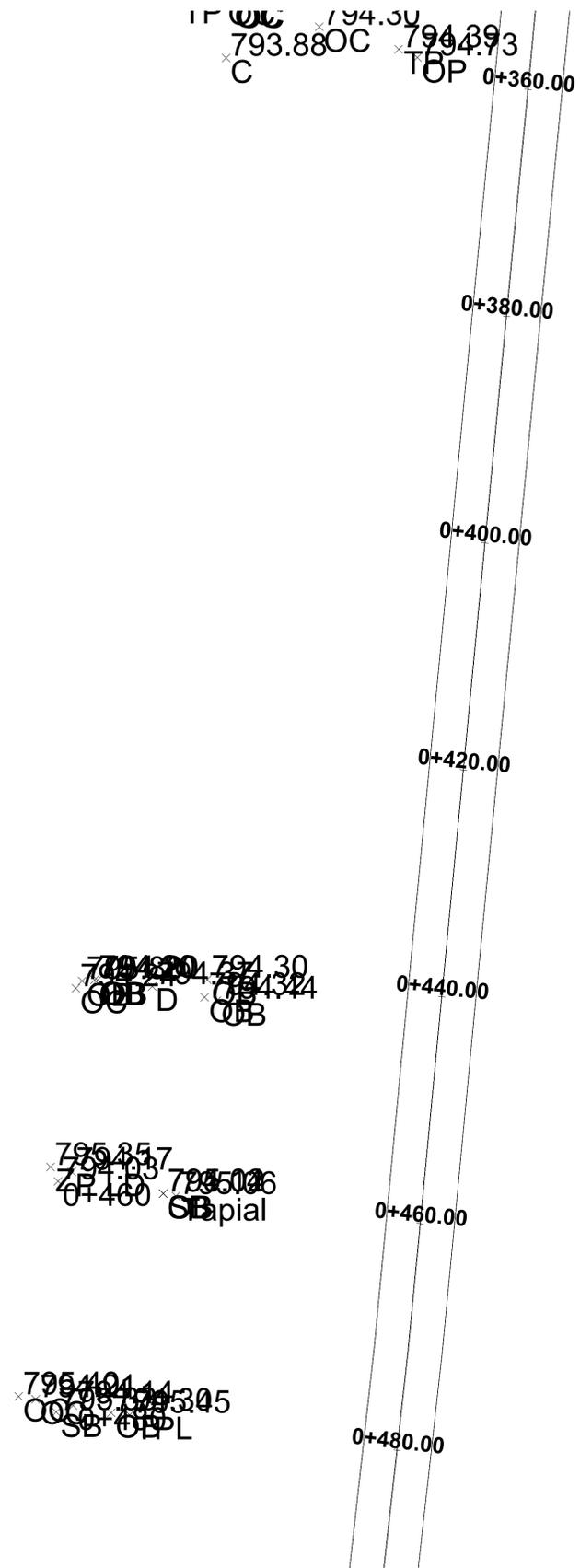
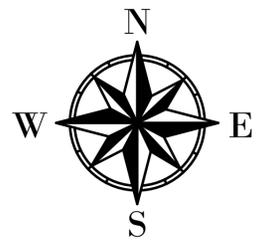
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+240 A 0+360

ESCALA 1: 350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 10
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



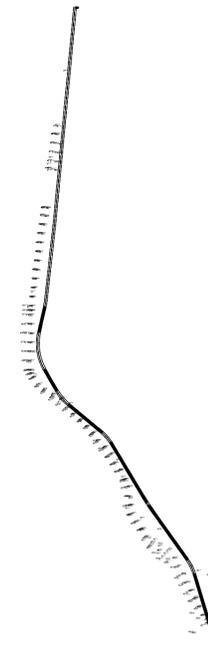
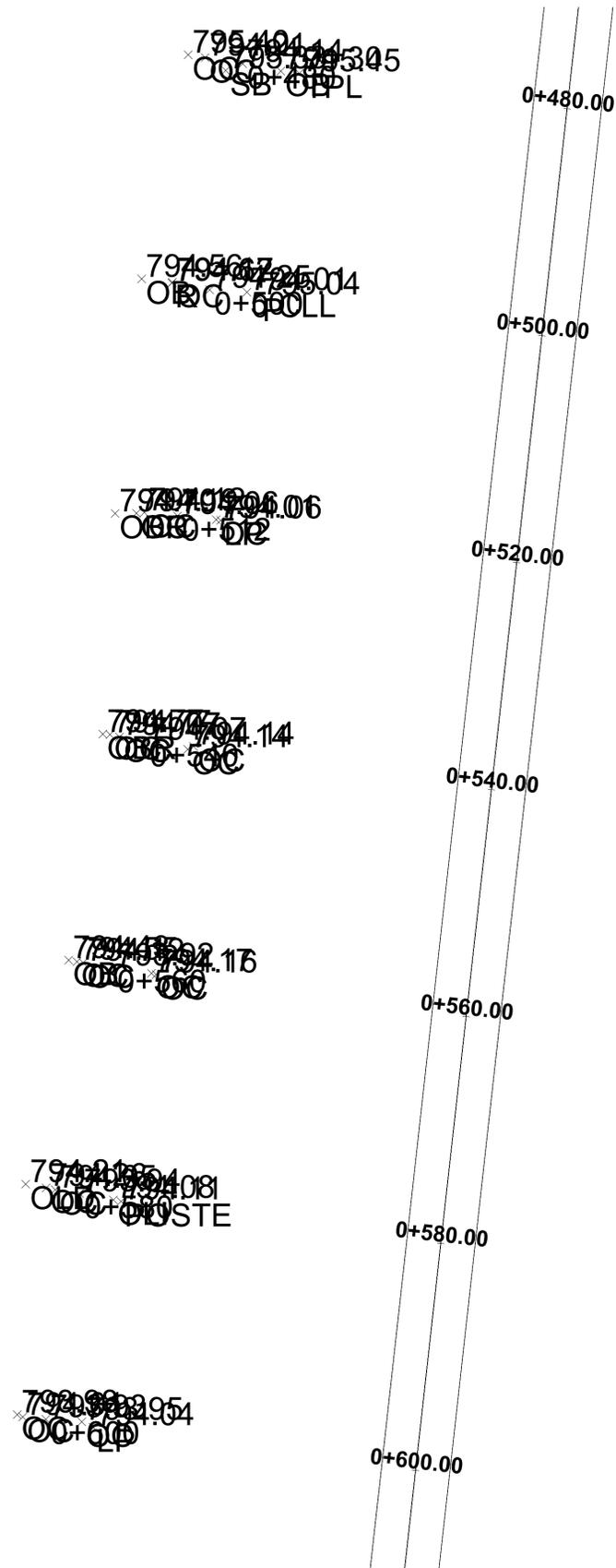
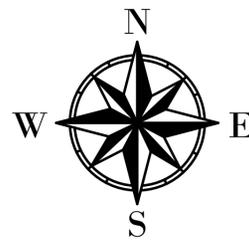
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+360 A 0+480

ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 11 114



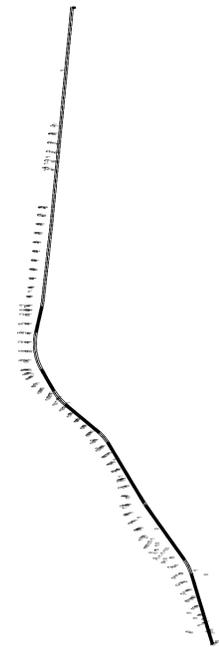
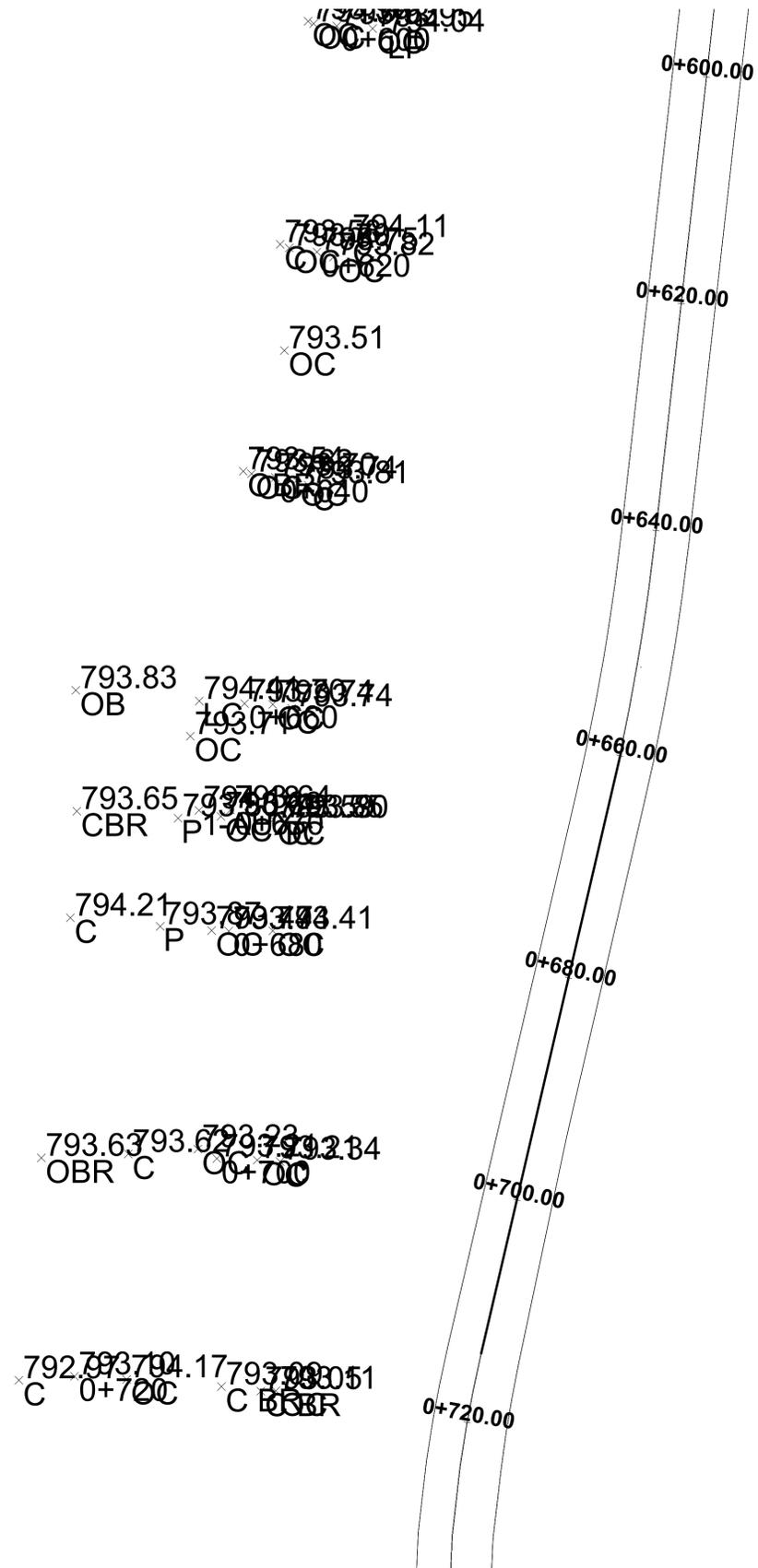
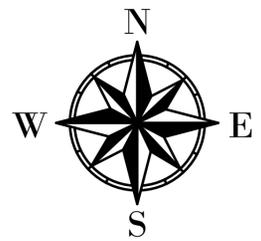
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+480 A 0+600

ESCALA 1: 350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 12 114



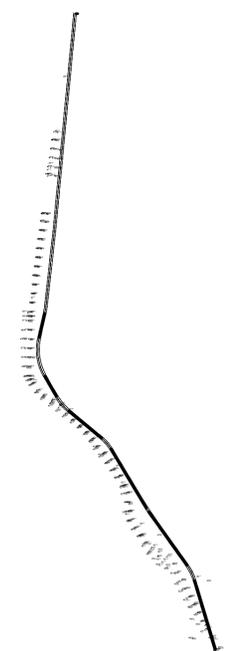
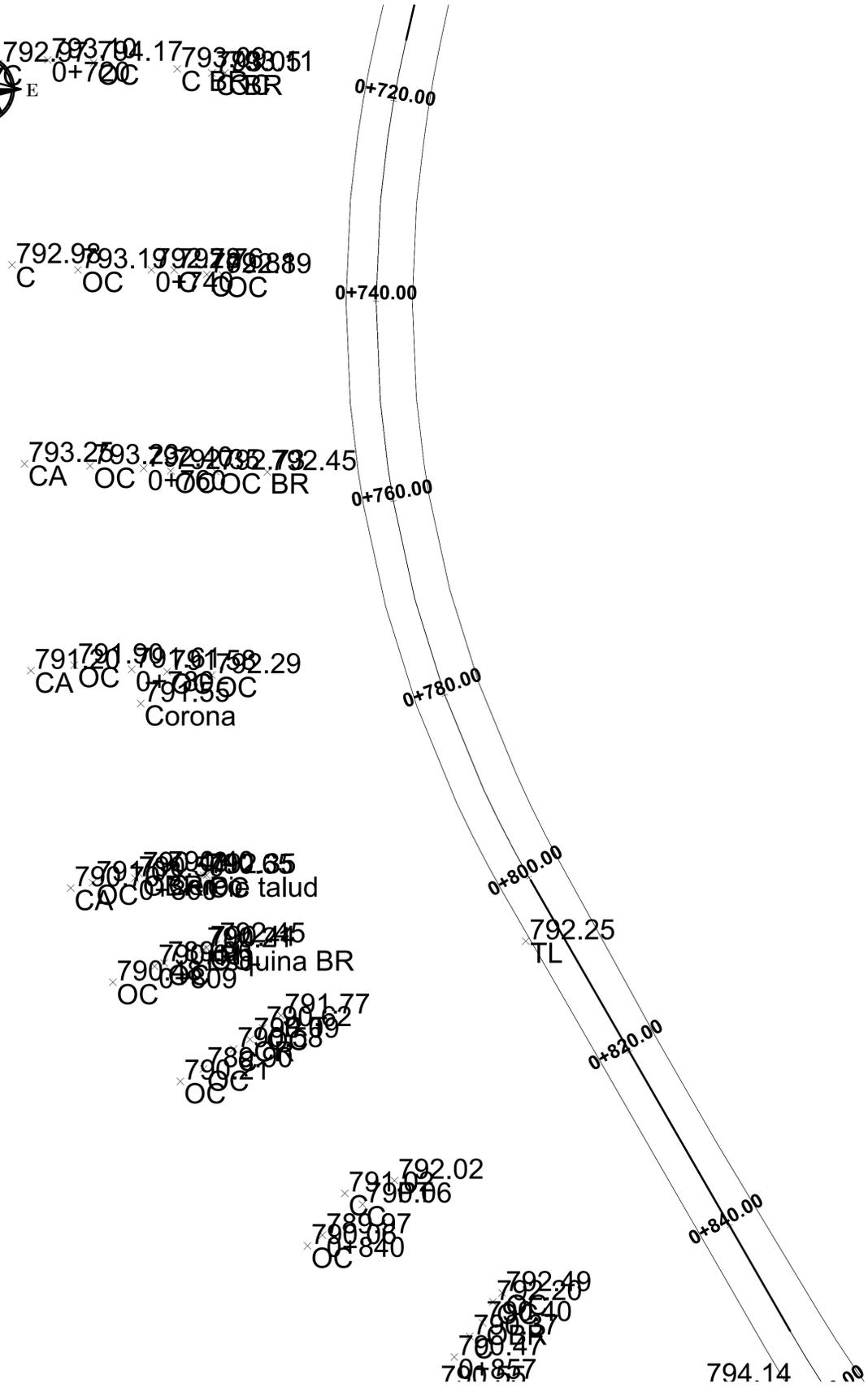
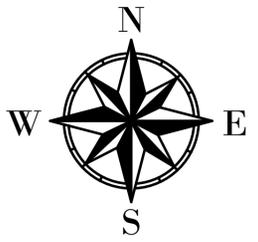
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+600 A 0+720

ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 13
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114

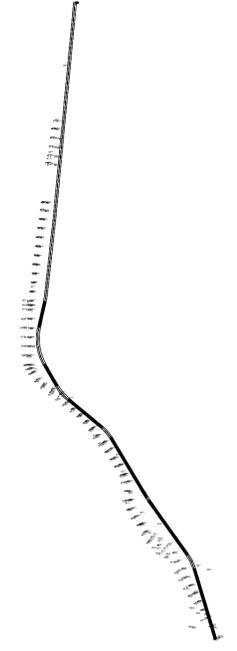
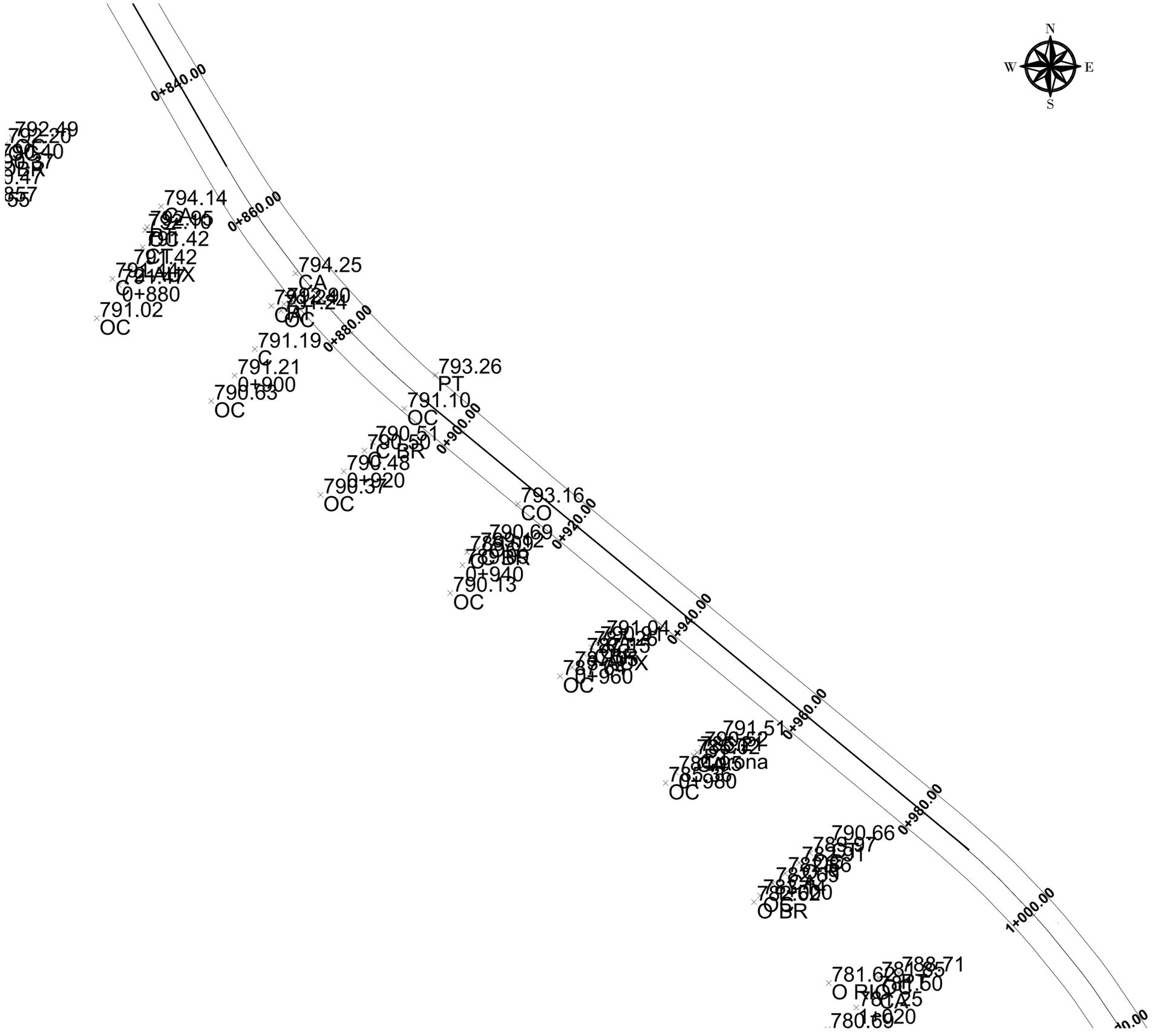
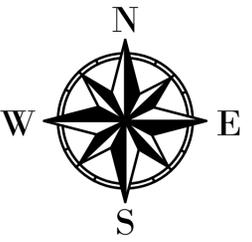


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+720 A 0+840

ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 14 114

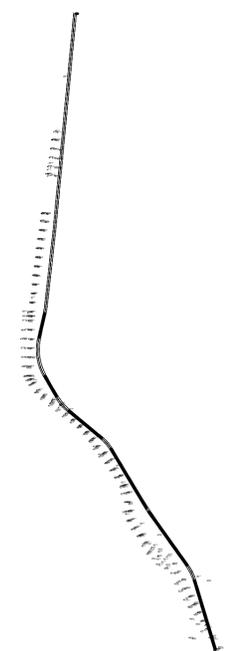
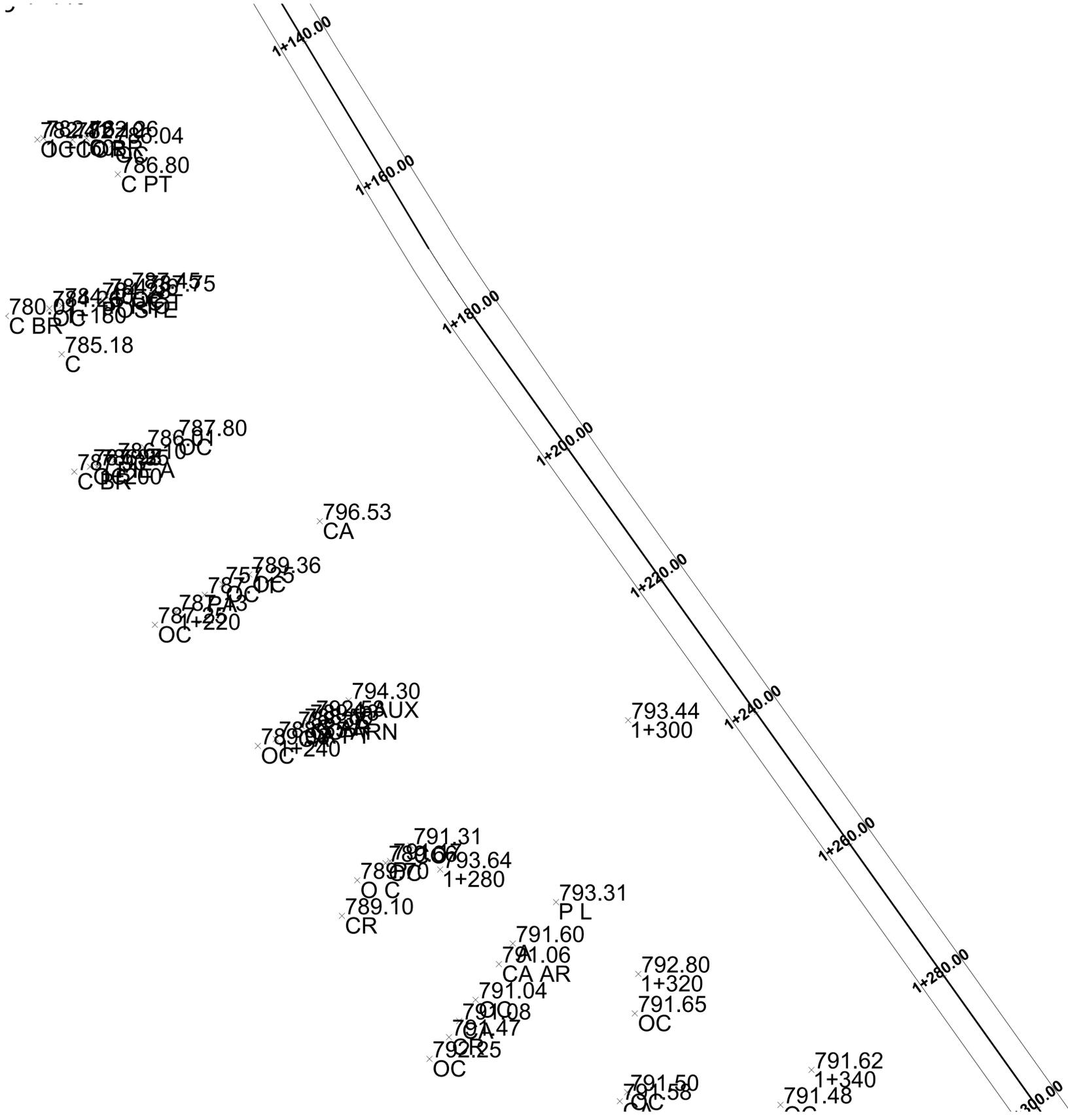
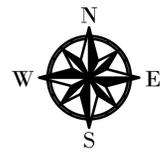
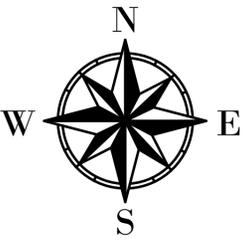


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 0+840 A 1+000

ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 15
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114

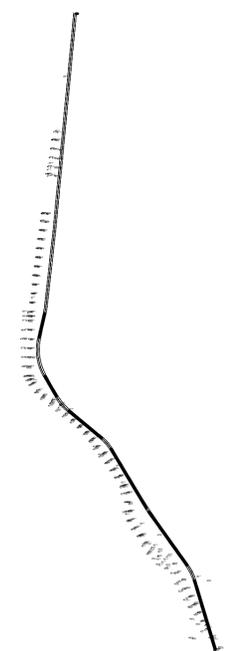
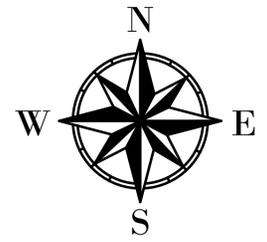
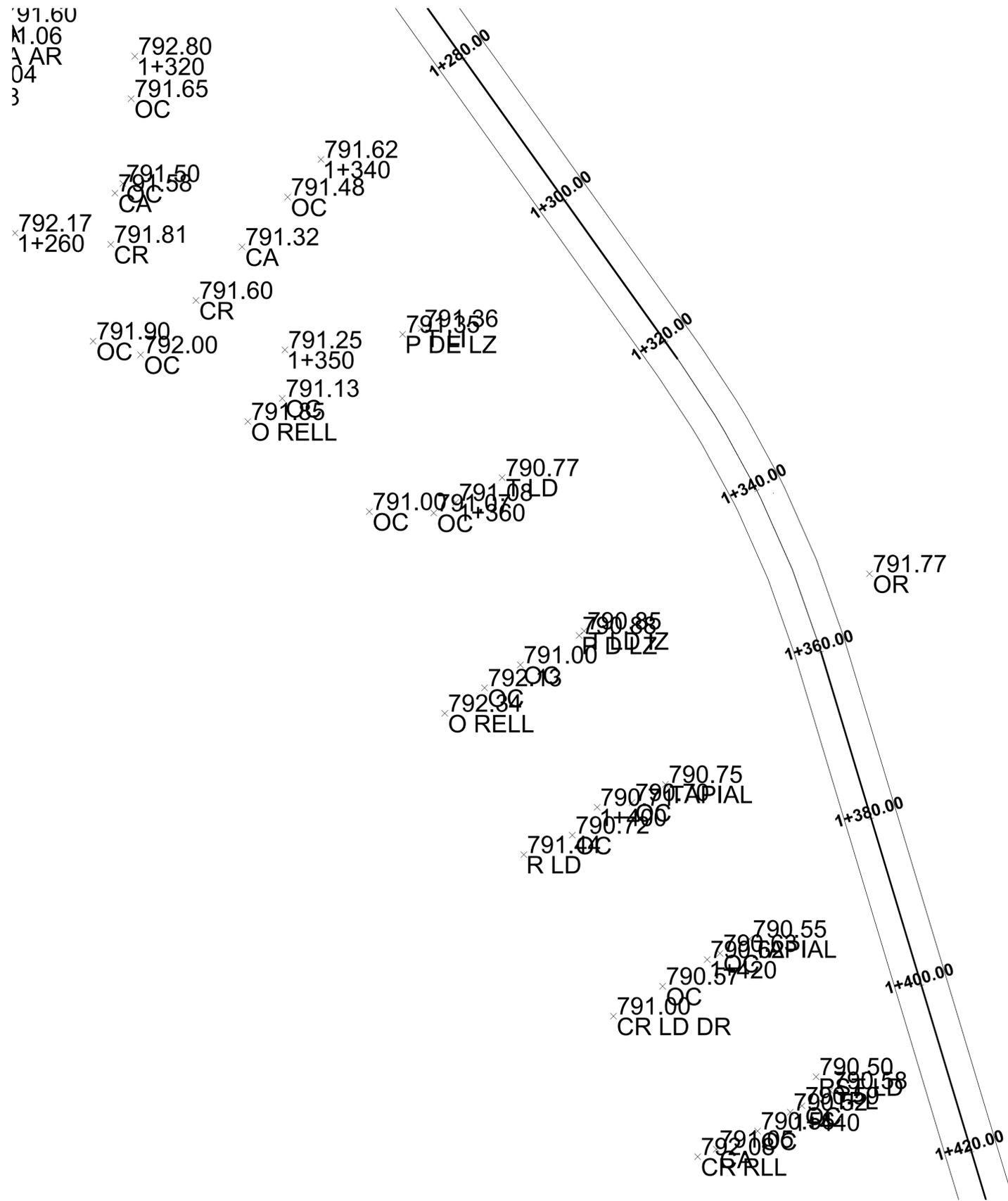


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 1+140 A 1+280

ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 17 114

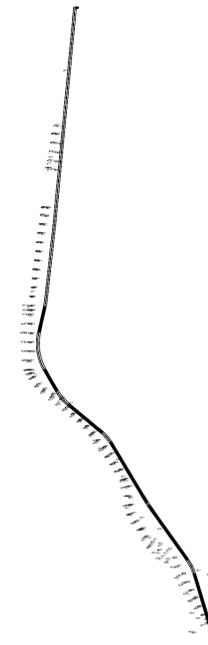
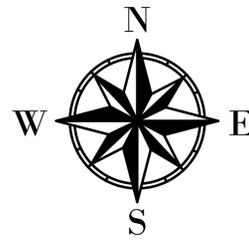
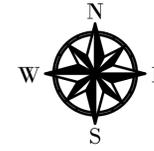
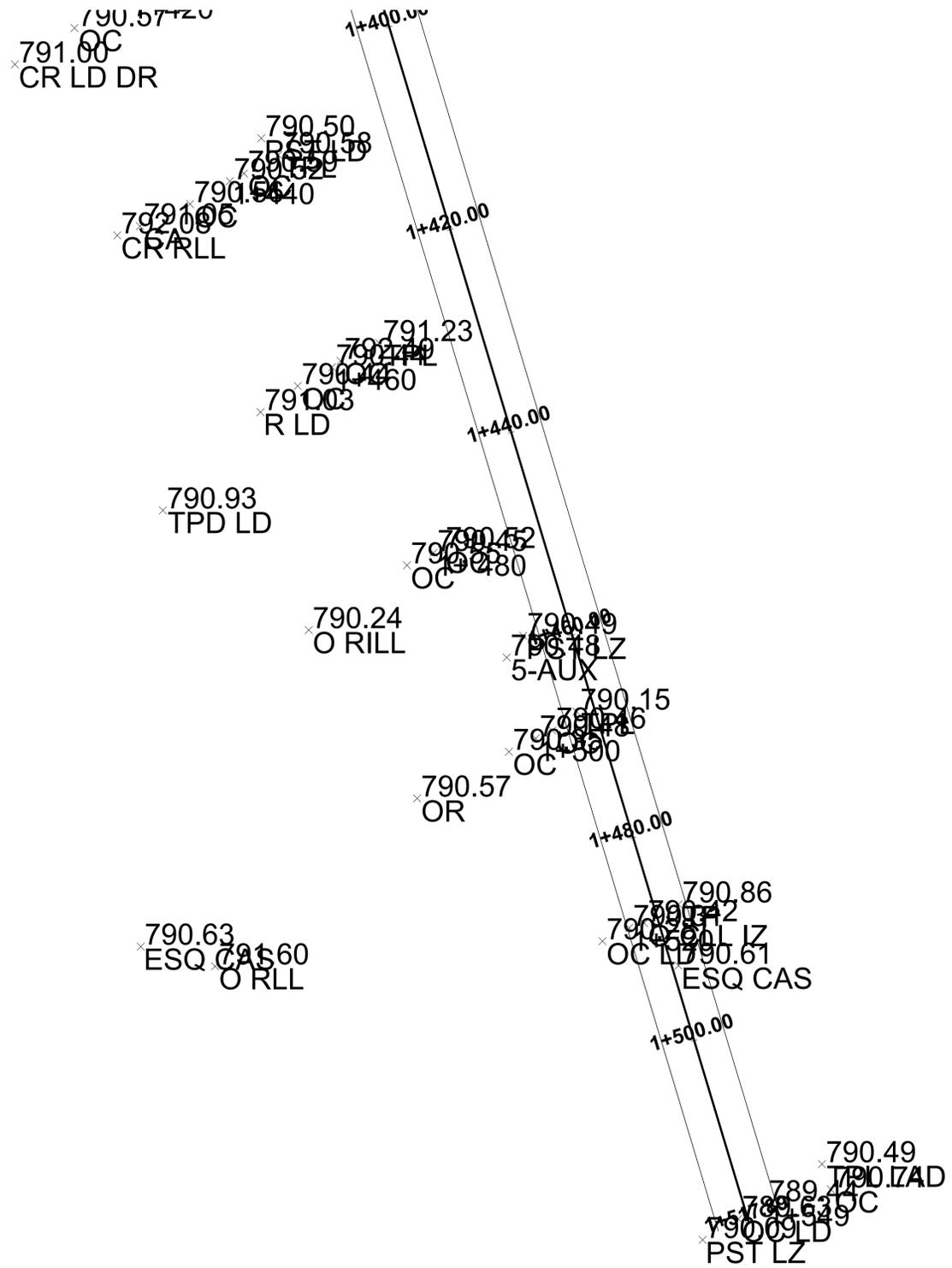


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 1+280 A 1+420

ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 18
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA EST 1+420 A 1+517.89

ESCALA 1:350

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA TOPOGRAFICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 19
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
1	800.00	8000.00	4000.00	Orilla As
2	802.65	8272.34	4012.96	0 + 272.65
3	803.56	8369.17	4023.00	Cruce Rio
4	803.68	8378.93	4025.03	0 + 380
5	803.95	8398.51	4029.26	0+400
6	804.22	8417.88	4034.30	0+420
7	804.50	8437.08	4039.78	0+440
8	804.73	8456.38	4045.29	0+460
9	805.01	8484.00	4057.00	Calle
10	808.35	8664.83	4115.65	0+740.35
11	809.63	8722.55	4133.29	OA
12	813.66	8840.22	4154.92	OA
13	819.70	8920.15	4151.44	0+940
14	822.37	8939.87	4154.30	0+960
15	824.35	8957.03	4164.49	1+040
16	833.07	9003.33	4202.66	Desfogue
17	845.68	9089.04	4254.16	DF
18	852.77	9165.13	4278.88	1+280
19	858.64	9224.98	4283.07	1+302.6
20	860.89	9245.17	4292.03	1+322.6

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
21	862.63	9261.49	4303.60	FIN 1ER TRAM
22	864.45	9271.51	4316.71	O AS
23	873.51	9292.60	4354.76	O AS
24	882.53	9327.72	4446.25	O AS
25	888.90	9347.22	4486.36	0+140.6
26	800.00	5000.00	2000.00	0+260
27	798.50	4862.15	1975.54	P L
28	797.20	4743.50	1957.64	P L
29	797.05	4741.14	1953.20	0+280.6
30	797.16	4740.05	1961.17	D
31	795.93	4723.70	1954.84	FC
32	795.87	4724.35	1949.35	FC
33	795.39	4724.36	1949.71	C
34	795.38	4724.15	1949.15	C
35	797.40	4724.12	1948.42	C
36	796.08	4723.14	1957.11	0+300
37	797.35	4723.33	1959.43	P L
38	794.35	4703.69	1952.21	P L
39	794.21	4704.38	1947.16	C
40	794.42	4704.26	1946.49	C

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
41	795.90	4704.55	1946.16	T
42	794.37	4703.60	1956.53	0+320
43	794.30	4701.85	1965.76	PRF
44	794.04	4684.00	1950.61	C
45	794.80	4685.14	1943.60	C
46	795.15	4685.14	1943.60	B
47	794.22	4683.30	1955.89	DR
48	794.27	4682.30	1961.81	DR
49	793.80	4672.98	1943.44	TA
50	793.98	4664.07	1945.91	C
51	793.08	4665.09	1940.55	C
52	794.42	4665.46	1939.64	B
53	794.23	4663.30	1955.49	B
54	794.30	4662.96	1958.44	OC
55	794.30	4647.12	1947.54	OC
56	794.20	4649.21	1939.93	OC
57	793.88	4649.25	1939.72	OC
58	793.88	4644.39	1939.36	C
59	794.37	4649.49	1939.14	OC
60	795.33	4649.57	1935.08	TP

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
61	794.39	4645.15	1954.53	TP
62	794.73	4644.42	1956.17	OP
63	794.20	4658.31	1939.23	D
64	794.37	4562.88	1932.86	D
65	794.24	4562.72	1926.14	OC
66	794.20	4563.44	1928.04	OB
67	794.20	4563.46	1927.79	OB
68	794.30	4563.48	1937.69	OB
69	795.80	4563.36	1926.70	OB
70	794.32	4561.94	1937.46	OB
71	794.44	4561.63	1938.54	OB
72	794.03	4545.78	1924.57	0+460
73	794.17	4546.61	1925.79	P LD
74	795.35	4547.03	1923.91	Z
75	794.14	4544.69	1933.81	OB
76	795.02	4544.70	1933.83	SB
77	795.06	4544.48	1934.93	Tapial
78	794.14	4526.10	1925.90	0+480
79	794.21	4526.65	1922.61	OC
80	795.40	4526.90	1921.12	OC

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
81	794.30	4525.46	1929.25	OB
82	795.33	4525.52	1924.41	SB
83	795.45	4525.27	1930.87	TPL
84	794.18	4338.62	1896.52	1-AUX
85	794.25	4506.31	1922.99	0+500
86	794.17	4506.96	1919.73	OC
87	794.62	4506.92	1919.68	R
88	794.56	4507.27	1917.03	OB
89	794.01	4506.10	1926.27	0 CLL
90	795.04	4505.72	1927.34	P
91	794.06	4486.50	1920.18	0+512
92	794.12	4486.81	1917.26	OC
93	794.19	4486.74	1916.57	OC
94	794.70	4486.72	1914.70	OBR
95	794.01	4486.18	1923.57	OC
96	794.06	4486.12	1923.97	LP
97	794.07	4466.73	1917.34	0+540
98	794.07	4467.14	1915.09	OC
99	794.77	4467.36	1914.25	OC
100	794.77	4467.40	1913.62	OBR

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
101	794.14	4466.32	1921.58	OC
102	794.14	4466.07	1921.07	OC
103	793.92	4446.95	1914.50	0+560
104	794.12	4447.38	1911.89	OC
105	794.55	4447.46	1911.35	OC
106	794.43	4447.60	1910.62	OB
107	794.17	4446.45	1917.89	OC
108	794.16	4446.34	1918.30	OC
109	793.94	4427.17	1911.58	0+580
110	794.05	4427.50	1909.44	OC
111	794.26	4427.65	1908.64	OC
112	794.21	4427.98	1906.85	OLD
113	794.08	4426.61	1914.55	OLI
114	794.11	4426.48	1915.22	POSTE
115	793.93	4407.39	1908.62	0+600
116	794.01	4407.60	1906.59	OC
117	793.98	4407.81	1906.10	OC
118	793.95	4407.17	1911.77	OC
119	794.04	4406.70	1912.76	LP
120	793.75	4387.58	1906.88	0+620

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
121	793.70	4387.93	1904.44	OC
122	793.58	4388.25	1903.65	C
123	793.82	4387.13	1908.33	OC
124	794.11	4388.72	1909.63	C
125	793.70	4367.80	1903.22	0+640
126	793.62	4368.13	1901.14	OC
127	793.54	4368.35	1900.41	OBR
128	793.74	4367.52	1905.06	OC
129	793.81	4367.12	1906.11	C
130	793.70	4347.98	1900.53	0+660
131	793.71	4345.12	1895.76	OC
132	794.41	4348.20	1896.55	LC
133	793.83	4349.14	1885.71	OB
134	793.74	4347.91	1903.00	OC
135	793.74	4347.55	1904.66	C
136	793.64	4338.65	1899.28	0+670
137	793.68	4338.09	1898.45	OC
138	793.80	4337.93	1894.68	P
139	793.65	4338.54	1885.80	C BR
140	793.59	4337.81	1903.05	OC

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
141	793.55	4337.83	1903.81	P
142	793.80	4337.81	1904.28	C
143	793.44	4328.03	1899.14	0+680
144	793.47	4328.08	1897.63	OC
145	793.87	4328.44	1893.12	P
146	794.21	4329.20	1885.23	C
147	793.41	4328.05	1903.00	OC
148	793.51	4378.94	1904.02	OC
149	793.21	4308.09	1898.09	0+700
150	793.23	4308.91	1896.42	OC
151	793.62	4308.48	1890.31	C
152	793.63	4308.14	1882.68	OBR
153	793.21	4307.95	1901.64	OC
154	793.34	4307.82	1903.63	C
155	793.09	4288.09	1898.50	C BR
156	793.10	4288.99	1885.59	0+720
157	794.17	4288.72	1890.17	OC
158	792.97	4288.64	1880.71	C
159	793.05	4287.69	1901.94	C BR
160	793.11	4287.72	1903.26	OC

PUNTOS TOPOGRAFICOS

ESCALA 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PUNTOS TOPOGRAFICOS TRAMO COMPLETO		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 20 114

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
161	792.76	4268.10	1898.18	C
162	792.78	4268.12	1895.92	0+740
163	793.19	4268.12	1888.60	OC
164	792.98	4268.61	1882.04	C
165	792.81	4267.67	1901.44	C
166	792.89	4267.62	1902.99	OC
167	792.35	4248.14	1897.84	OC
168	792.40	4248.40	1895.15	0+760
169	793.23	4248.64	1889.81	OC
170	793.25	4248.85	1883.28	CA
171	792.45	4248.03	1907.46	BR
172	792.73	4248.08	1902.33	OC
173	791.58	4228.18	1897.47	OC
174	791.61	4228.41	1893.96	0+780
175	791.90	4228.83	1888.23	OC
176	791.20	4228.28	1883.92	CA
177	791.55	4225.01	1894.85	Corona
178	792.29	4227.84	1901.94	OC
179	790.40	4208.17	1897.22	Cerco
180	790.50	4207.66	1894.28	0+800

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
181	791.03	4207.20	1890.07	OC
182	790.70	4206.67	1887.89	CA
183	790.43	4208.10	1894.68	OBR
184	790.65	4207.93	1901.12	OC
185	792.35	4207.96	1901.42	Pie talud
186	789.96	4199.22	1897.19	OC
187	790.01	4198.89	1896.24	0+809
188	790.48	4197.31	1892.09	OC
189	790.21	4200.61	1901.10	Esquina BR
190	790.44	4200.74	1901.40	OC
191	792.45	4201.09	1902.36	P L
192	792.25	4201.39	1933.21	TL
193	790.58	4190.68	1904.12	C
194	789.90	4188.70	1901.11	OC
195	790.21	4187.46	1898.80	OC
196	790.09	4191.63	1905.74	CR
197	790.62	4192.75	1907.00	OC
198	791.77	4194.01	1908.82	P T
199	790.06	4175.23	1916.95	C
200	789.97	4172.17	1912.95	0+840

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
201	790.06	4171.10	1911.47	OC
202	791.02	4176.32	1915.19	C
203	792.02	4177.59	1920.13	PT
204	790.37	4162.11	1927.62	C
205	790.47	4160.05	1926.09	0+857
206	790.55	4157.02	1924.36	OC
207	790.40	4163.45	1928.91	OBR
208	792.20	4165.54	1929.94	OC
209	792.49	4166.43	1930.85	OC
210	791.44	4147.58	1944.30	C
211	791.42	4149.34	1946.73	2-AUX
212	791.47	4146.73	1945.17	0+880
213	791.02	4142.30	1942.20	OC
214	791.42	4151.79	1948.35	CT
215	792.10	4154.09	1948.67	OC
216	792.95	4154.50	1948.94	PT
217	794.14	4157.25	1950.80	CA
218	791.19	4138.21	1963.35	C
219	791.21	4134.67	1960.65	0+900
220	790.63	4131.26	1957.52	OC

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
221	791.24	4143.96	1965.56	CA
222	791.24	4143.32	1966.86	OC
223	792.90	4144.22	1967.28	PT
224	794.25	4148.30	1968.79	CA
225	790.50	4124.65	1978.01	C
226	790.48	4121.86	1975.25	0+920
227	790.37	4118.72	1972.15	OC
228	790.51	4125.77	1979.12	C BR
229	791.10	4130.25	1983.36	OC
230	793.26	4134.75	1987.53	PT
231	789.09	4111.07	1991.75	C
232	789.09	4109.33	1991.13	0+940
233	790.13	4105.60	1989.50	OC
234	789.12	4111.53	1993.18	C BR
235	790.69	4112.61	1994.34	OC
236	793.16	4117.52	1998.56	CO
237	785.18	3905.26	2111.39	C
238	787.15	4097.46	2007.39	3-AUX
239	787.05	4095.67	2005.78	0+960
240	787.64	4094.50	2004.20	OC

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
241	787.26	4098.38	2008.38	CBR
242	790.91	4099.00	2009.19	OC
243	791.04	4099.80	2010.04	CT
244	785.02	4083.91	2022.06	CA
245	784.95	4081.68	2019.66	0+980
246	785.36	4080.23	2018.32	OC
247	785.21	4084.32	2022.56	Corona
248	790.52	4084.95	2023.14	PT
249	791.51	4086.42	2025.57	CT
250	782.86	4068.17	2034.32	CA
251	782.69	4066.82	2032.66	1+000
252	783.14	4065.19	2030.96	OC
253	782.62	4064.34	2030.15	O BR
254	782.91	4069.58	2036.17	O R
255	789.97	4070.88	2037.64	OC
256	790.66	4072.43	2040.13	CT
257	781.50	4052.31	2046.54	CA
258	781.25	4050.24	2043.83	1+020
259	780.69	4047.33	2040.01	OC
260	781.62	4053.52	2040.16	O RIO

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
261	781.85	4054.20	2046.82	OC
262	788.71	4054.88	2049.52	PT
263	789.60	4036.39	2051.58	CT
264	782.00	4036.36	2058.62	CA
265	781.83	4034.09	2055.65	1+040
266	780.60	4031.16	2051.88	OC
267	781.96	4038.20	2060.74	O RIO
268	782.33	4038.58	2061.23	OC
269	787.87	4039.28	2062.27	PT
270	788.90	4041.04	2064.40	CT
271	781.96	4020.42	2070.66	CT
272	781.88	4018.39	2067.77	1+060
273	782.64	4017.48	2066.49	OC
274	780.84	4016.40	2064.98	COR
275	781.93	4022.98	2073.72	P RIO
276	787.94	4024.93	2076.93	OC
277	789.04	4026.03	2078.68	CT
278	781.77	4004.48	2082.67	CA
279	781.50	4002.29	2079.22	1+080
280	781.34	4001.46	2078.29	OC

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
281	780.27	4000.37	2075.87	CT
282	781.57	4006.20	2085.32	PR
283	786.80	4003.90	2087.06	OC
284	786.56	4011.34	2090.81	CT
285	780.89	3988.50	2094.65	CA
286	780.84	3985.86	2089.96	1+100
287	781.99	3984.82	2087.53	OC
288	779.75	3985.47	2085.96	CT
289	780.94	3989.93	2096.40	P RIO
290	781.25	3989.89	2097.04	OC
291	786.90	3990.16	2097.64	P RIO
292	780.24	3974.38	2102.05	CT
293	780.19	3967.27	2099.39	Centro EA
294	780.48	3967.30	2103.56	Centro SA
295	780.16	3966.05	2101.07	1+123
296	780.18	3964.24	2098.02	OC
297	780.45	3968.37	2105.10	OR
298	780.52	3968.93	2106.65	OC
299	782.08	3969.31	2108.86	PIE T
300	780.97	3951.63	2110.16	CA

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
301	780.54	3950.68	2106.45	1+140
302	780.25	3949.74	2101.10	OC
303	781.10	3952.72	2114.30	P R
304	781.28	3953.13	2115.24	OC
305	785.20	3952.84	2118.12	P T
306	782.10	3931.77	2112.72	COR
307	782.16	3931.98	2109.11	1 +160
308	782.41	3931.79	2108.37	OC
309	782.26	3931.94	2114.46	C BR
310	786.04	3931.13	2117.61	OC
311	786.80	3927.50	2118.33	C PT
312	784.28	3911.96	2115.99	POSTE
313	784.40	3911.28	2111.40	1+180
314	784.26	3910.94	2109.85	OC
315	780.01	3909.99	2104.48	C BR
316	784.36	3912.44	2116.94	P RIO
317	787.45	3913.20	2119.67	OC
318	787.75	3912.86	2121.52	C T
319	786.10	3892.16	2117.95	PIE A
320	786.35	3891.36	2115.77	1+200

PUNTOS TOPOGRAFICOS

ESCALA 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PUNTOS TOPOGRAFICOS TRAMO COMPLETO		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 21 114

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
341	789.10	3835.88	2146.05	CR
342	791.17	3842.66	2152.01	P
343	791.31	3844.56	2154.54	CO
344	793.64	3841.61	2158.21	1+280
345	791.04	3825.51	2162.58	OC
346	791.08	3822.89	2160.56	CA
347	791.47	3820.89	2159.30	CR
348	792.25	3818.21	2156.89	OC
349	791.06	3829.92	2165.48	CA AR
350	791.60	3832.46	2167.18	A
351	793.31	3837.59	2172.54	P L
352	793.44	3860.05	2181.46	1+300
353	791.50	3814.09	2181.34	OC
354	791.58	3812.98	2180.43	CA
355	791.81	3807.09	2179.94	CR
356	791.90	3795.98	2177.91	OC
357	791.65	3823.83	2182.29	OC
358	792.80	3828.71	2182.72	1+320
359	791.48	3812.52	2200.30	OC
360	791.32	3806.81	2195.05	CA

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
361	791.60	3800.66	2189.75	CR
362	792.00	3794.41	2183.38	OC
363	791.62	3816.85	2204.14	1+340
364	791.25	3794.98	2199.99	1+350
365	791.13	3789.40	2199.69	OC
366	791.85	3786.74	2195.72	O RELL
367	791.35	3796.76	2213.53	P DE LZ
368	791.36	3797.44	2215.67	T LI
369	791.08	3777.45	2219.65	1+360
370	791.07	3776.24	2217.12	OC
371	791.00	3776.39	2209.70	OC
372	791.77	3769.25	2267.27	OR
373	790.77	3780.29	2224.98	T LD
374	790.90	3760.01	2289.34	1+380
375	791.00	3758.78	2227.09	OC
376	792.13	3756.15	2222.97	OC
377	792.34	3753.23	2218.39	O RELL
378	790.88	3762.16	2233.86	P D LZ
379	790.85	3762.68	2234.43	T LD IZ
380	790.48	3662.41	2284.35	5-AUX

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
381	790.71	3742.42	2235.92	1+400
382	790.72	3739.22	2233.06	OC
383	791.44	3736.98	2227.48	R LD
384	790.70	3742.98	2239.93	OC
385	790.75	3745.06	2243.78	TAPIAL
386	790.62	3724.93	2248.59	1+420
387	790.57	3721.87	2243.46	OC
388	791.00	3718.43	2237.80	CR LD DR
389	790.63	3725.65	2250.06	OC
390	790.55	3727.29	2253.46	TAPIAL
391	790.50	3711.47	2261.12	PST LD
392	790.52	3707.40	2258.15	1+440
393	790.56	3705.24	2254.38	OC
394	791.05	3703.15	2249.64	CA
395	792.08	3702.28	2247.49	CR RLL
396	790.59	3708.13	2259.49	OC
397	790.58	3709.89	2262.74	TPL
398	790.44	3689.84	2267.81	1+460
399	790.44	3688.06	2264.57	OC
400	791.03	3685.59	2261.05	R LD

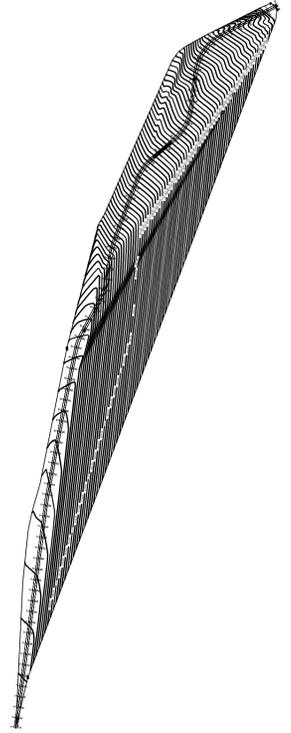
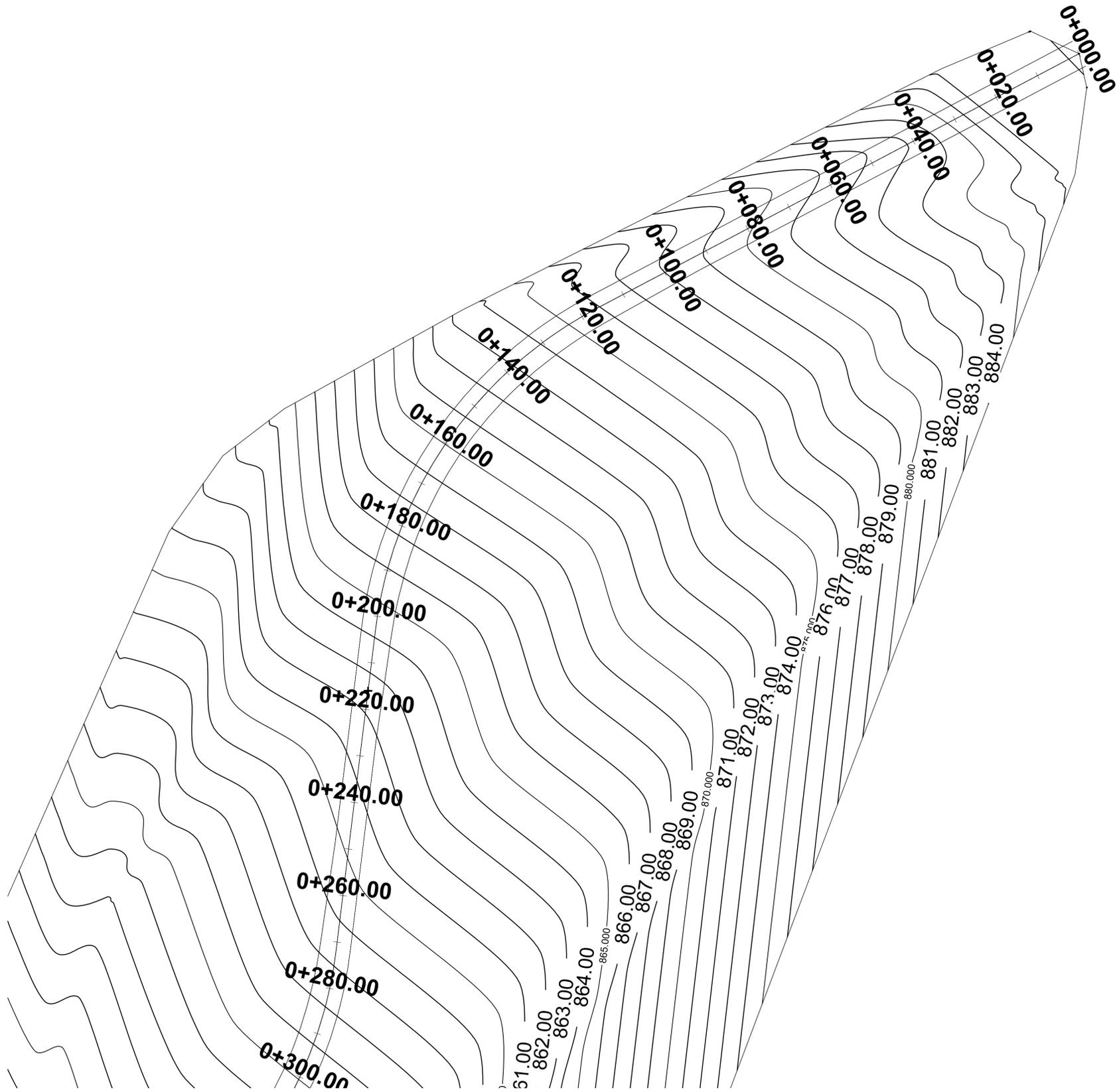
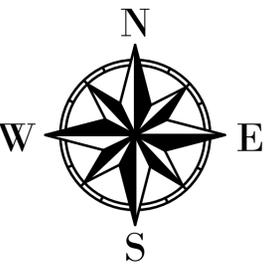
TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
401	792.49	3690.43	2268.62	OC
402	791.23	3692.11	2272.28	TPL
403	790.45	3672.29	2277.43	1+ 480
404	790.55	3671.12	2274.91	OC
405	790.24	3665.00	2265.62	O RILL
406	790.52	3672.58	2278.22	OC
407	790.93	3676.30	2251.81	TPD LD
408	790.49	3664.46	2285.92	PST LZ
409	790.48	3654.78	2287.10	1+500
410	790.35	3653.51	2284.57	OC
411	790.57	3649.10	2275.88	OR
412	790.46	3655.52	2288.66	OC
413	790.15	3657.31	2290.95	TPL
414	790.31	3636.86	2295.94	1+520
415	790.28	3635.61	2293.42	OC LD
416	791.60	3633.24	2256.75	O RLL
417	790.42	3637.32	2297.36	O CLL IZ
418	790.86	3639.09	2300.61	TP
419	790.63	3635.10	2249.71	ESQ CAS
420	790.61	3633.30	2300.61	ESQ CAS

TABLAS TOPOGRAFICAS				
PUNTO No.	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
421	789.44	3610.86	2308.80	1+549
422	789.63	3609.38	2306.26	OC LD
423	790.09	3607.39	2302.90	PST LZ
424	790.74	3612.17	2315.03	OC
425	790.49	3614.55	2314.19	TPL LAD

PUNTOS TOPOGRAFICOS

ESCALA 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PUNTOS TOPOGRAFICOS TRAMO COMPLETO		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 22 114



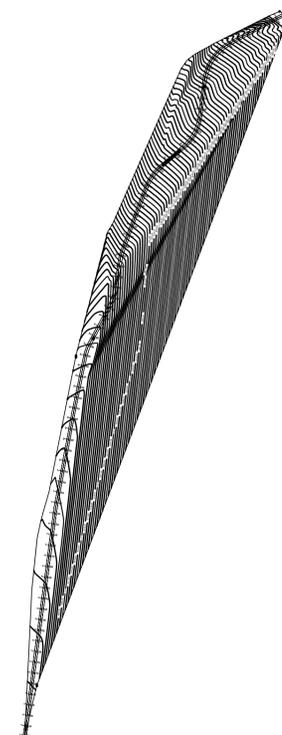
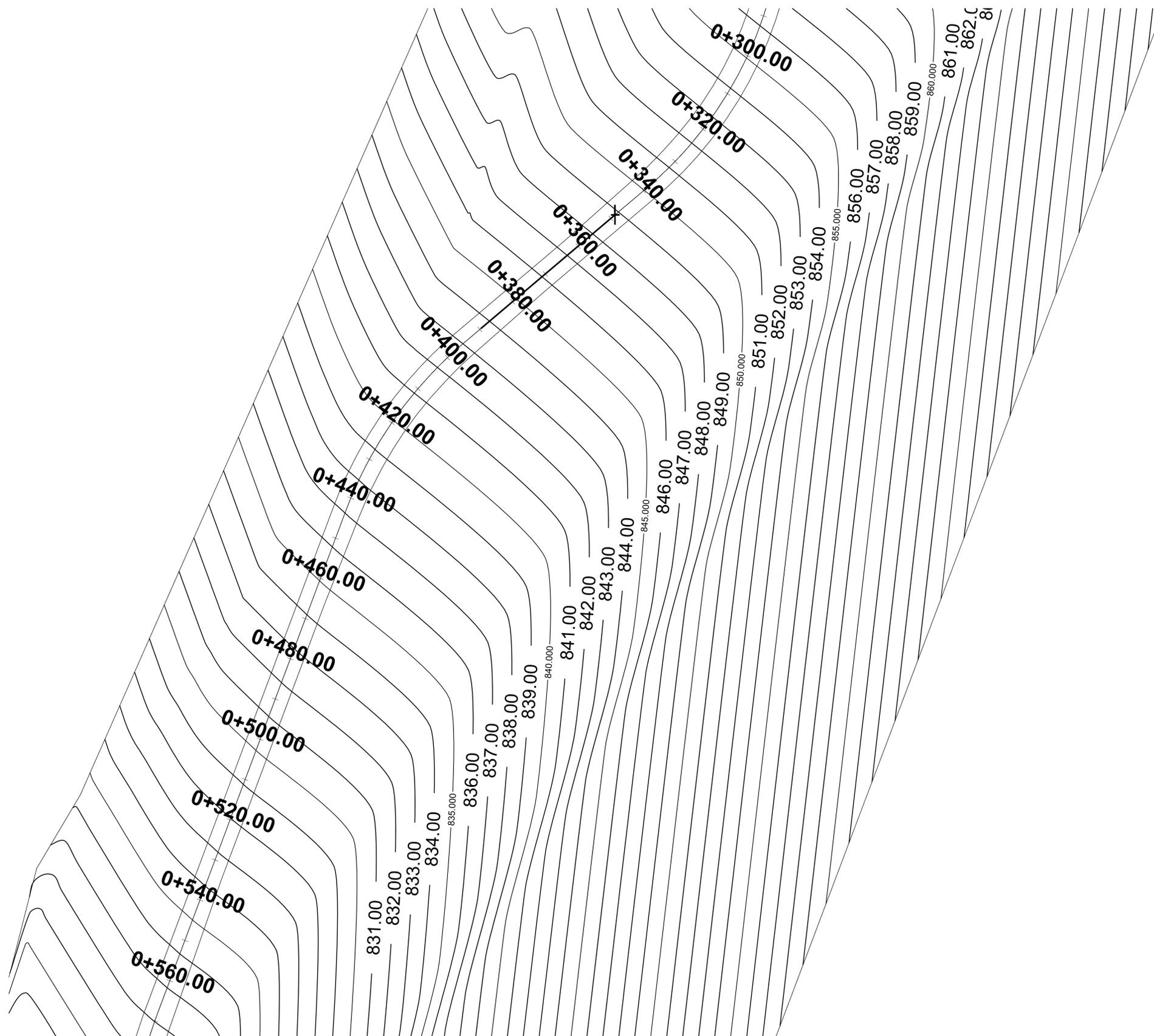
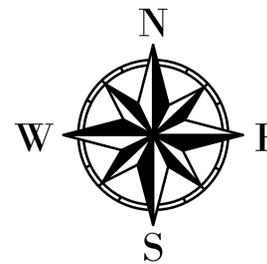
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 0+000 A 0+300

ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 23
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



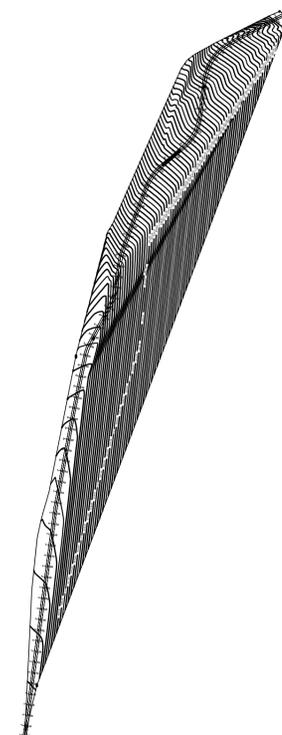
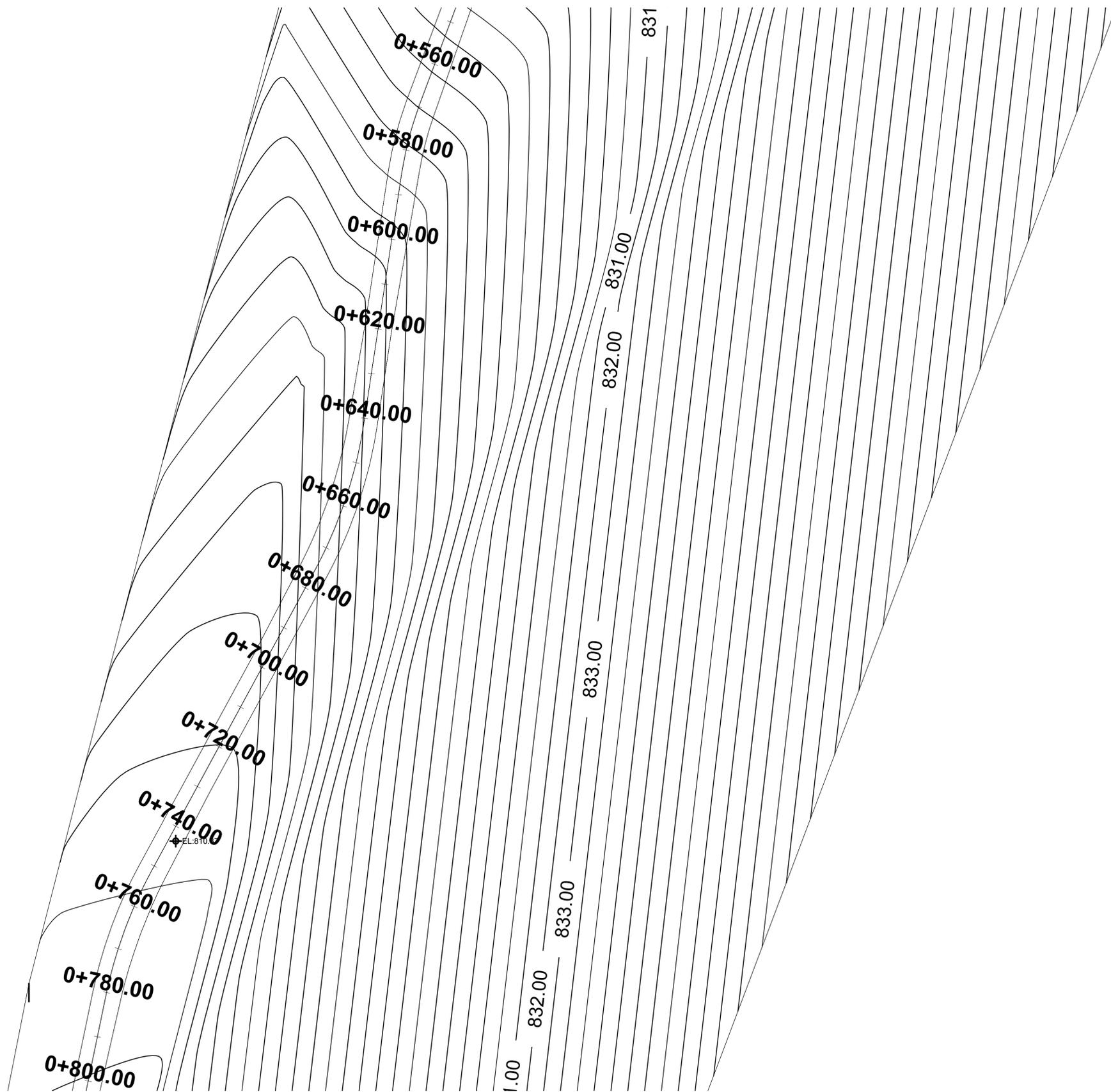
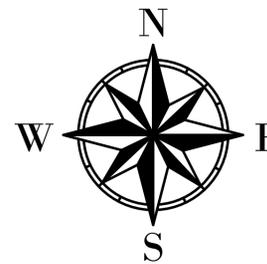
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 0+300 A 0+560

ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 24
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



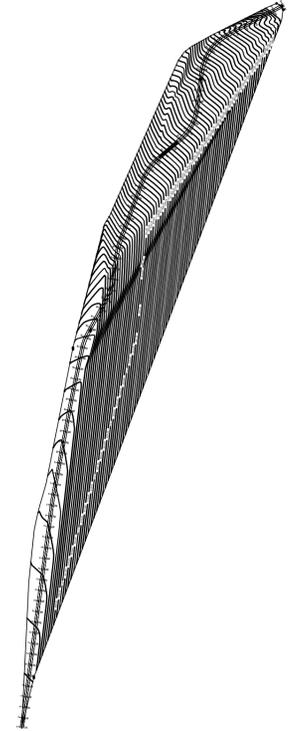
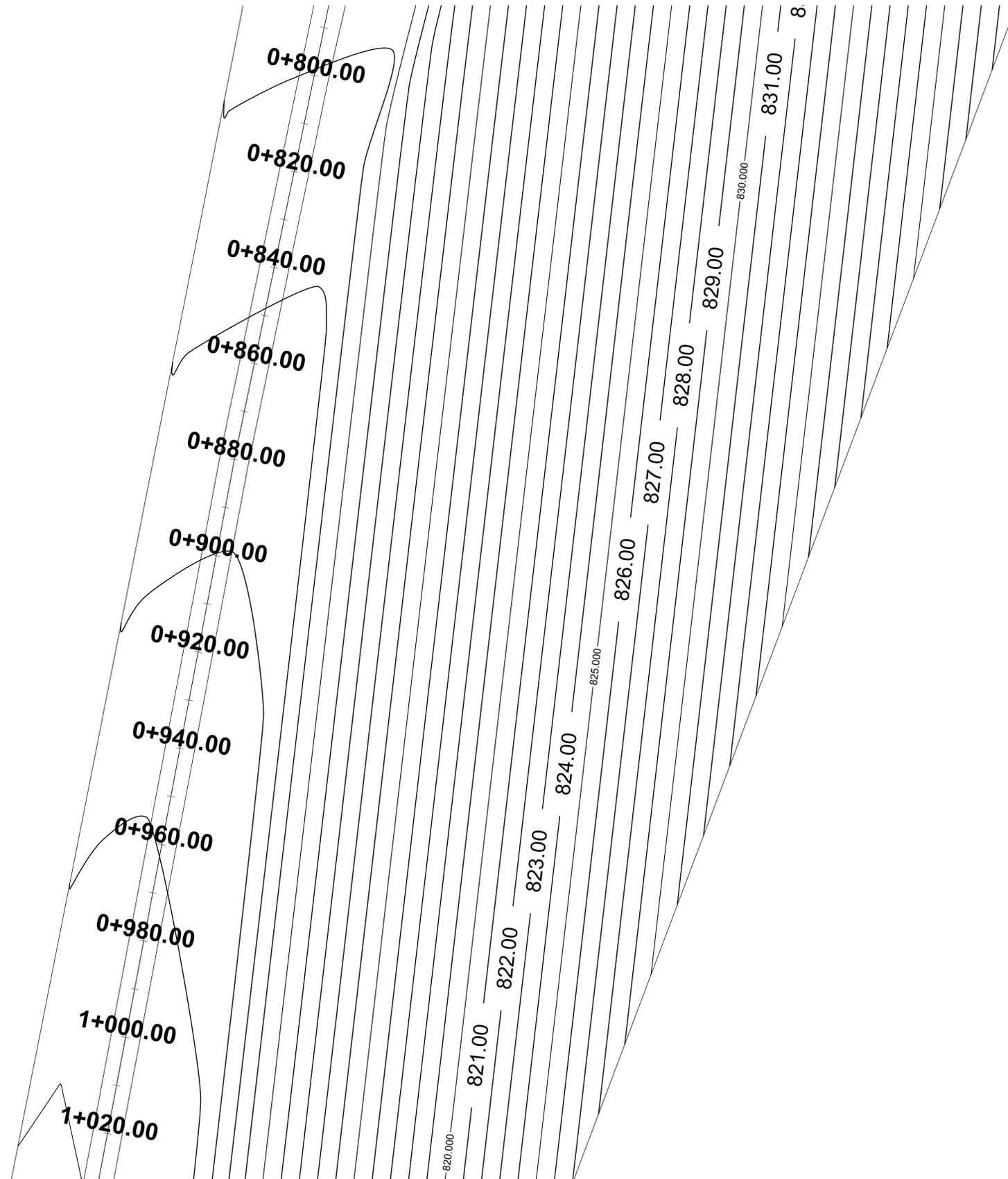
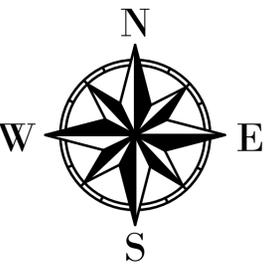
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 0+560 A 0+800

ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 25
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114

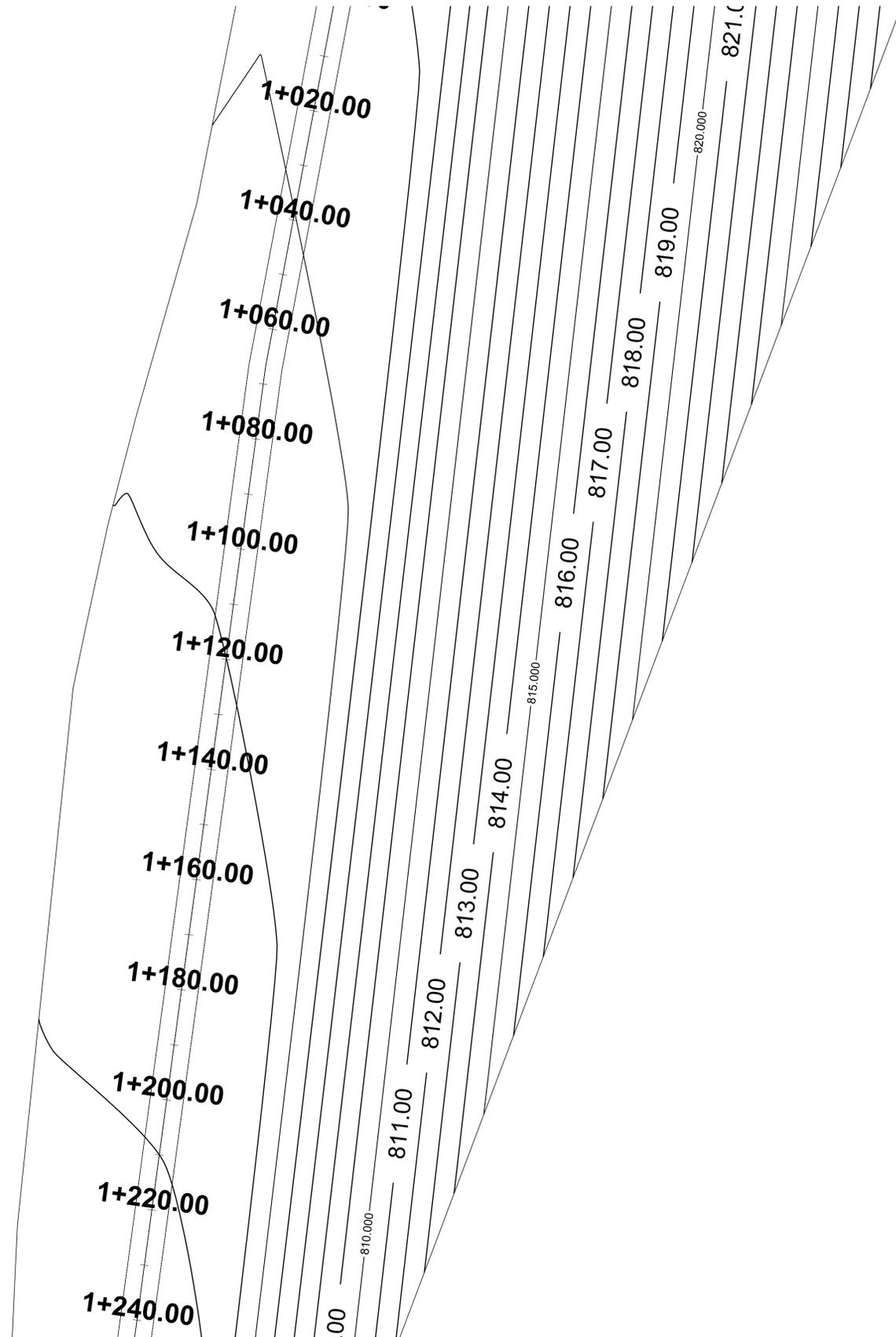
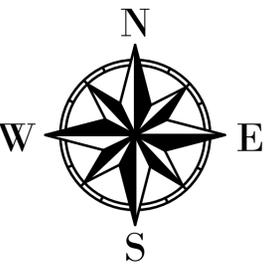


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 0+800 A 1+020

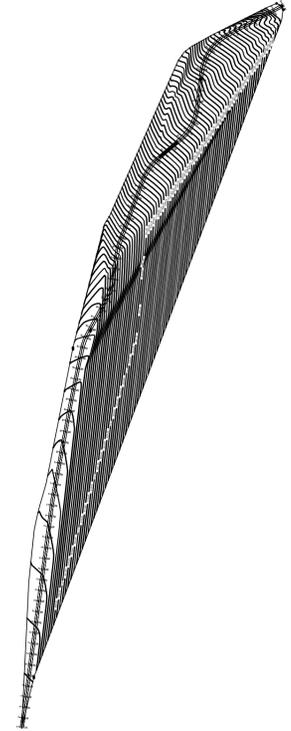
ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 26
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 1+020 A 1+240

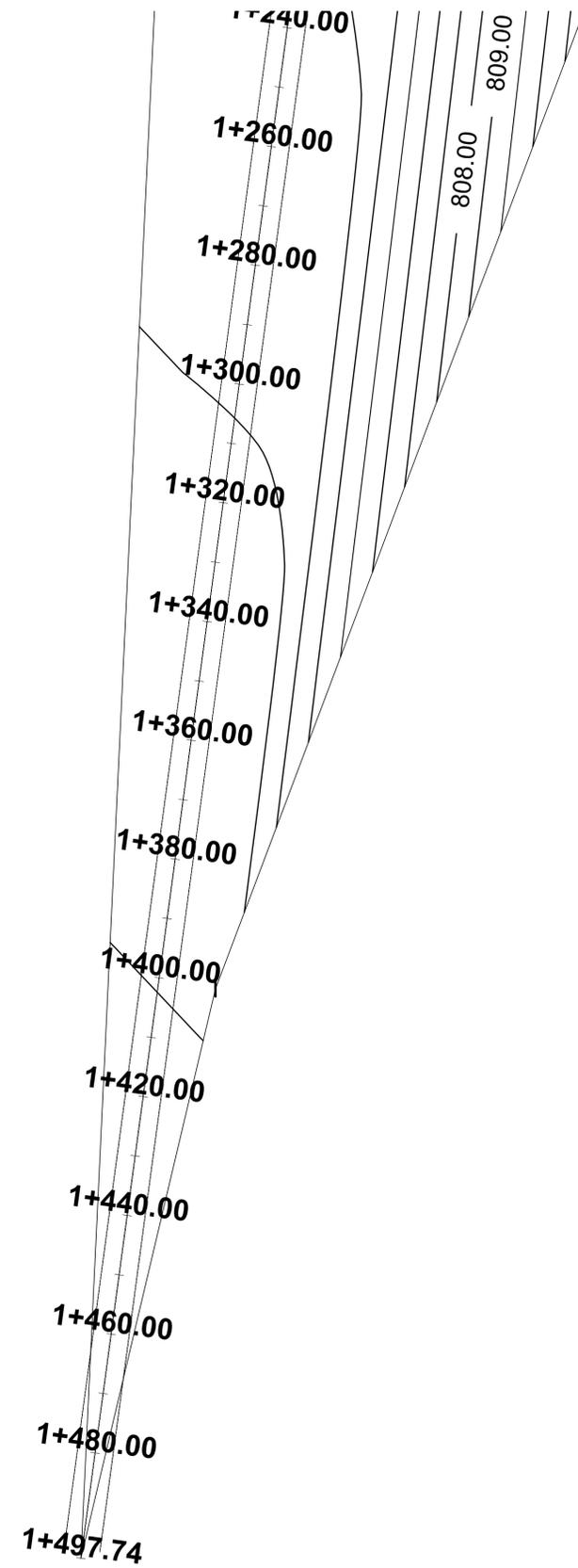
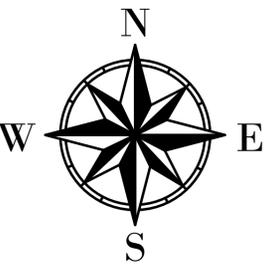
ESCALA 1:200



PLANTA DE REFERENCIA

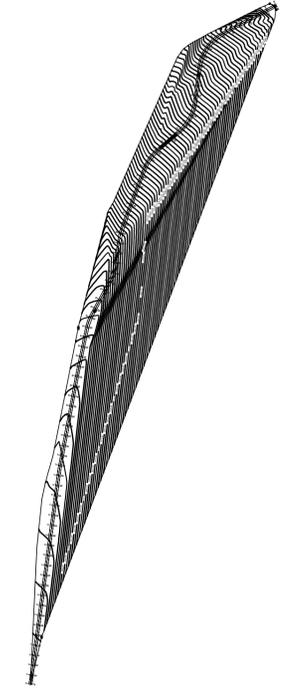
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 27
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 1+240 A 1+497.74

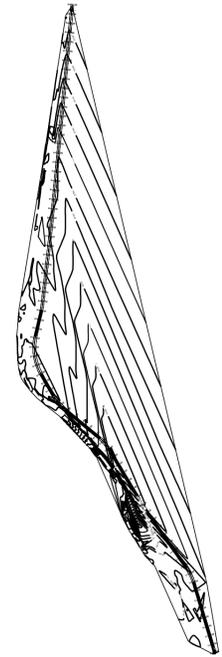
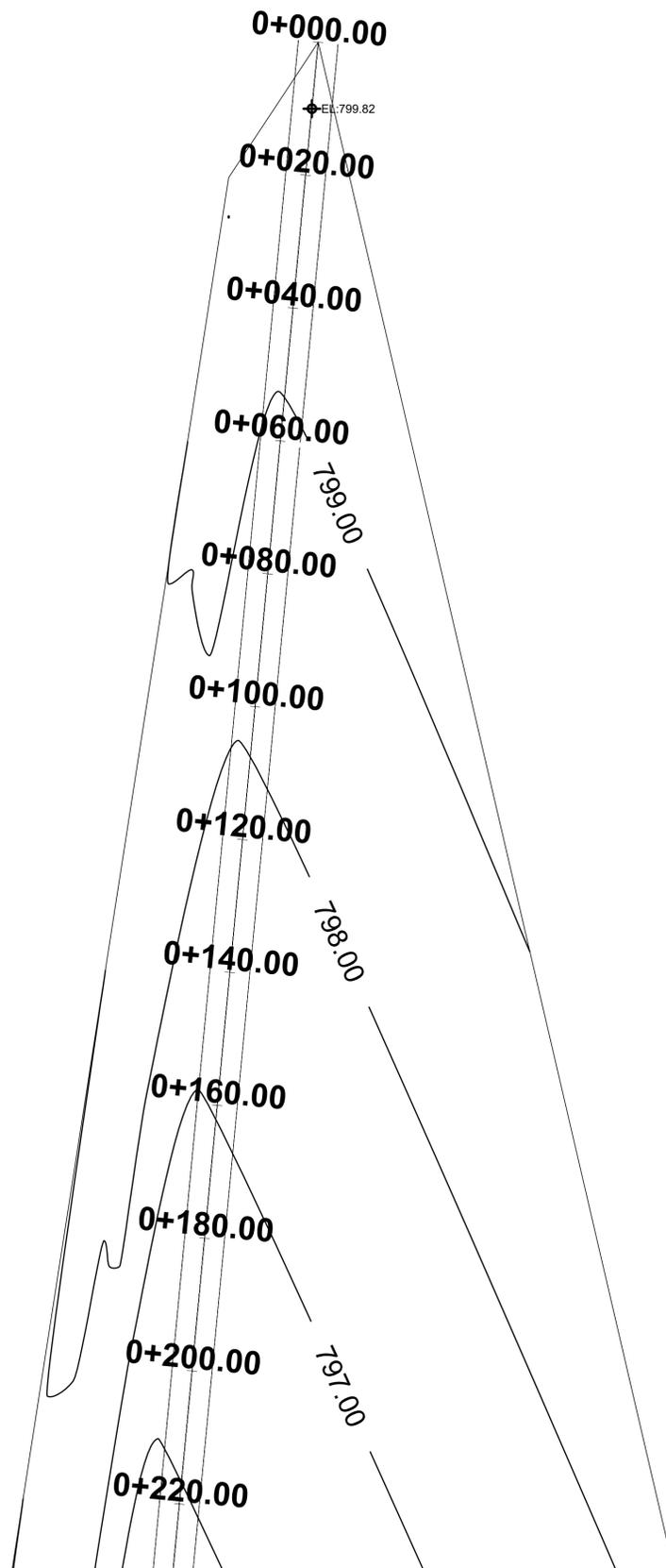
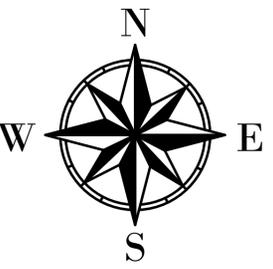
ESCALA 1:200



PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 28
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114

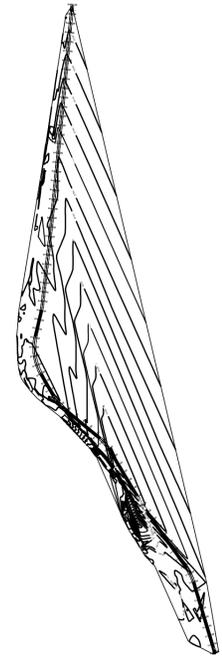
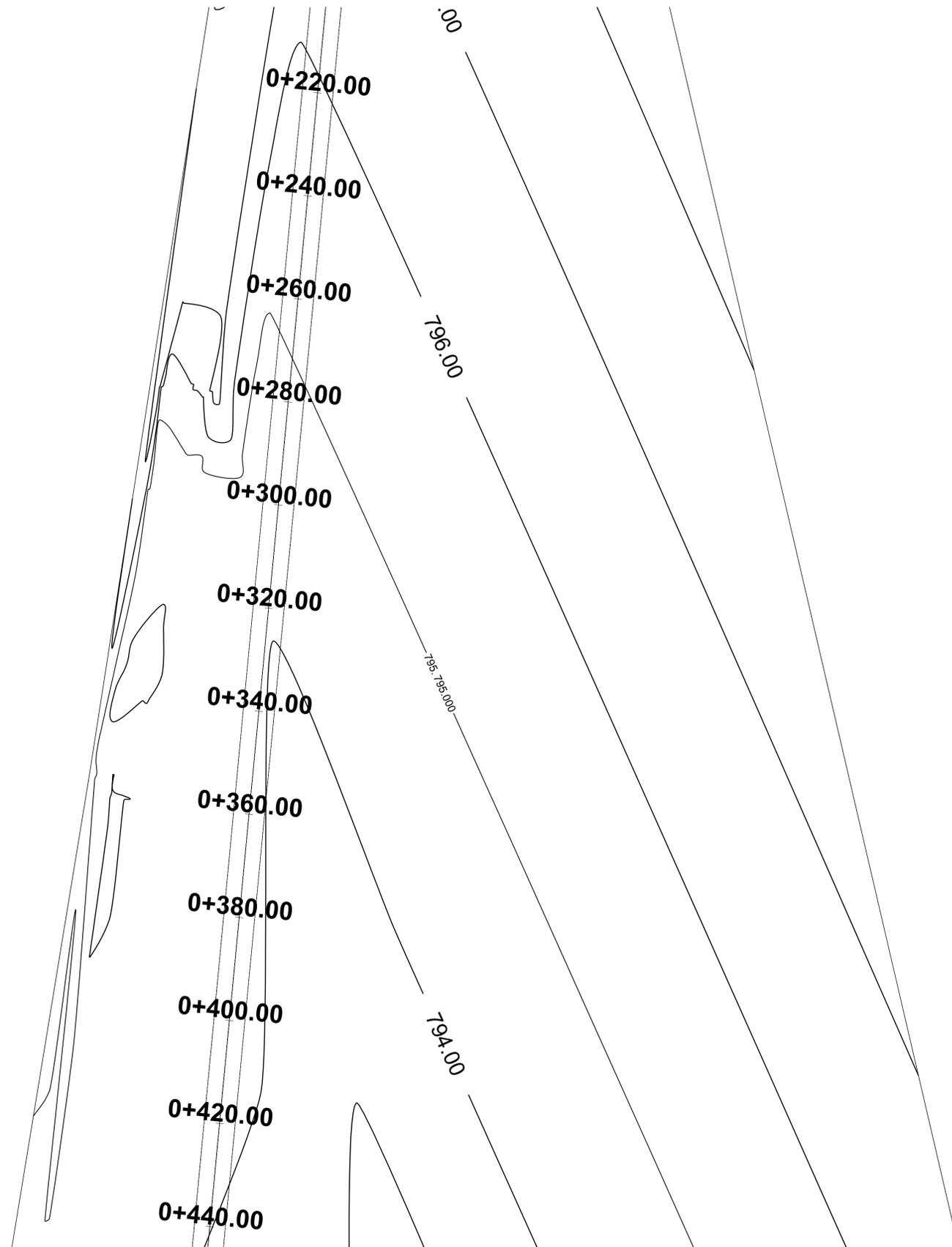
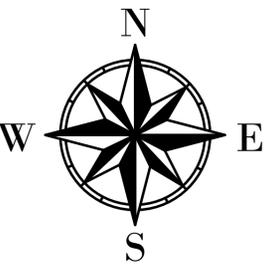


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 0+000 A 0+220

ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 29
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



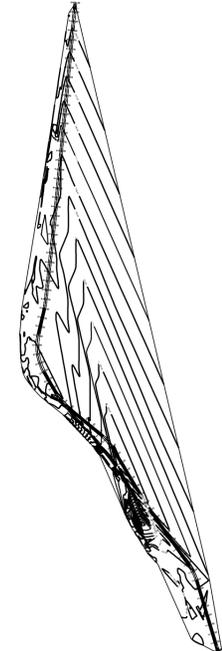
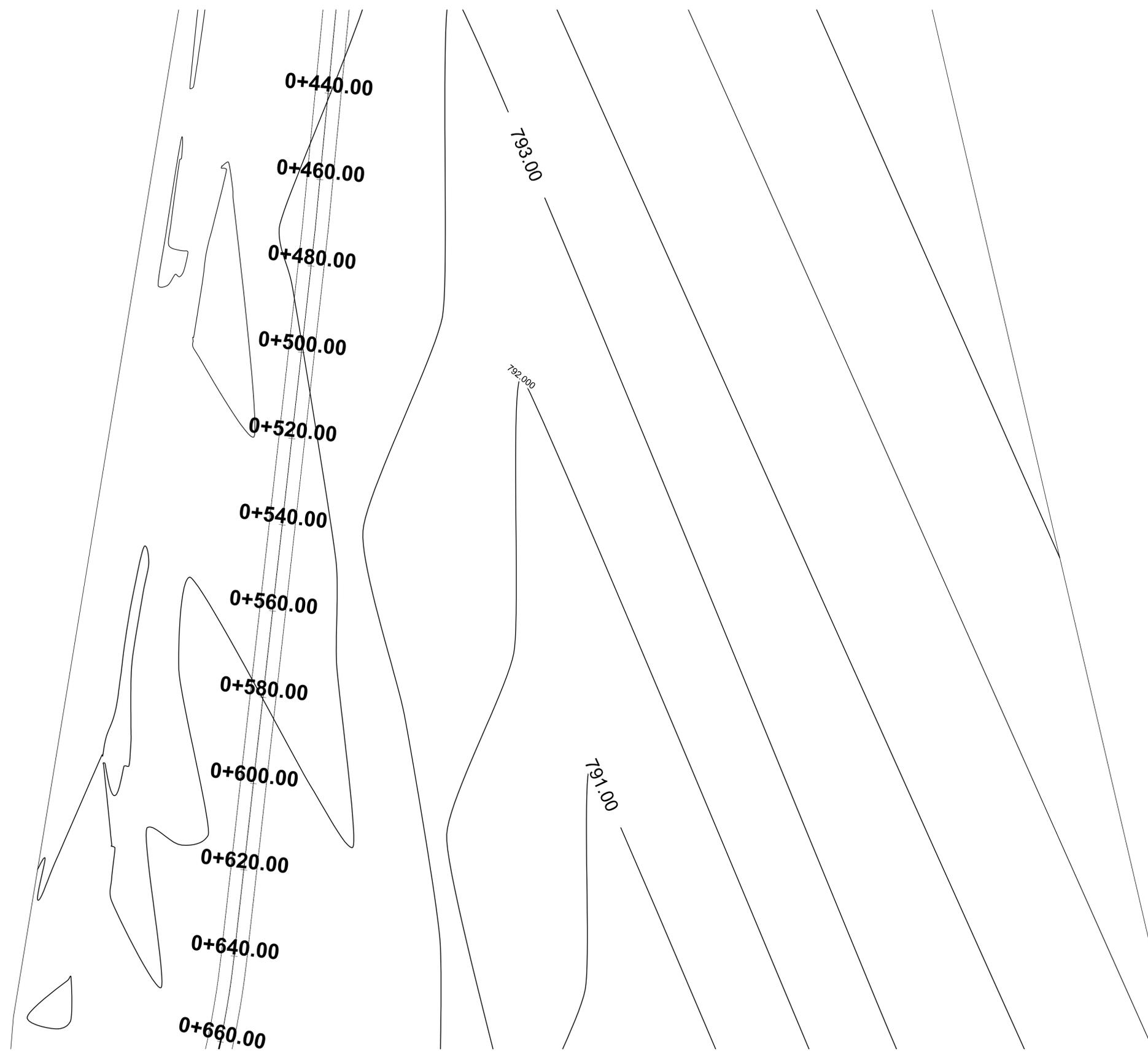
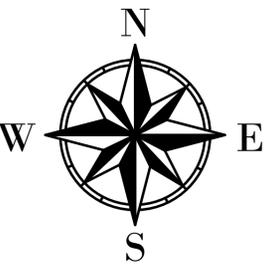
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 0+220 A 0+440

ESCALA 1:200

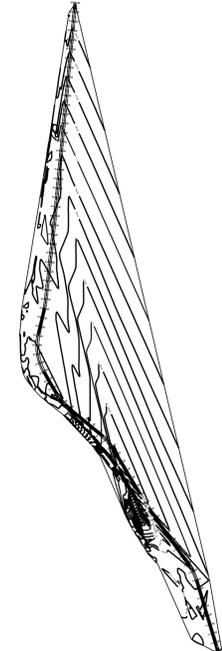
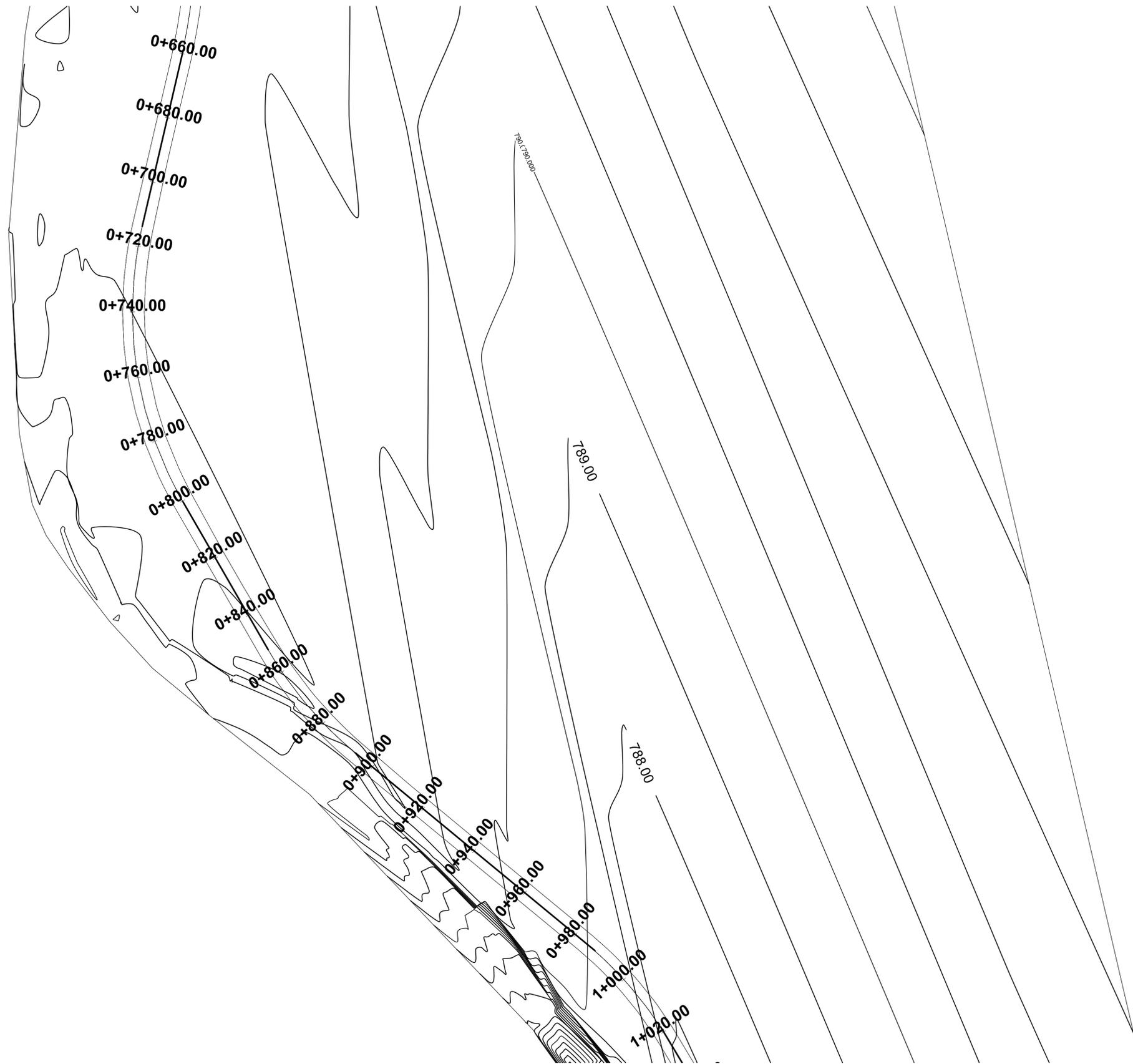
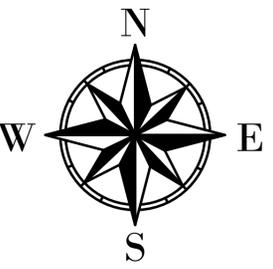
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 30
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 0+440 A 0+660
ESCALA 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 31
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



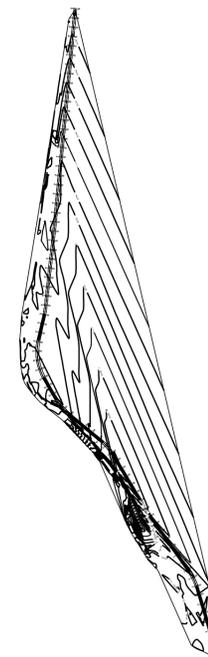
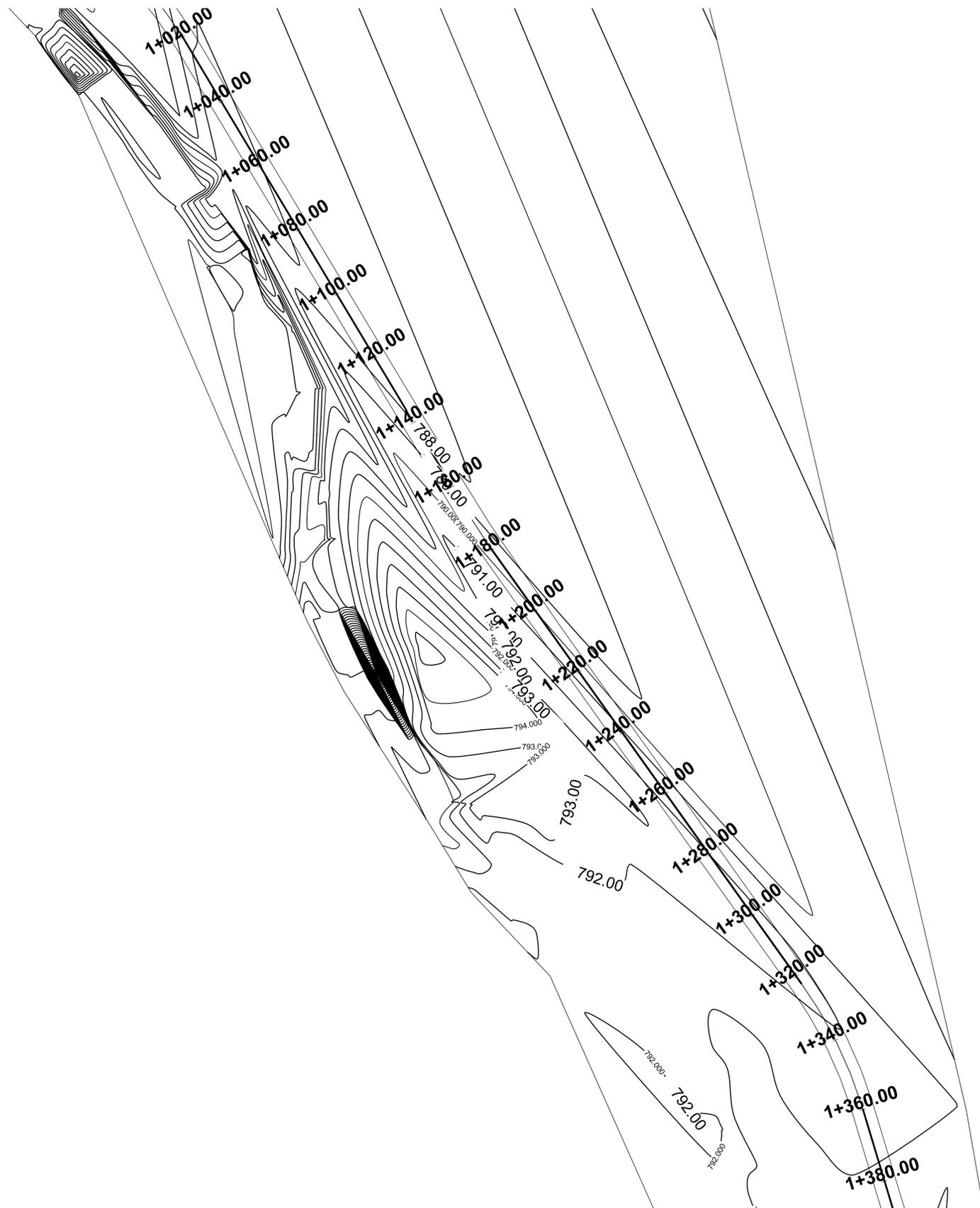
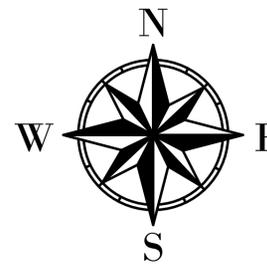
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 0+660 A 1+020

ESCALA 1:150

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 32
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



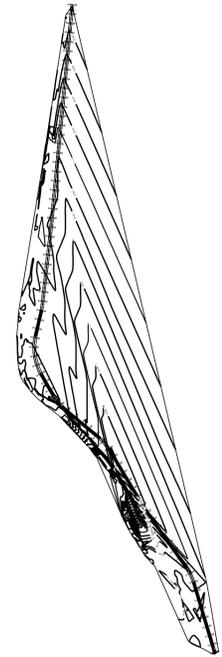
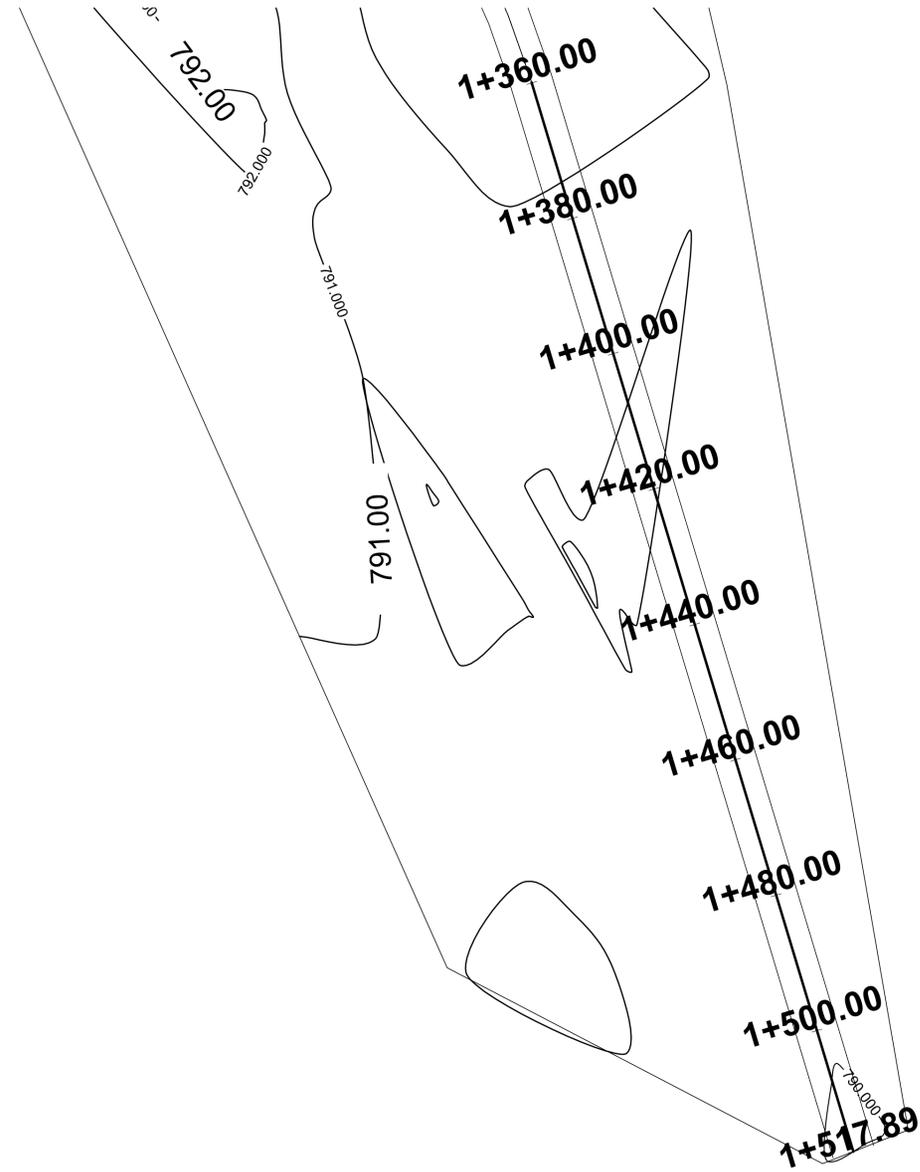
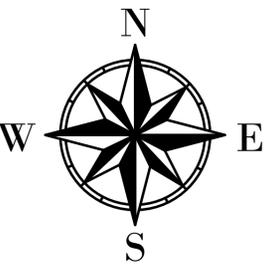
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 1+020 A 1+380

ESCALA 1:150

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 33
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



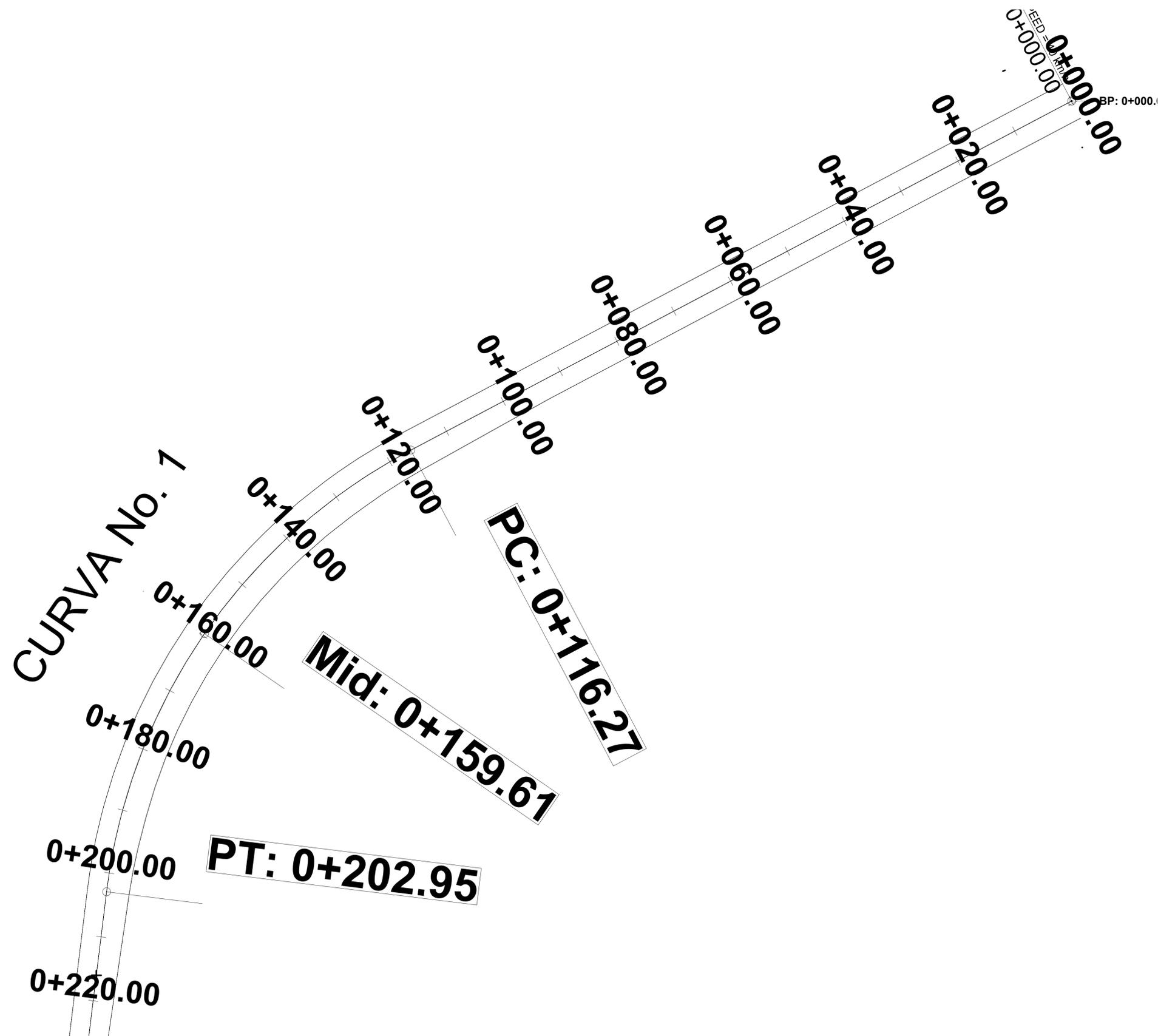
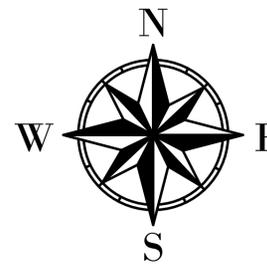
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA CURVAS DE NIVEL EST 1+380 1+517.89

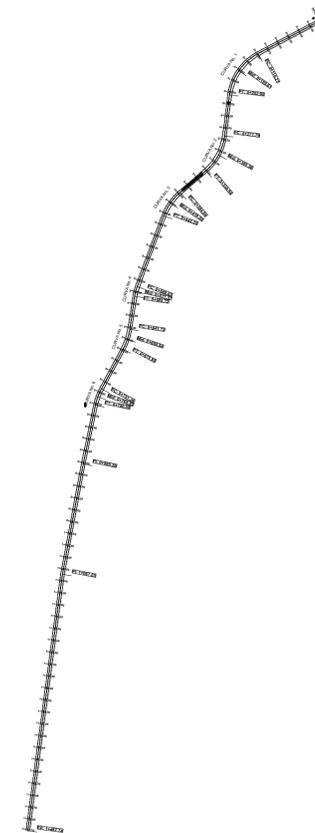
ESCALA 1:150

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA CURVAS DE NIVEL TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 34
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+000 A 0+220

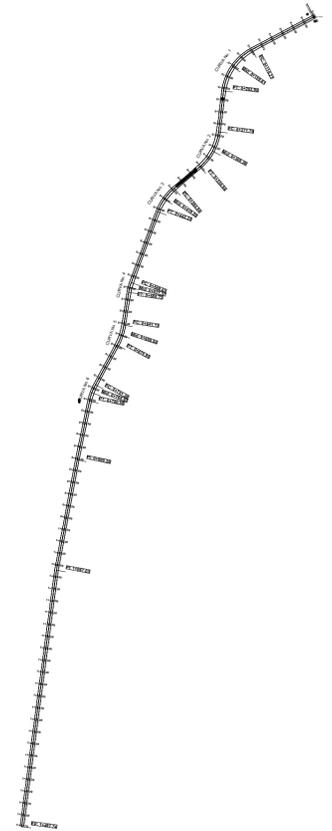
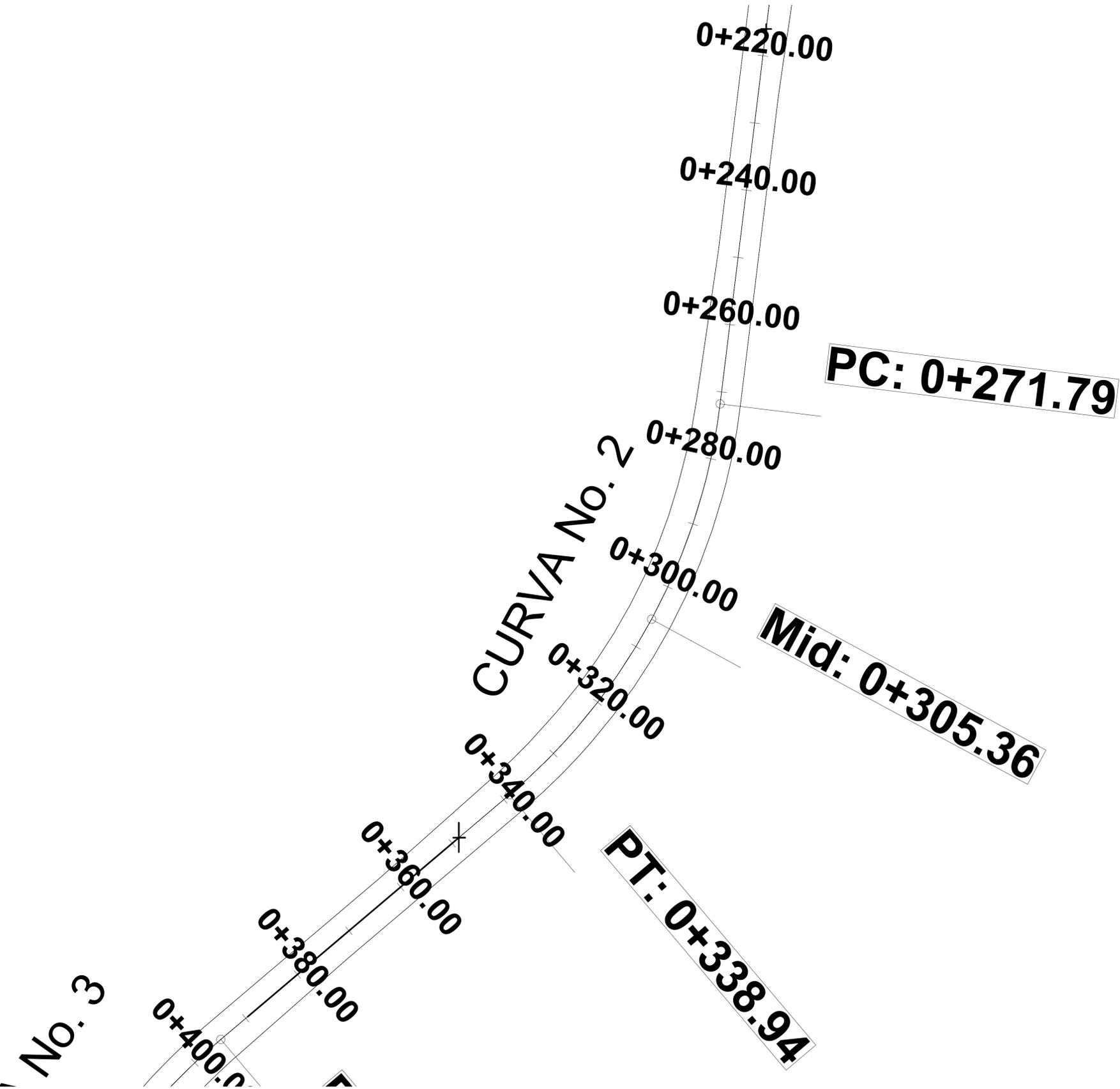
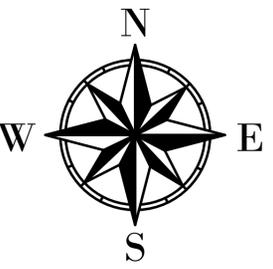
ESCALA 1: 300



PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 35
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114

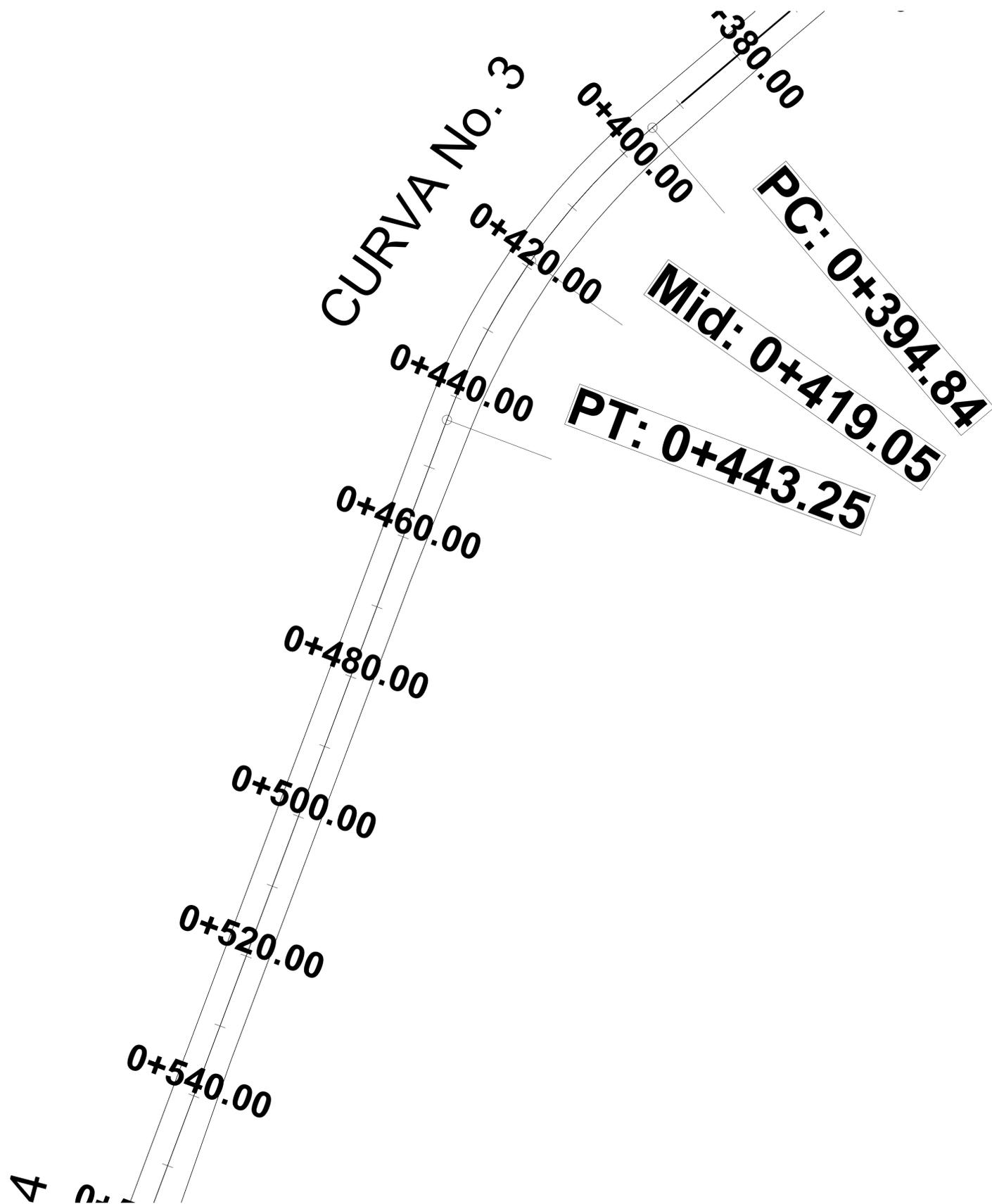
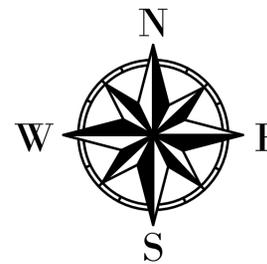


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+220 A 0+400

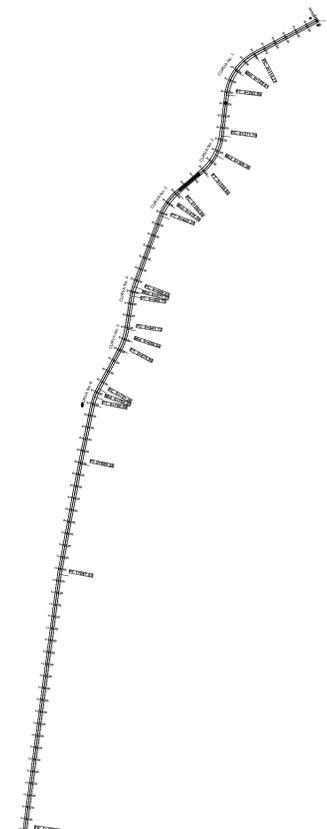
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 36
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+400 A 0+540

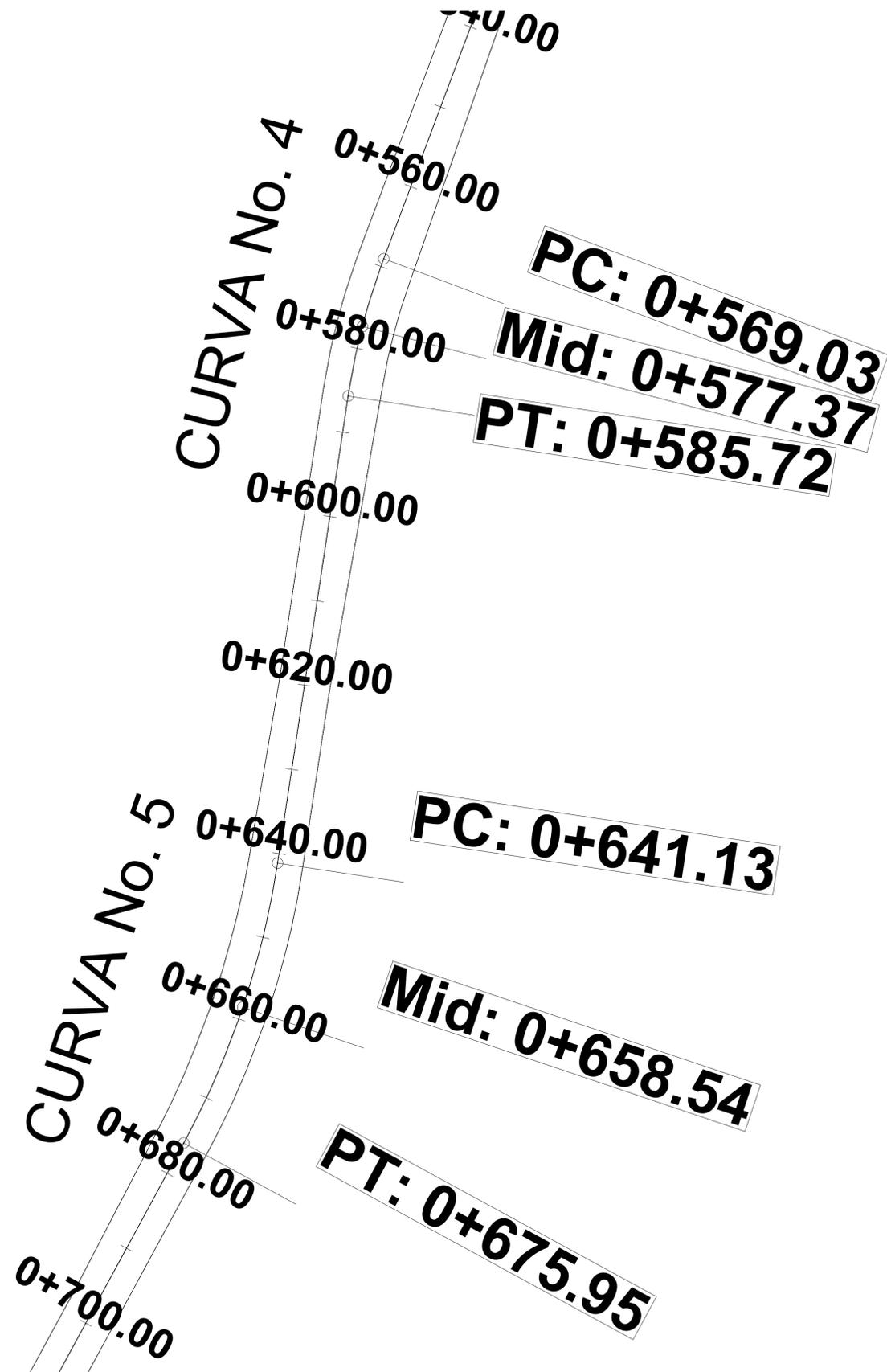
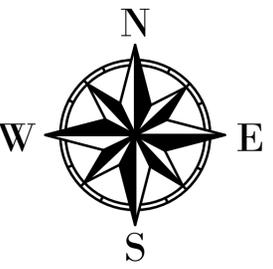
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

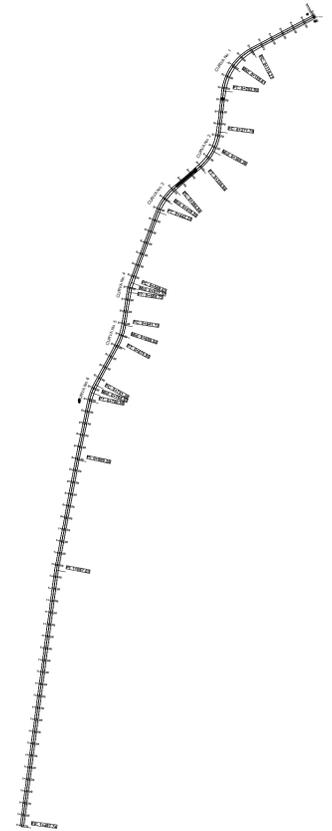
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 37
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+540 A 0+700

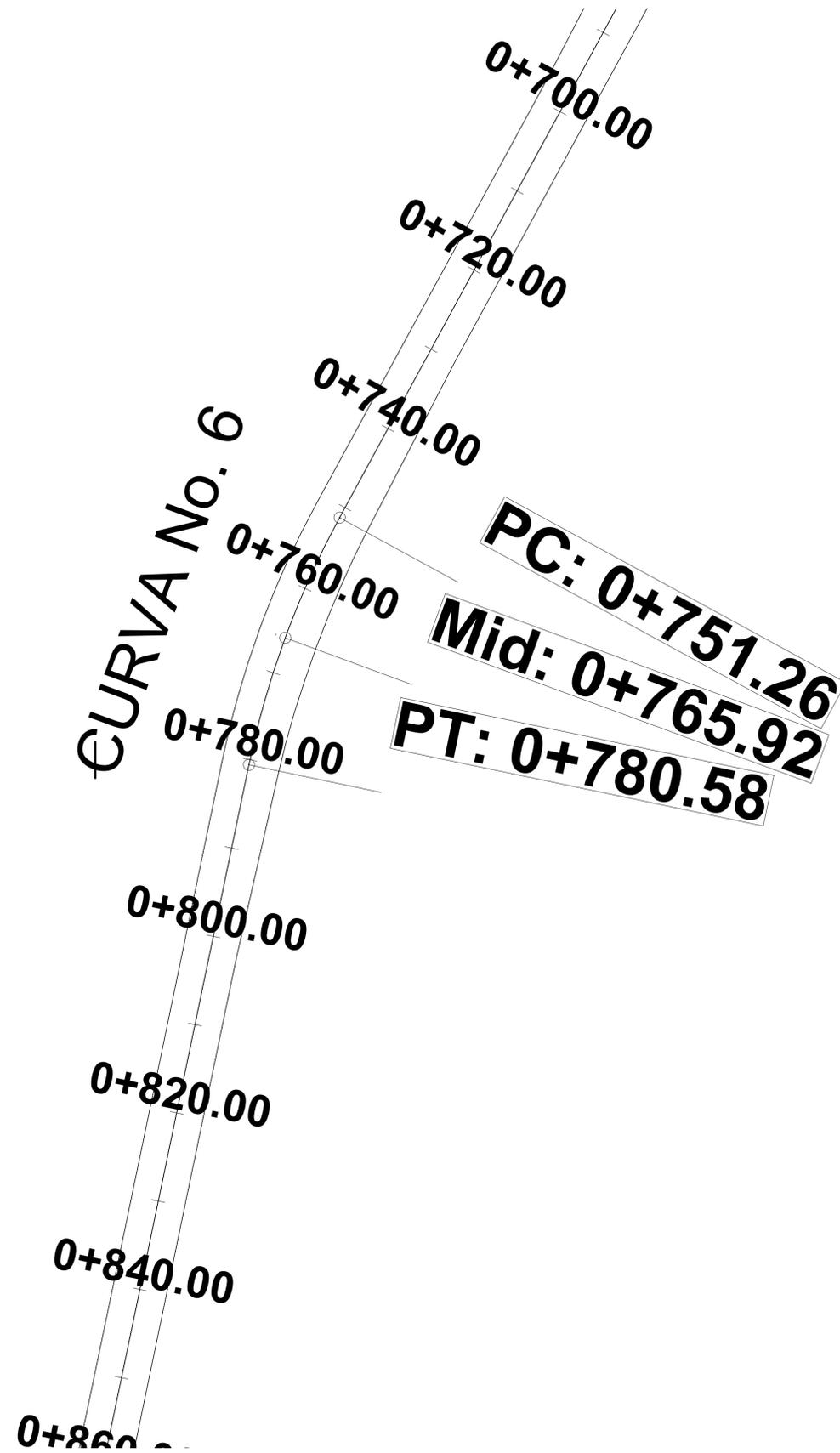
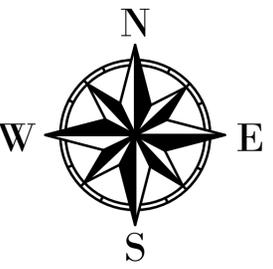
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

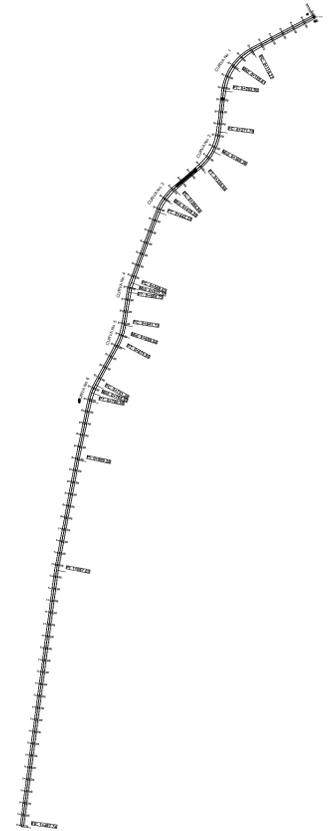
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 38
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+700 A 0+840

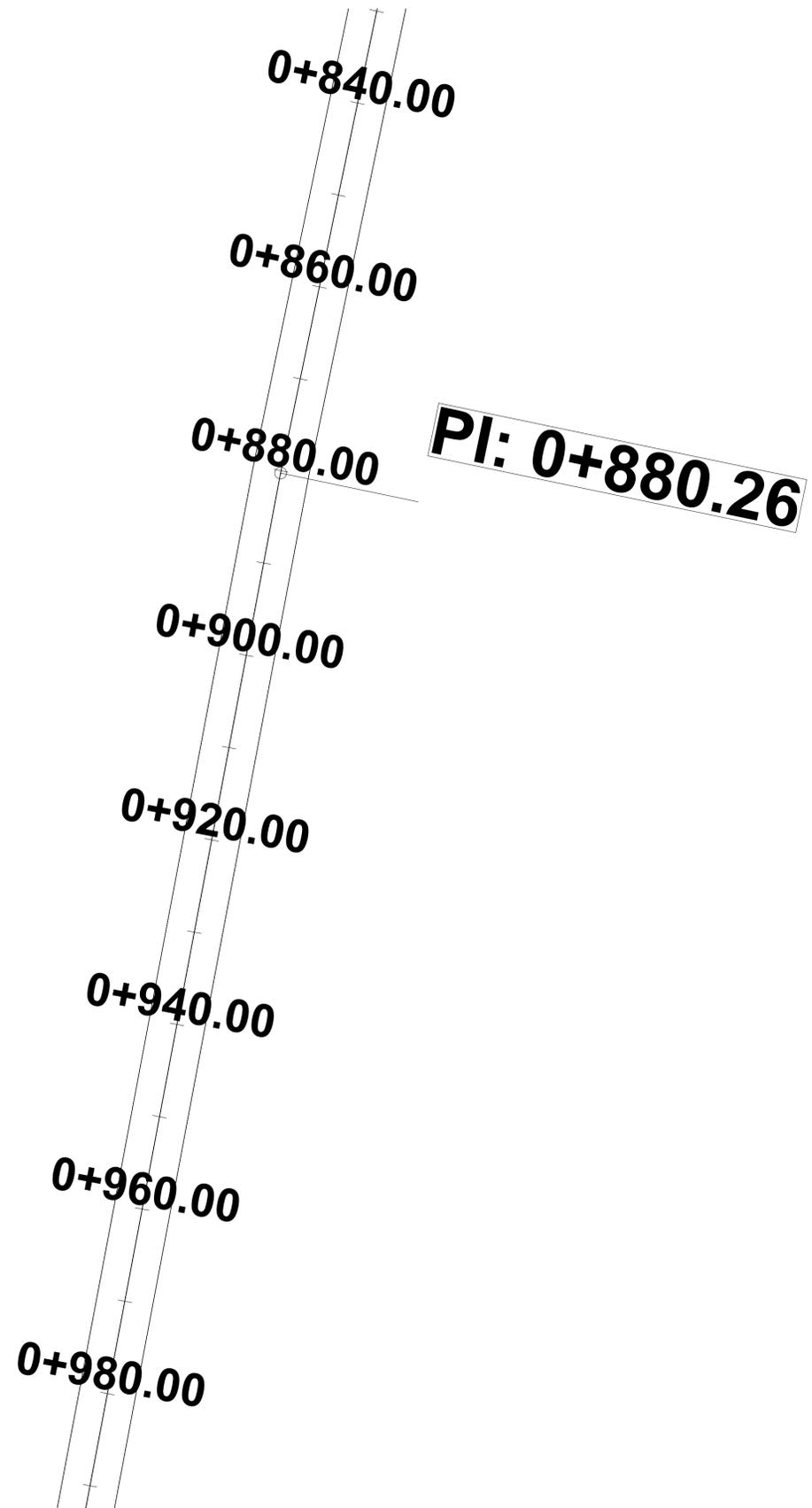
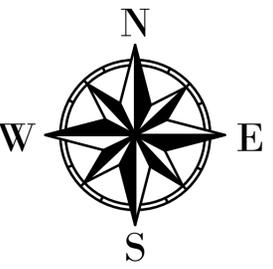
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

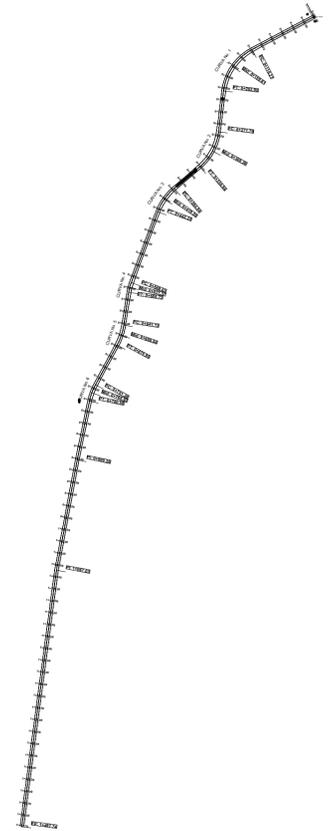
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 39
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+840 A 0+980

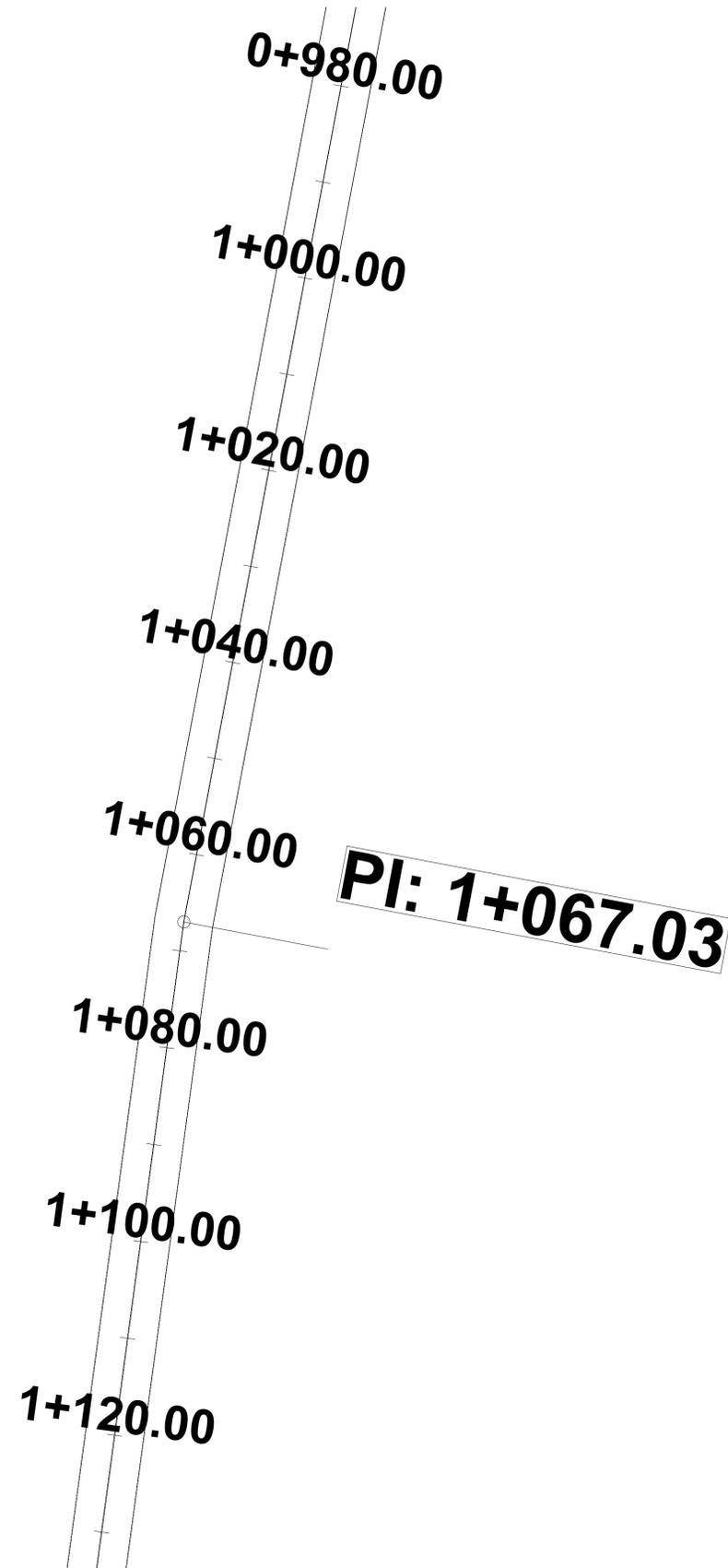
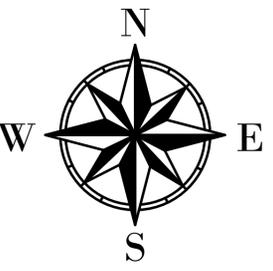
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

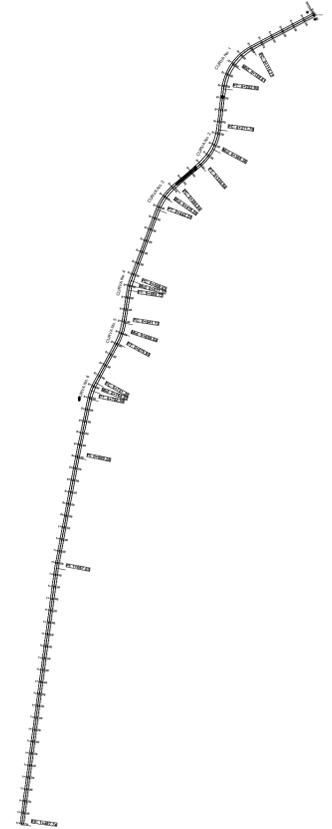
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 40
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+980 A 1+120

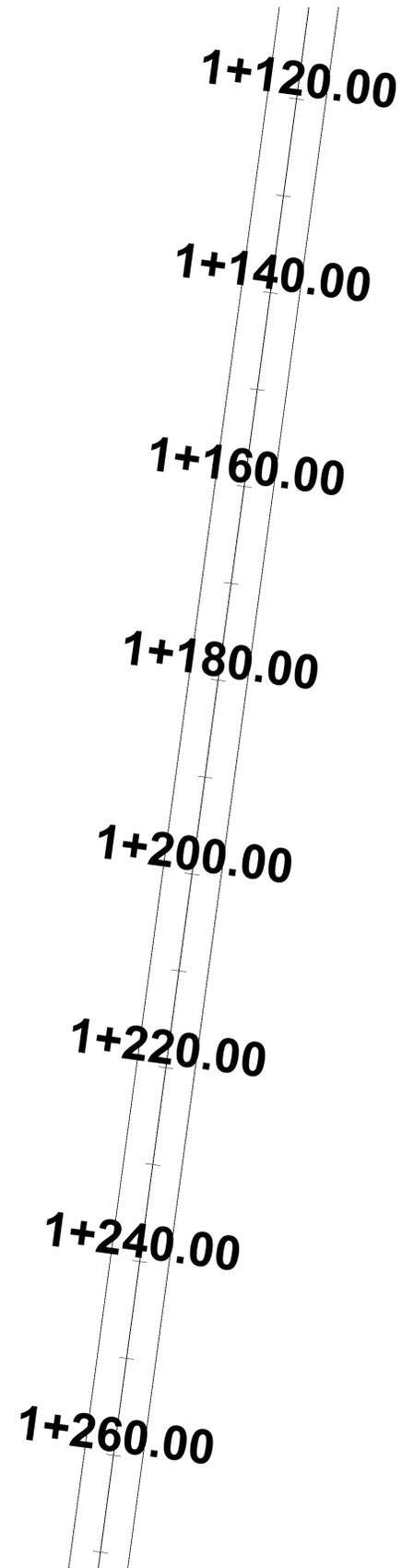
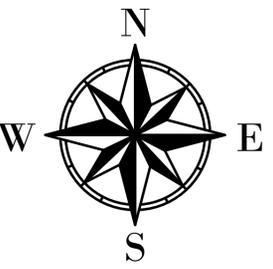
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

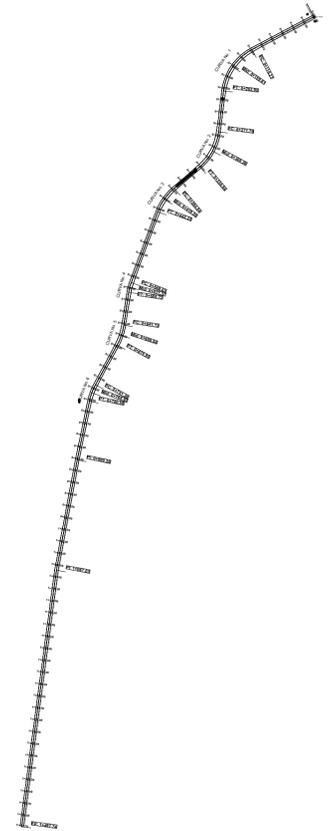
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 41
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 1+120 A 1+260

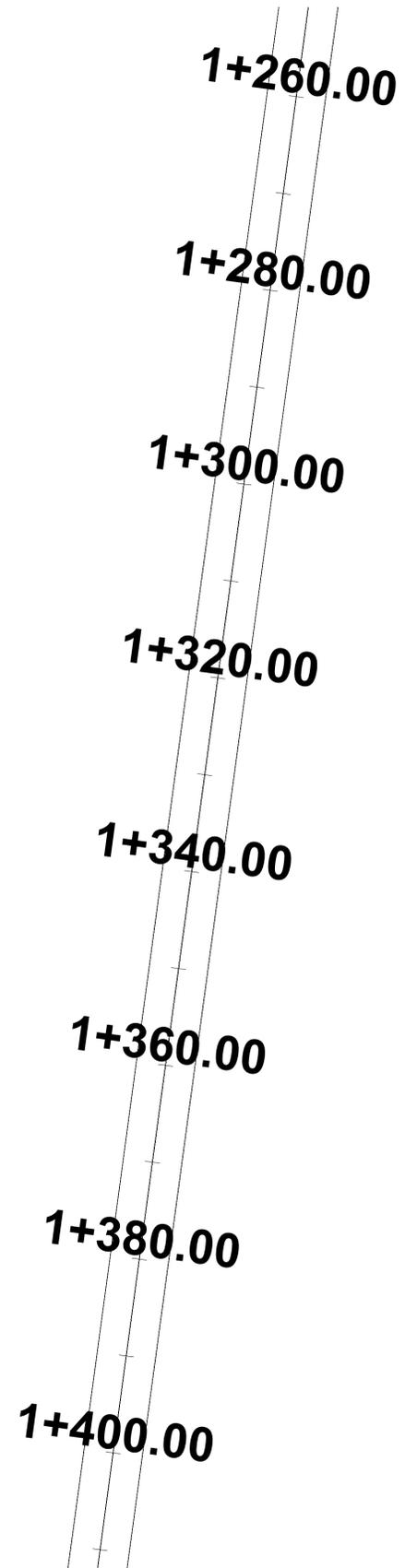
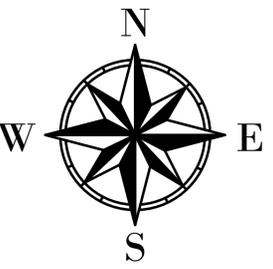
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

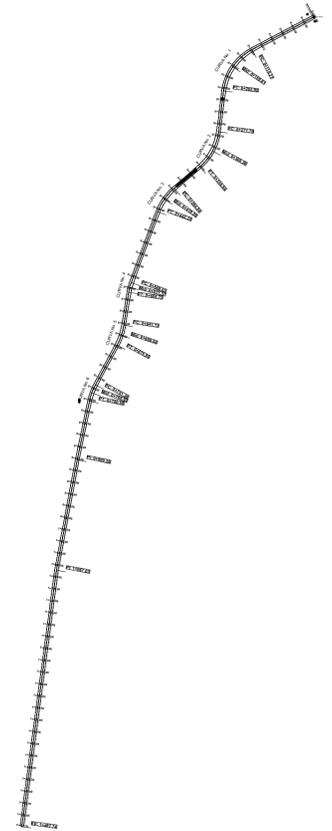
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 42
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 1+260 A 1+400

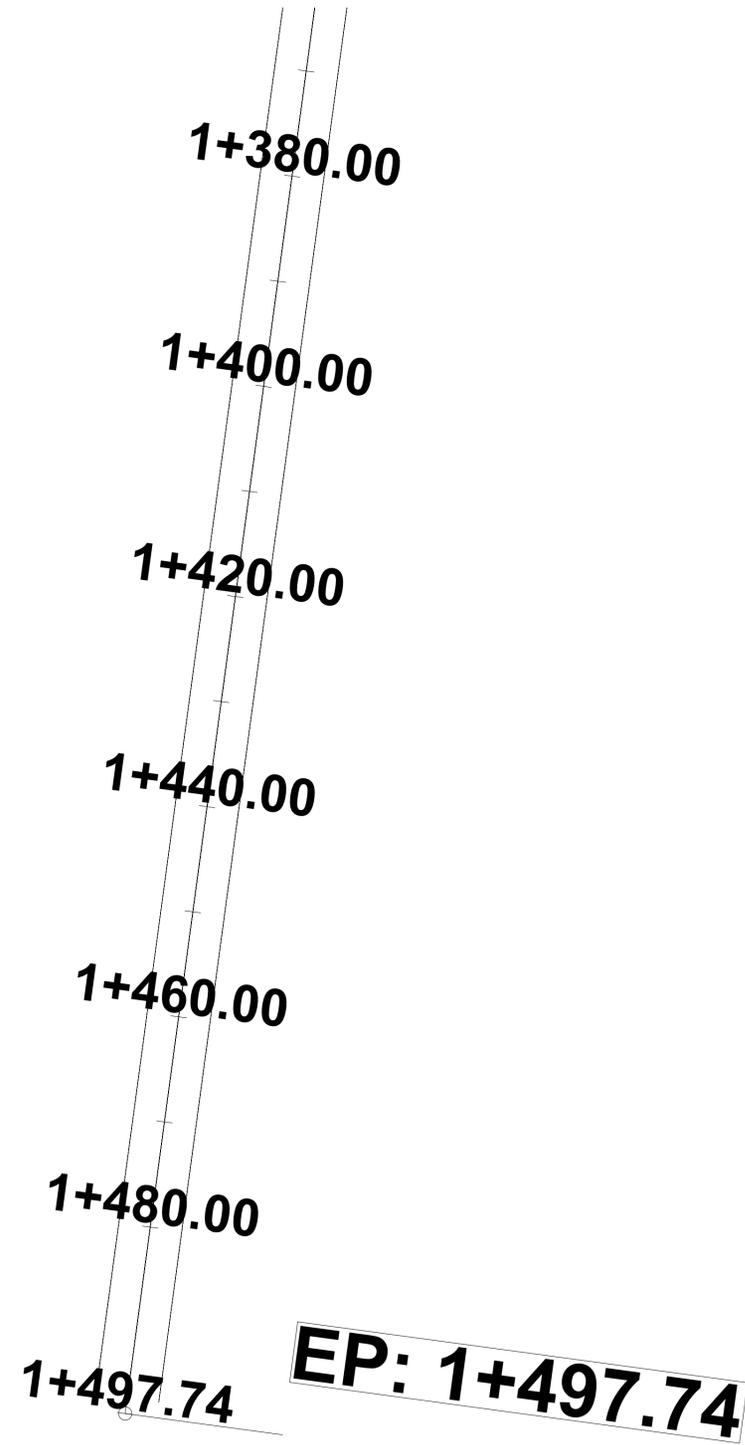
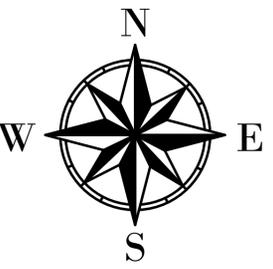
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

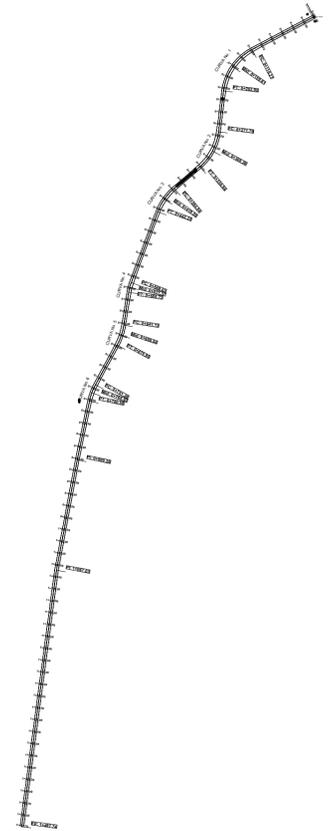
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 43
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 1+400 A 1+497.74

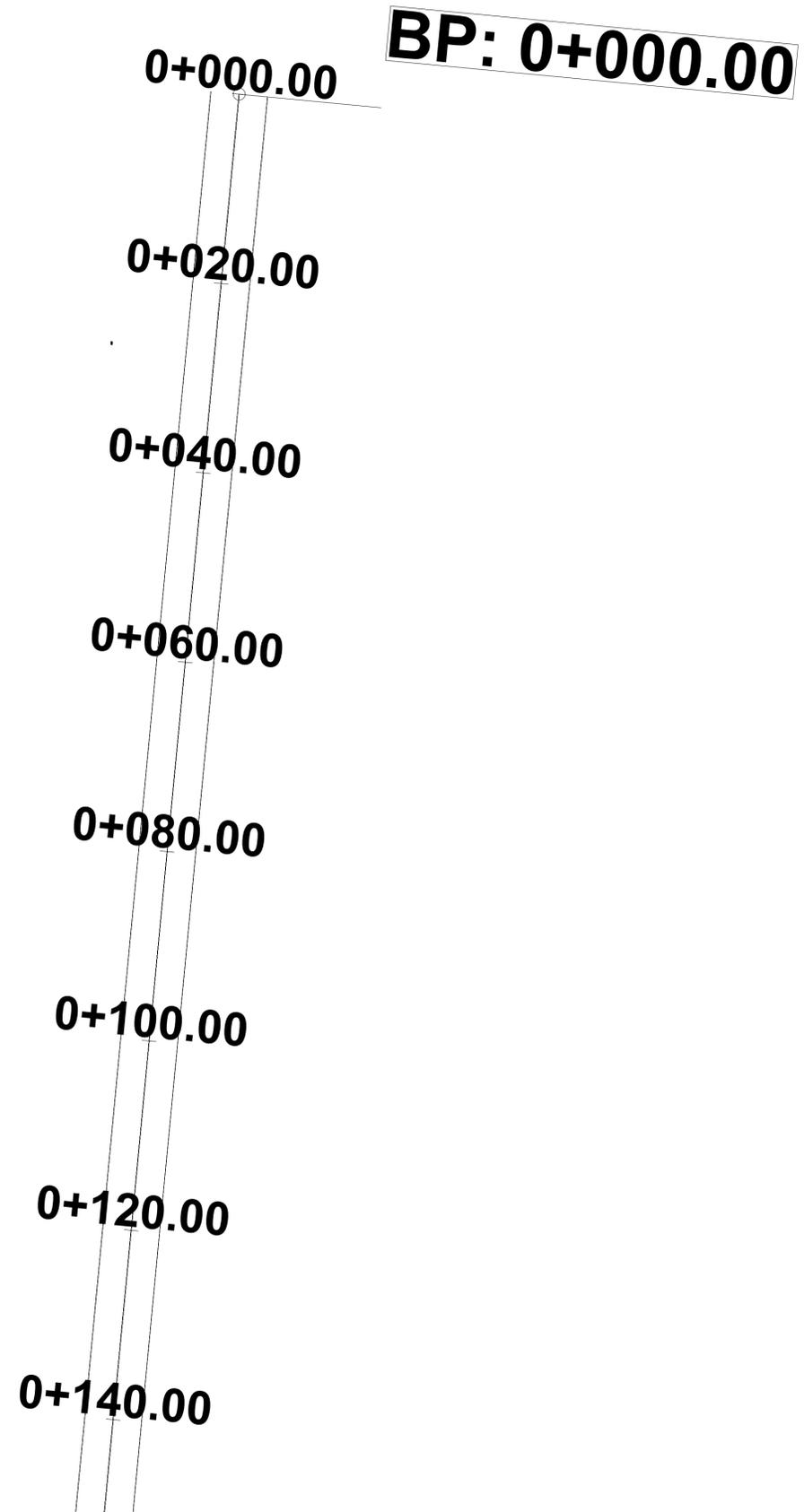
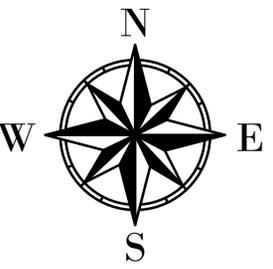
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

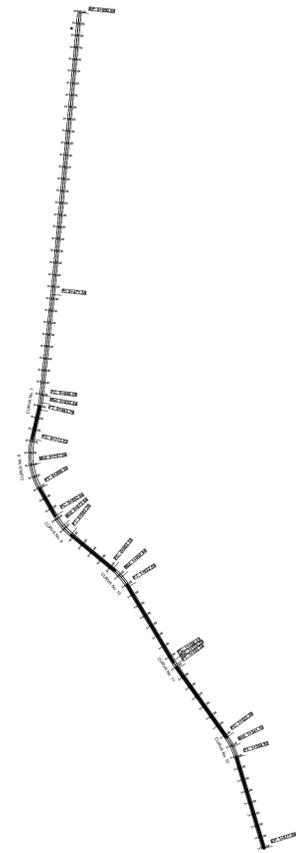
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 44
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+000 A 0+140

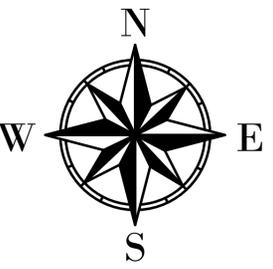
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

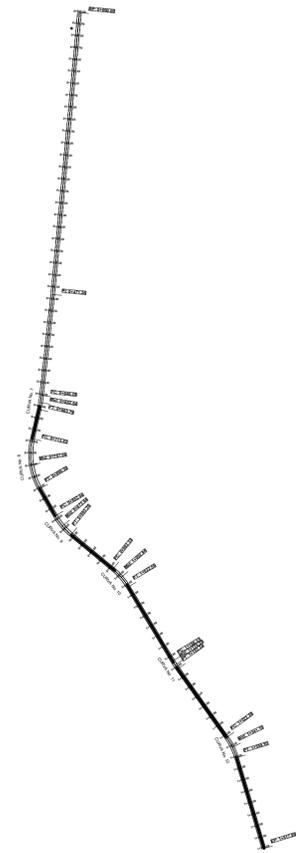
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 45
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



0+140.00
 0+160.00
 0+180.00
 0+200.00
 0+220.00
 0+240.00
 0+260.00
 0+280.00

PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+140 A 0+280

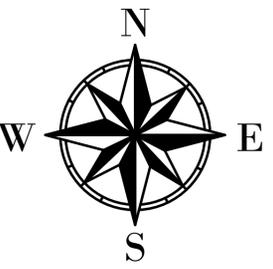
ESCALA 1:300



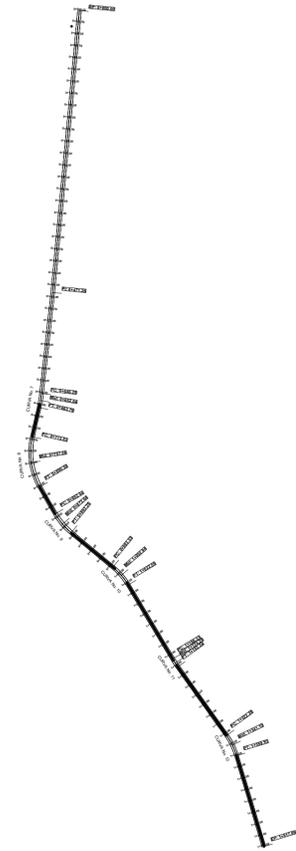
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 46
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



0+280.00
0+300.00
0+320.00
0+340.00
0+360.00
0+380.00
0+400.00
0+420.00



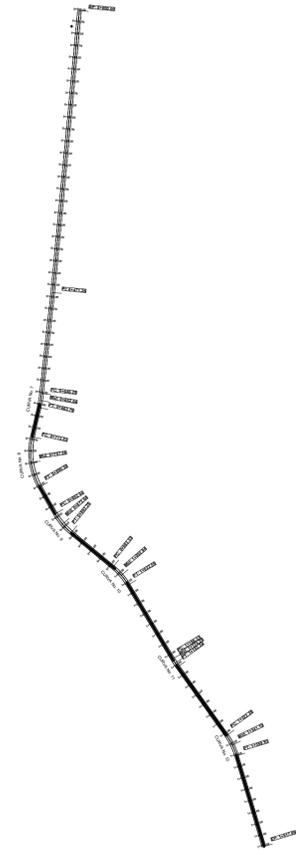
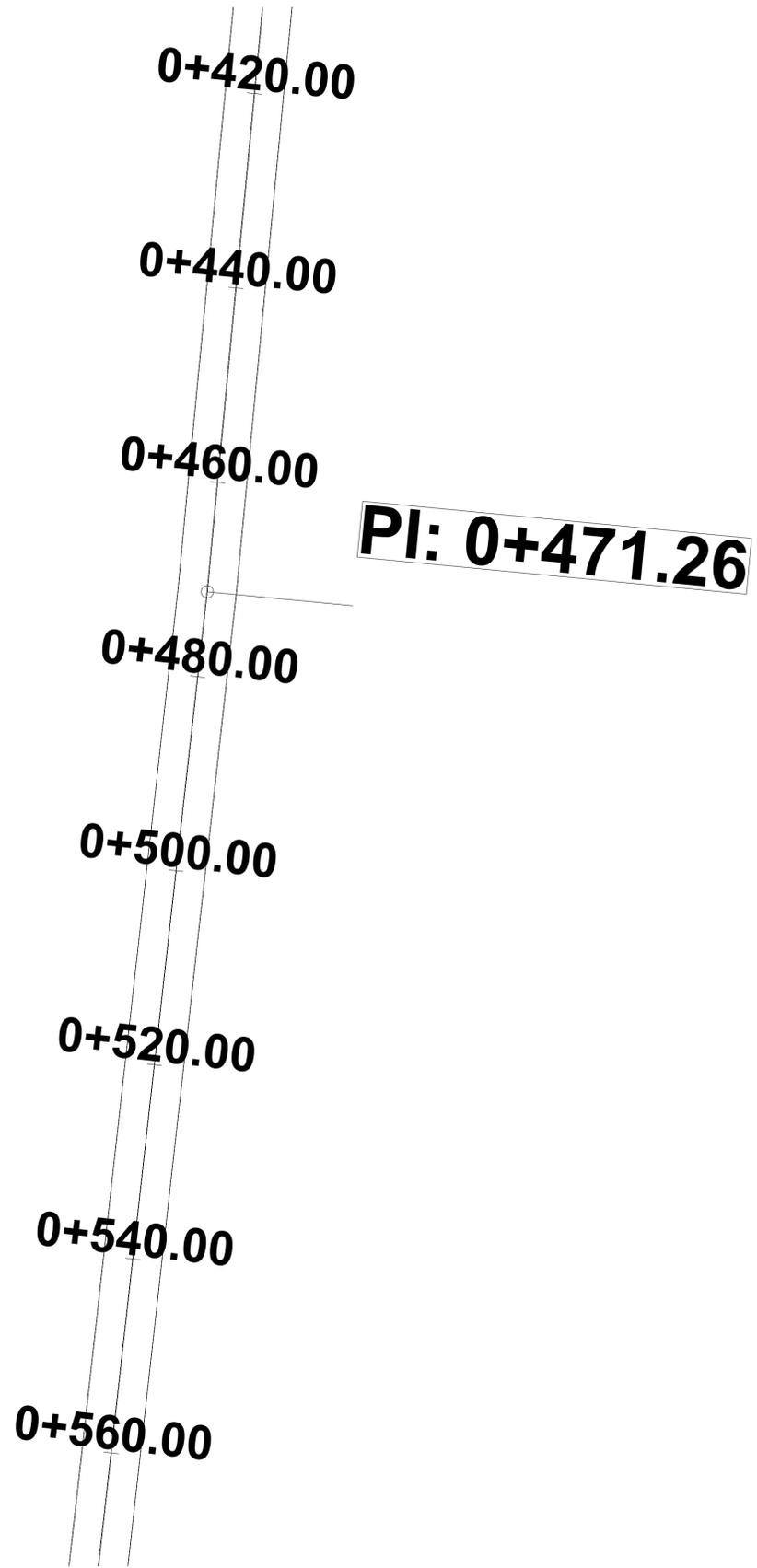
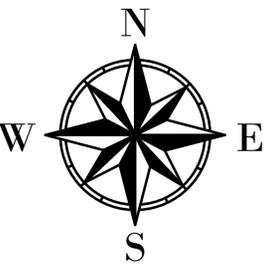
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+280 A 0+420

ESCALA 1:300

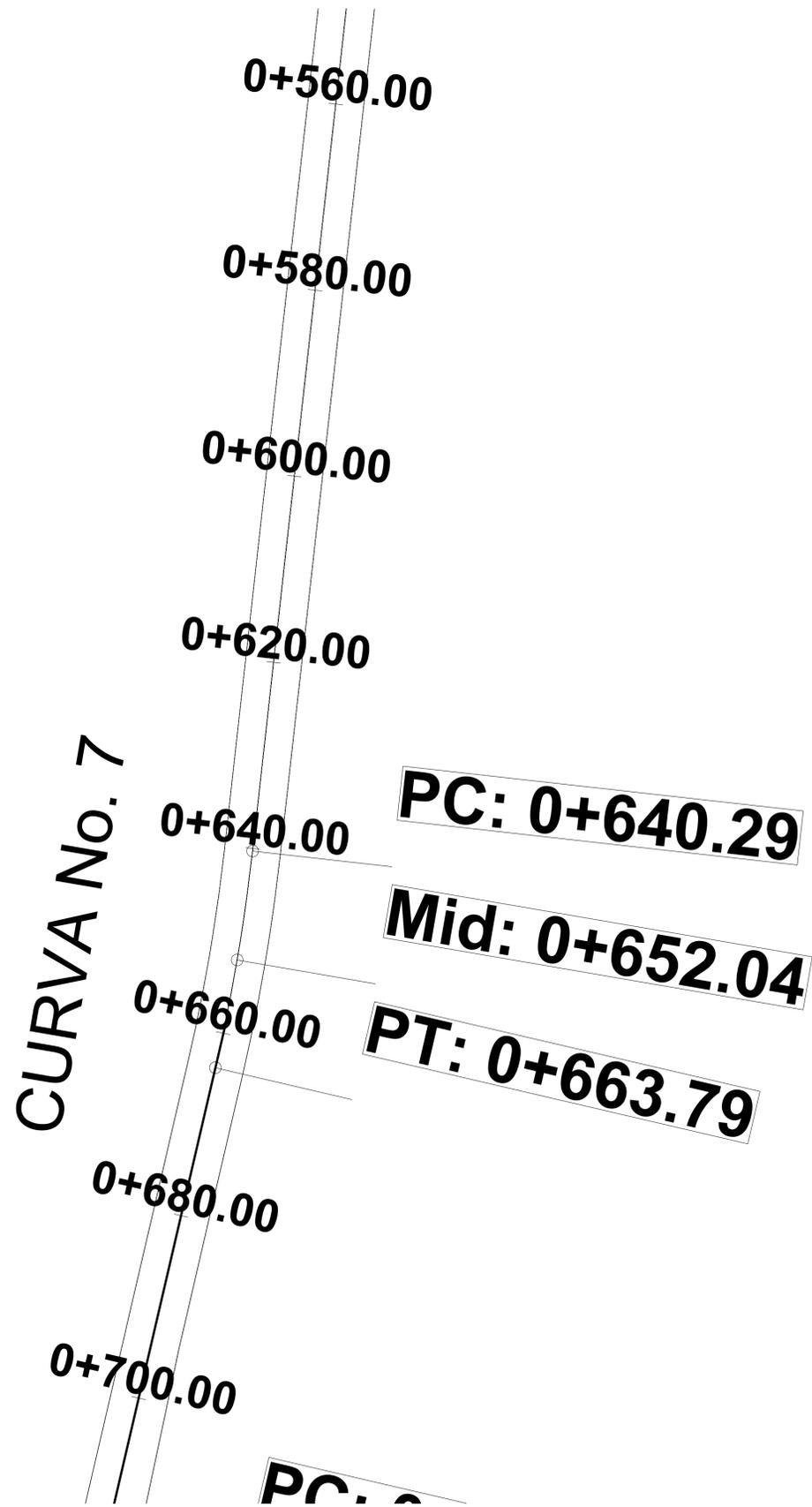
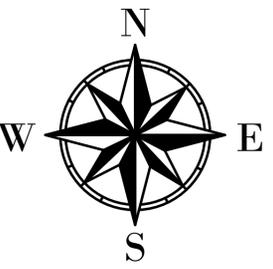
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 47 114



PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

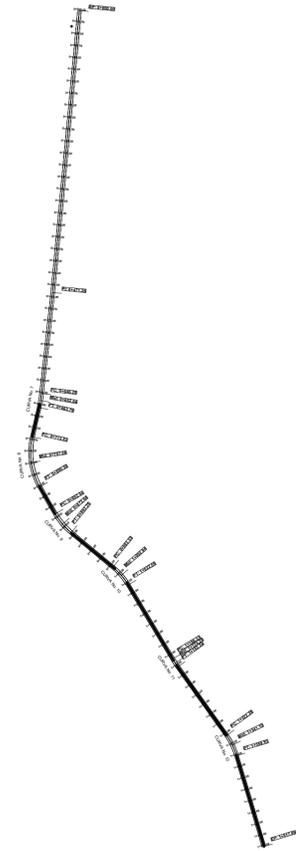
PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+420 A 0+560
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 48
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+560 A 0+700

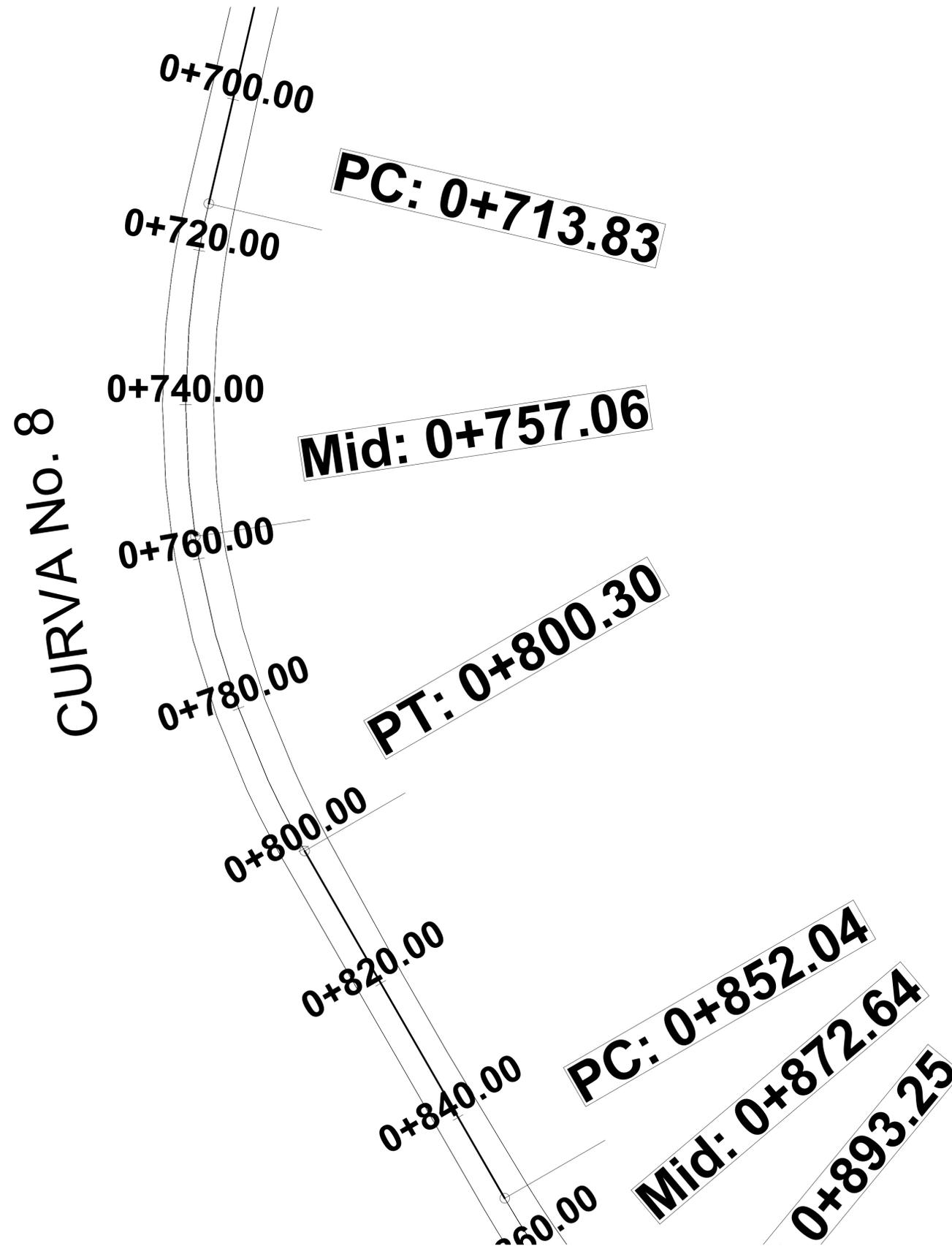
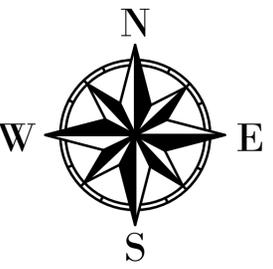
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

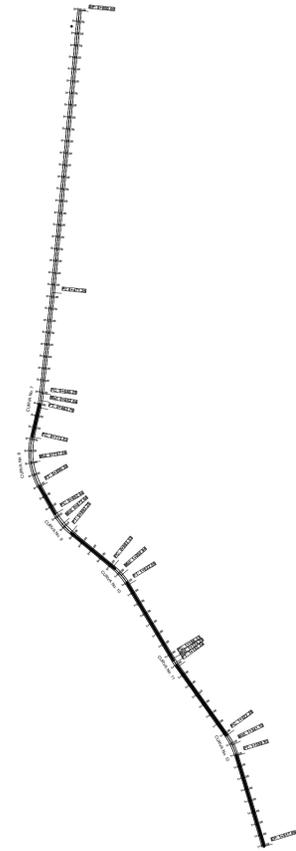
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 49
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+700 A 0+840

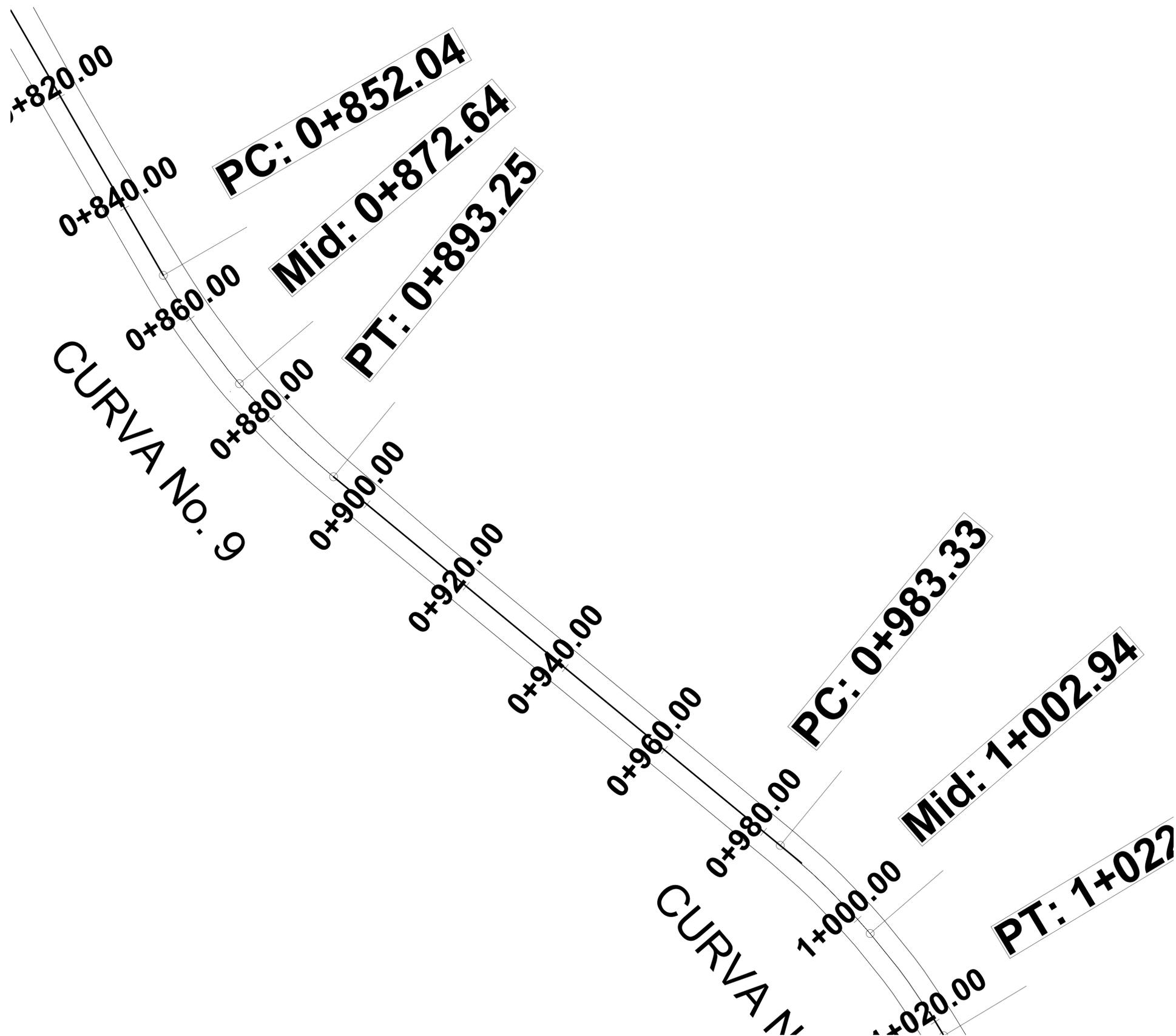
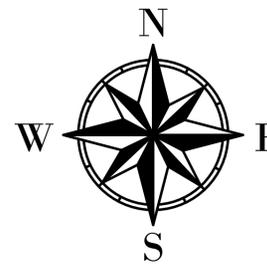
ESCALA 1:300



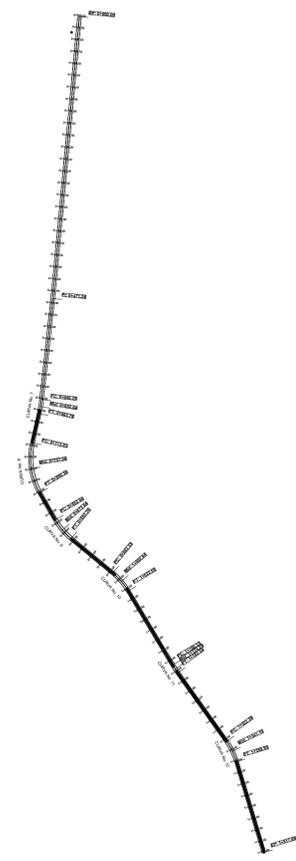
PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO		
JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ		HOJA NO.
JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	50
		114

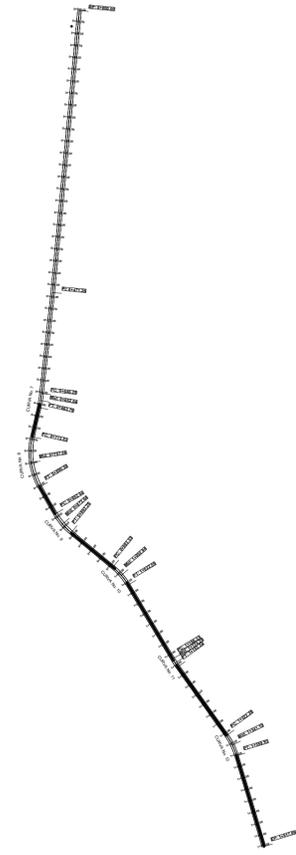
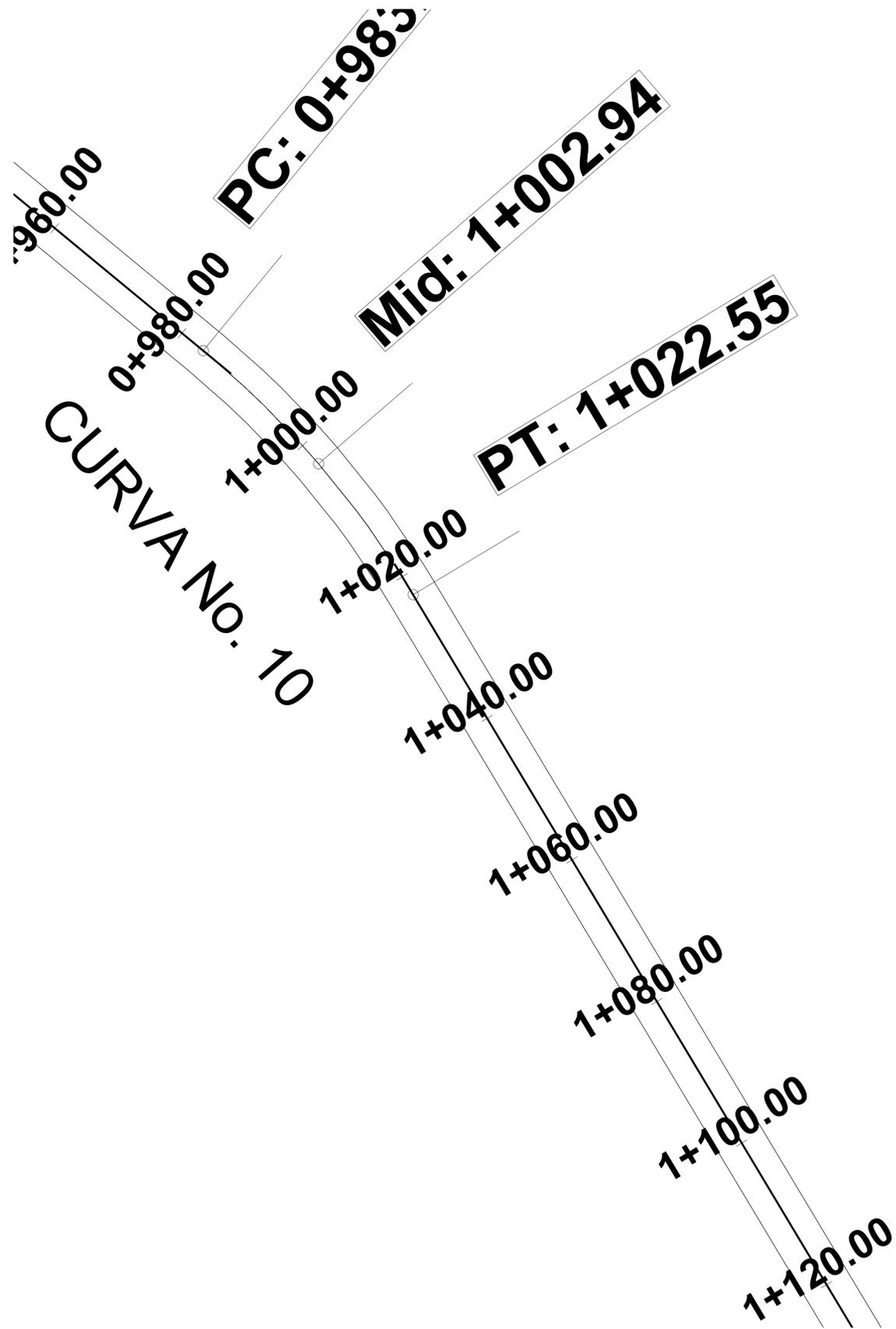
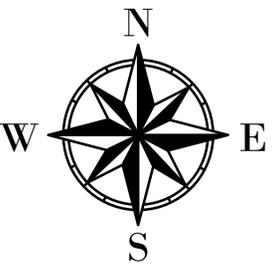


PLANTA ALINEAMIENTO EST 0+840 A 1+000
 ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA
 SIN ESCALA

 MUNI PETAPA <small>Petapa</small>	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 51 114

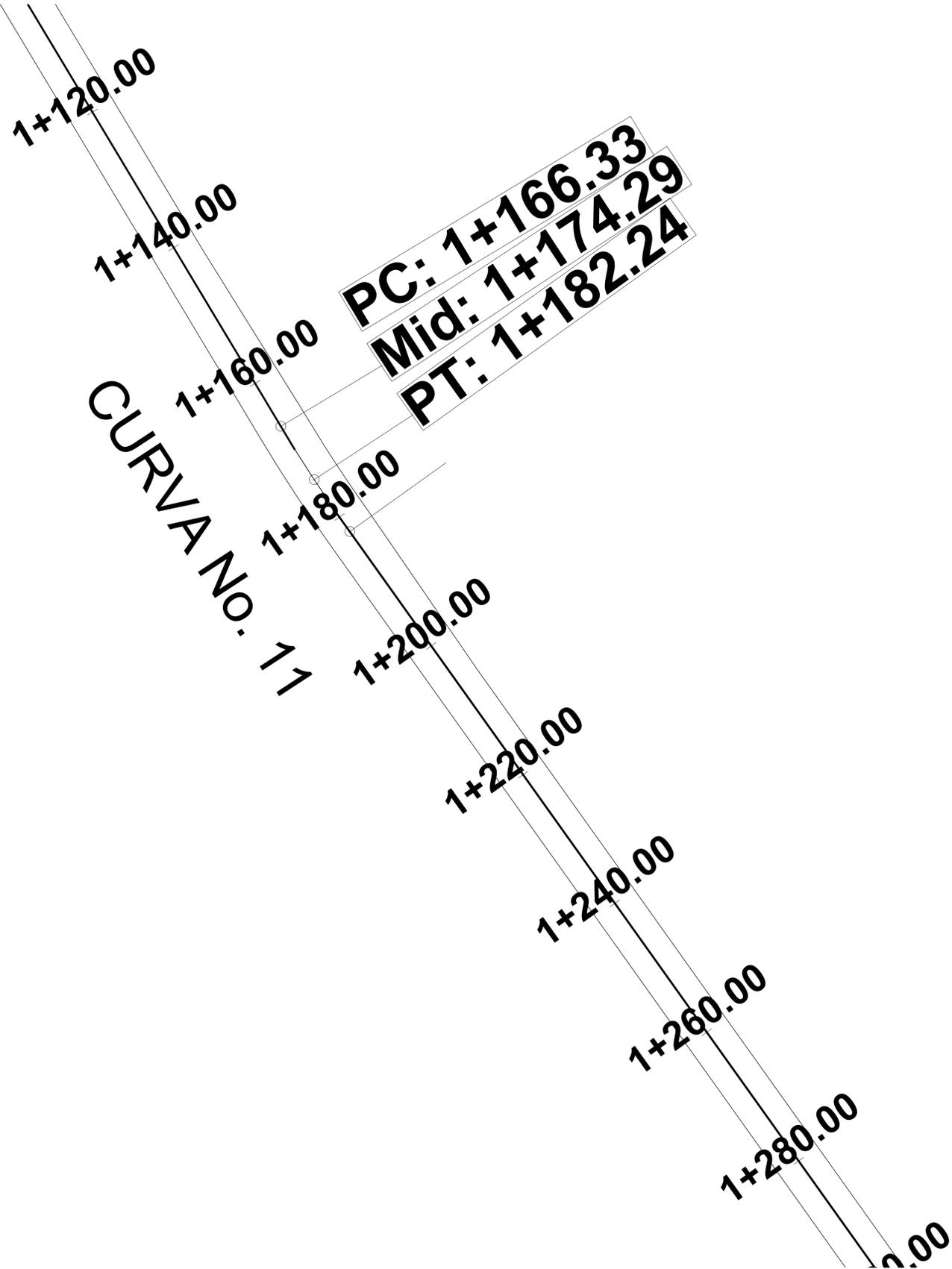
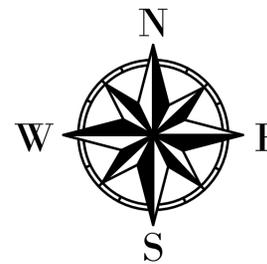


PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA ALINEAMIENTO EST 1+000 A 1+120

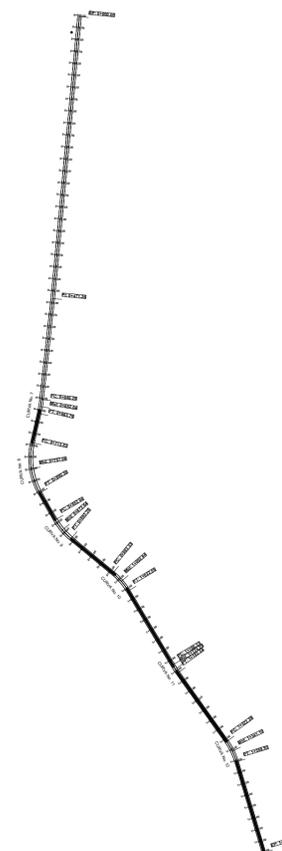
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 52
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 1+120 A 1+280

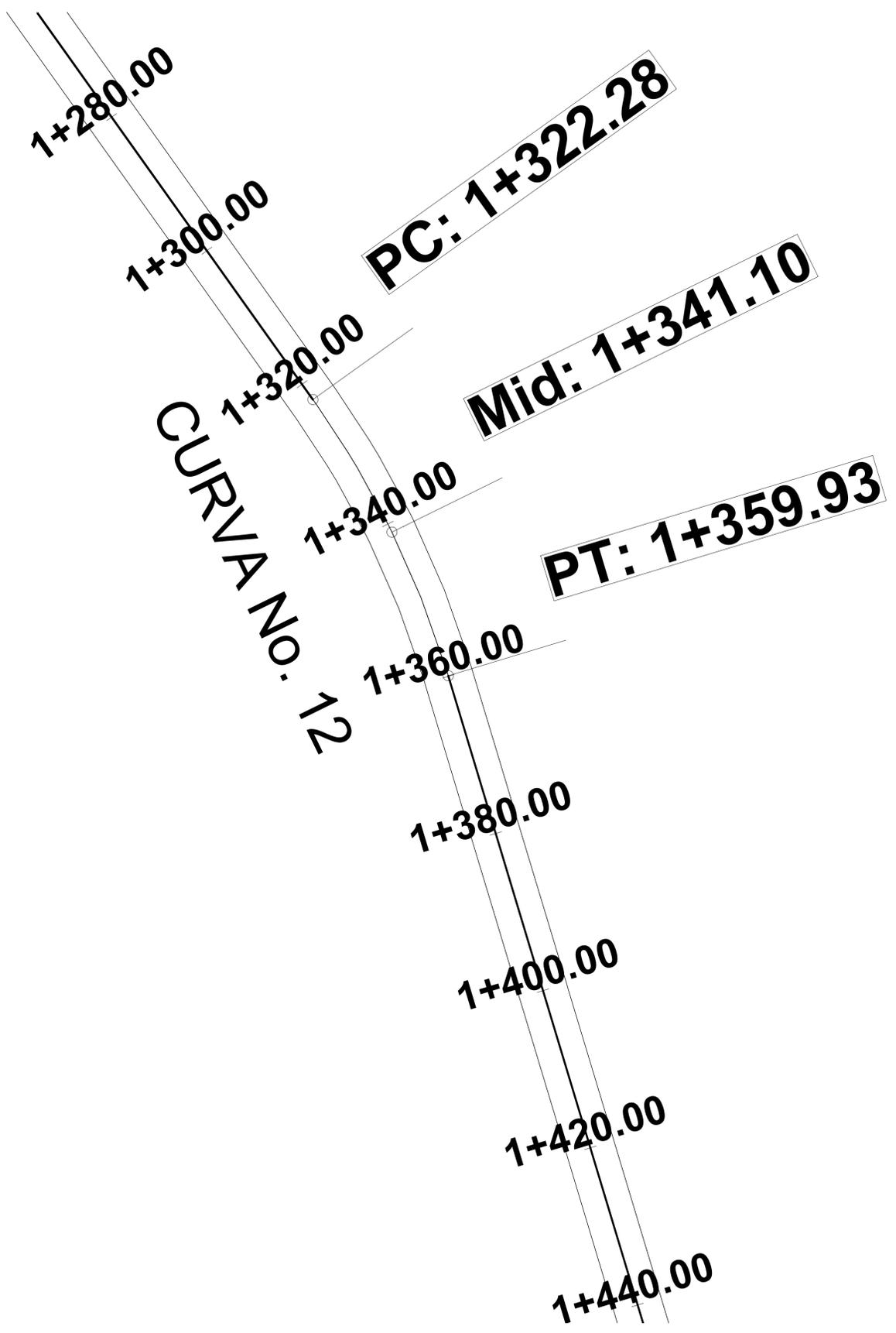
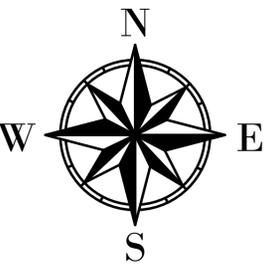
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

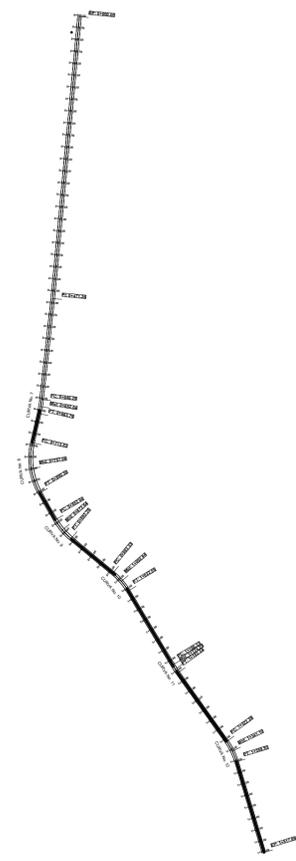
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 53
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



PLANTA ALINEAMIENTO EST 1+280 A 1+440

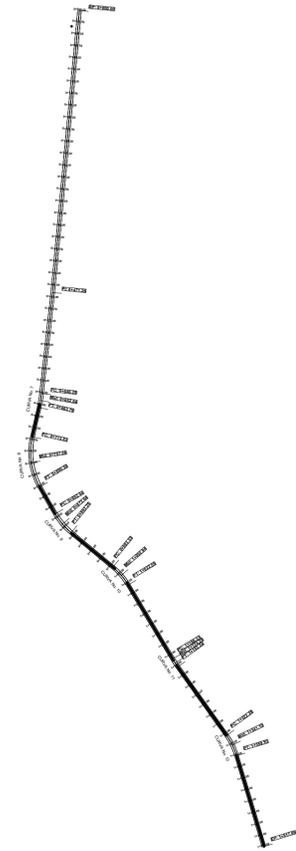
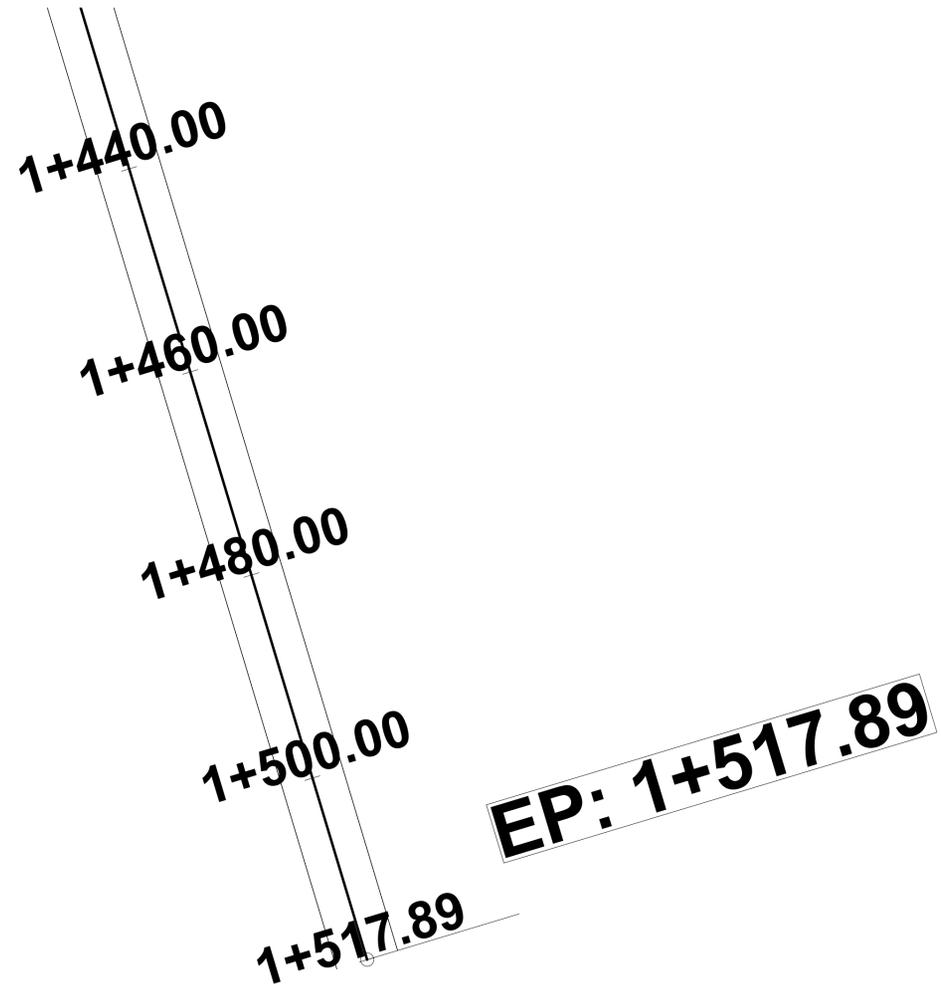
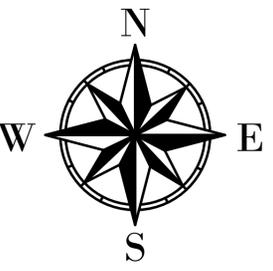
ESCALA 1:300



PLANTA DE REFERENCIA

SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 54
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



PLANTA DE REFERENCIA
SIN ESCALA

PLANTA ALINEAMIENTO EST 1+440 A 1+517.89

ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PLANTA ALINEAMIENTO TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 55
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

No. CURVA	DIRECCIÓN	RADIOS	DELTA	SUBTANGENTE	LONGITUD DE CURVA	CUERDA MAX	EXTERNAL	ORDENADA MEDIA	PC	PI	PT	G
CURVA No. 1	S62° 11' 24"W	90.00	55°10'55"	47.03	86.68	83.37	11.548	10.24	0+116.27	0+163.31	0+202.95	19°24'15"
CURVA No. 2	S7° 00' 29"W	90.00	42°45'12"	35.23	67.16	65.61	6.649	6.19	0+271.79	0+307.01	0+338.94	19°24'15"
CURVA No. 3	S49° 45' 40"W	95.00	29°12'00"	24.75	48.42	47.89	3.170	3.07	0+394.84	0+419.58	0+443.25	18°22'58"
CURVA No. 4	S20° 33' 40"W	80.00	11°57'13"	8.38	16.69	16.66	0.437	0.43	0+569.03	0+577.40	0+585.72	21°49'47"
CURVA No. 5	S8° 36' 27"W	100.00	19°57'06"	17.59	34.82	34.65	1.535	1.51	0+641.13	0+658.72	0+675.95	17°27'50"
CURVA No. 6	S28° 33' 32"W	100.00	16°47'56"	14.77	29.32	29.21	1.084	1.07	0+751.26	0+766.02	0+780.58	17°27'50"
CURVA No. 7	S6° 22' 03"W	200.00	6°43'51"	11.76	23.49	23.48	0.345	0.34	0+640.29	0+652.06	0+663.79	8°43'55"
CURVA No. 8	S13° 05' 54"W	115.00	43°04'46"	45.39	86.47	84.44	8.634	8.03	0+713.83	0+759.22	0+800.30	15°11'09"
CURVA No. 9	S29° 58' 52"E	115.00	20°32'04"	20.83	41.22	40.99	1.871	1.84	0+852.04	0+872.87	0+893.25	15°11'09"
CURVA No. 10	S50° 30' 56"E	115.00	19°32'18"	19.80	39.22	39.03	1.692	1.67	0+983.33	1+003.13	1+022.55	15°11'09"
CURVA No. 11	S30° 58' 38"E	200.00	4°33'30"	7.96	15.91	15.91	0.158	0.16	1+166.33	1+174.29	1+182.24	8°43'55"
CURVA No. 12	S35° 32' 08"E	115.00	18°45'37"	19.00	37.65	37.49	1.559	1.54	1+322.28	1+341.27	1+359.93	15°11'09"

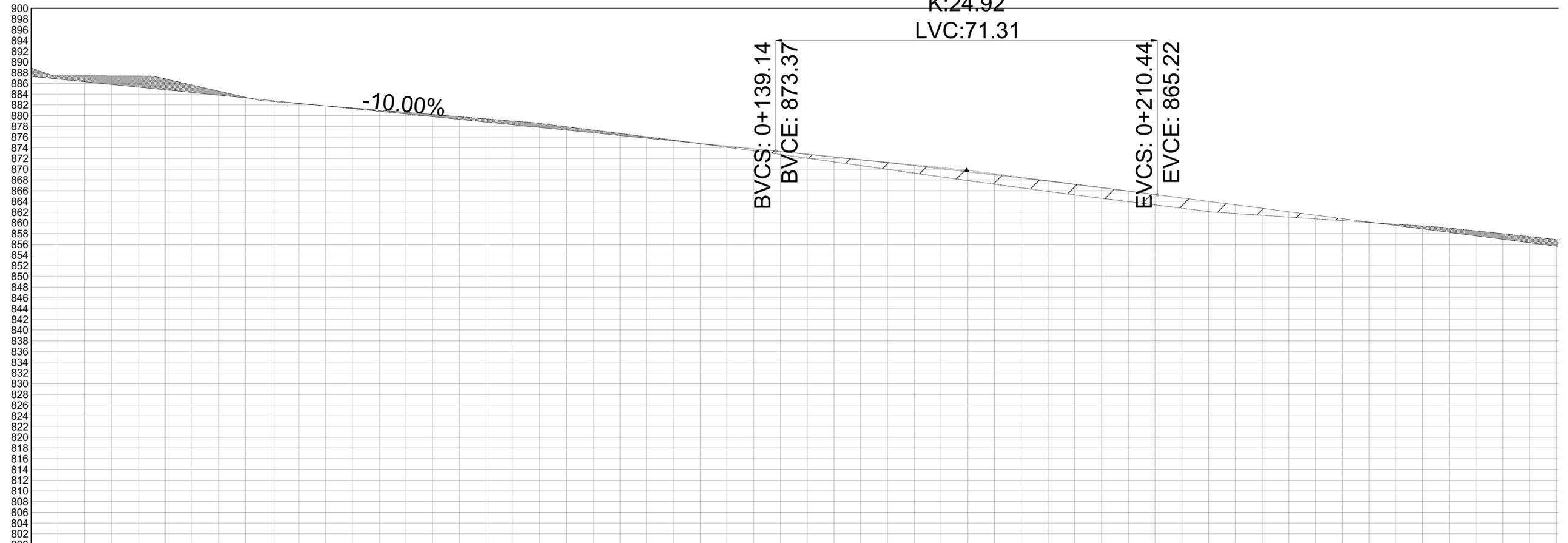
TABLA ELEMENTOS DE CURVA

ESCALA 1:100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
ELEMENTOS DE CURVA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 56 114

HIGH PT STA: 1+39.14
HIGH PT ELEV: 873.37
PVI STA: 0+174.79
PVI ELEV: 869.81

K: 24.92
LVC: 71.31



COTA TERRENO	888.90	887.41	887.39	885.71	883.43	882.24	881.43	880.62	879.81	879.00	877.93	876.68	875.42	874.11	872.76	871.37	869.97	868.57	867.19	865.85	864.57	863.33	862.10	861.40	860.73	860.07	859.40	858.50	857.43
CORTE	1.61	1.12	2.10	1.42	0.14	0.05	0.14	0.33	0.52	0.71	0.64	0.39	0.13	0.18	0.53	0.89	1.23	1.52	1.76	1.91	1.98	1.95	1.90	1.31	0.69	0.07	0.55	0.94	1.16
RELLENO						0.05								0.18	0.53	0.89	1.23	1.52	1.76	1.91	1.98	1.95	1.90	1.31	0.69	0.07			
GEOMETRIA HORIZONTAL	<p>Horizontal alignment showing curve data: Curve 1: Radius=191.000, Delta=124.8180, L=68.83m</p>																												
GEOMETRIA VERTICAL	<p>Vertical alignment showing grades and curve data: -10.00% slope, LVC=71.31</p>																												

PERFIL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL EST. 0+000 A 0+280

ESCALA 1: 250

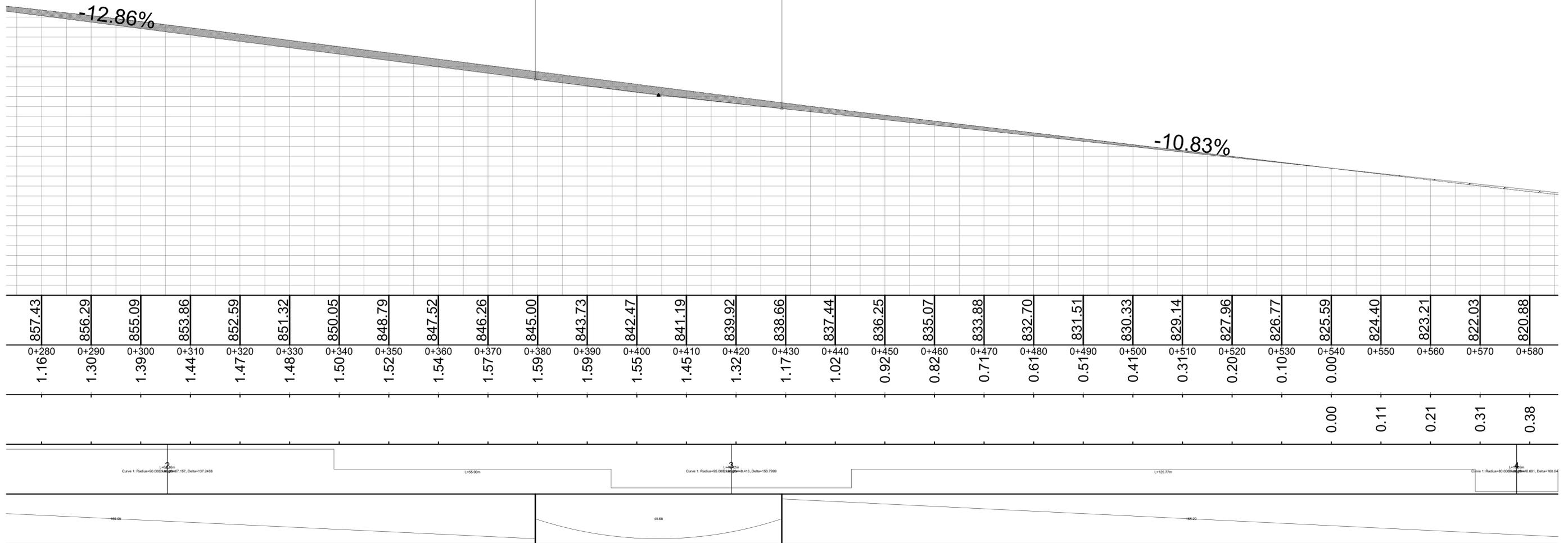
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PERFIL LONGITUDINAL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 57 / 114

LOW PT STA: 4+29.22
 LOW PT ELEV: 837.58
 PVI STA: 0+404.38
 PVI ELEV: 840.27

K:24.37
 LVC:49.68

BVCS: 0+379.54
 BVCE: 843.47

EVCS: 0+429.22
 EVCE: 837.58



PERFIL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL EST. 0+280 A 0+580

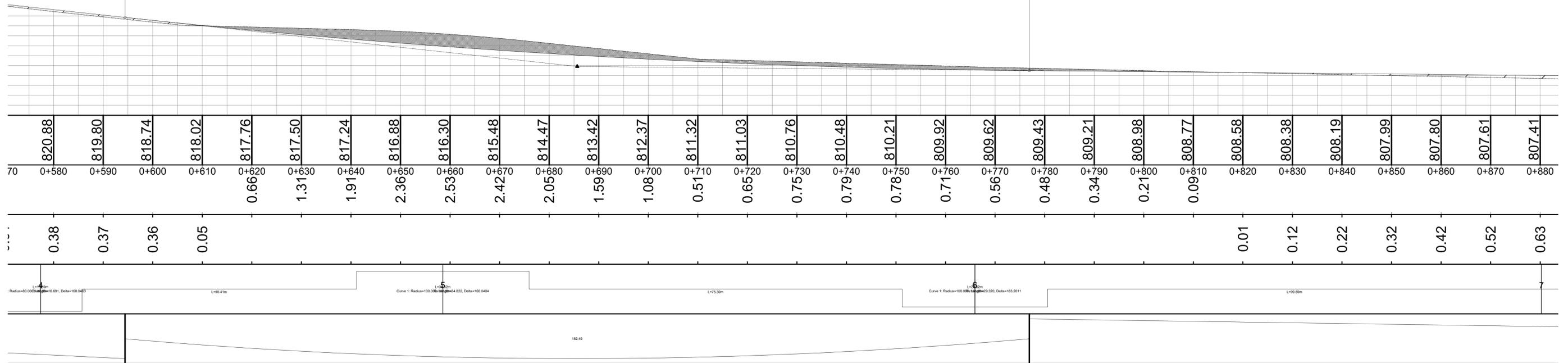
ESCALA 1:250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PERFIL LONGITUDINAL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 58 114

LOW PT STA: 7+76.90
 LOW PT ELEV: 808.98
 PVI STA: 0+685.66
 PVI ELEV: 809.82
 K: 18.42
 LVC: 182.49

BVCS: 0+594.41
 BVCE: 819.70

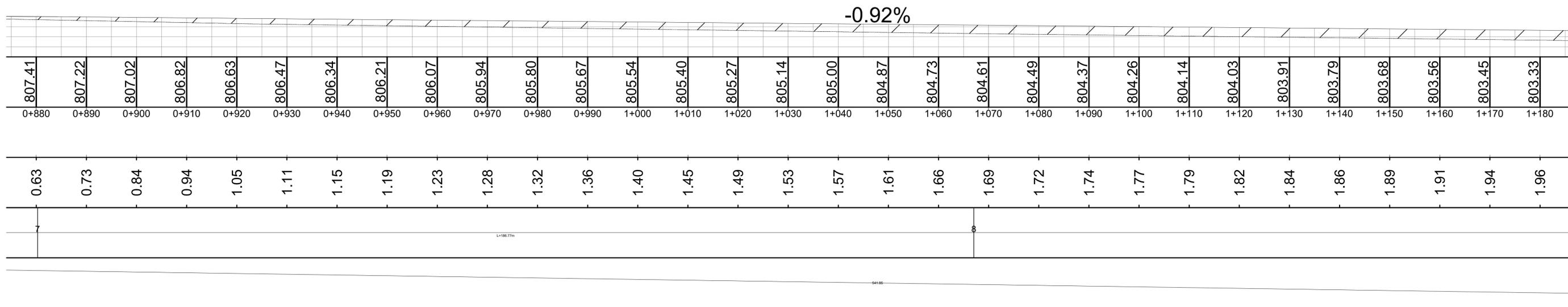
EVCS: 0+776.90
 EVCE: 808.98



PERFIL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL EST. 0+580 A 0+880

ESCALA 1:250

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ		
		PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13
PERFIL LONGITUDINAL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 59
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	114

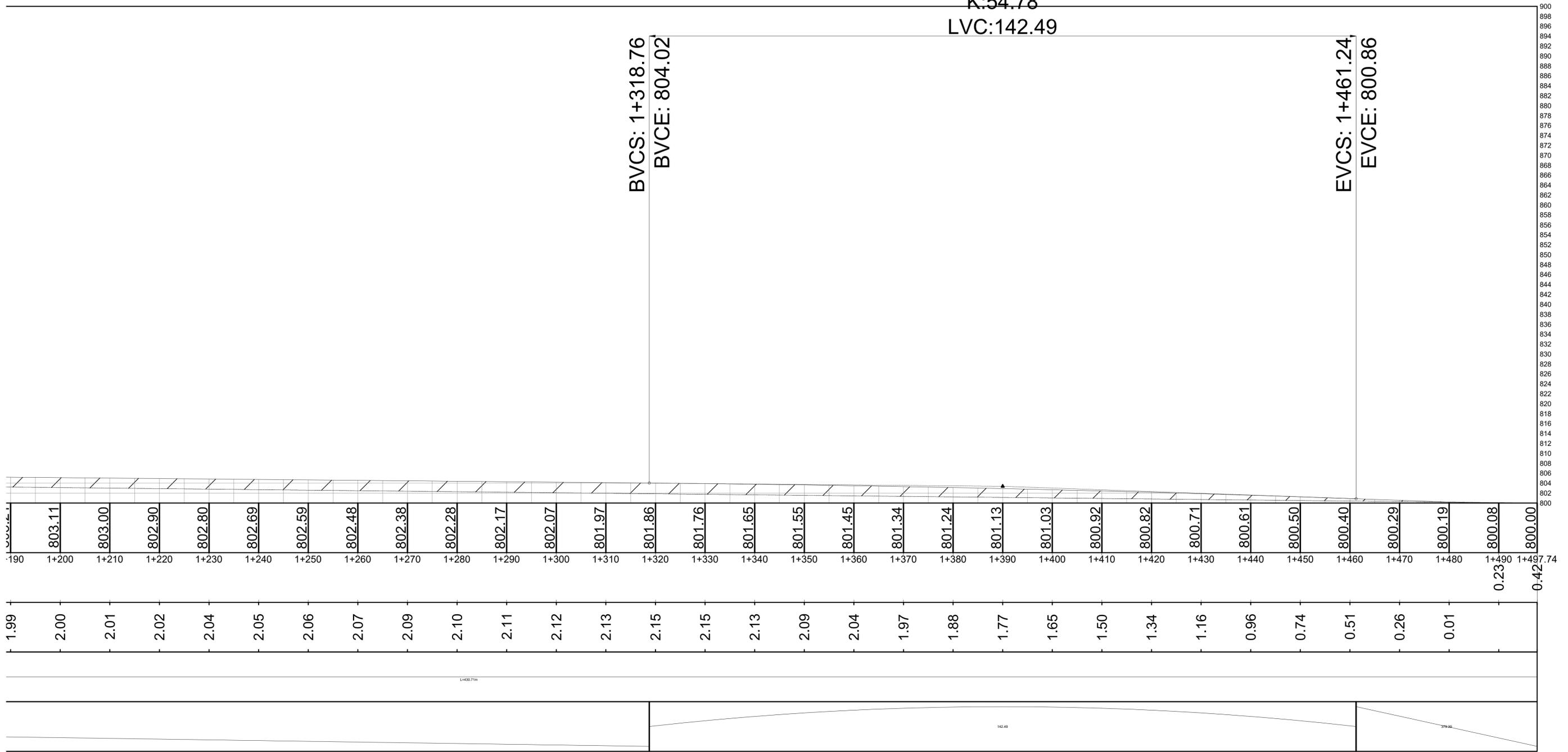


PERFIL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL EST. 0+880 A 1+180

ESCALA 1:250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PERFIL LONGITUDINAL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 60 114

HIGH PT STA: 13+18.76
 HIGH PT ELEV: 804.02
 PVI STA: 1+390.00
 PVI ELEV: 803.37
 K: 54.78
 LVC: 142.49

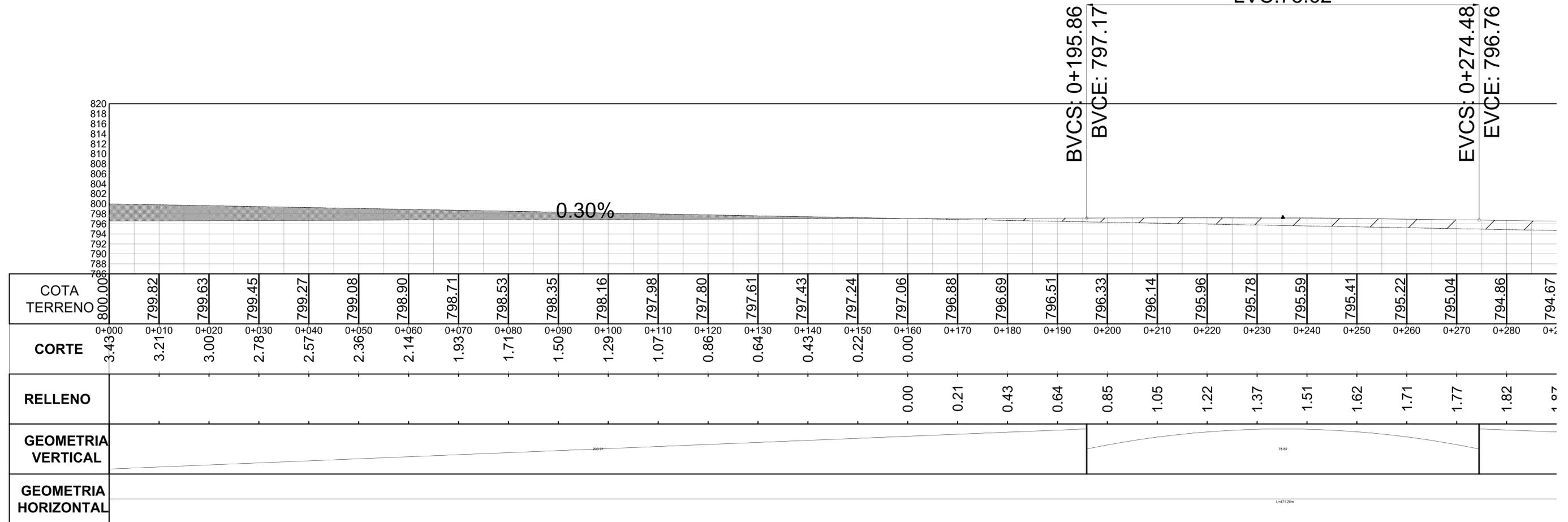


PERFIL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL EST. 1+180 A 1+497.74

ESCALA 1:250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PERFIL LONGITUDINAL VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 61 114

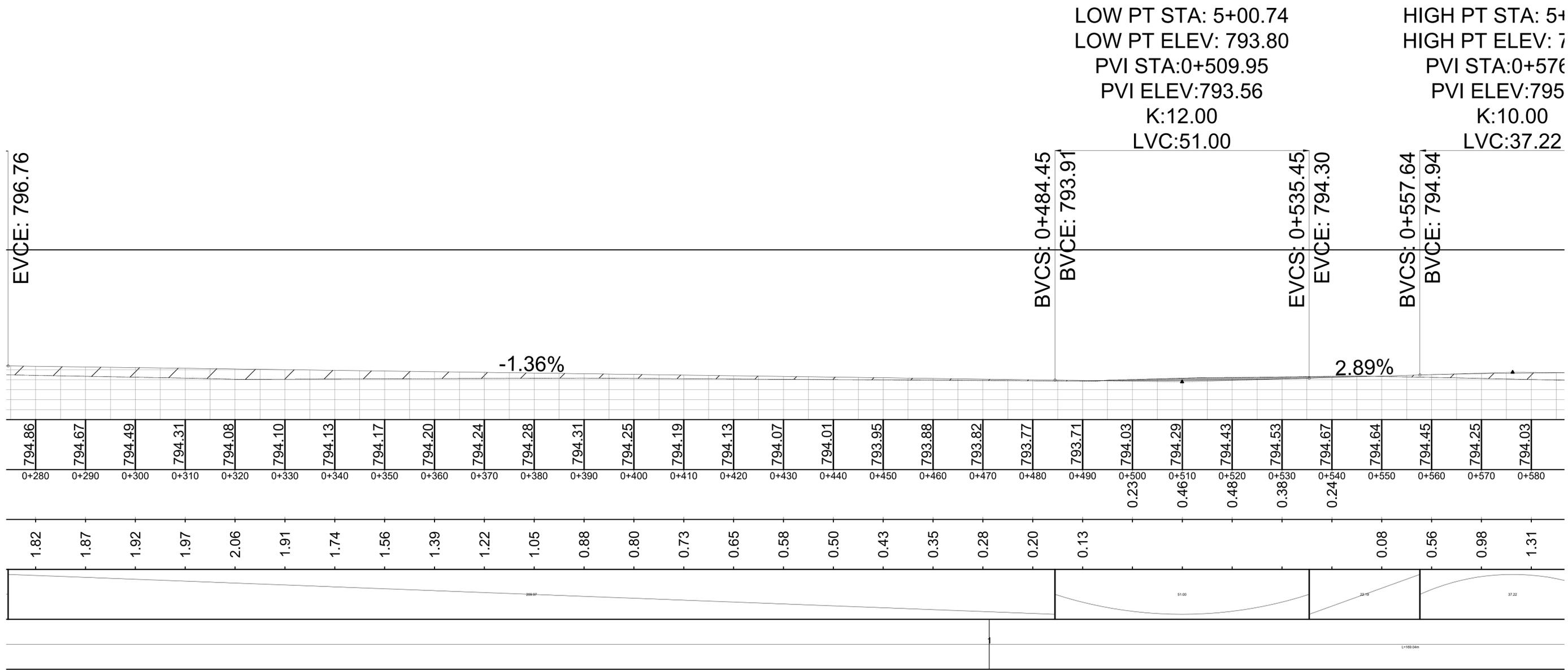
HIGH PT STA: 2+10.26
 HIGH PT ELEV: 797.19
 PVI STA: 0+235.17
 PVI ELEV: 797.29
 K: 47.33
 LVC: 78.62



PERFIL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA EST. 0+000 A 0+280

ESCALA 1: 250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
	PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13	
EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 62
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114



PERFIL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA EST. 0+280 A 0+580

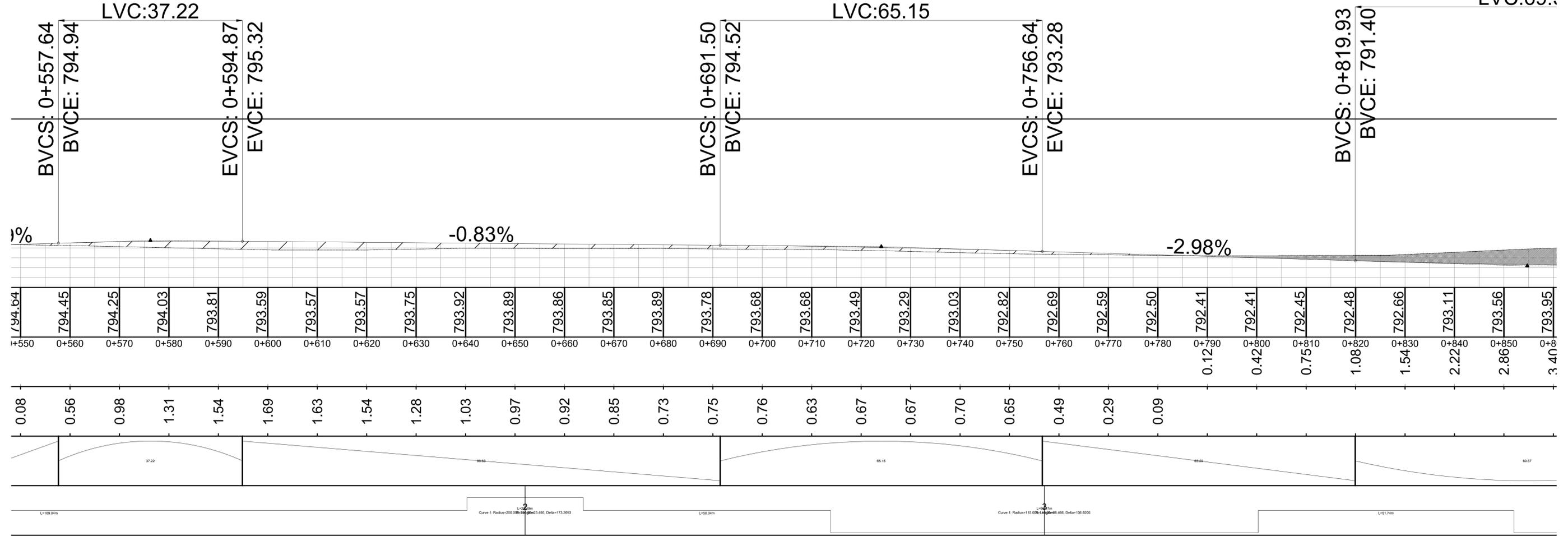
ESCALA 1: 250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PERFIL LONGITUDINAL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 63
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	114

HIGH PT STA: 5+86.57
 HIGH PT ELEV: 795.36
 PVI STA: 0+576.25
 PVI ELEV: 795.48
 K: 10.00
 LVC: 37.22

HIGH PT STA: 6+91.50
 HIGH PT ELEV: 794.52
 PVI STA: 0+724.07
 PVI ELEV: 794.25
 K: 30.33
 LVC: 65.15

LOW PT STA:
 LOW PT ELEV:
 PVI STA: 0+850.00
 PVI ELEV: 793.40
 K: 23.25
 LVC: 69.15



PERFIL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA EST. 0+580 A 0+850

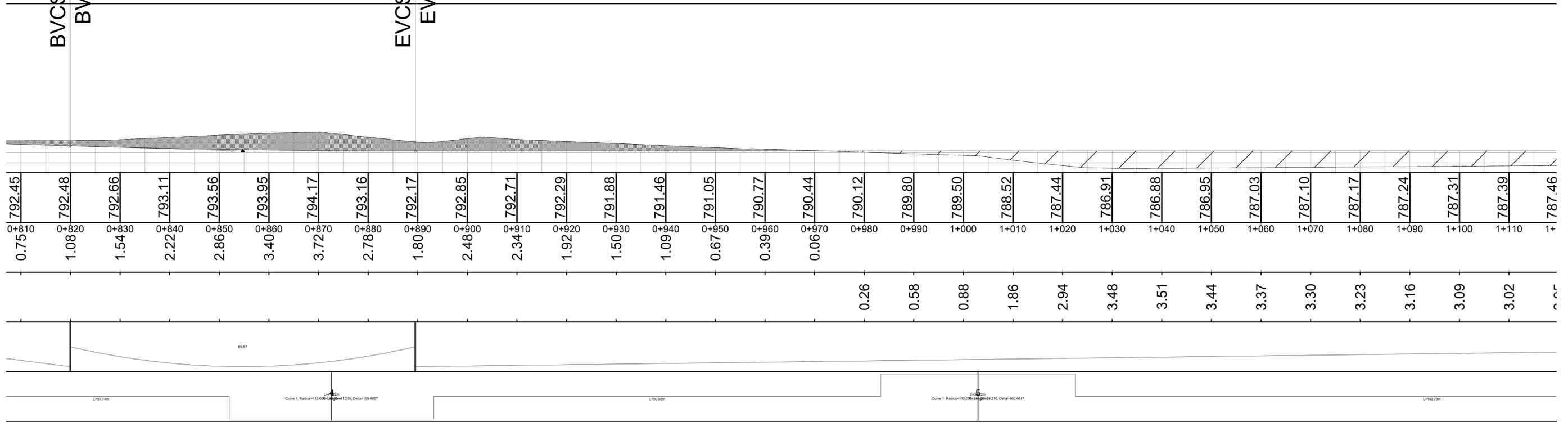
ESCALA 1: 250

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		
		PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13
PERFIL LONGITUDINAL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 64
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.

LOW PT STA: 8+89.16
 LOW PT ELEV: 790.37
 PVI STA: 0+854.72
 PVI ELEV: 790.36
 K: 23.25
 LVC: 69.57

BVCS: 0+819.93
 BVCE: 791.40

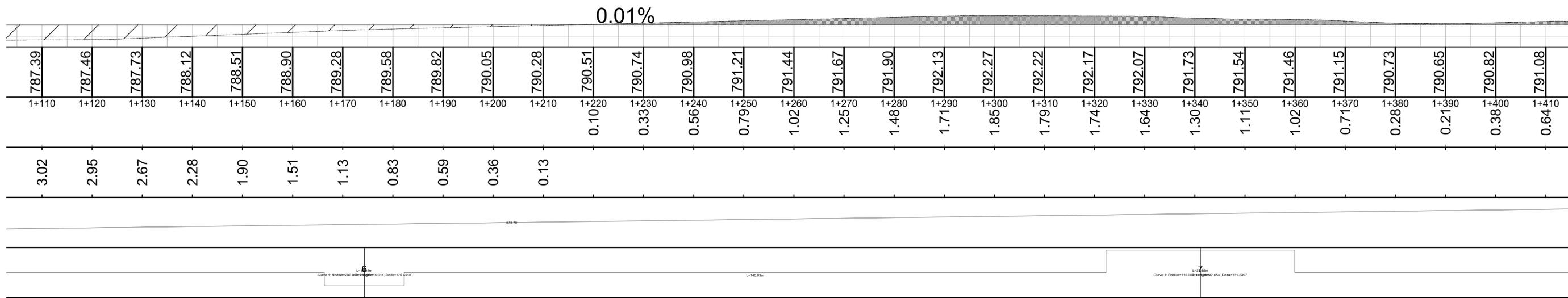
EVCS: 0+889.50
 EVCE: 790.37



PERFIL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA EST. 0+810 A 1+110

ESCALA 1: 250

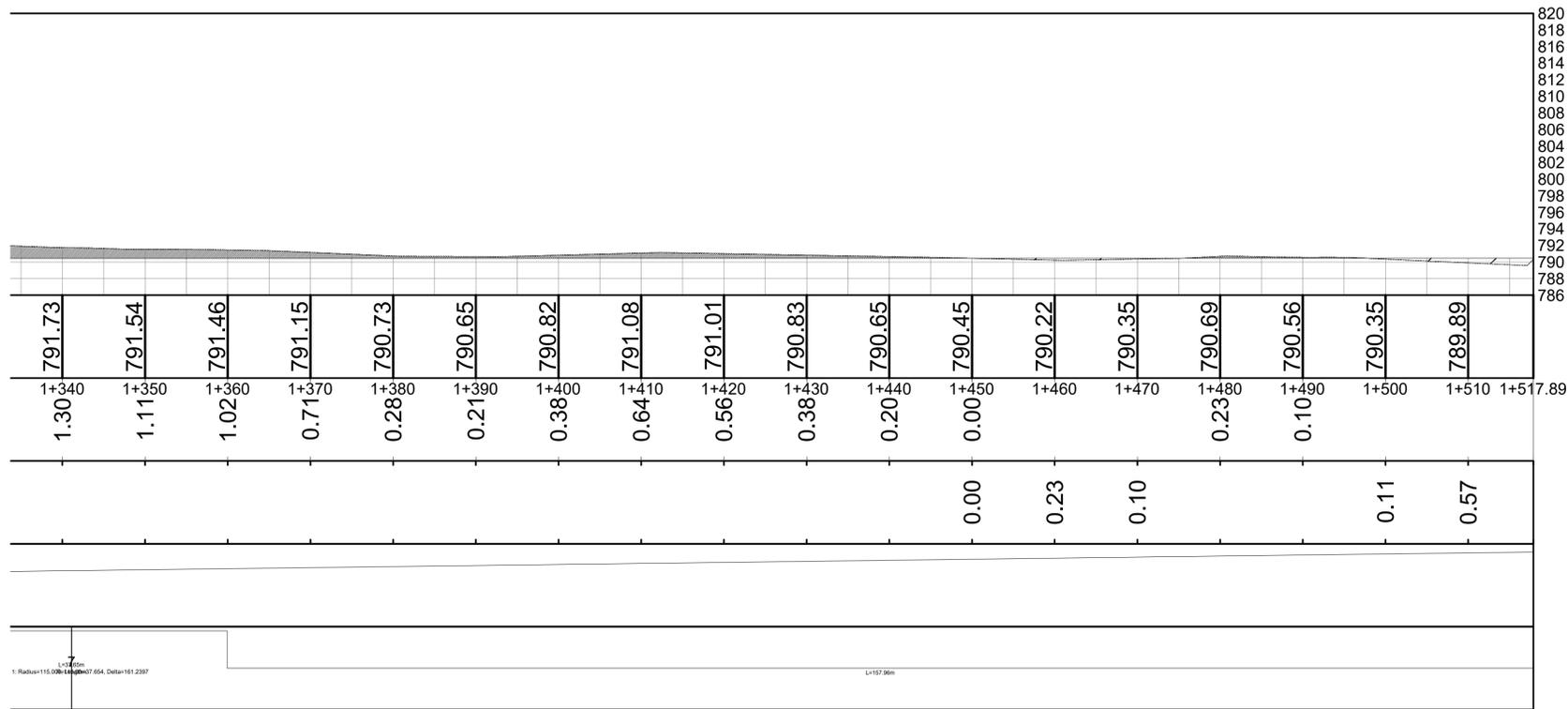
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PERFIL LONGITUDINAL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 65 114



PERFIL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA EST. 1+110 A 1+410

ESCALA 1:250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PERFIL LONGITUDINAL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 66 114

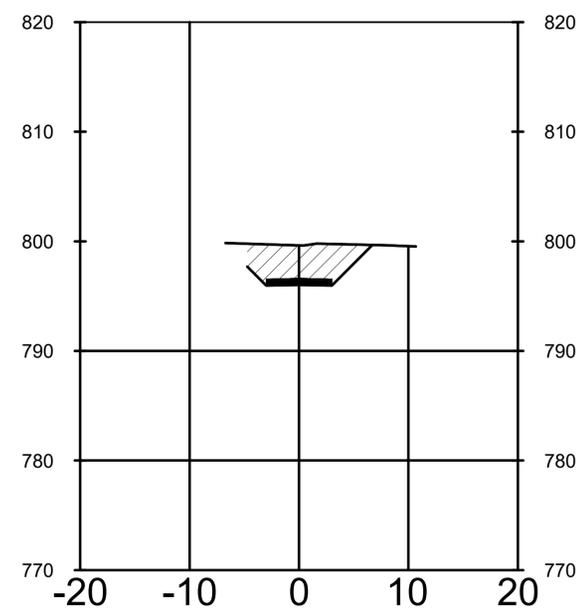


PERFIL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA EST. 1+410 A 1+517.89

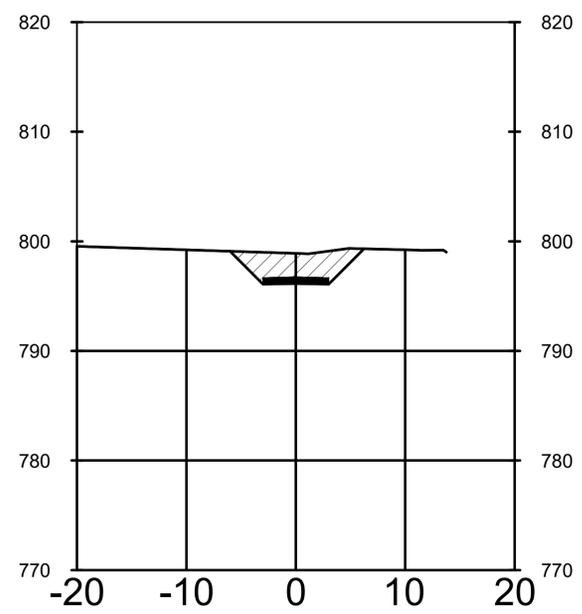
ESCALA 1:250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
PERFIL LONGITUDINAL EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 67 / 114

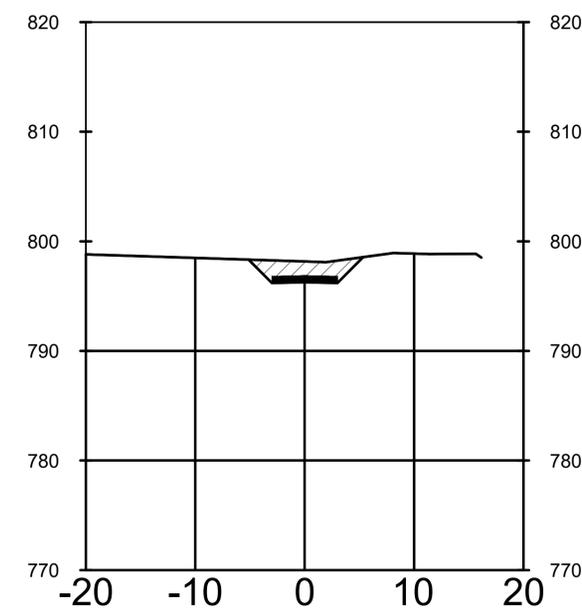
0+020.00



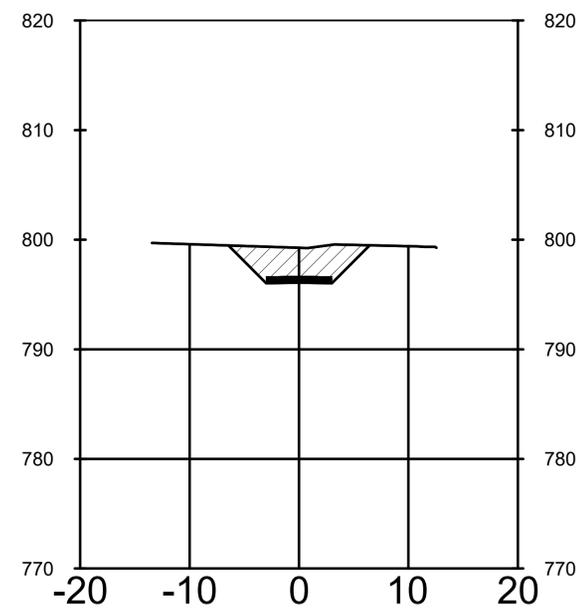
0+060.00



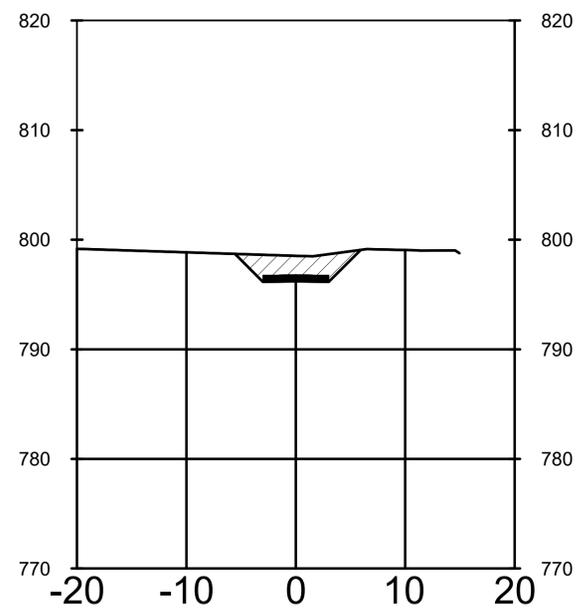
0+100.00



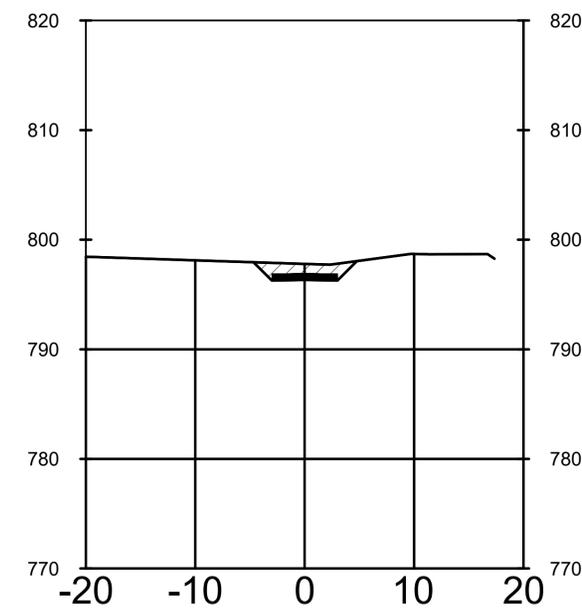
0+040.00



0+080.00



0+120.00

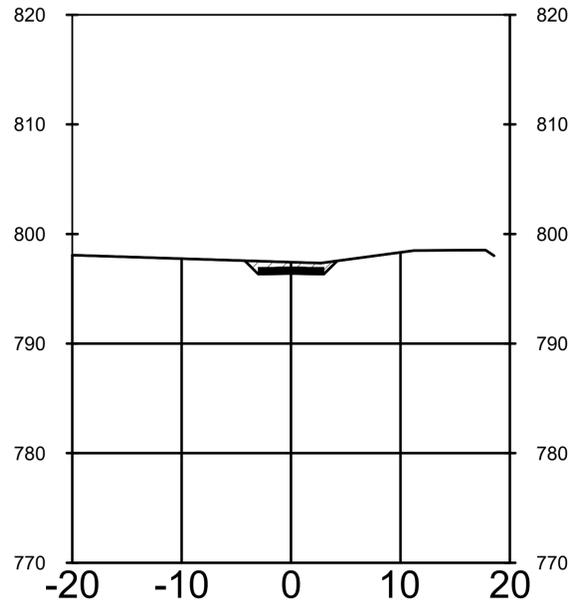


SECCIONES TRANSVERSALES

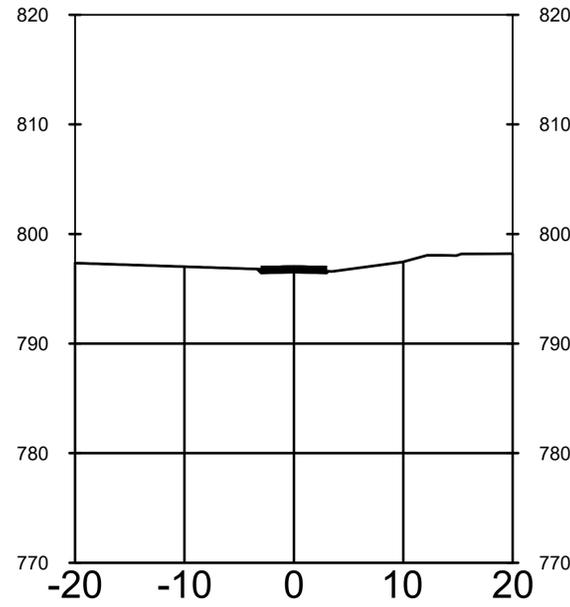
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 68
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114

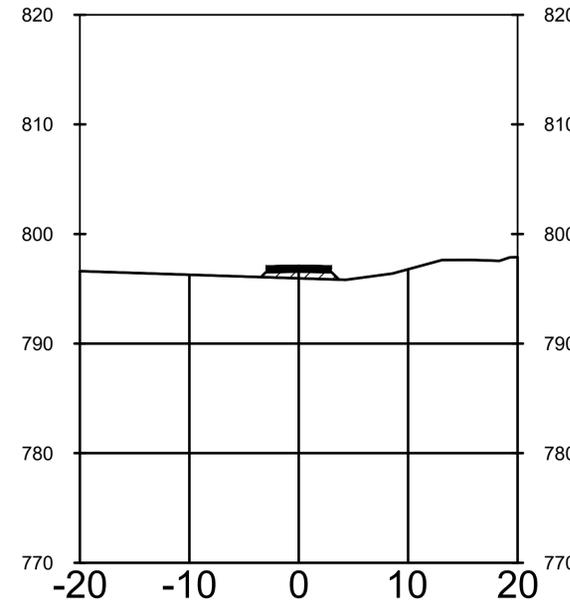
0+140.00



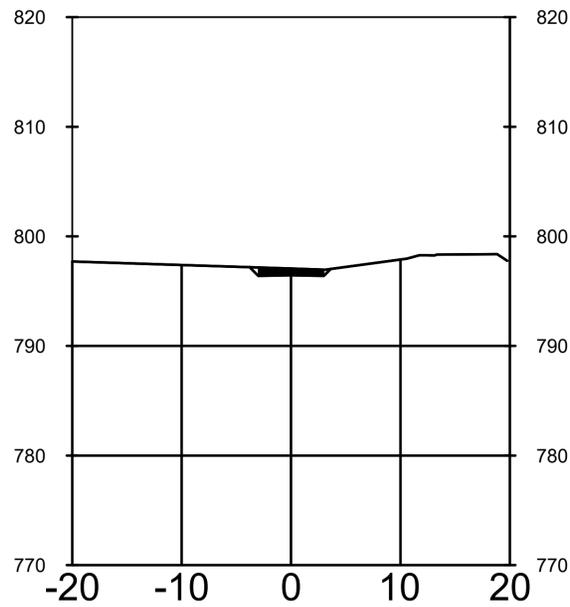
0+180.00



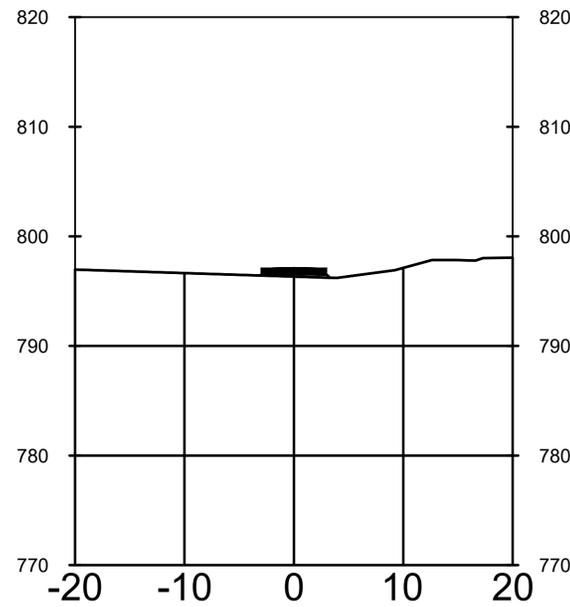
0+220.00



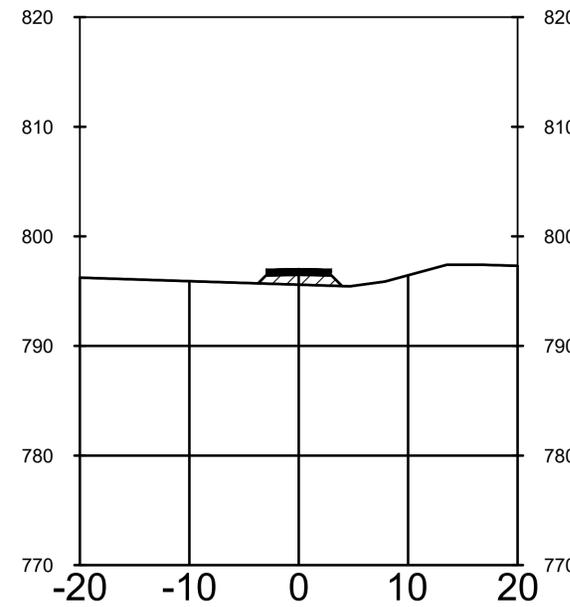
0+160.00



0+200.00



0+240.00

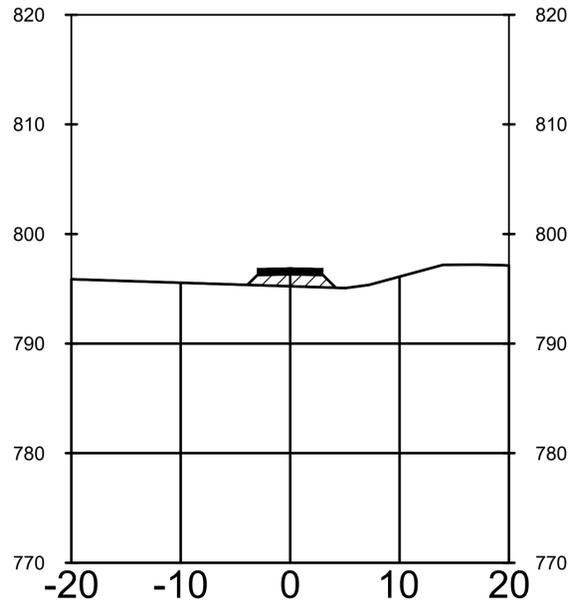


SECCIONES TRANSVERSALES

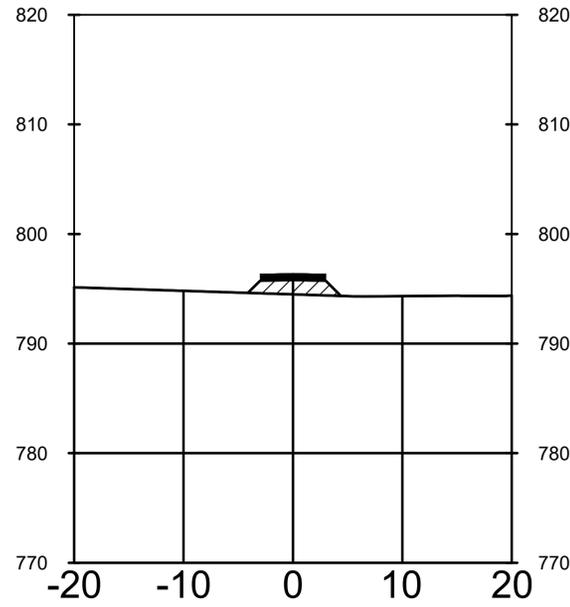
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 69
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114

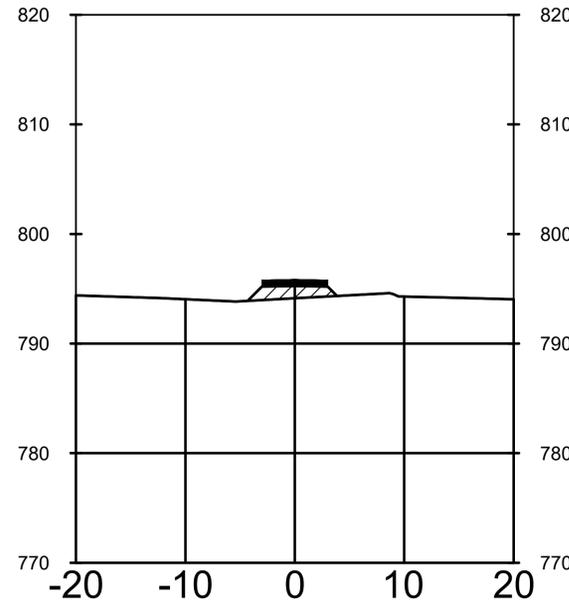
0+260.00



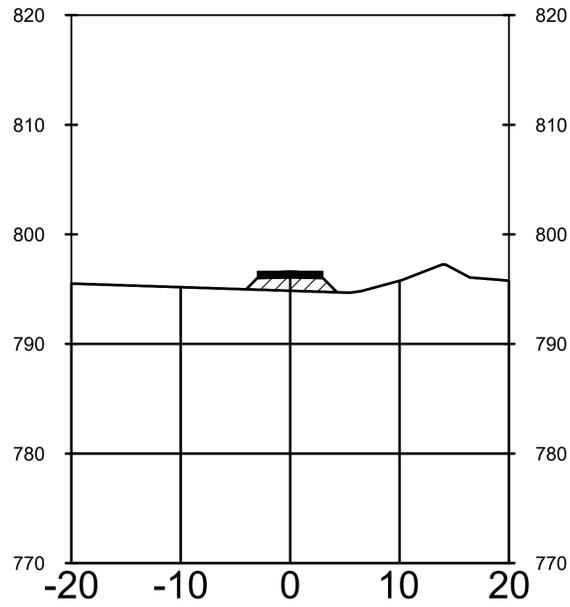
0+300.00



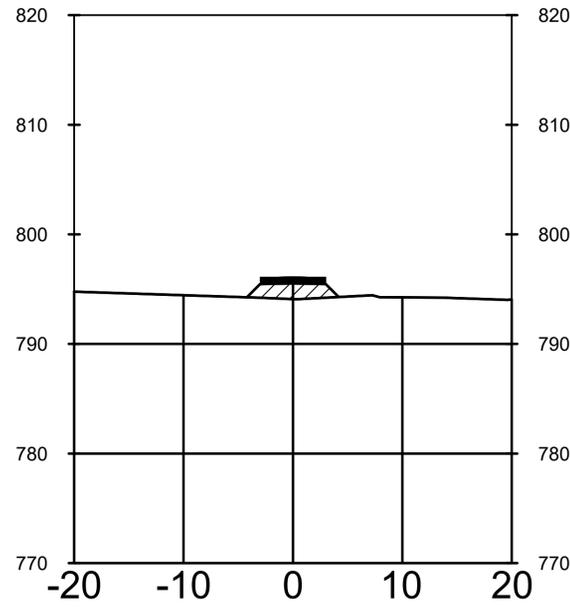
0+340.00



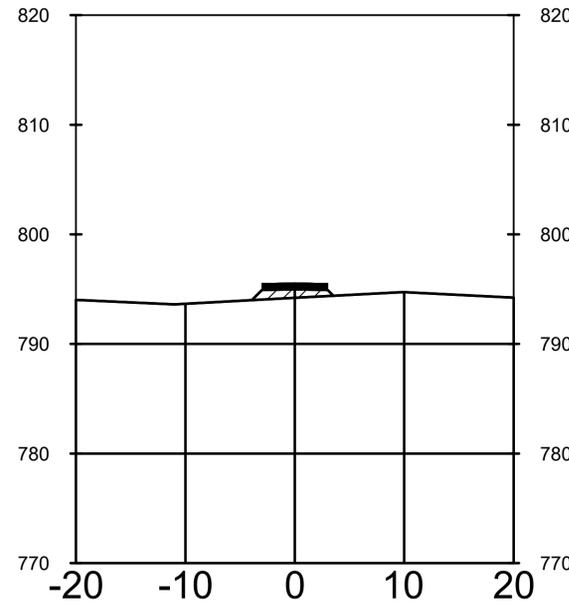
0+280.00



0+320.00



0+360.00

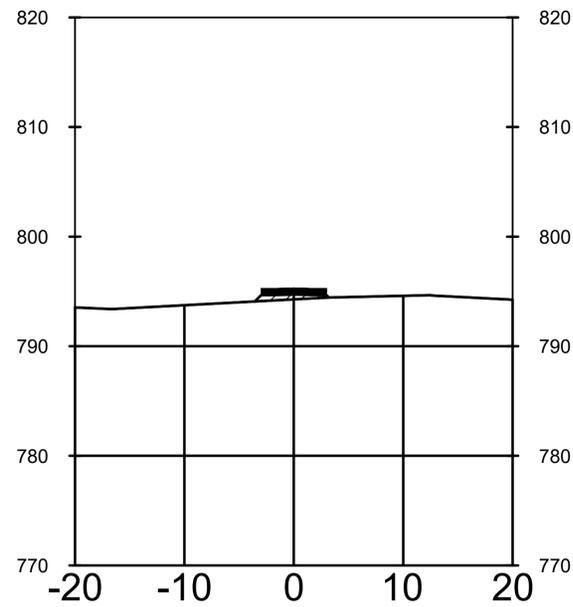


SECCIONES TRANSVERSALES

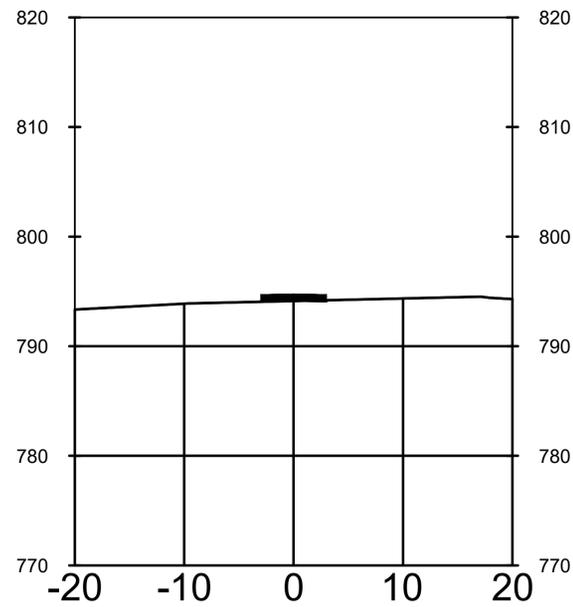
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 70 114

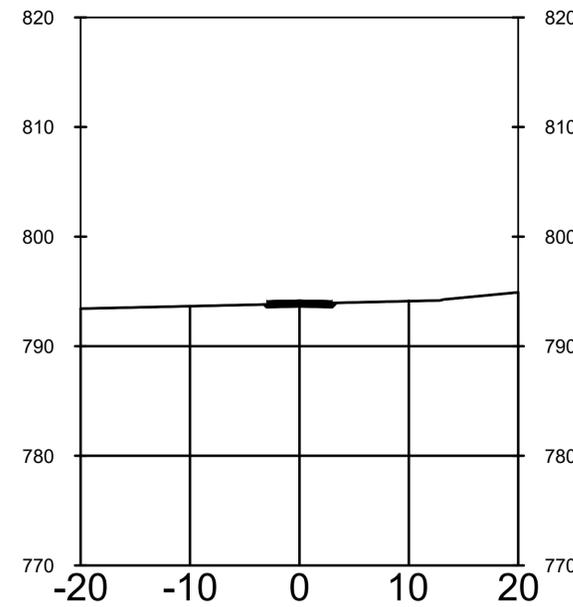
0+380.00



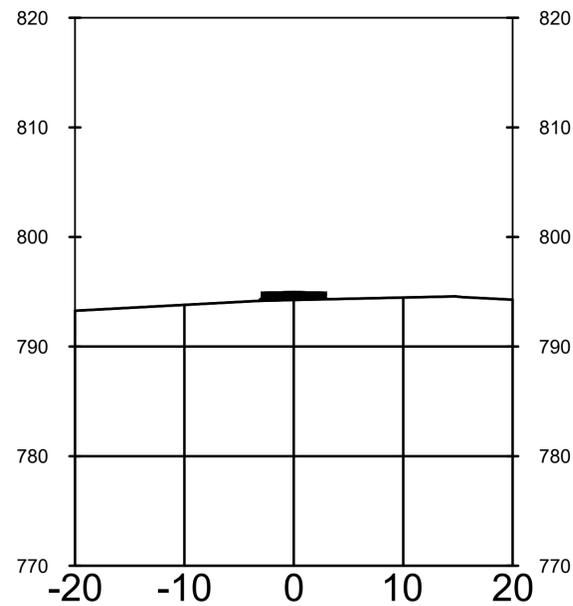
0+420.00



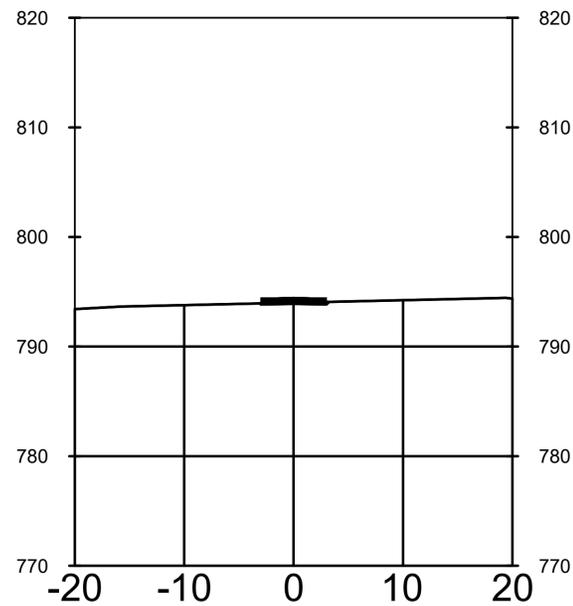
0+460.00



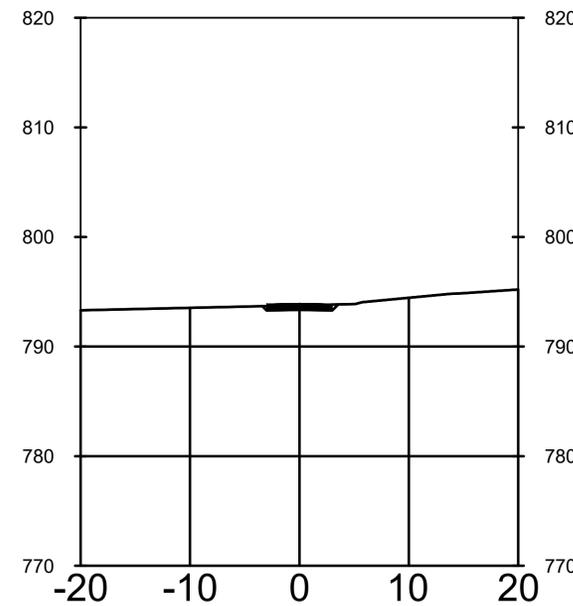
0+400.00



0+440.00



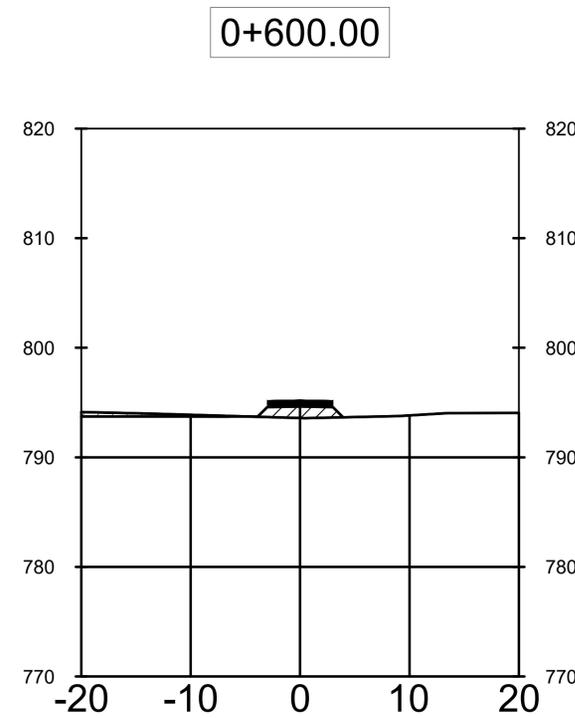
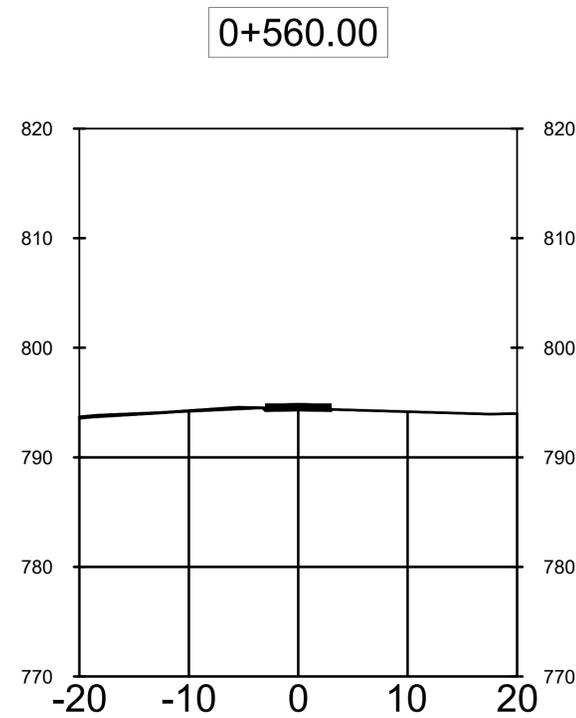
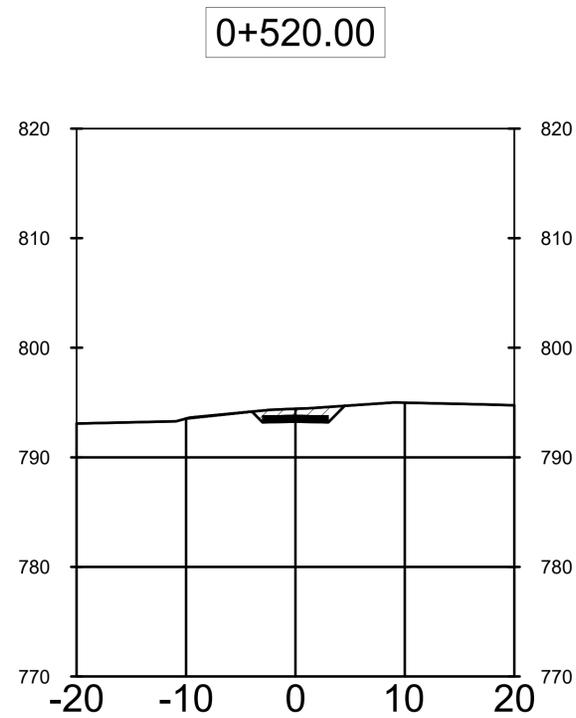
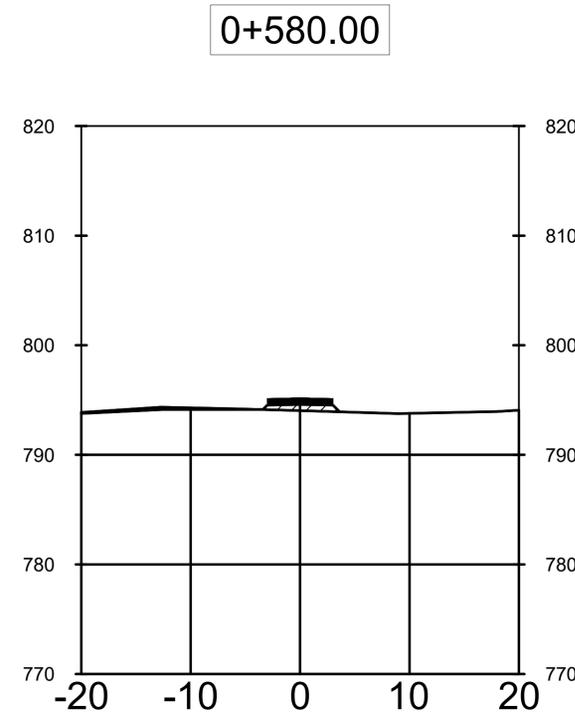
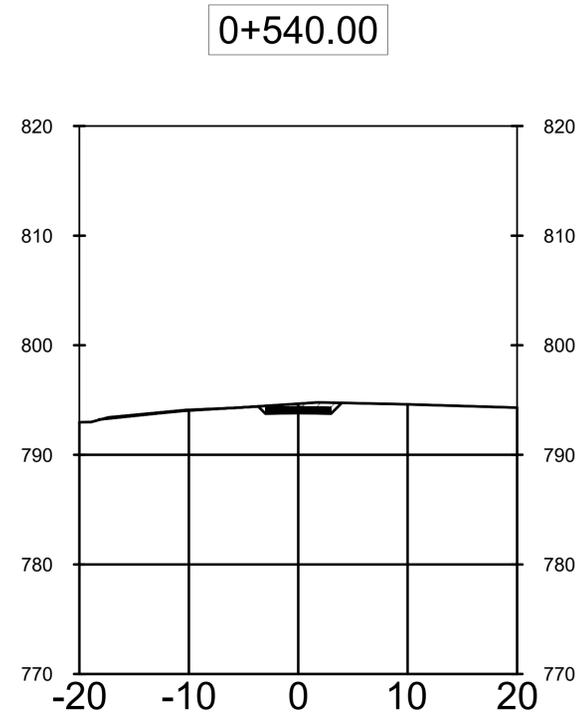
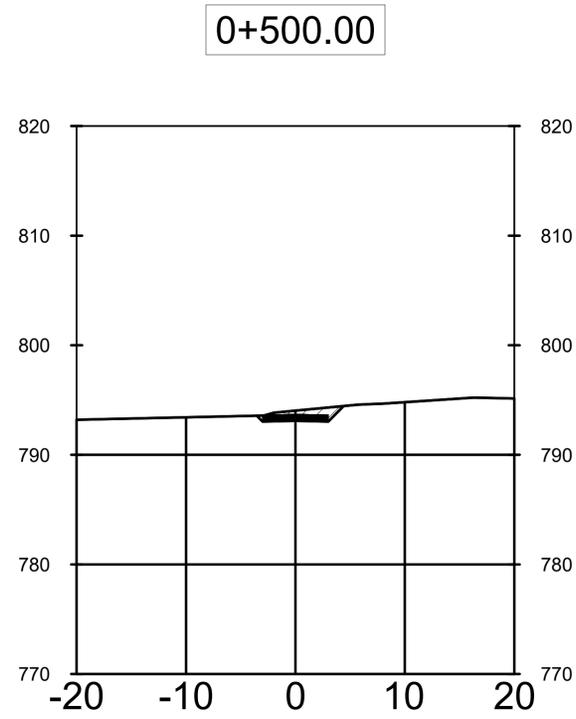
0+480.00



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

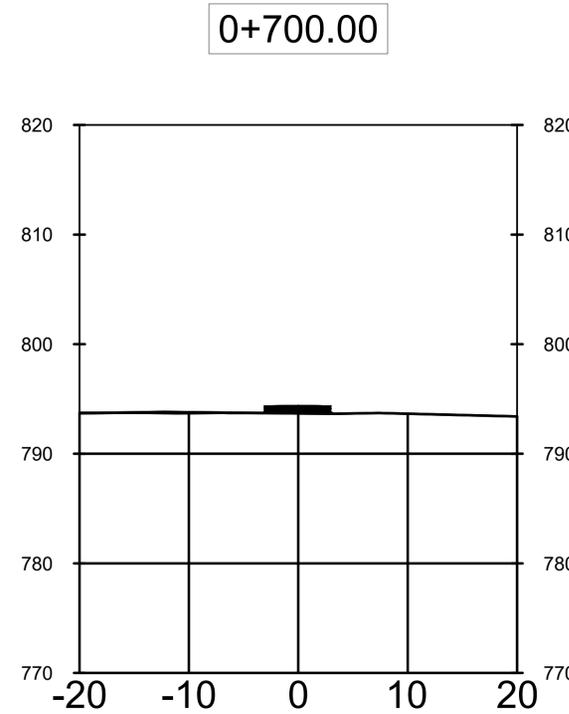
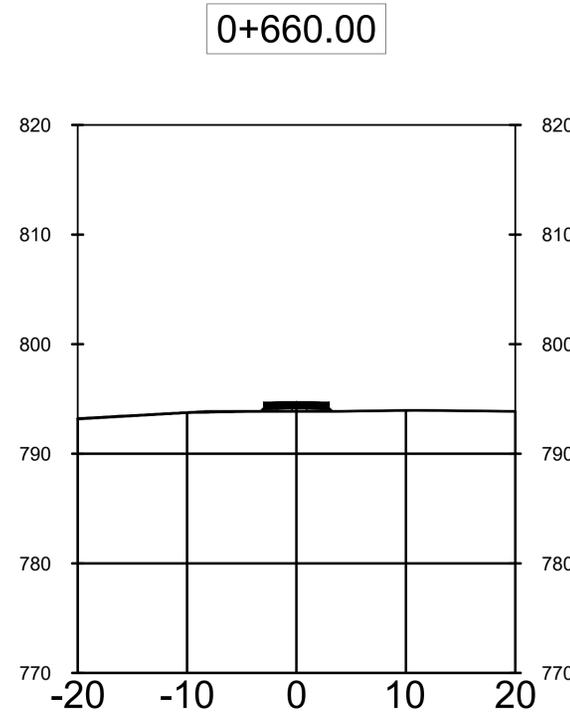
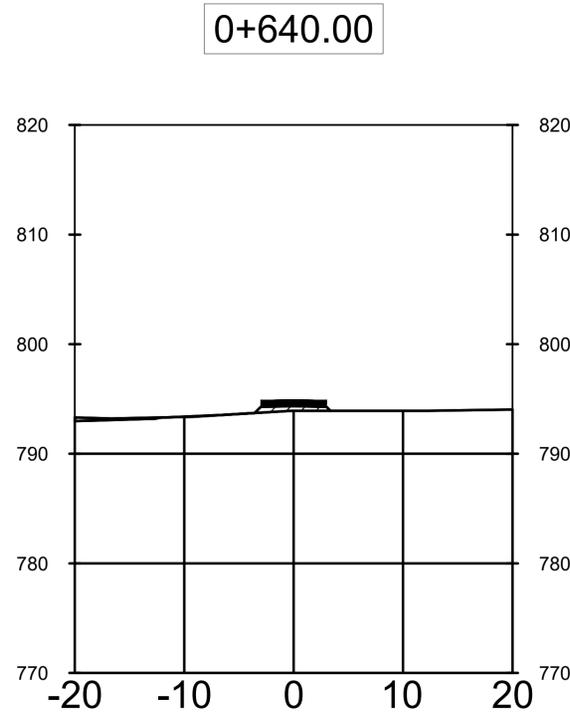
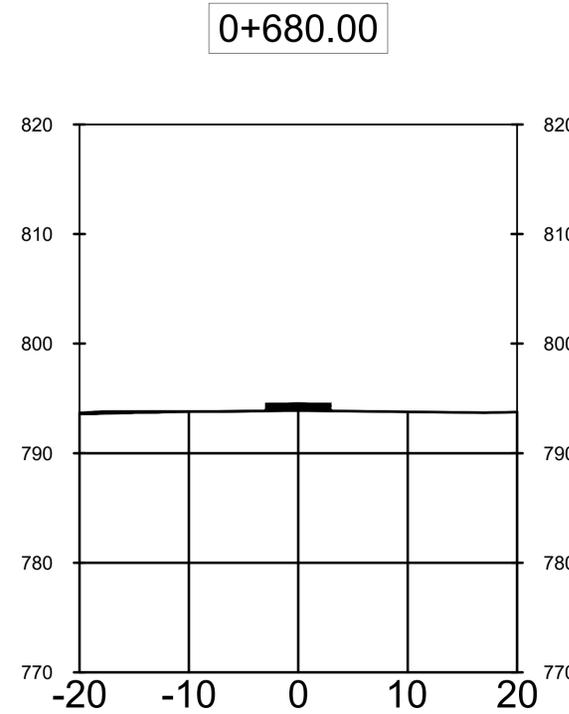
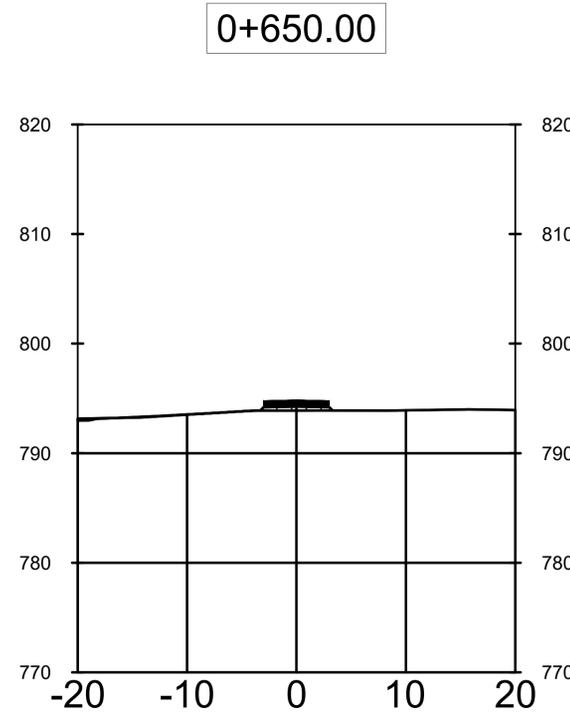
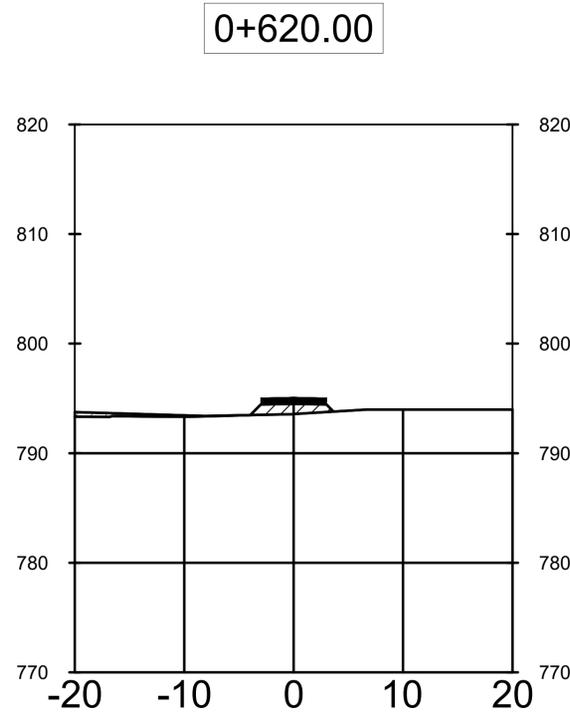
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 71 114



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

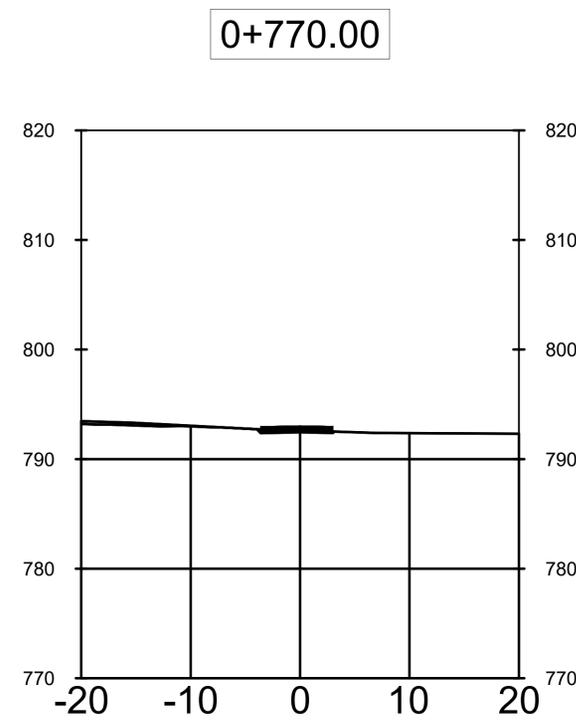
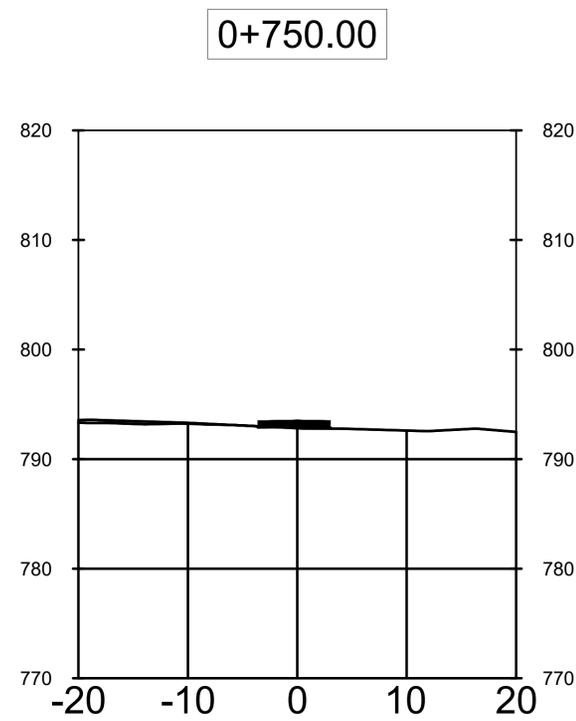
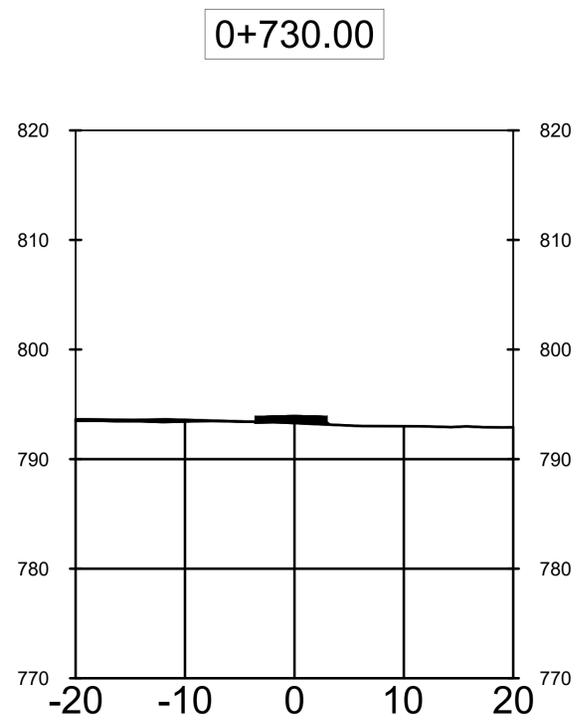
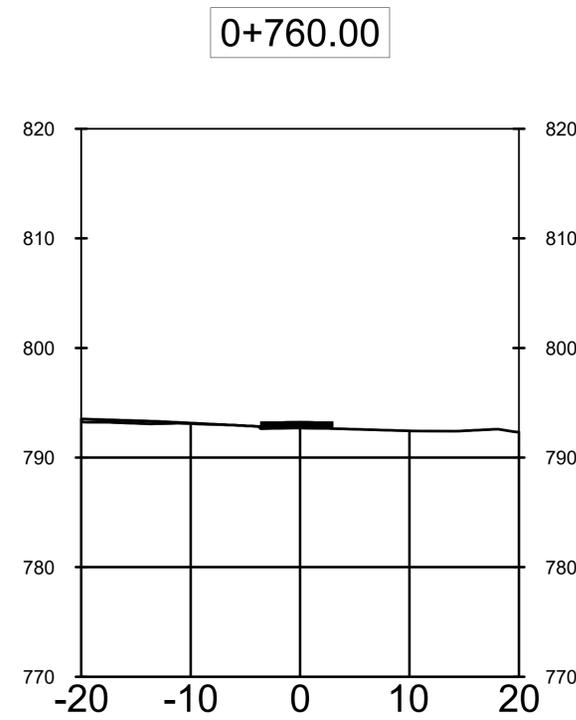
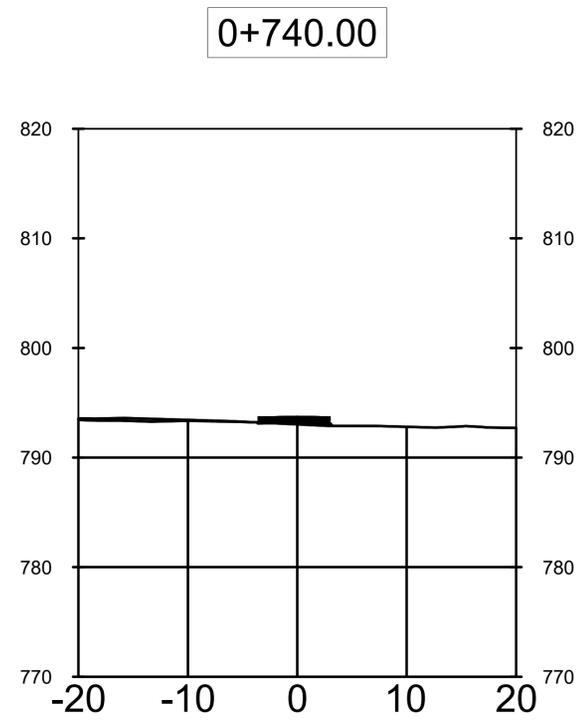
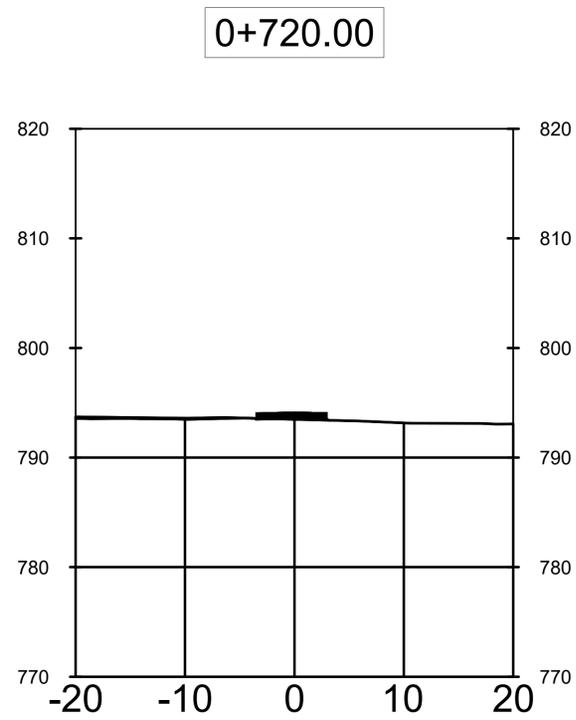
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 72 114



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 73 114

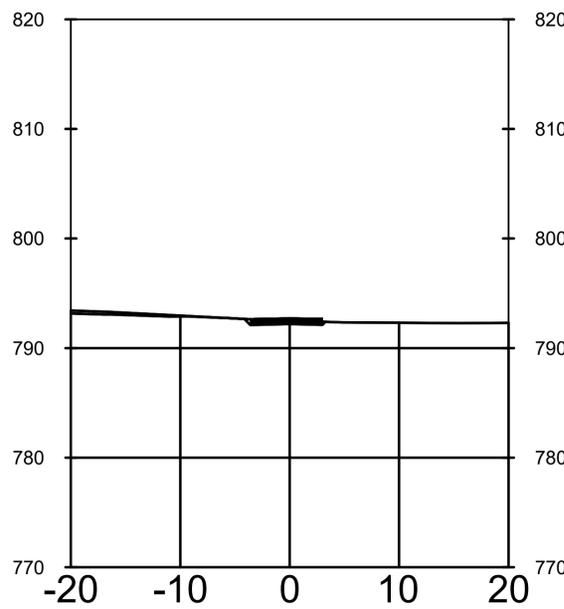


SECCIONES TRANSVERSALES

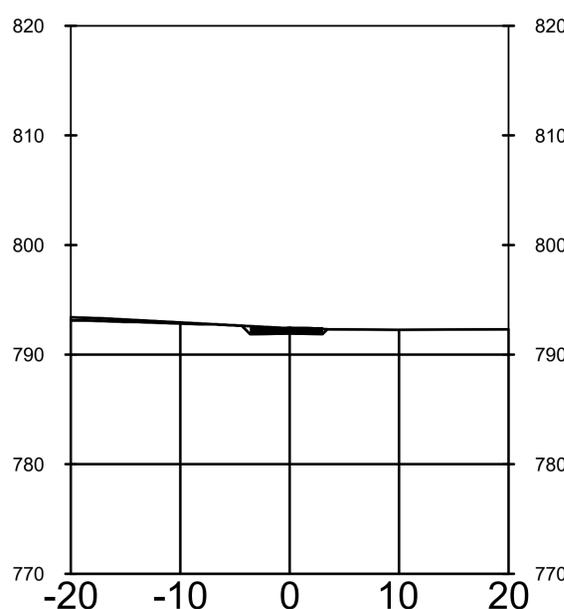
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 74 114

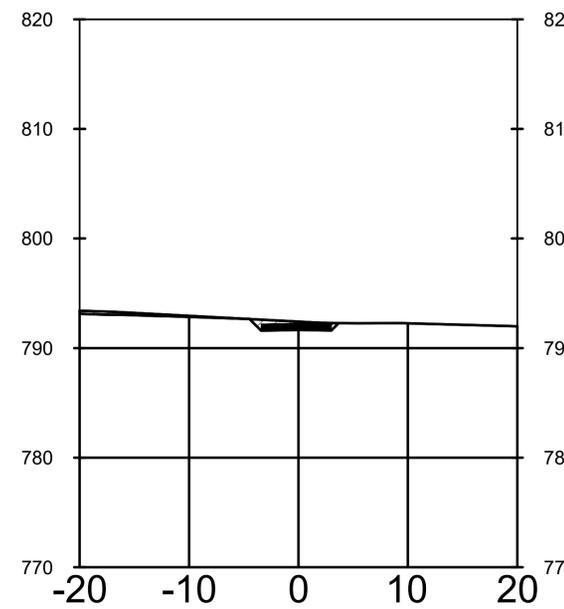
0+780.00



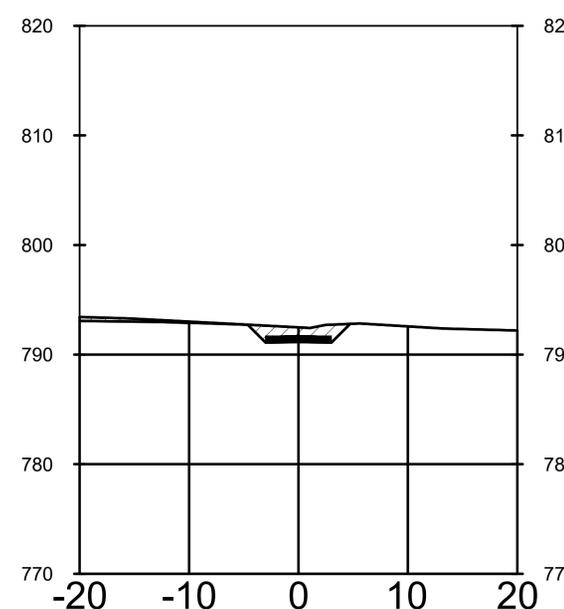
0+790.00



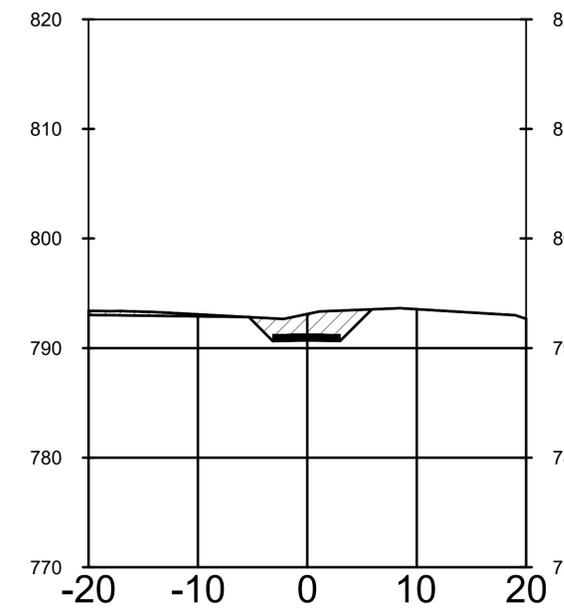
0+800.00



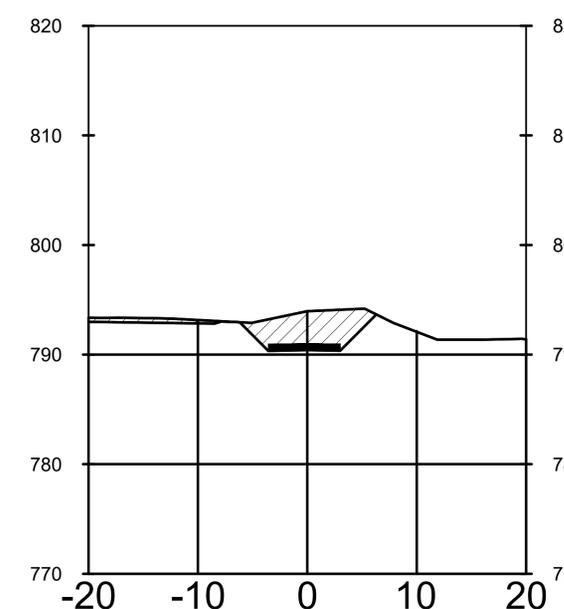
0+820.00



0+840.00



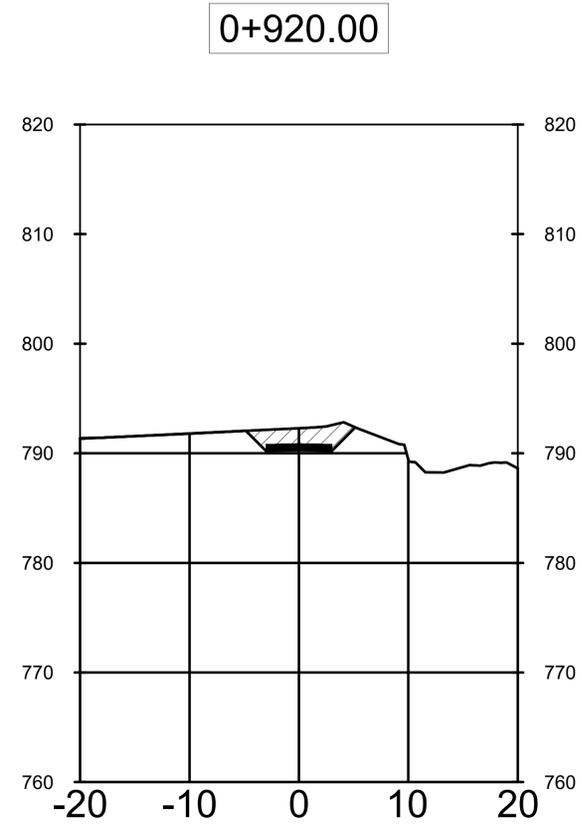
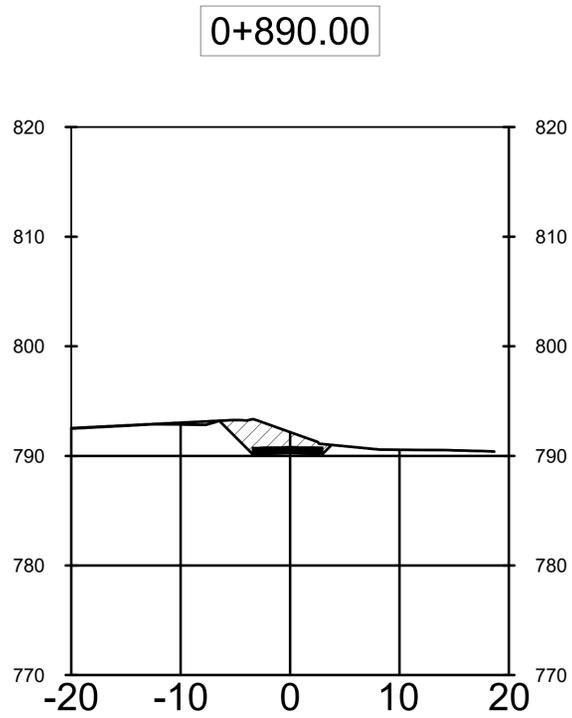
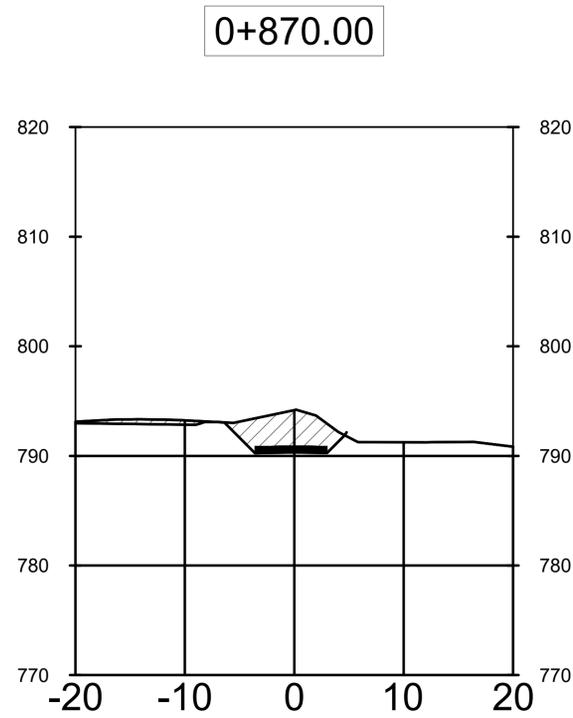
0+860.00



SECCIONES TRANSVERSALES

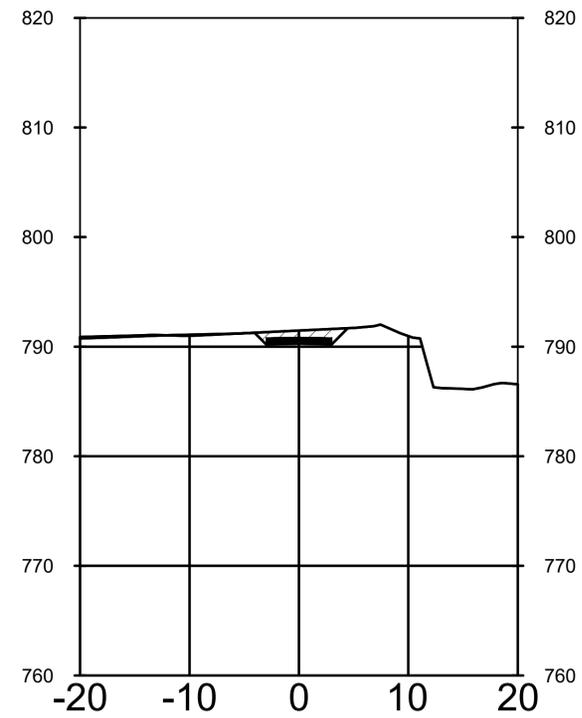
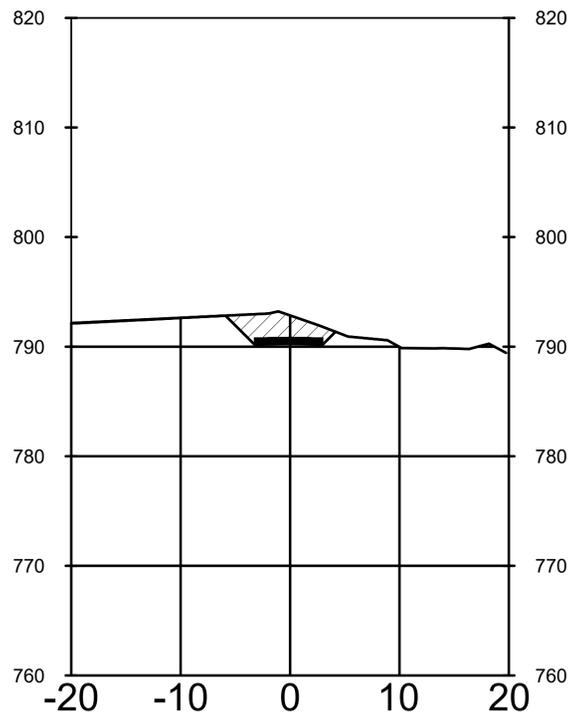
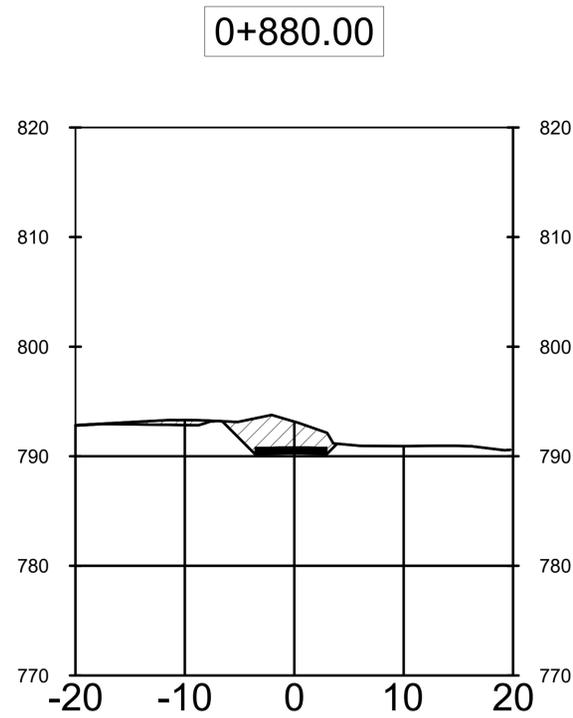
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 75
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114



0+900.00

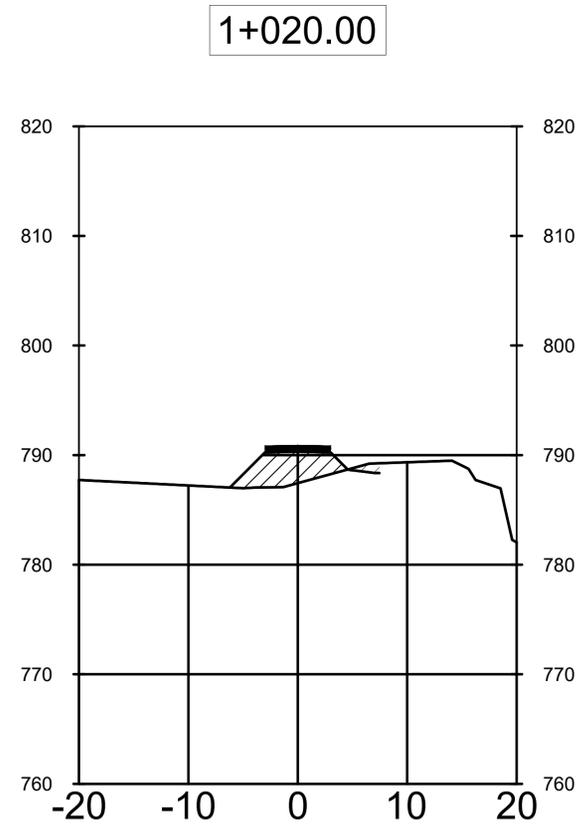
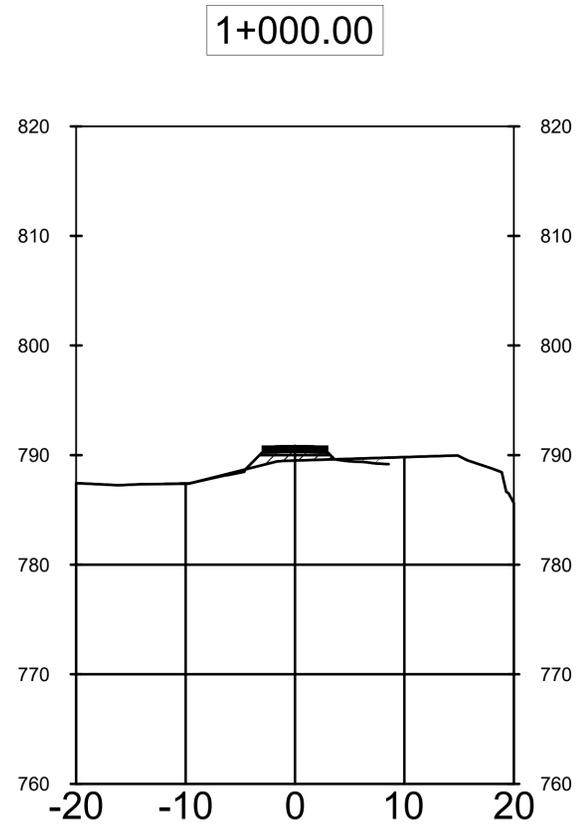
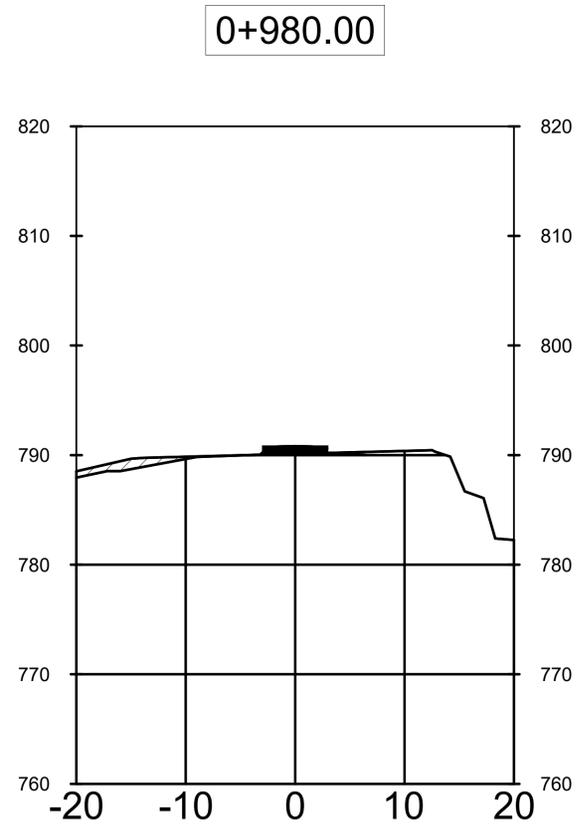
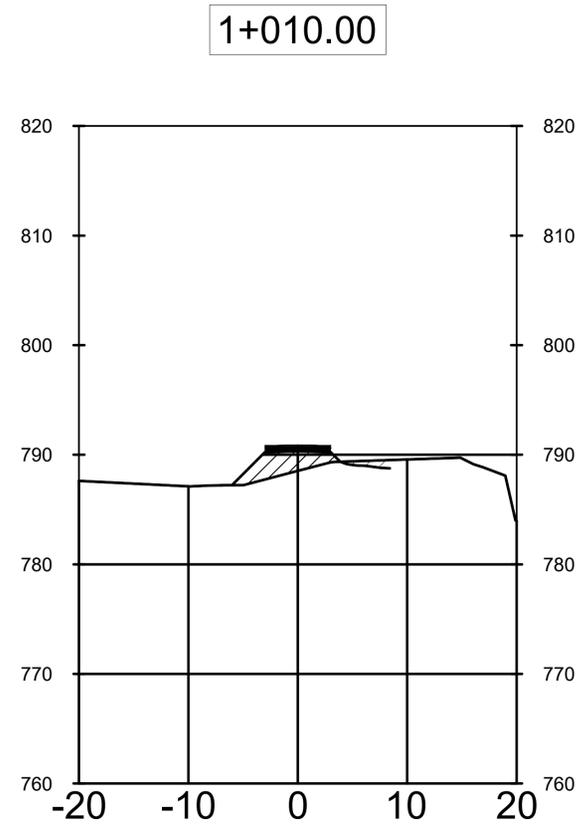
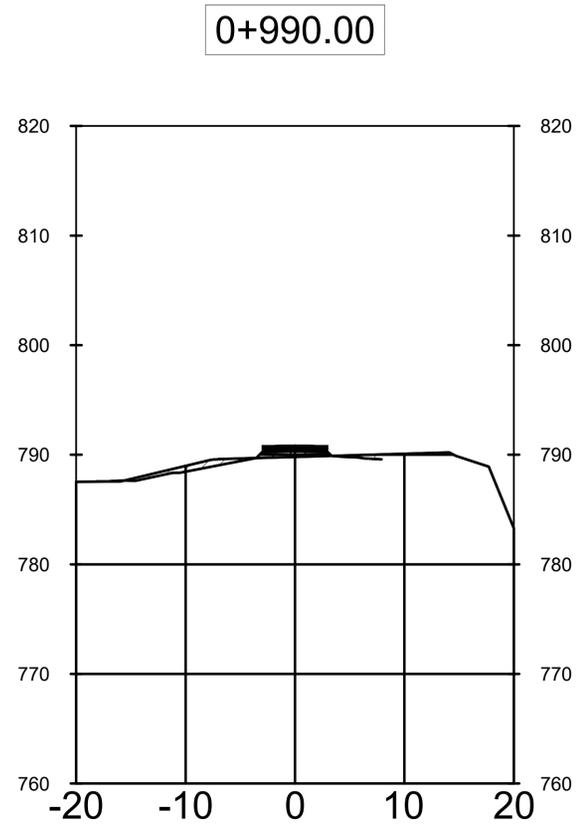
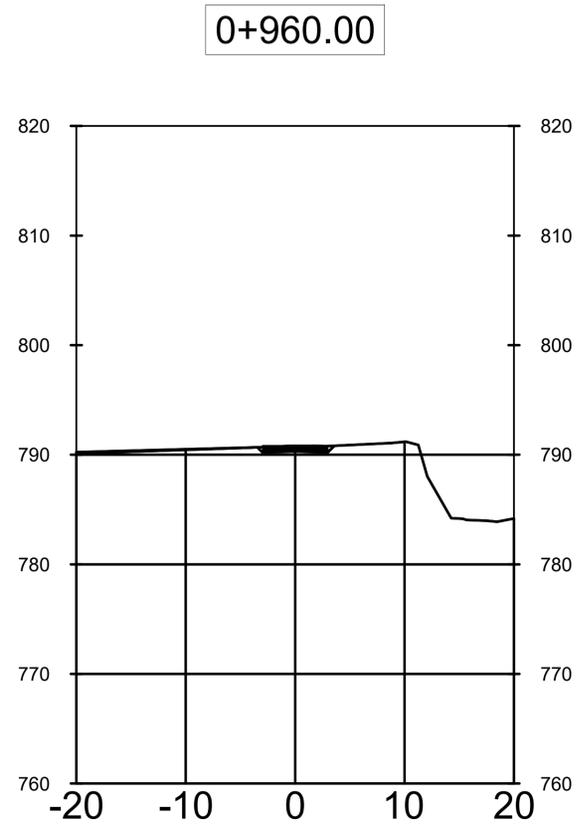
0+940.00



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

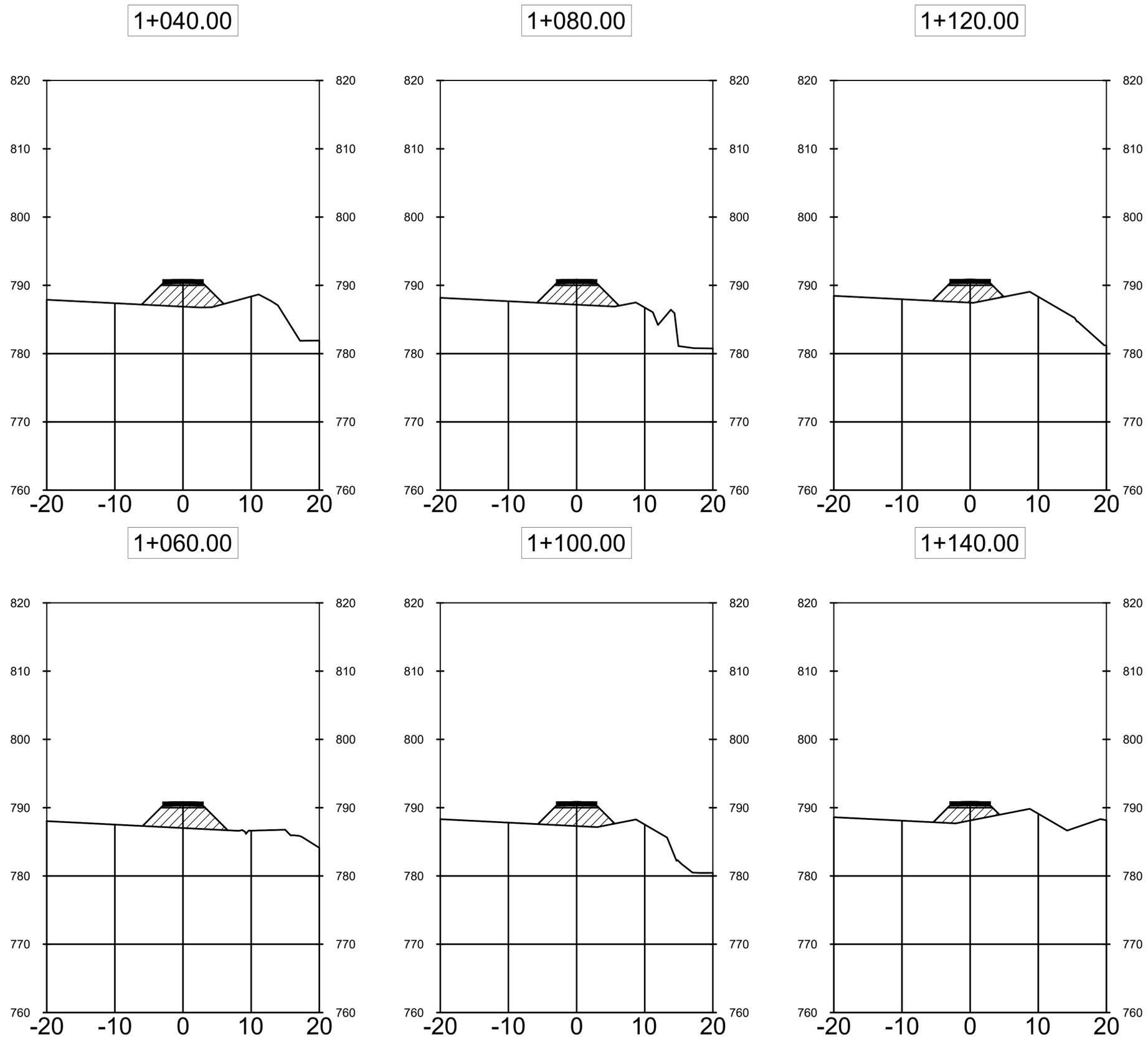
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 76 114



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 77 114

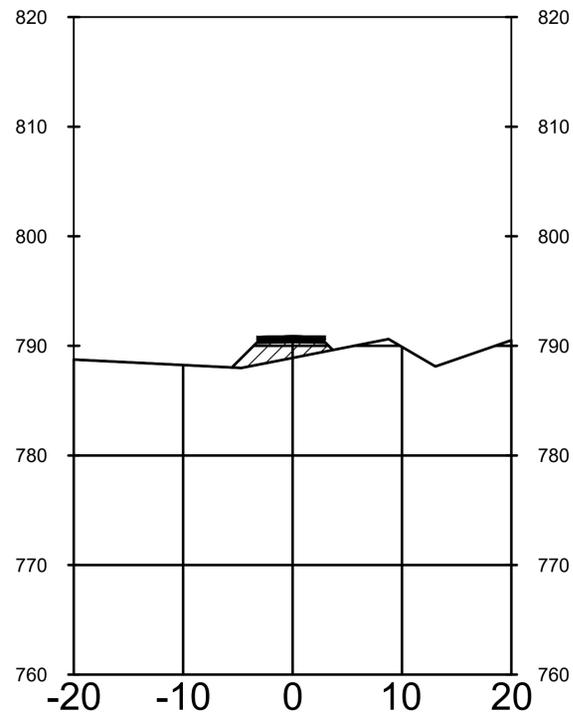


SECCIONES TRANSVERSALES

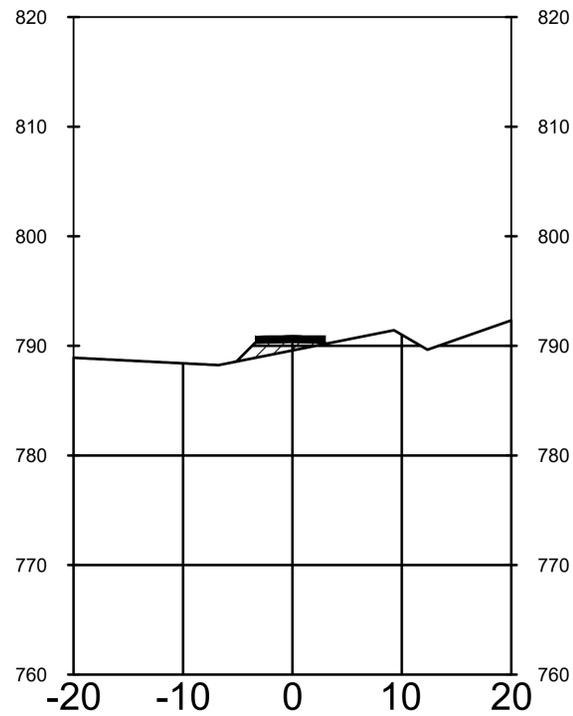
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 78
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114

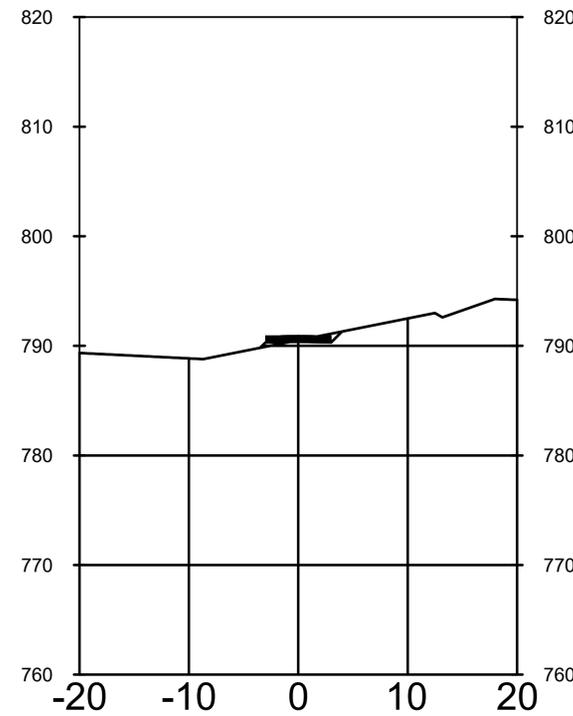
1+160.00



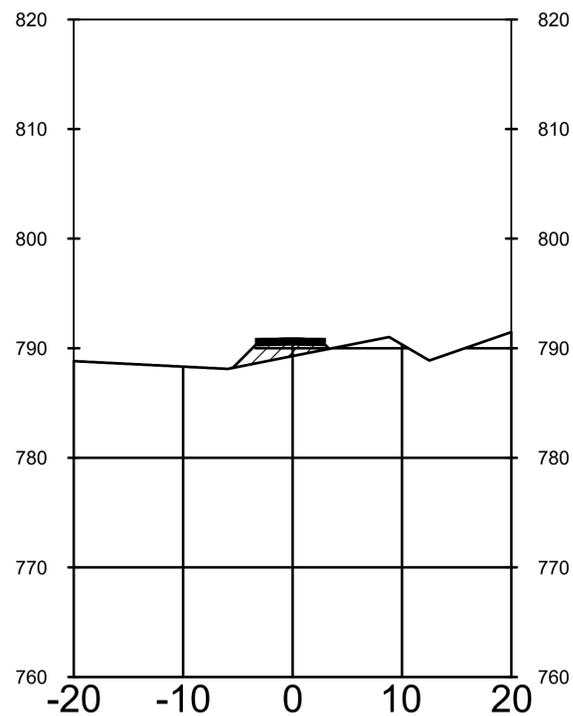
1+180.00



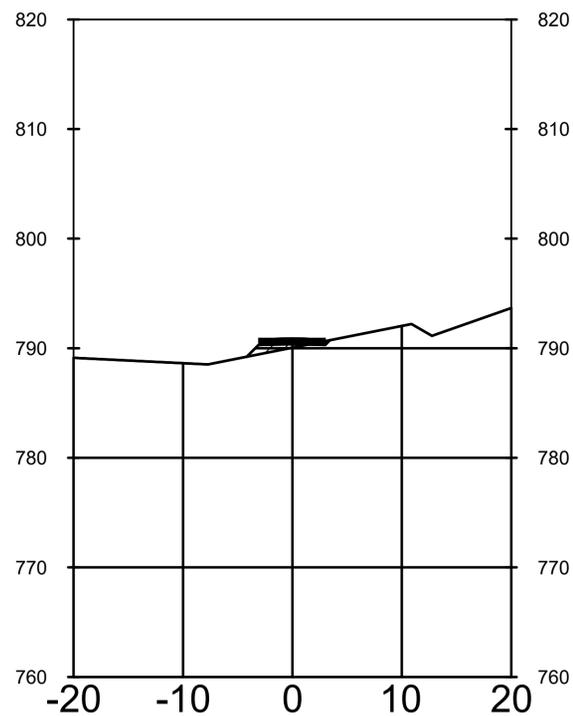
1+220.00



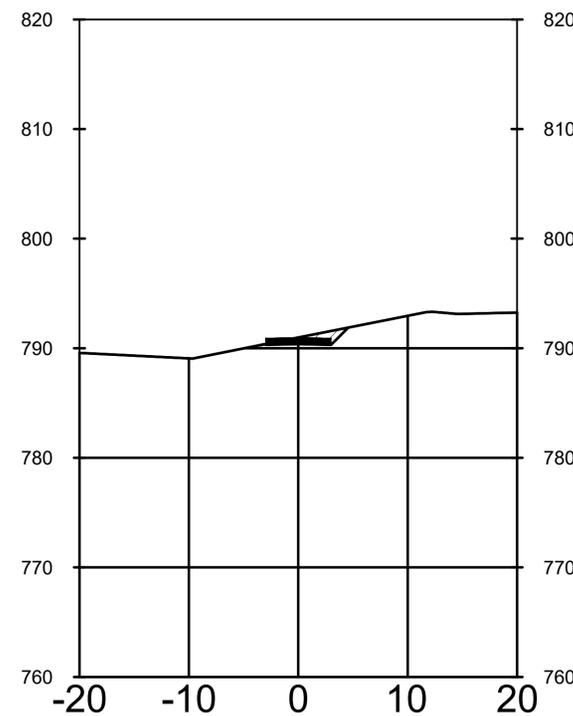
1+170.00



1+200.00



1+240.00

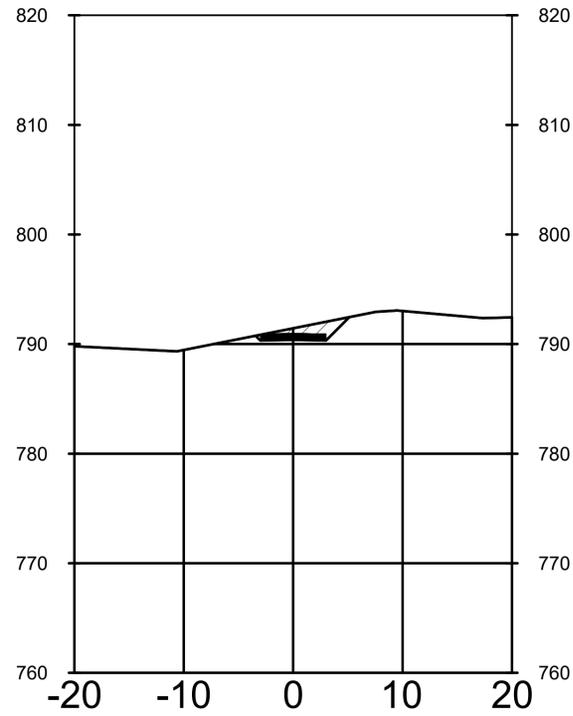


SECCIONES TRANSVERSALES

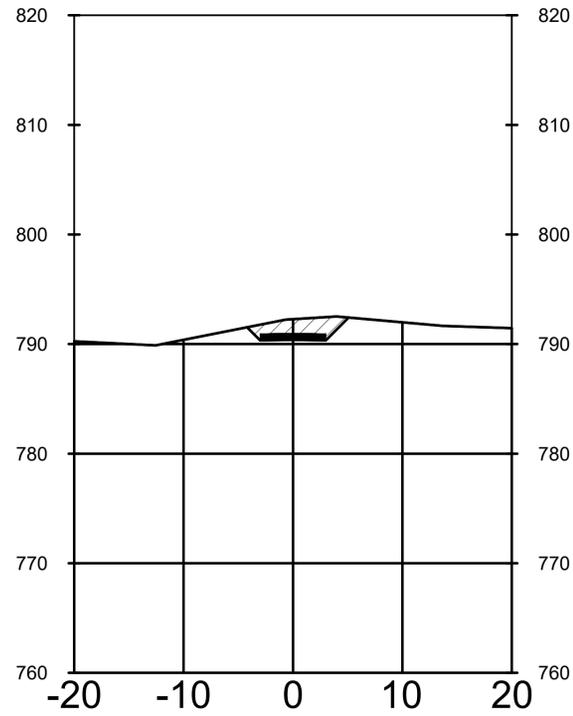
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 79 114

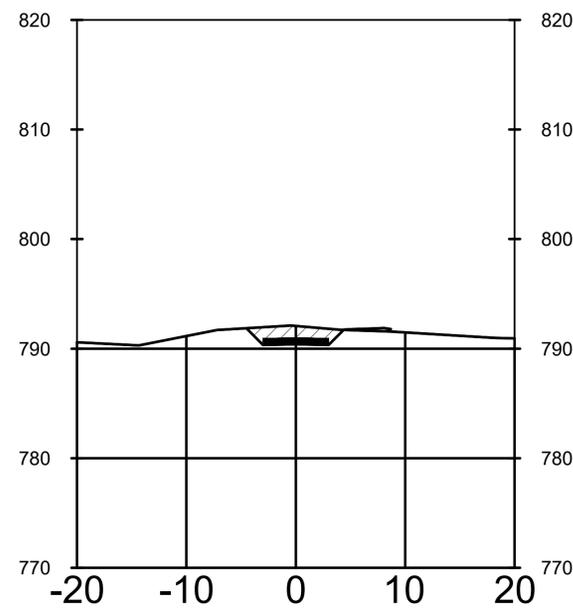
1+260.00



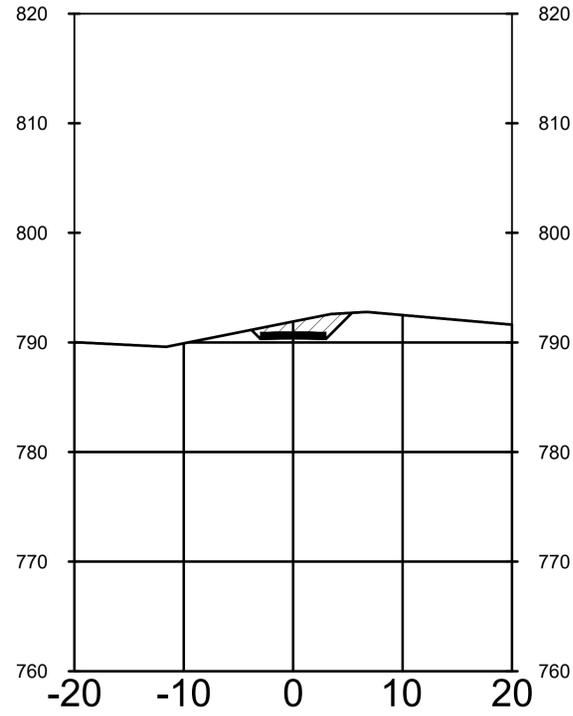
1+300.00



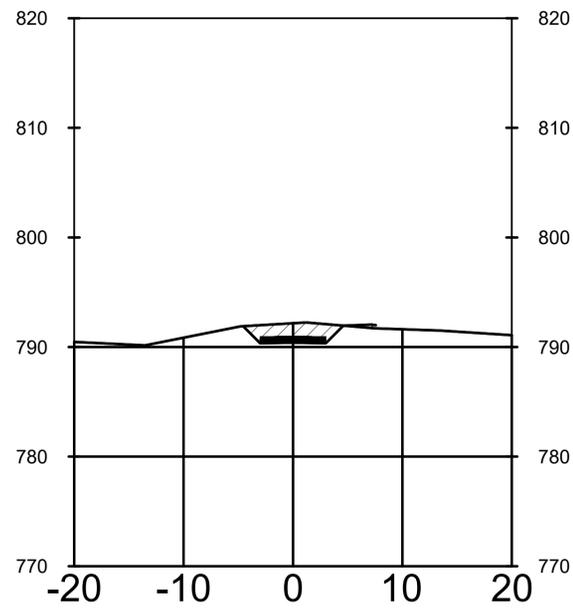
1+330.00



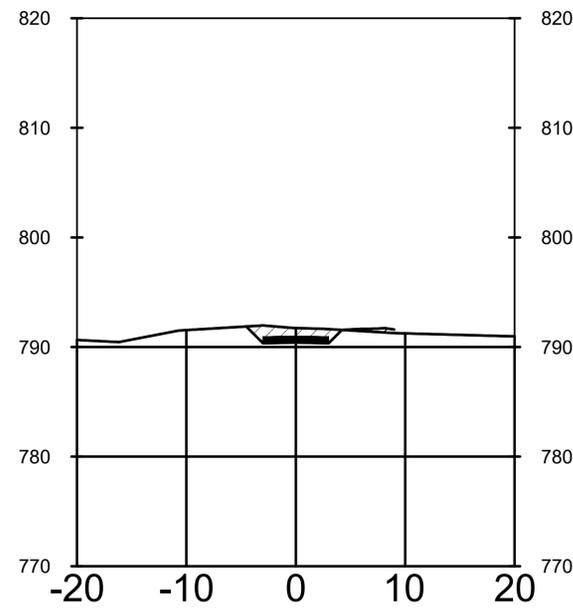
1+280.00



1+320.00



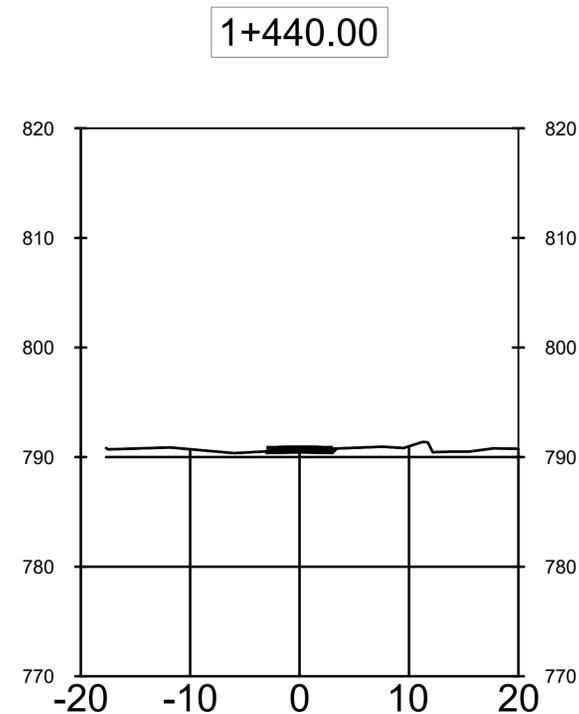
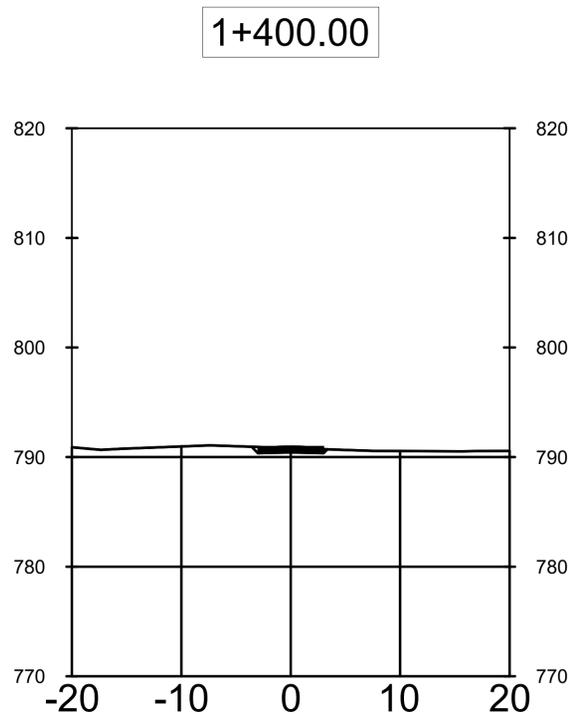
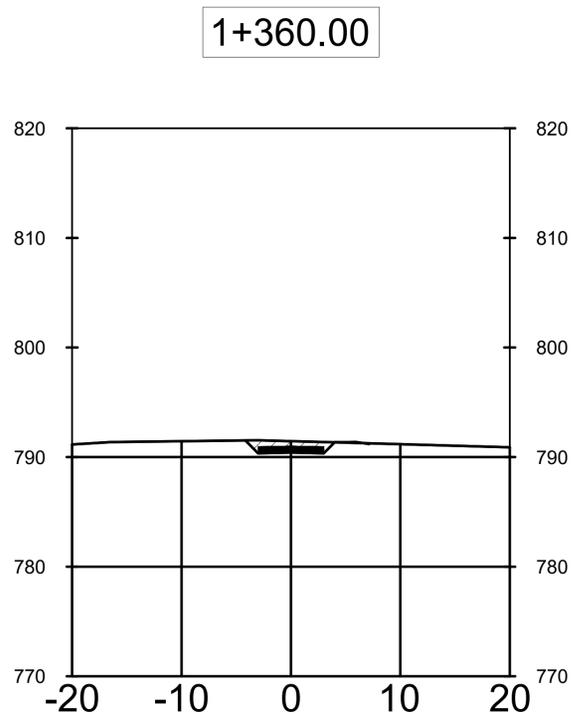
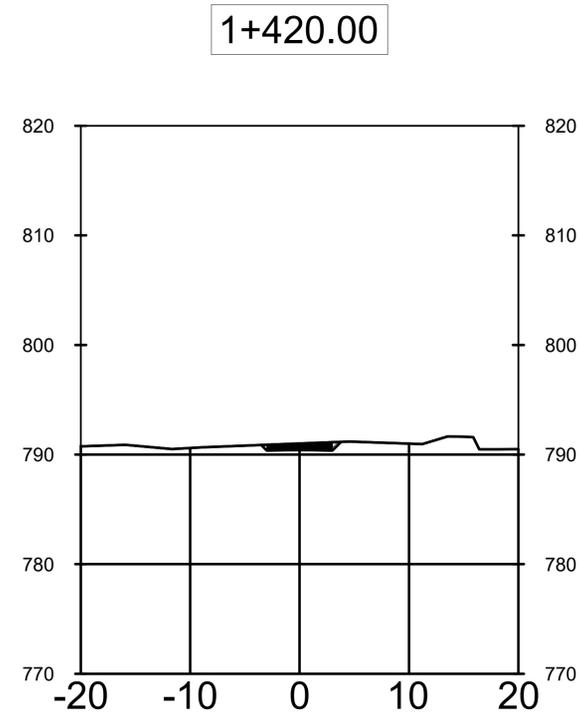
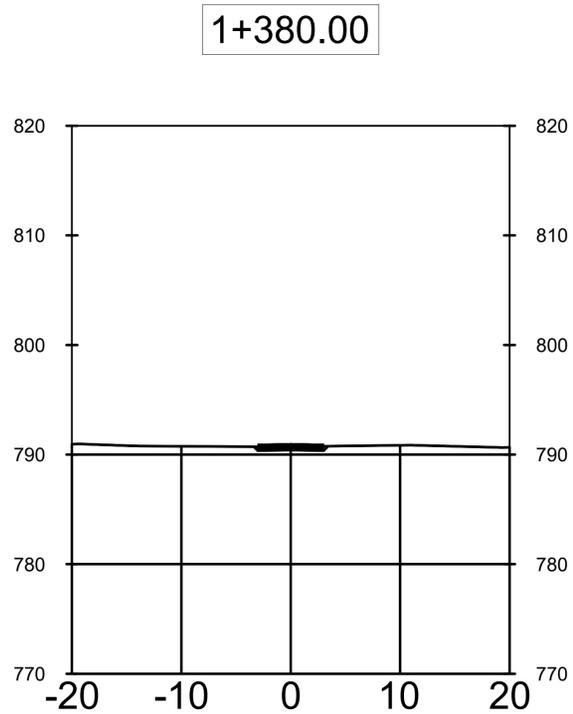
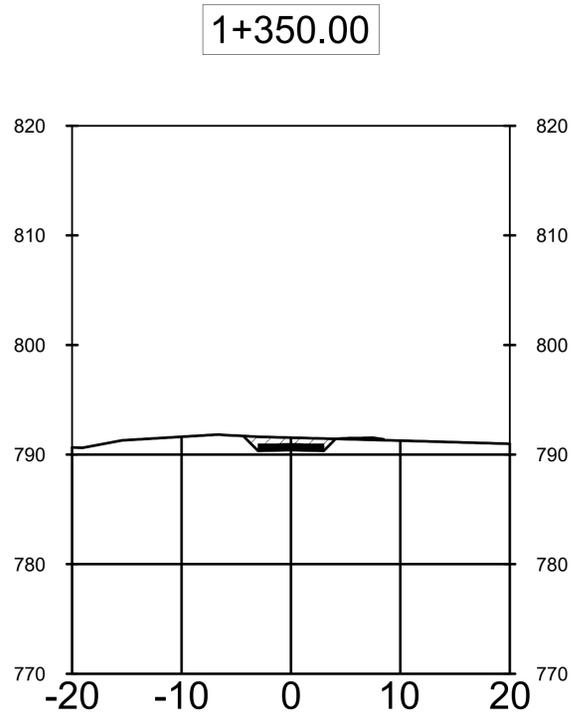
1+340.00



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 80 114

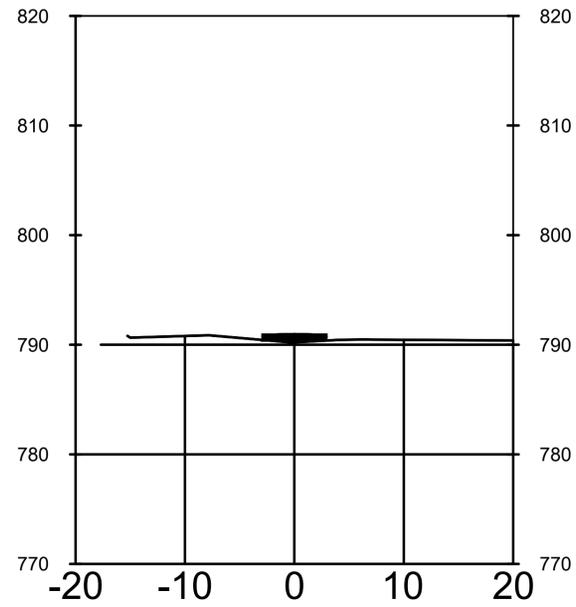


SECCIONES TRANSVERSALES

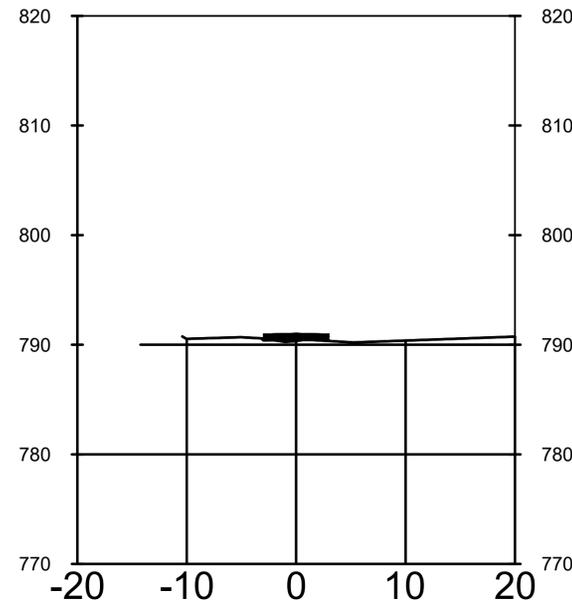
ESCALA 1:300

 MUNI PETAPA <small>Petapa</small>	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 81 <hr style="width: 100%;"/> 114

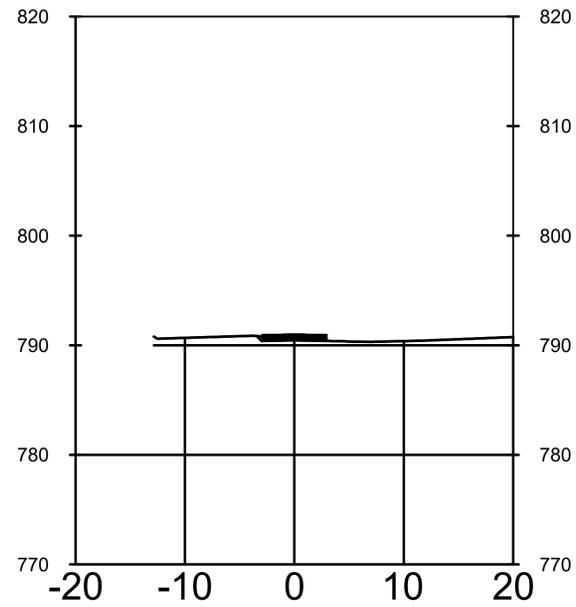
1+460.00



1+500.00



1+480.00

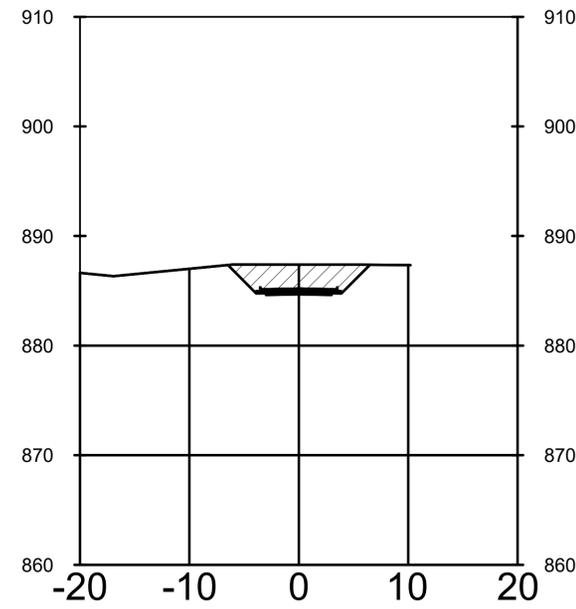


SECCIONES TRANSVERSALES

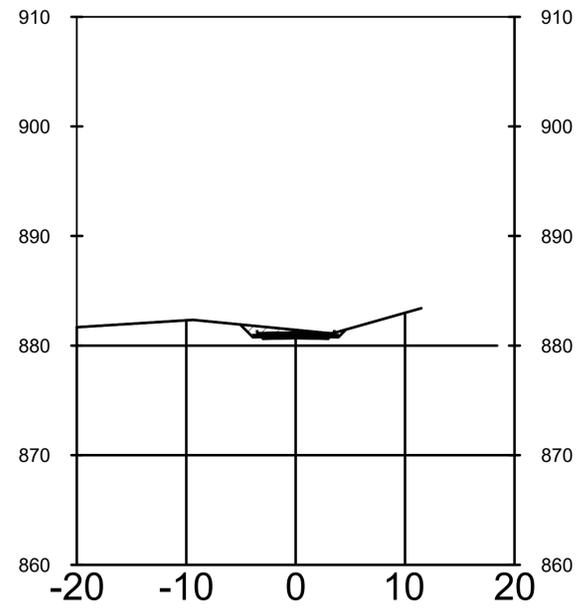
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SAN MIGUEL PETAPA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 82 114

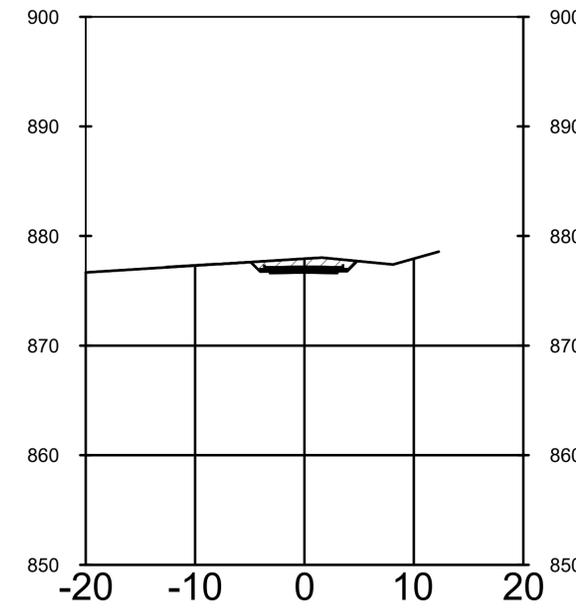
0+020.00



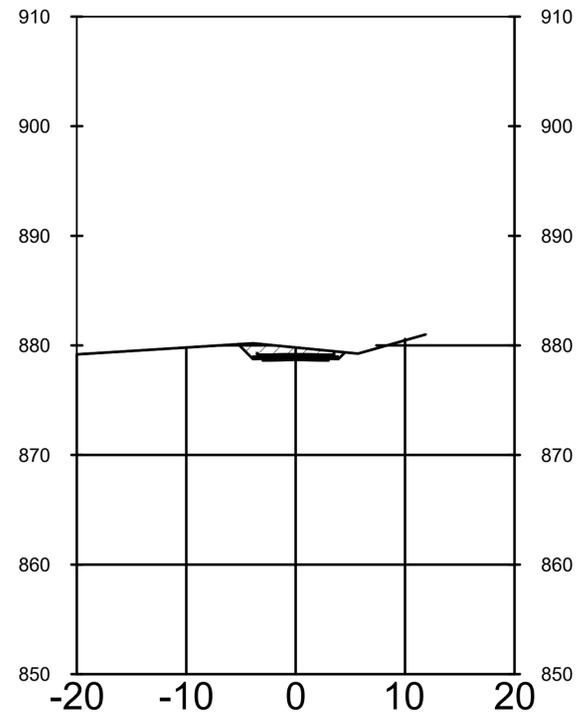
0+060.00



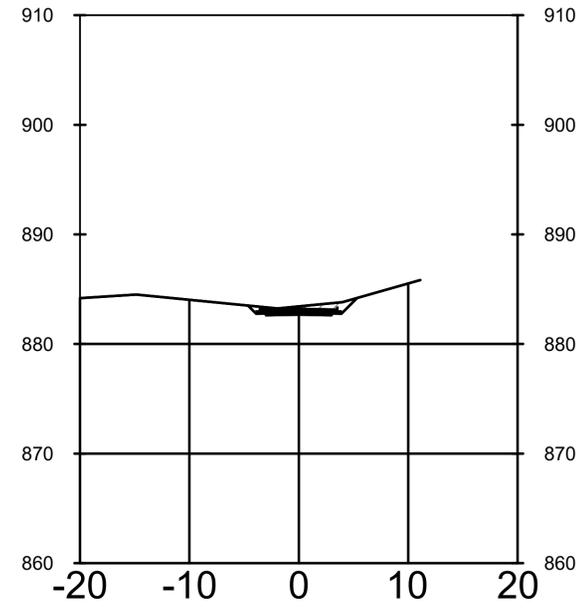
0+100.00



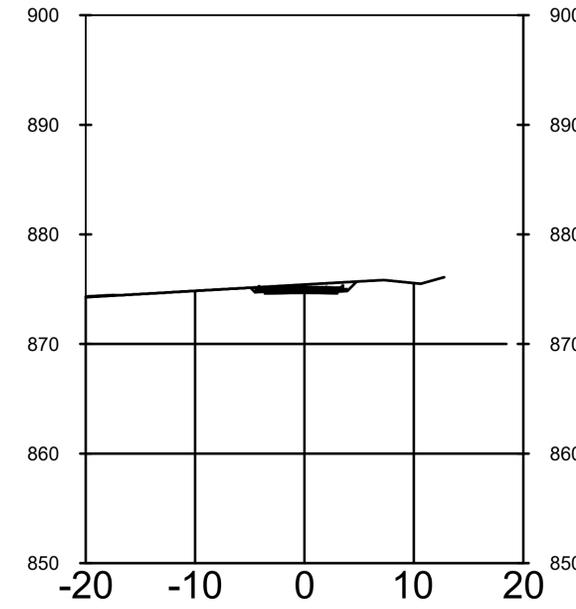
0+080.00



0+040.00



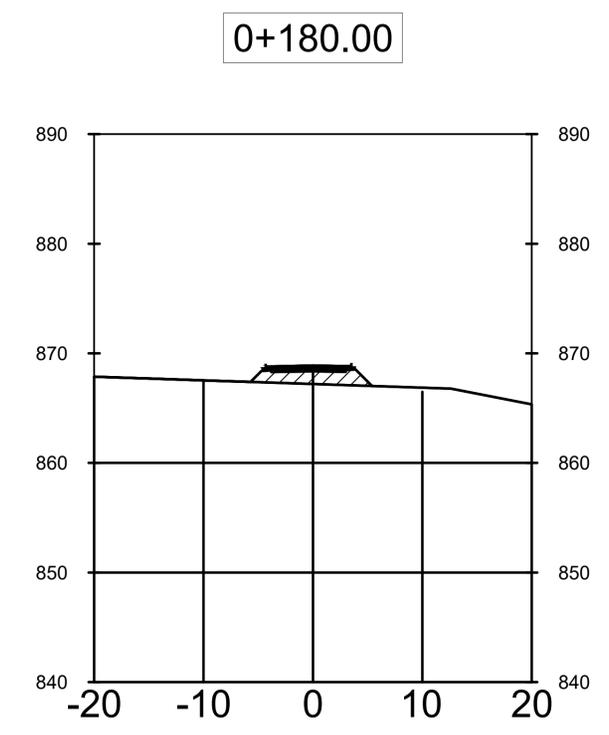
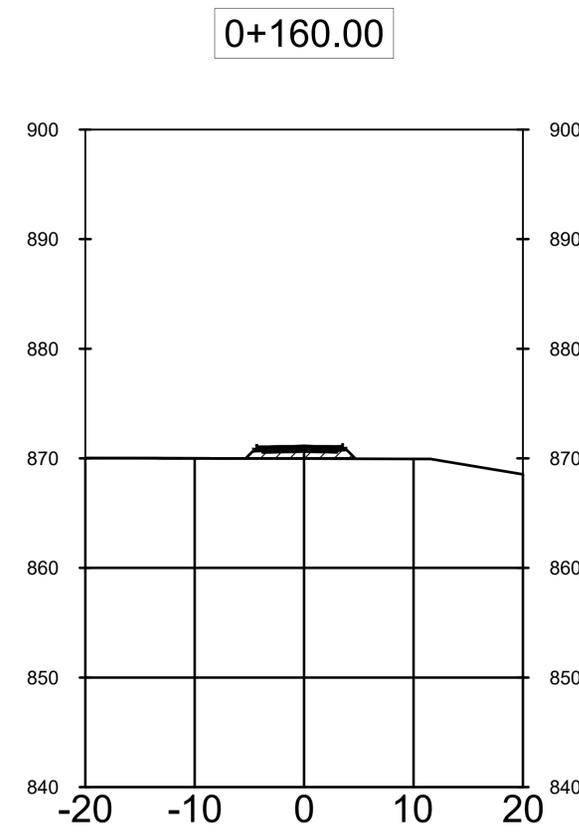
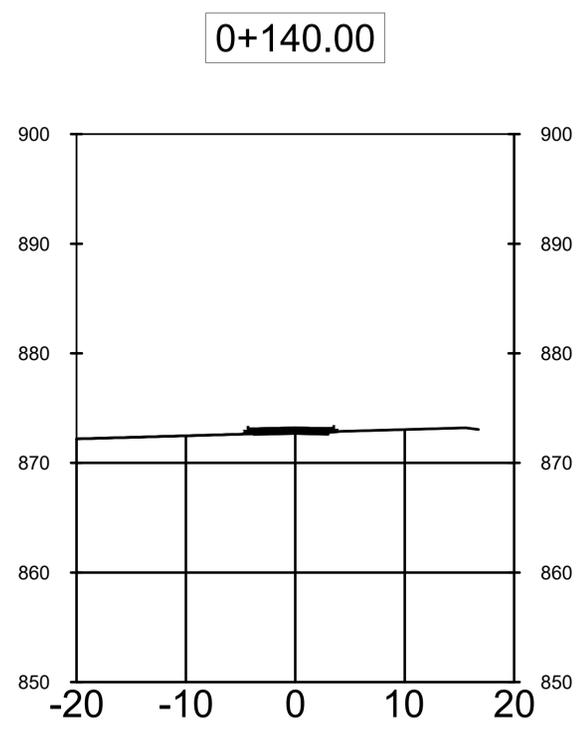
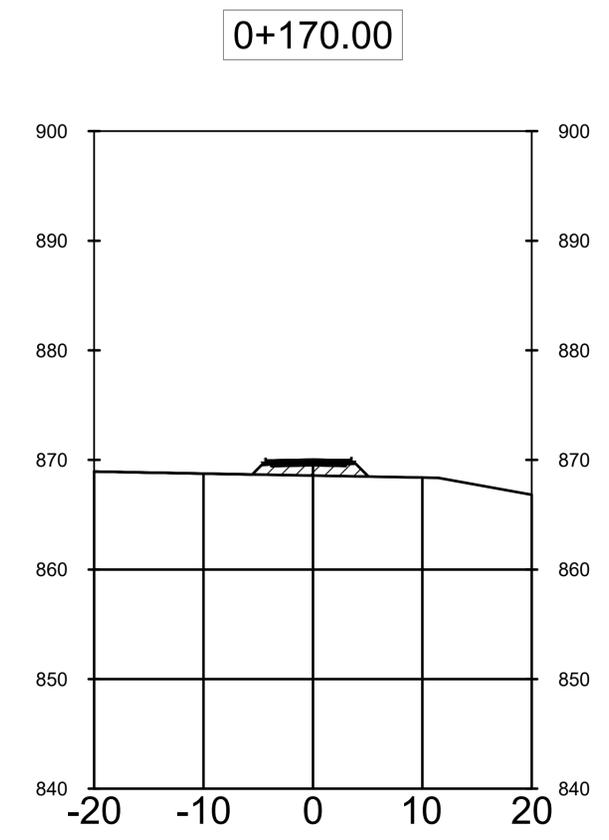
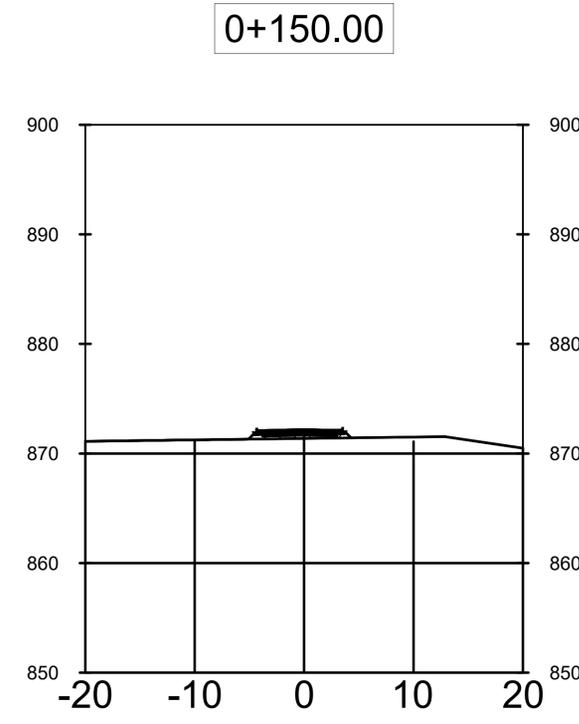
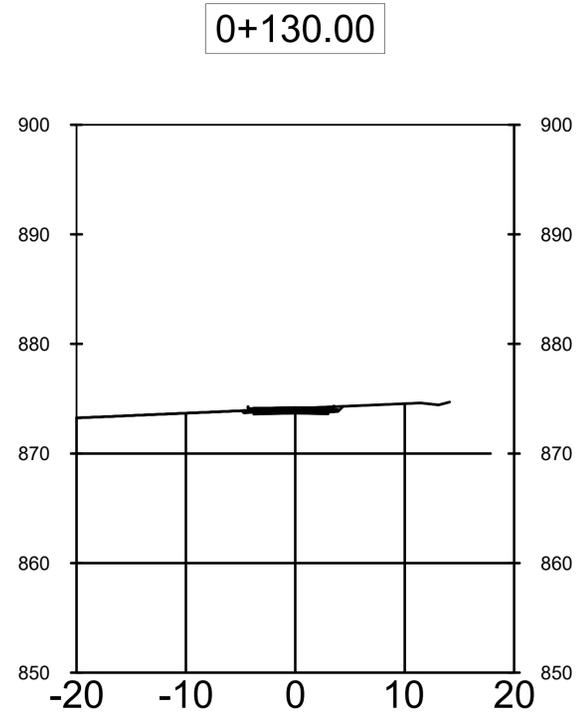
0+120.00



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

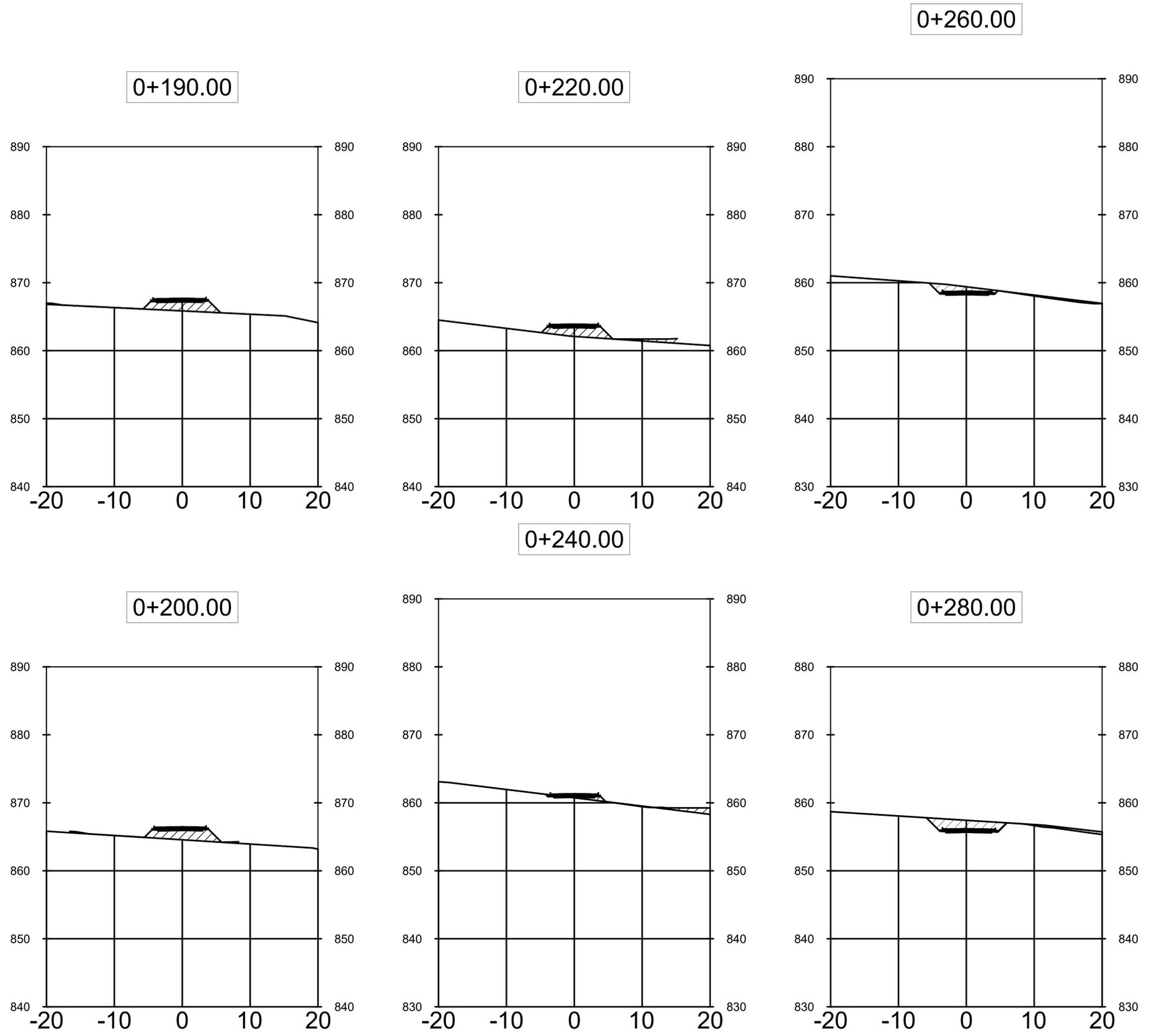
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 83 / 114



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

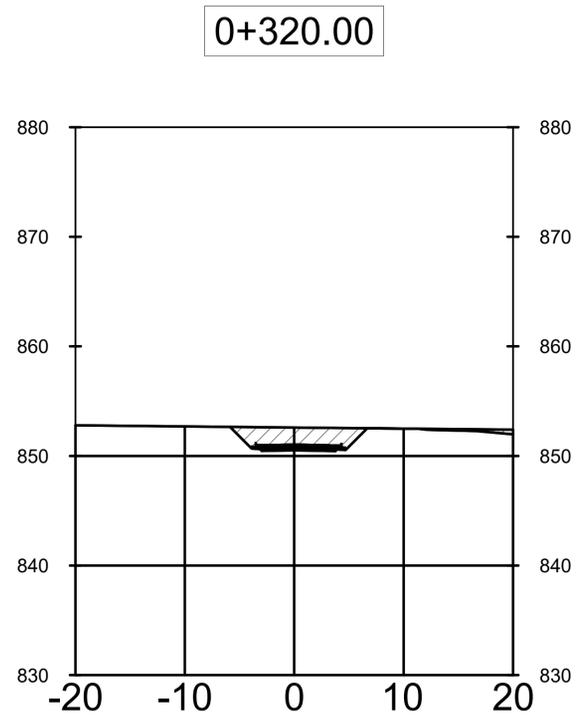
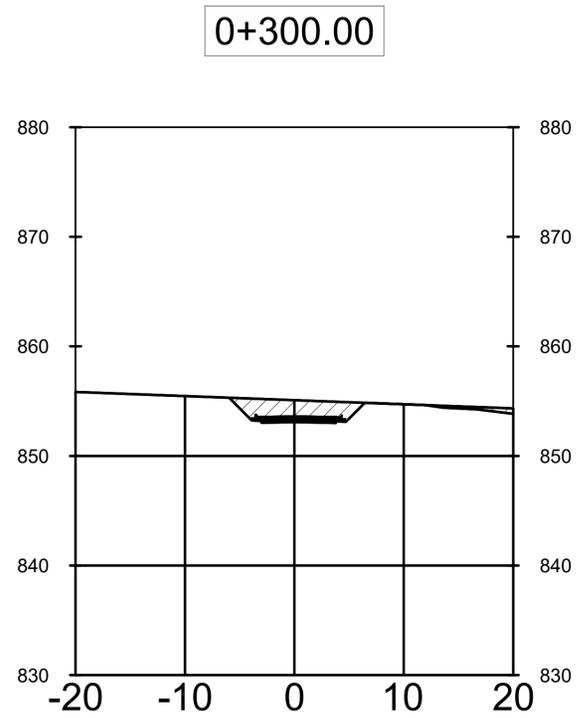
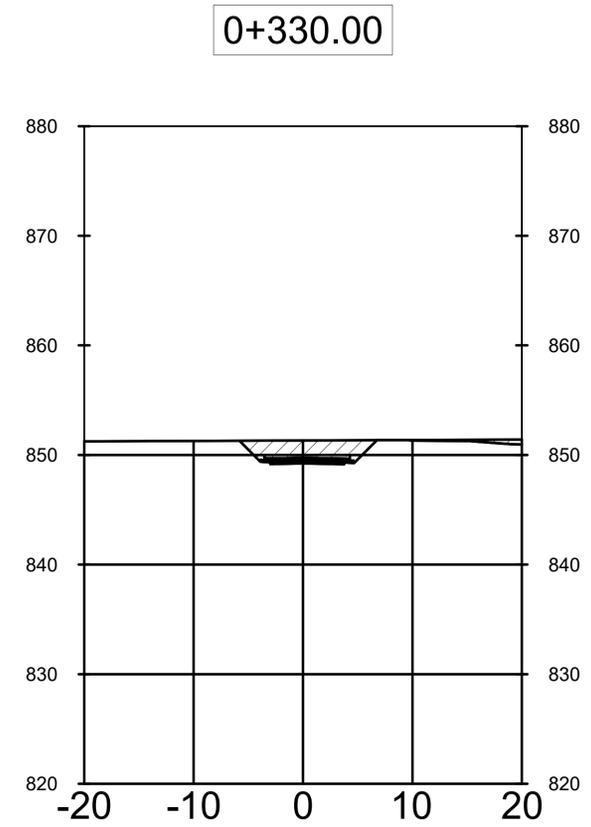
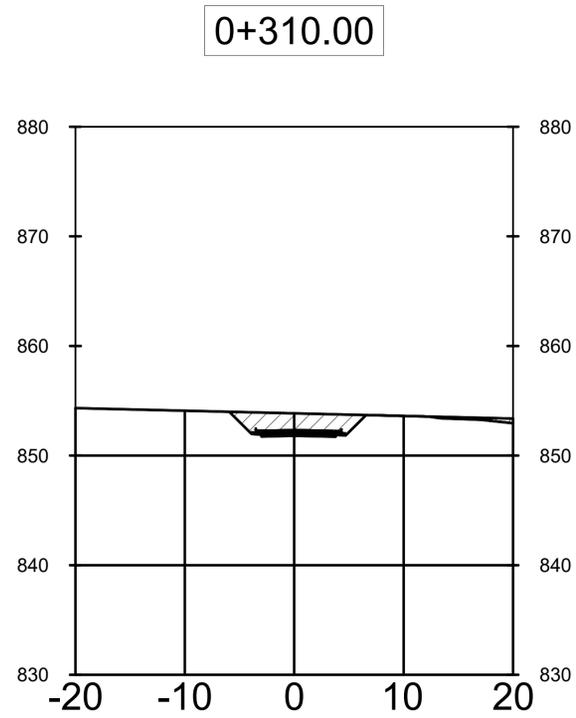
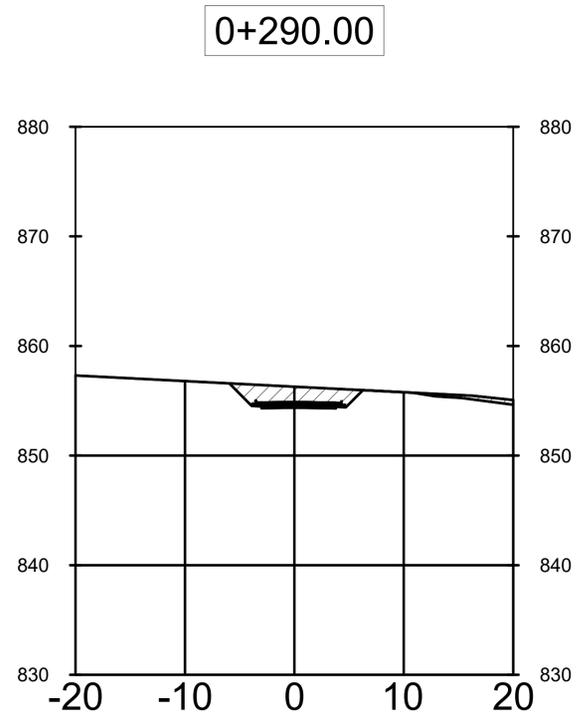
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 83 114



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 85
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	114

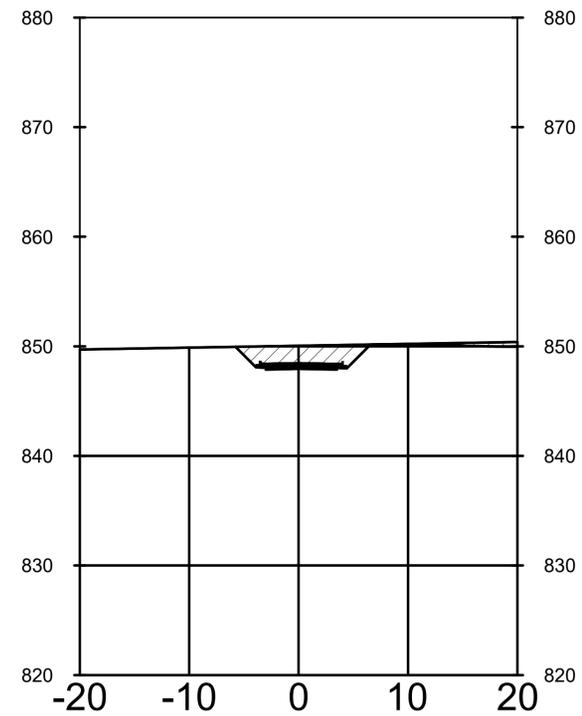


SECCIONES TRANSVERSALES

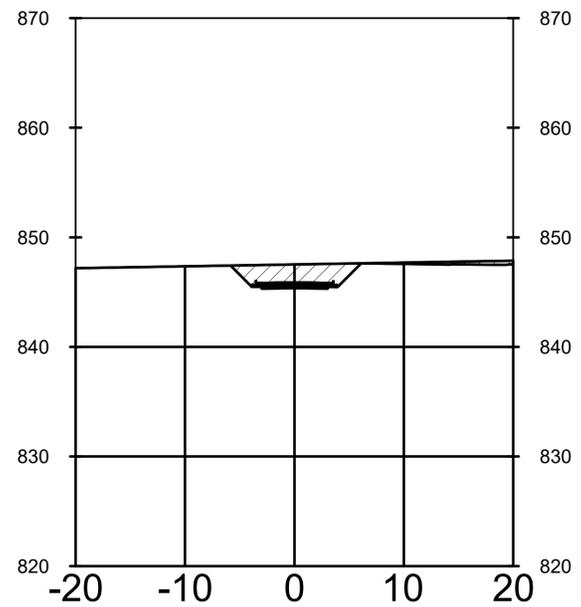
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 86 114

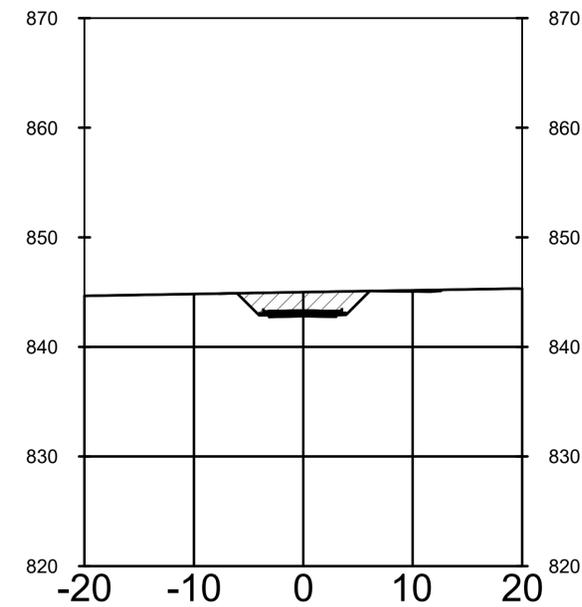
0+340.00



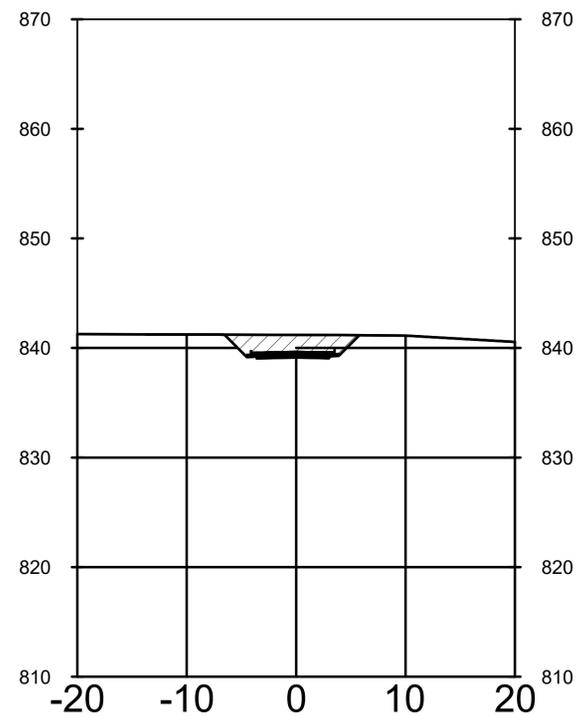
0+360.00



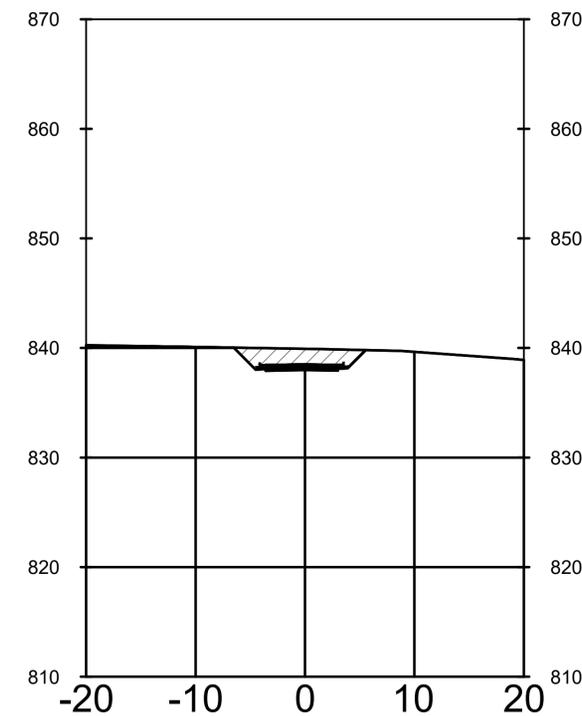
0+380.00



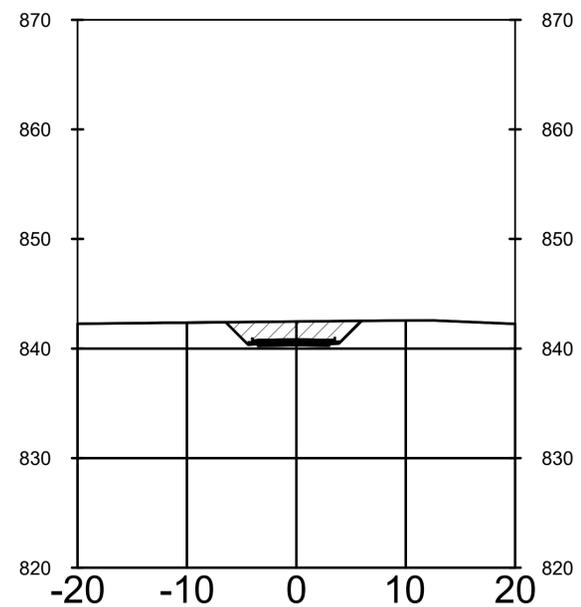
0+410.00



0+420.00



0+400.00

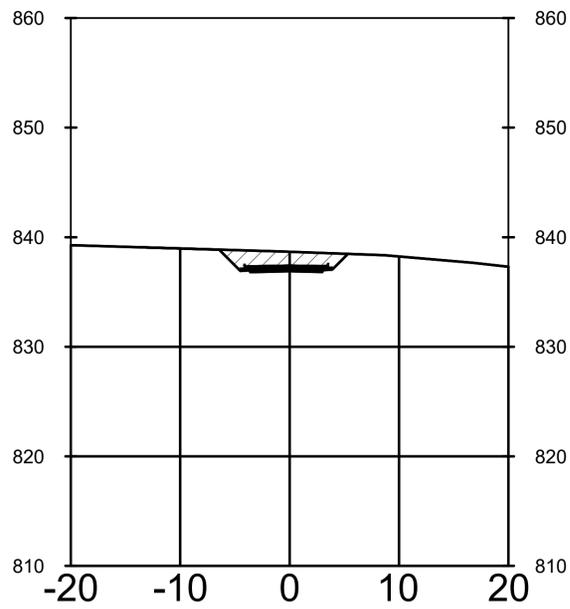


SECCIONES TRANSVERSALES

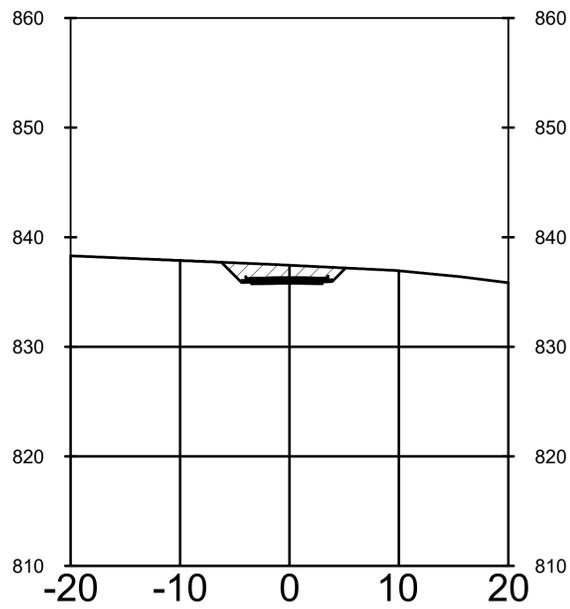
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 87 114

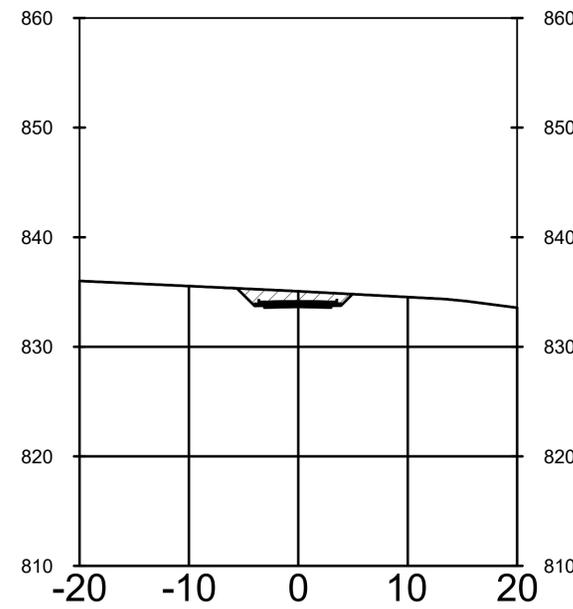
0+430.00



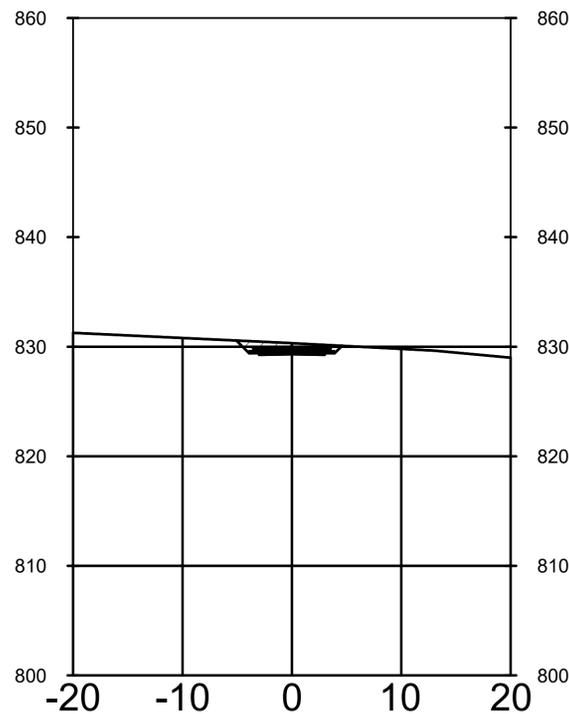
0+440.00



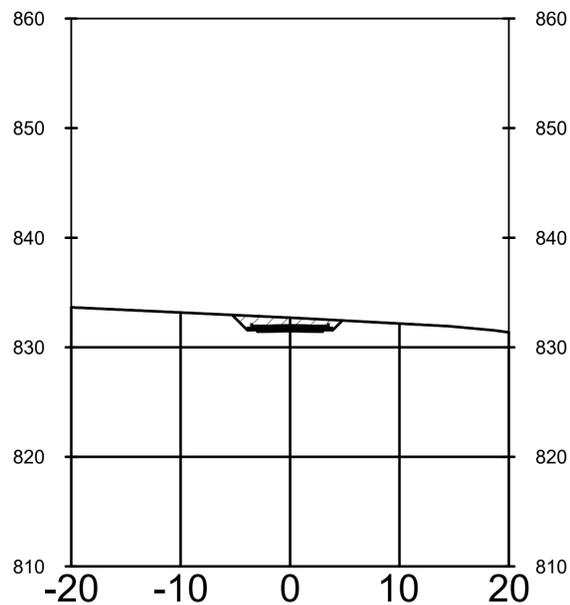
0+460.00



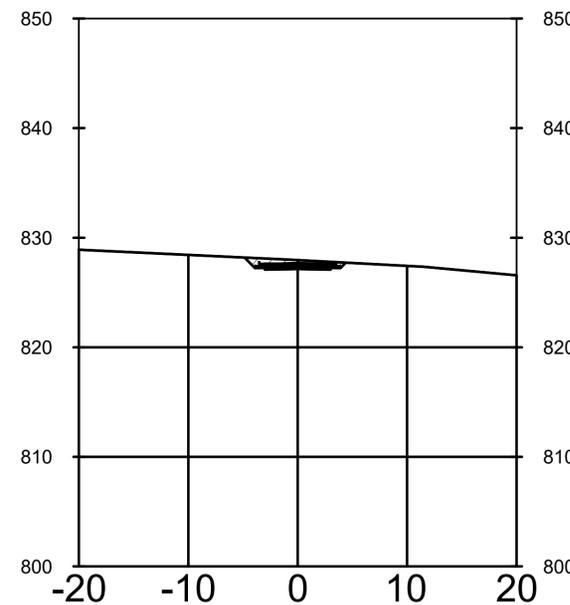
0+500.00



0+480.00



0+520.00

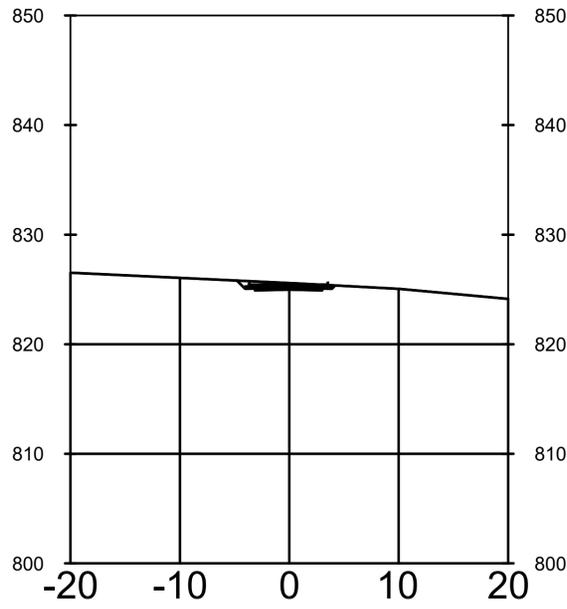


SECCIONES TRANSVERSALES

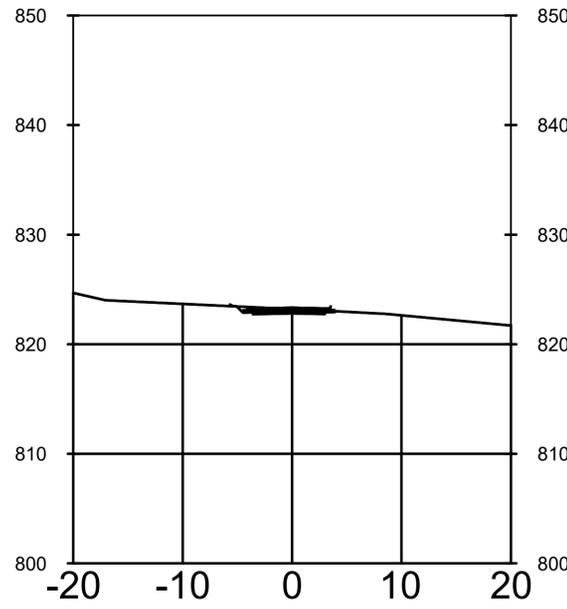
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 88 114

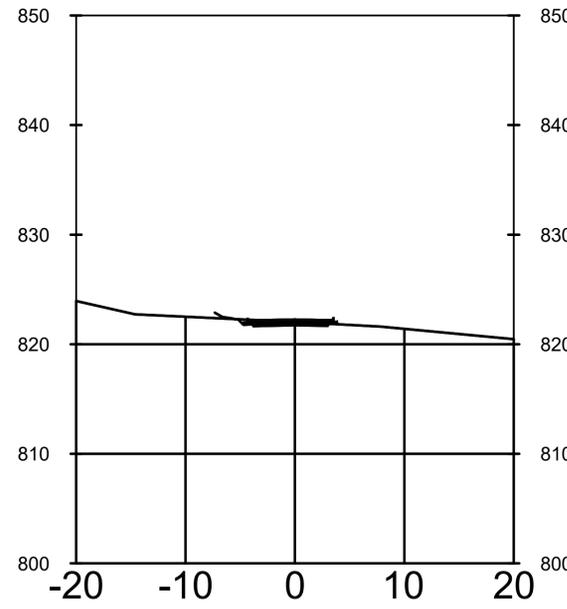
0+540.00



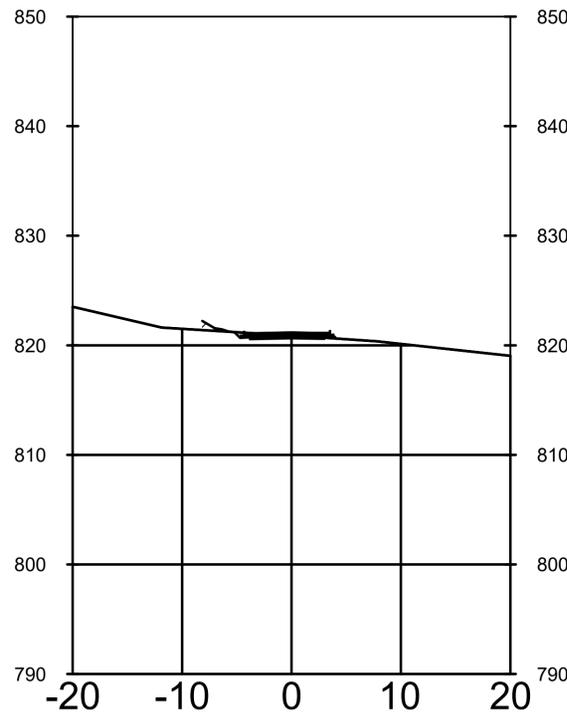
0+560.00



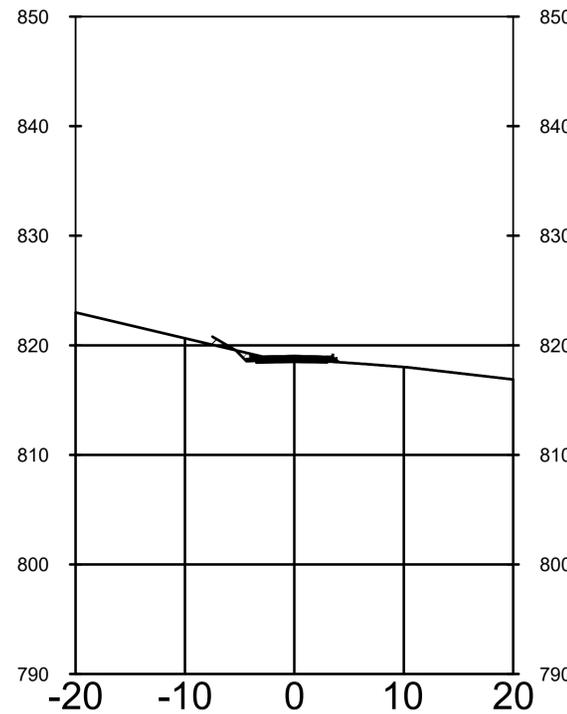
0+570.00



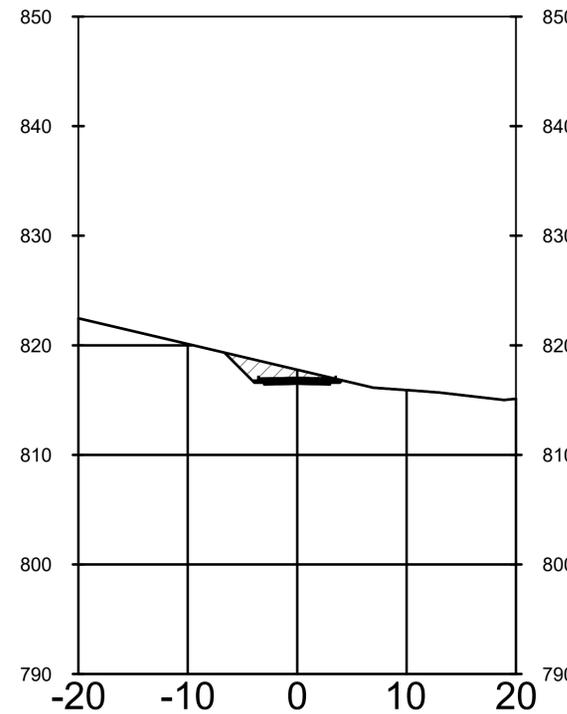
0+580.00



0+600.00



0+620.00

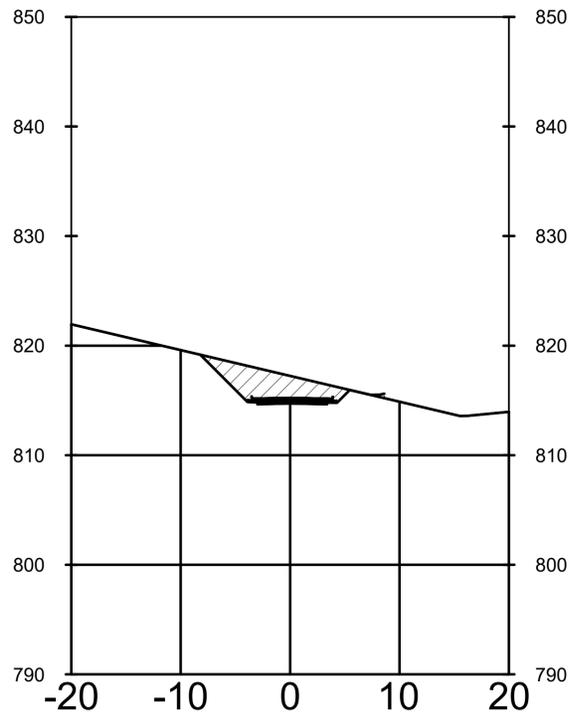


SECCIONES TRANSVERSALES

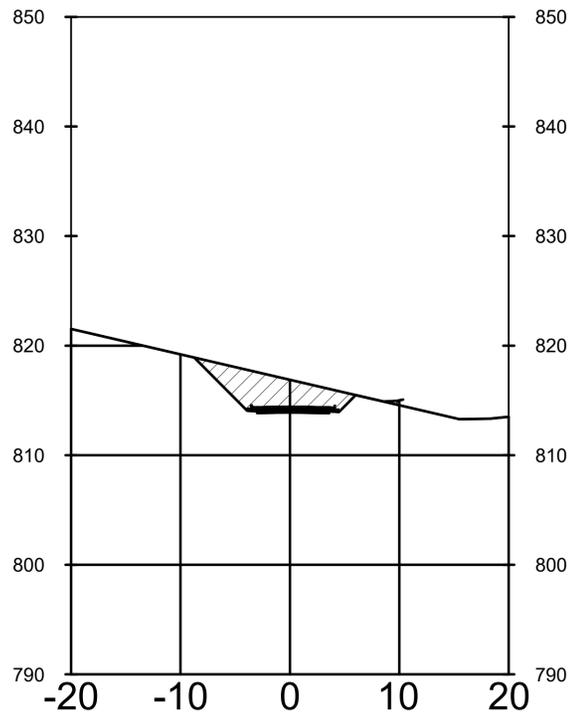
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 89 114

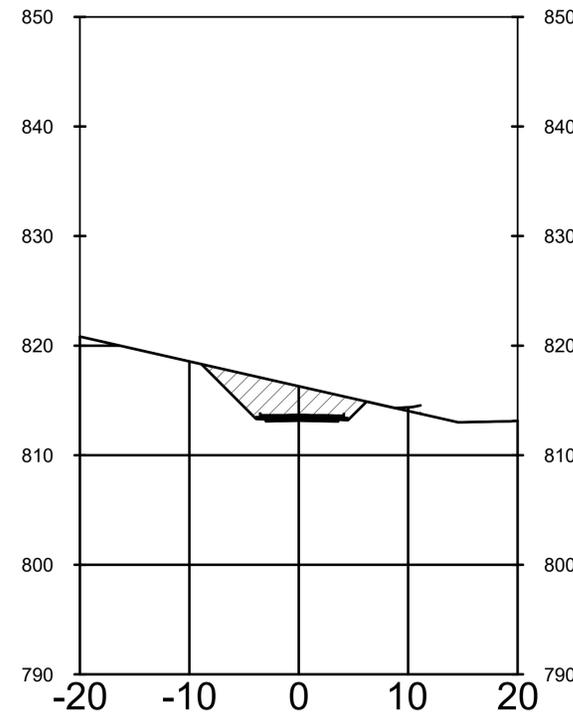
0+640.00



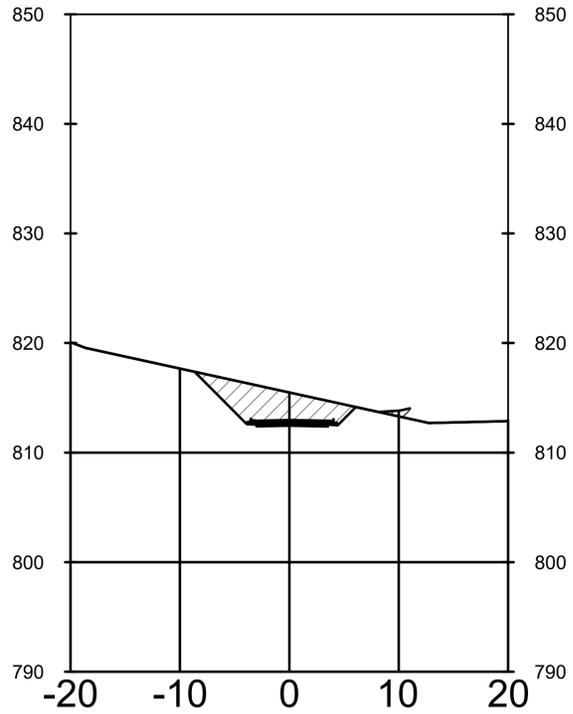
0+650.00



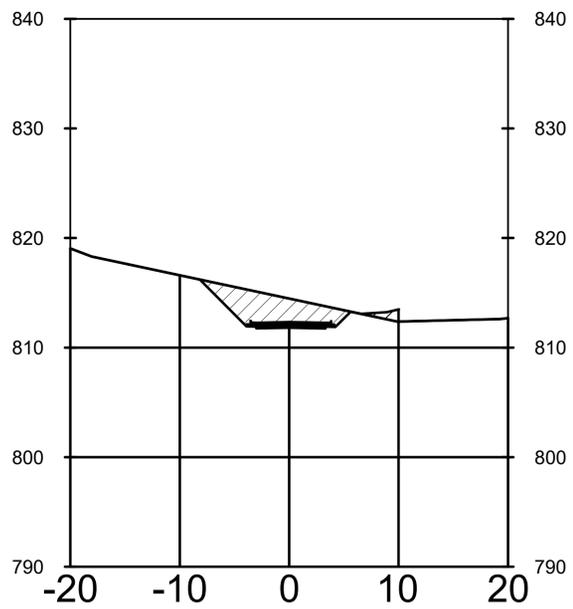
0+660.00



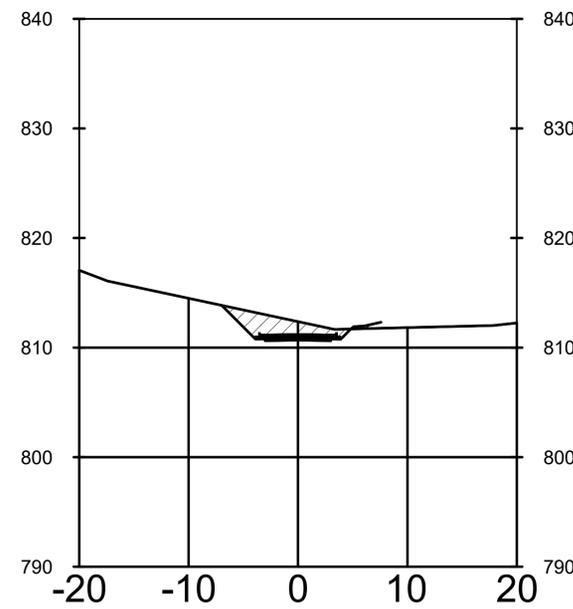
0+670.00



0+680.00



0+700.00

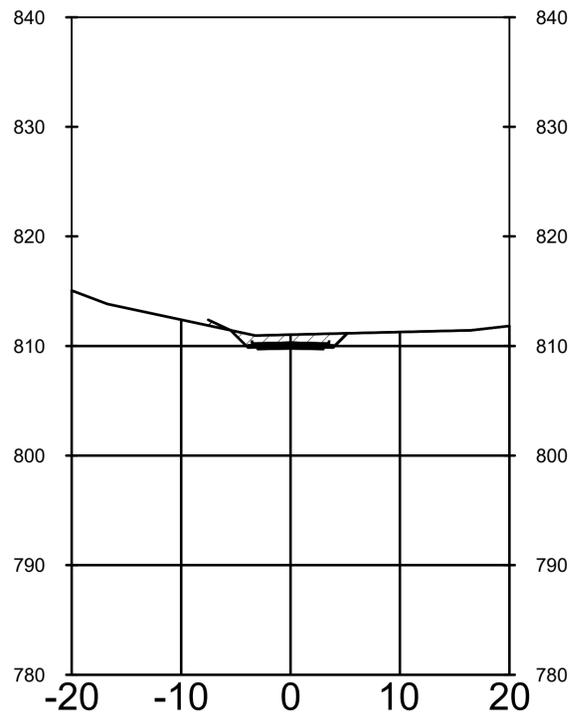


SECCIONES TRANSVERSALES

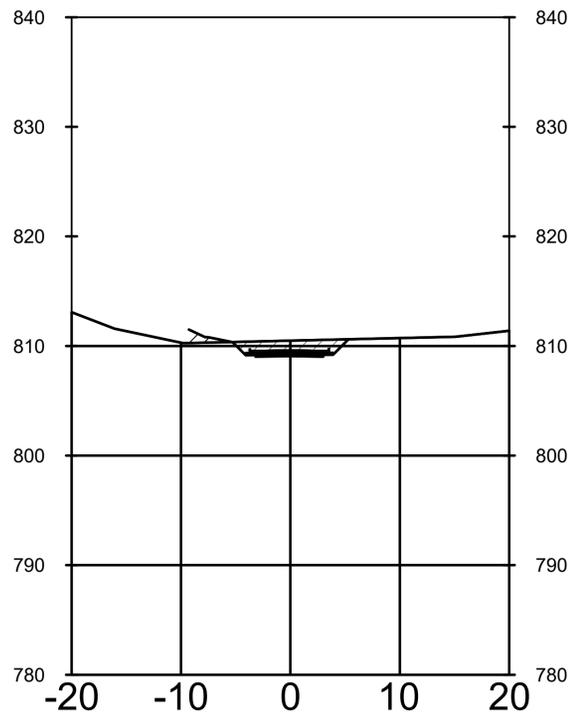
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 90
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	114

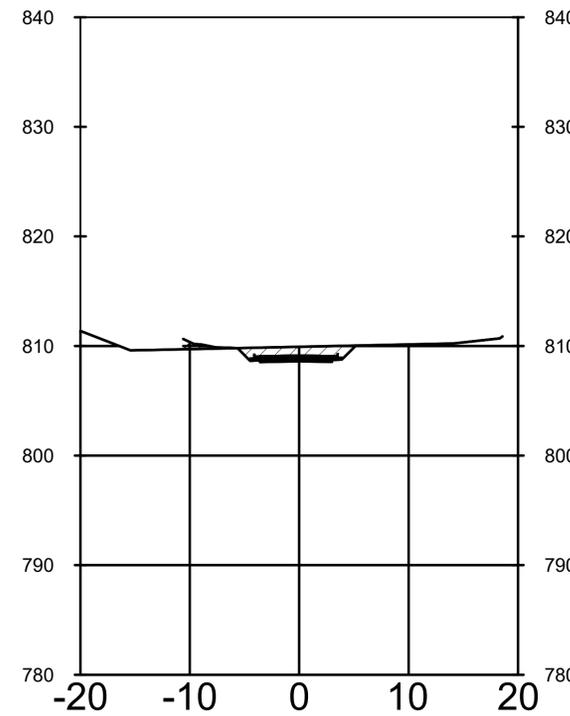
0+720.00



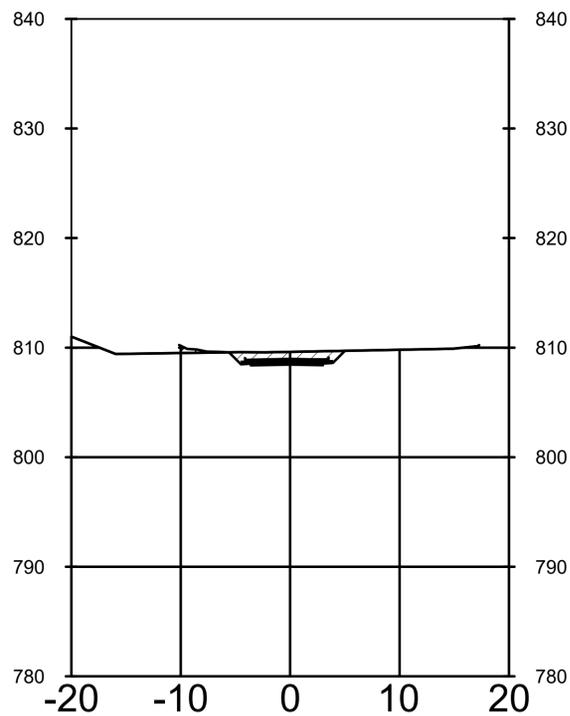
0+740.00



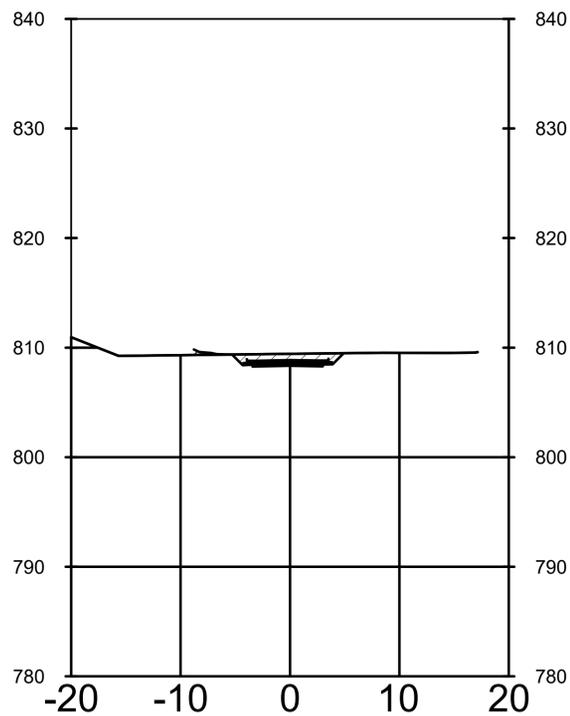
0+760.00



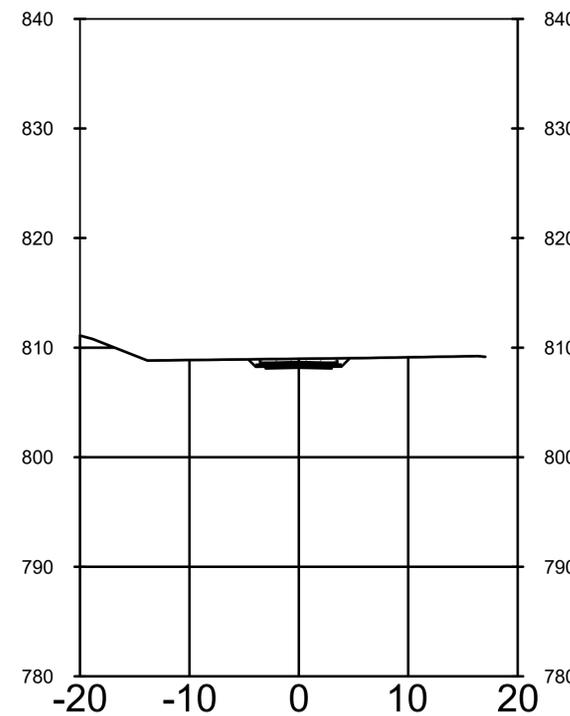
0+770.00



0+780.00



0+800.00

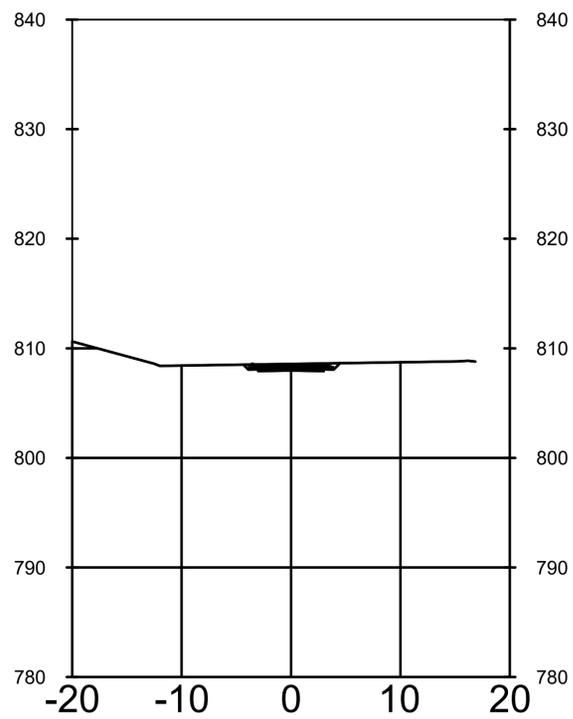


SECCIONES TRANSVERSALES

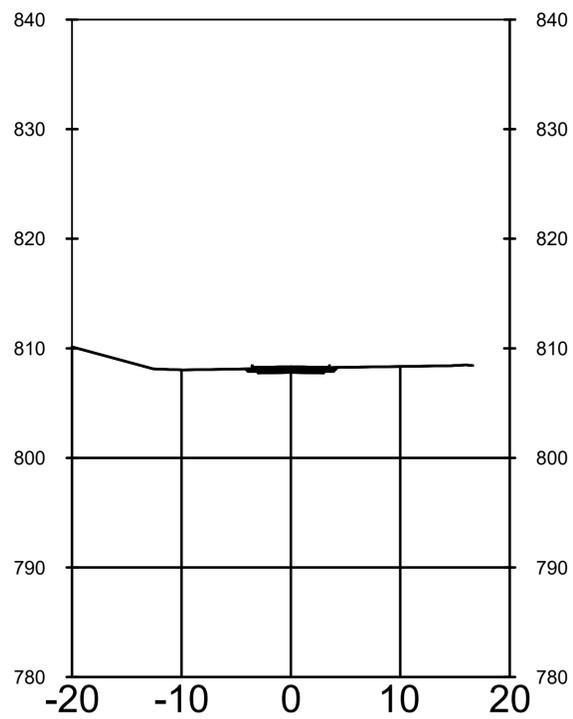
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 91 114

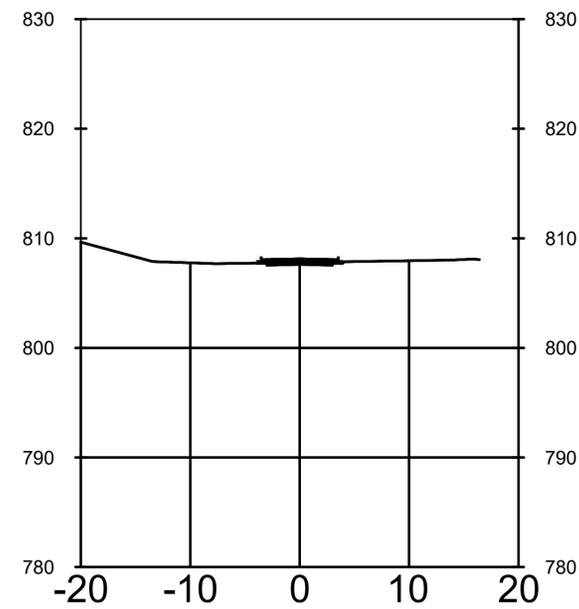
0+820.00



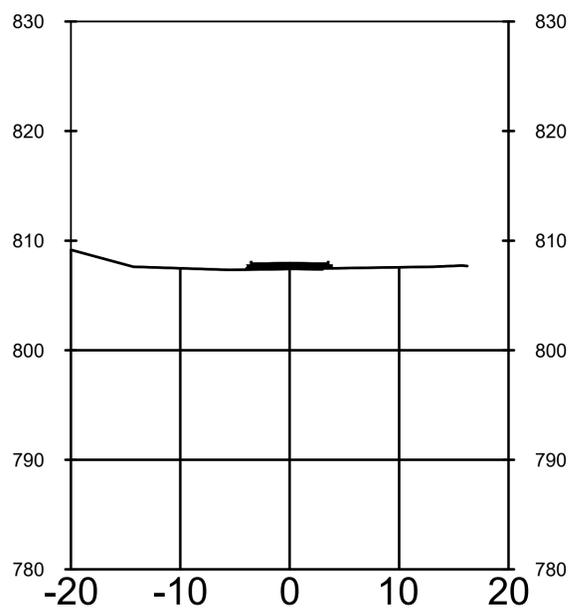
0+840.00



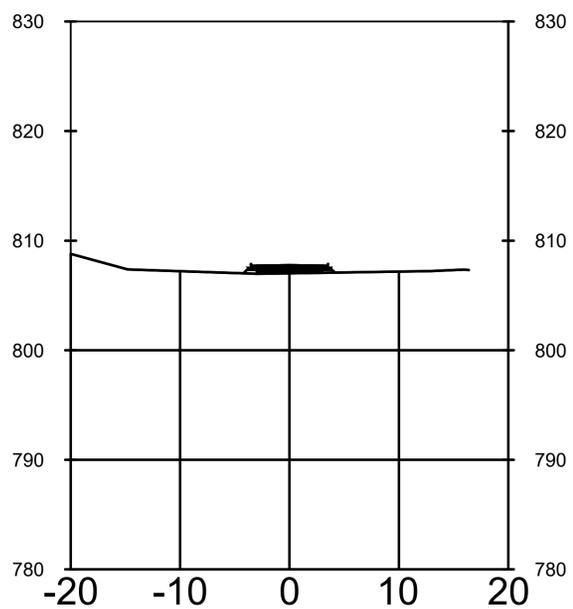
0+860.00



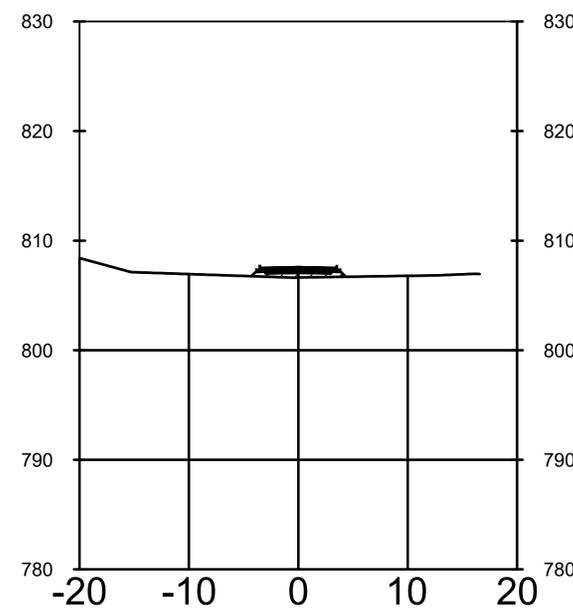
0+880.00



0+900.00



0+920.00

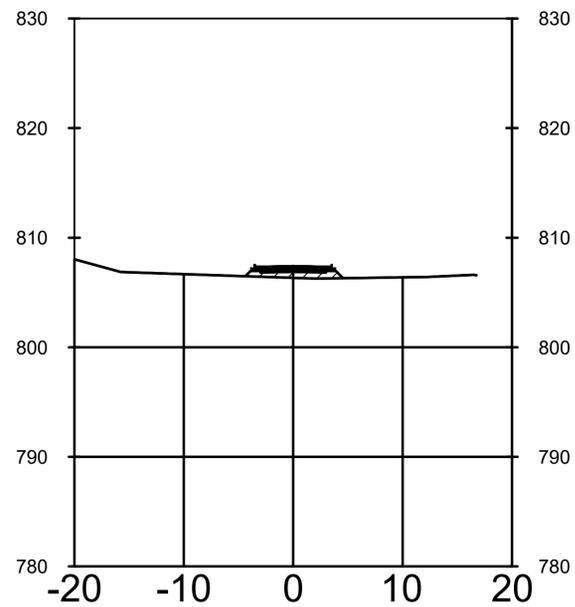


SECCIONES TRANSVERSALES

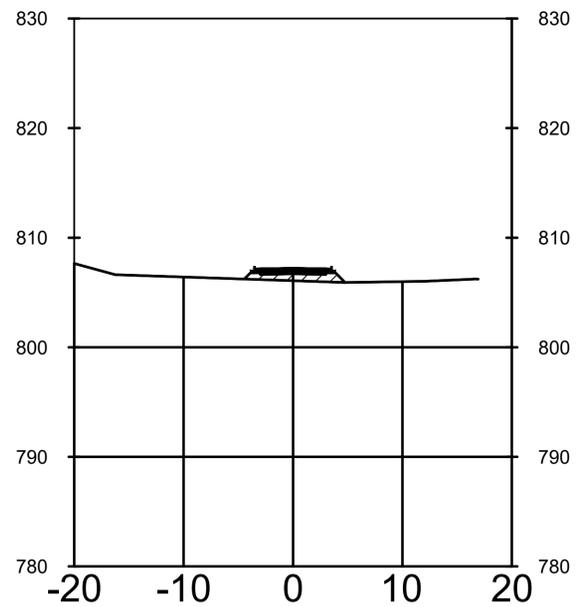
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 92 114

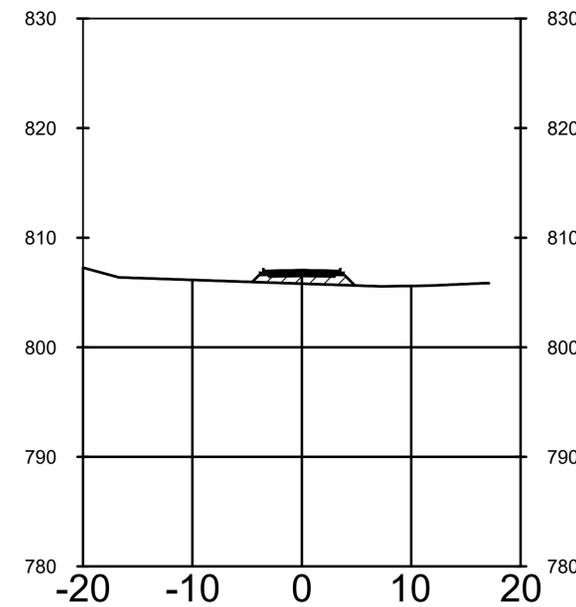
0+940.00



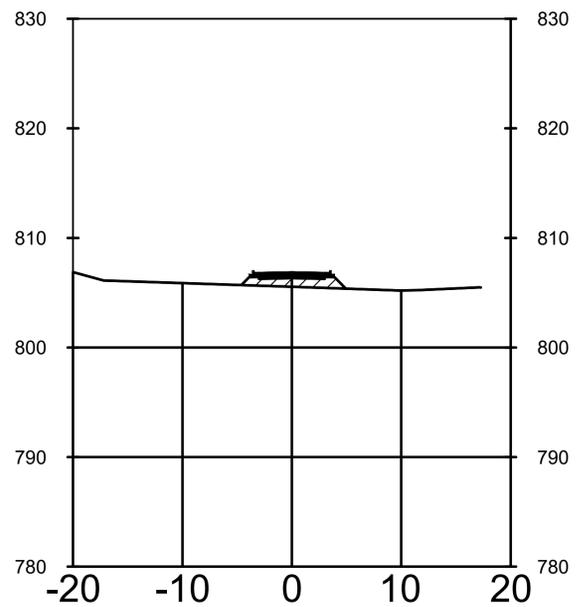
0+960.00



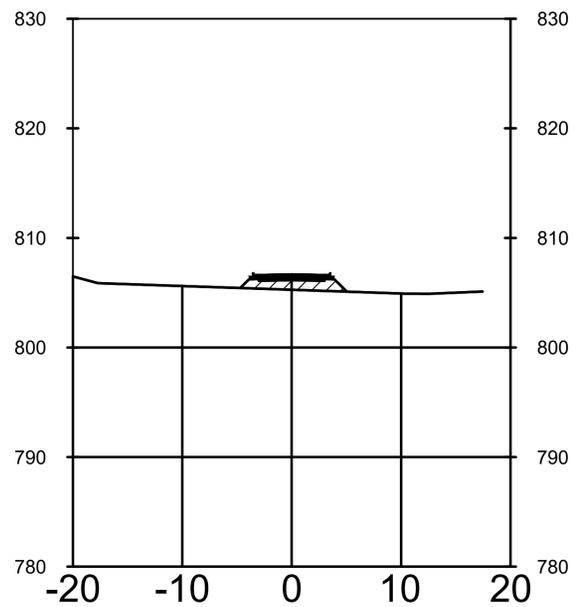
0+980.00



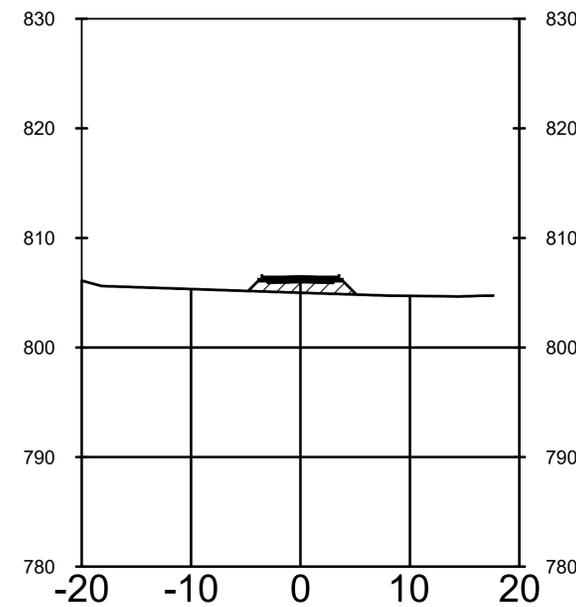
1+000.00



1+020.00



1+040.00

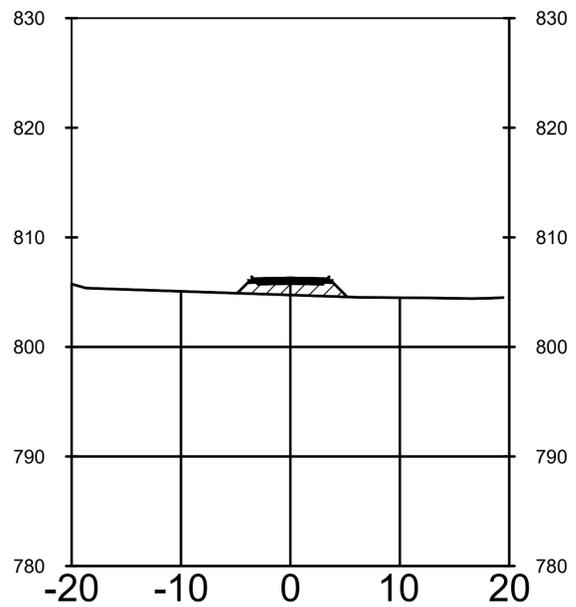


SECCIONES TRANSVERSALES

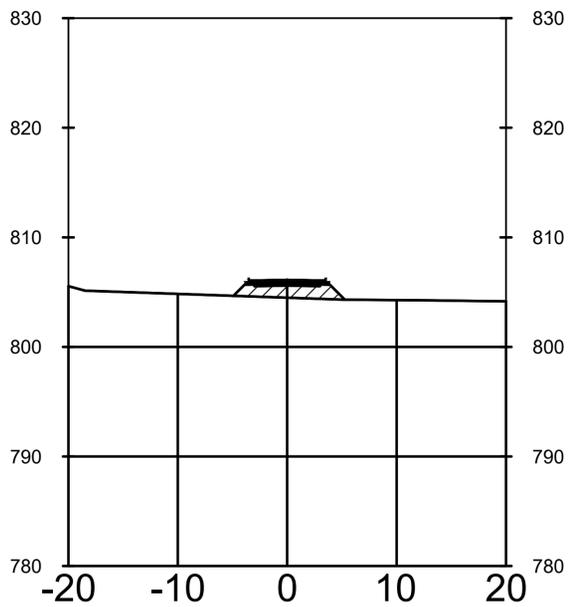
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 93 114

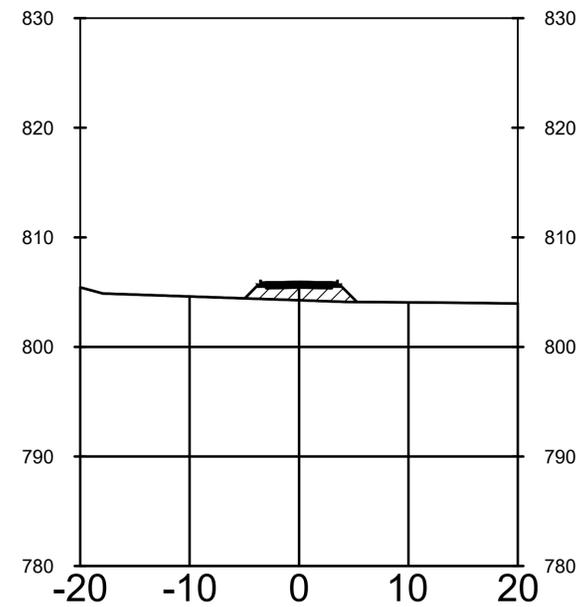
1+060.00



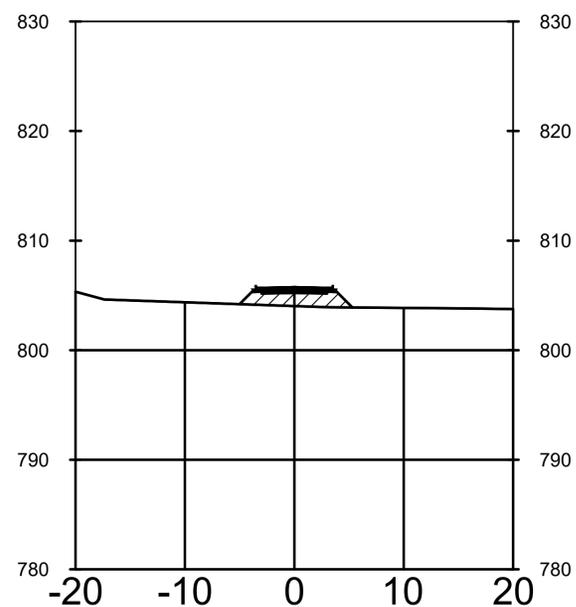
1+080.00



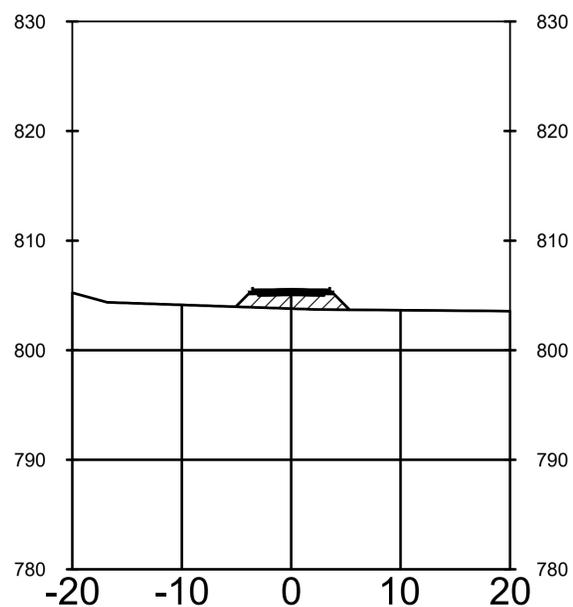
1+100.00



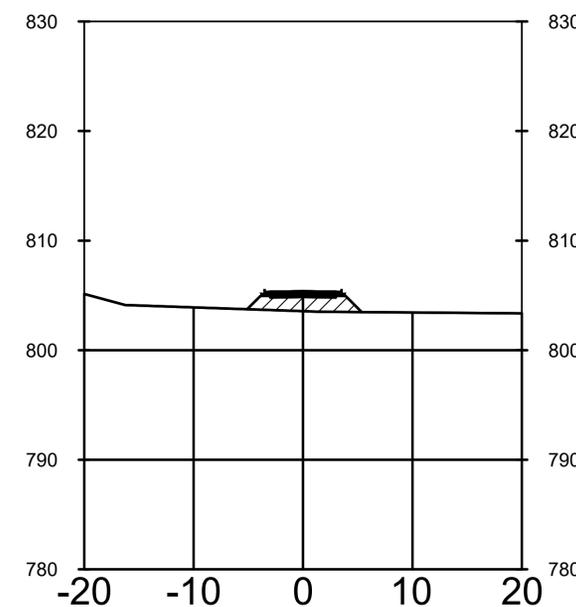
1+120.00



1+140.00



1+160.00

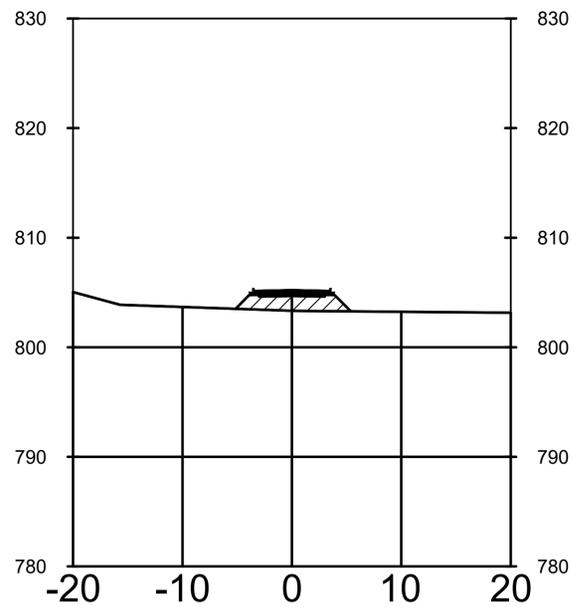


SECCIONES TRANSVERSALES

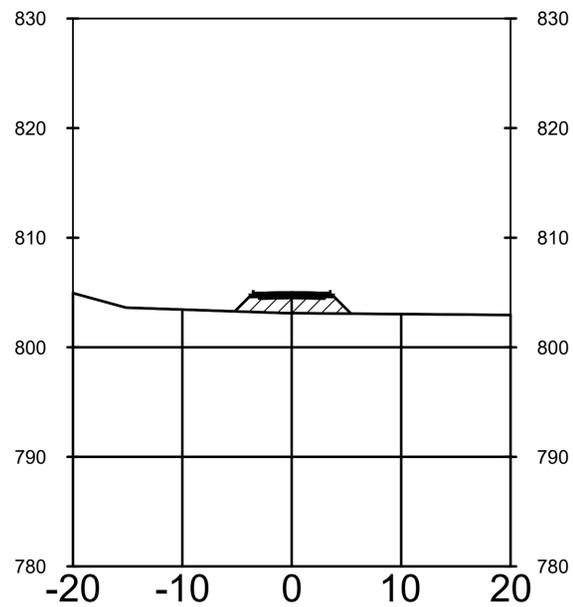
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 94 114

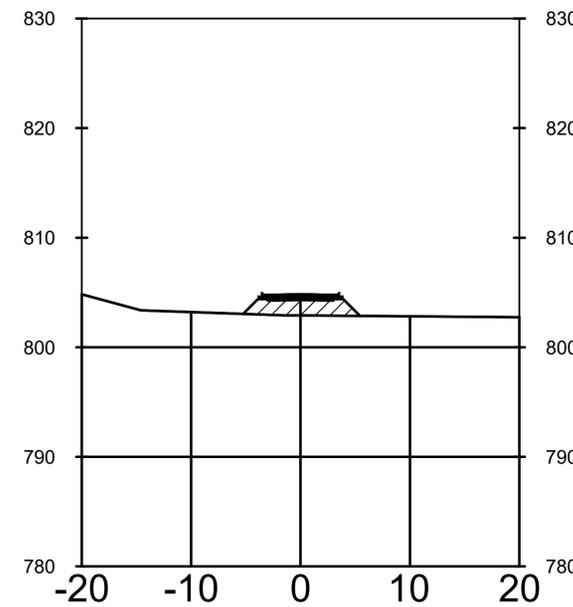
1+180.00



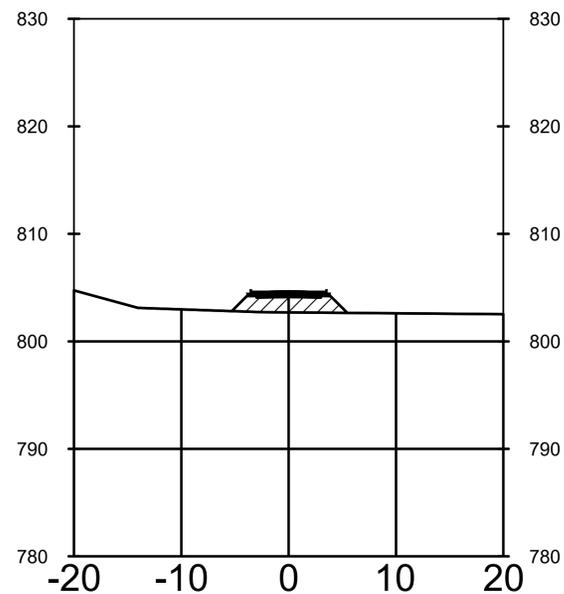
1+200.00



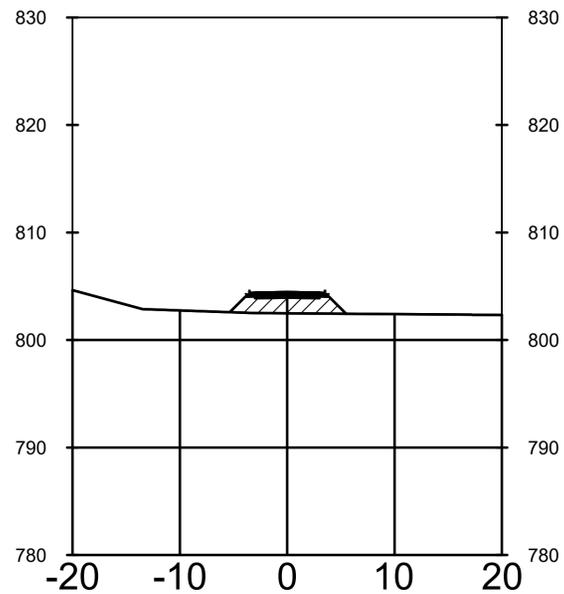
1+220.00



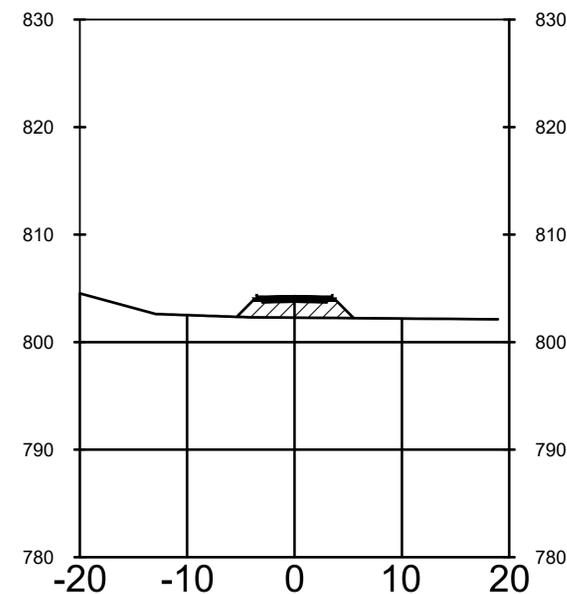
1+240.00



1+260.00



1+280.00

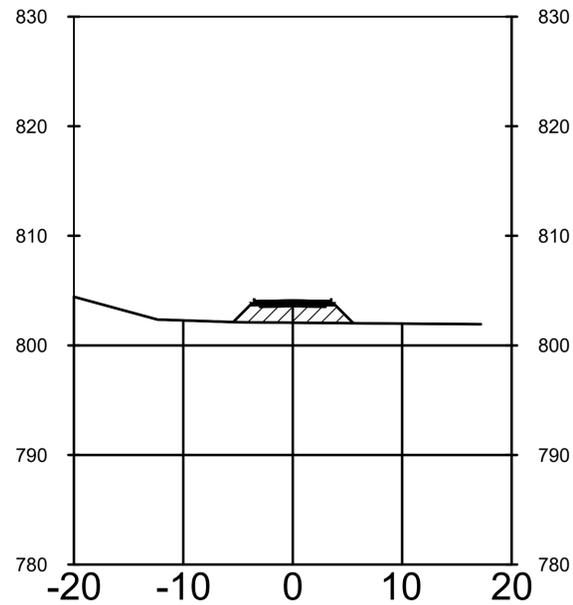


SECCIONES TRANSVERSALES

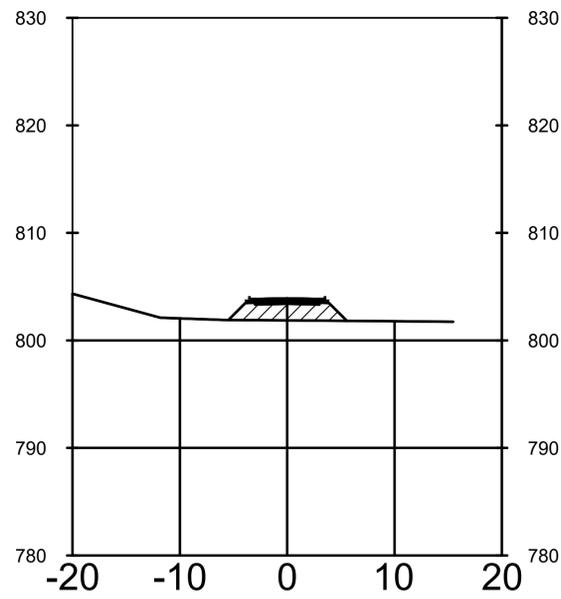
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 95 114

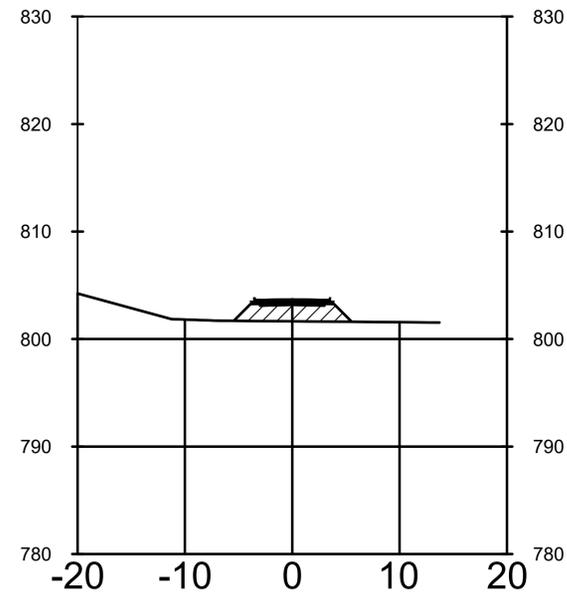
1+300.00



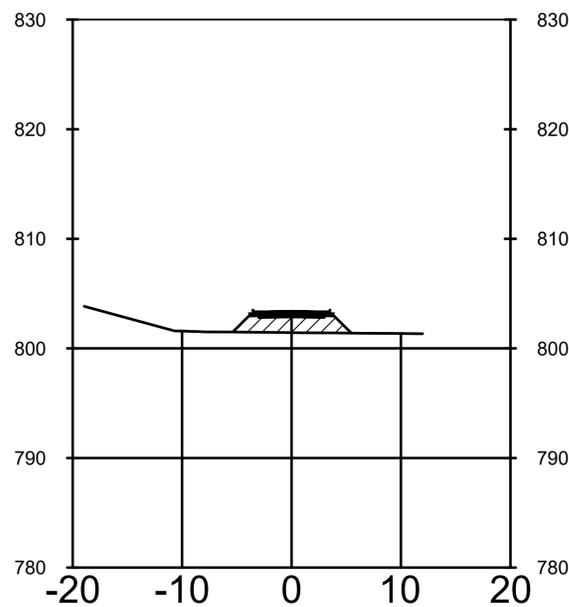
1+320.00



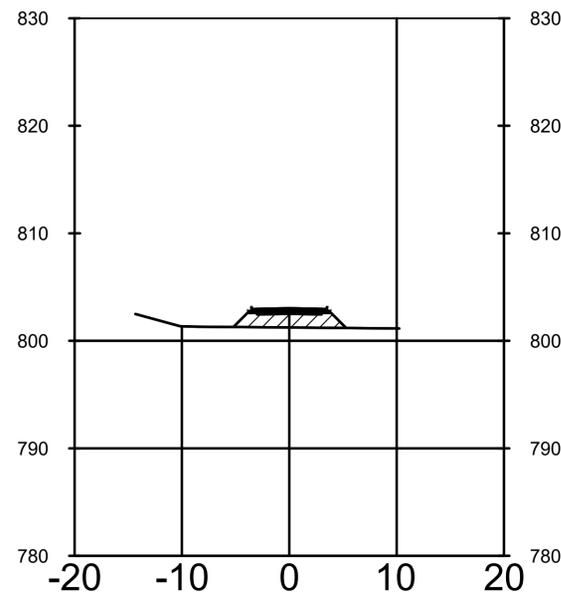
1+340.00



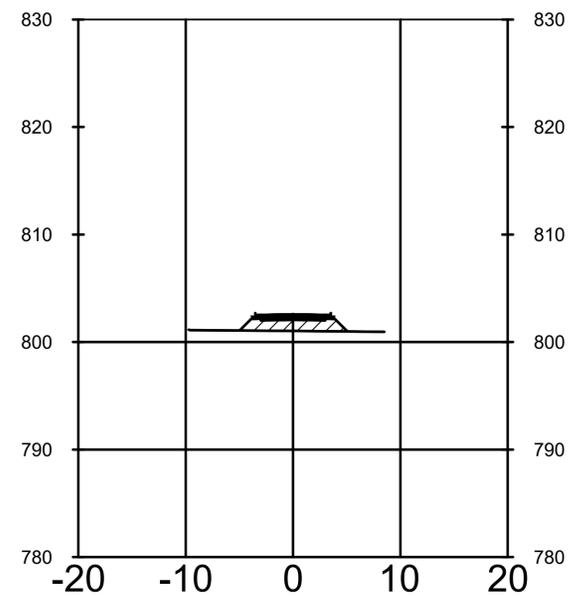
1+360.00



1+380.00



1+400.00

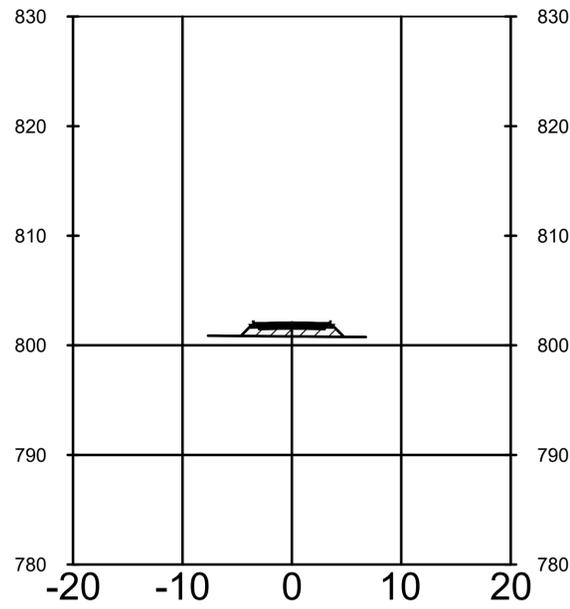


SECCIONES TRANSVERSALES

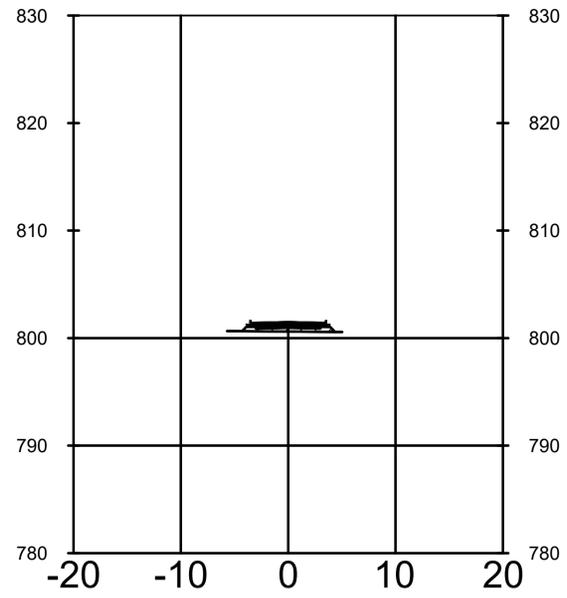
ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 96 114

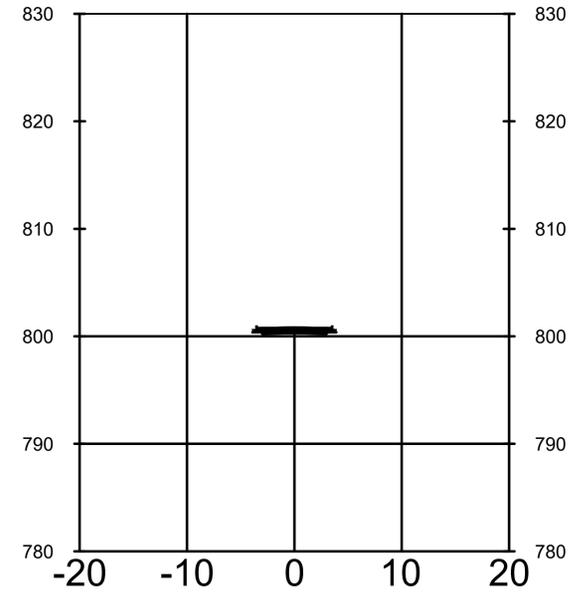
1+420.00



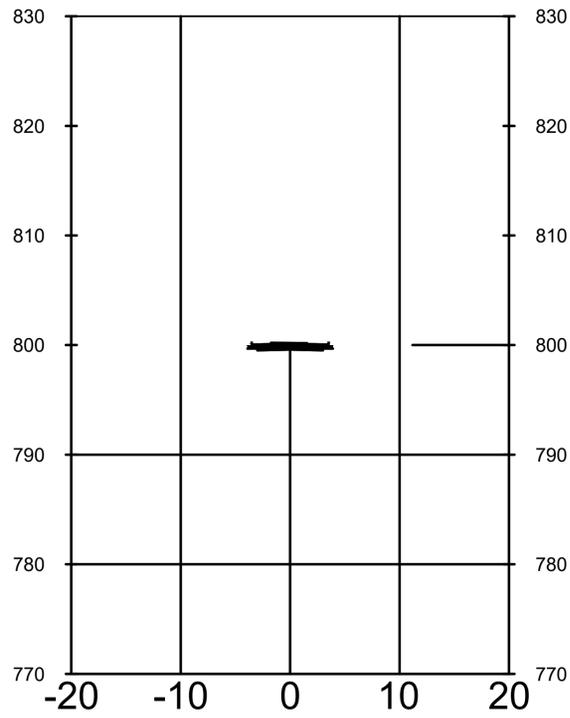
1+440.00



1+460.00



1+480.00



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 97 114

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+020.00	0.00	28.02	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	7.22	0.00	352.34	0.00	352.34
0+060.00	0.00	6.69	0.00	139.03	0.00	491.37
0+080.00	0.00	9.97	0.00	166.59	0.00	657.96
0+100.00	0.11	10.37	1.13	203.40	1.13	861.36
0+120.00	0.18	6.60	2.80	169.75	3.92	1031.12
0+130.00	0.00	3.79	0.71	52.09	4.63	1083.21
0+140.00	0.09	0.75	0.43	22.74	5.06	1105.96
0+150.00	2.65	0.00	13.60	3.76	18.66	1109.72
0+160.00	5.95	0.00	42.85	0.00	61.51	1109.72
0+170.00	8.99	0.00	74.57	0.00	136.08	1109.72
0+180.00	11.50	0.00	102.42	0.00	238.50	1109.72
0+190.00	13.48	0.00	124.72	0.00	363.22	1109.72
0+200.00	14.28	0.00	138.63	0.00	501.85	1109.72
0+220.00	14.66	0.00	290.14	0.00	791.99	1109.72
0+240.00	5.29	1.07	199.48	10.69	991.47	1120.41
0+260.00	0.00	12.93	52.85	139.97	1044.32	1260.38
0+280.00	0.00	20.70	0.00	333.11	1044.32	1593.49
0+290.00	0.00	22.15	0.00	209.42	1044.32	1802.91
0+300.00	0.00	22.75	0.00	220.09	1044.32	2023.00

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		ESCALA INDICADA
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 98 114

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+310.00	0.00	23.05	0.00	225.10	1044.32	2248.09
0+320.00	0.00	23.40	0.00	228.43	1044.32	2476.52
0+330.00	0.00	23.89	0.00	232.08	1044.32	2708.59
0+340.00	0.00	24.12	0.00	235.43	1044.32	2944.02
0+360.00	0.00	23.89	0.00	480.08	1044.32	3424.10
0+380.00	0.00	22.39	0.00	462.81	1044.32	3886.91
0+400.00	0.00	22.16	0.00	445.55	1044.32	4332.46
0+410.00	0.00	21.27	0.00	216.42	1044.32	4548.88
0+420.00	0.00	19.70	0.00	203.84	1044.32	4752.73
0+430.00	0.00	17.90	0.00	186.87	1044.32	4939.60
0+440.00	0.00	16.07	0.00	168.69	1044.32	5108.28
0+460.00	0.00	13.09	0.00	291.32	1044.32	5399.61
0+480.00	0.00	10.85	0.00	239.44	1044.32	5639.05
0+500.00	0.00	8.82	0.00	196.74	1044.32	5835.79
0+520.00	0.00	6.88	0.00	157.05	1044.32	5992.84
0+540.00	0.00	5.14	0.00	120.20	1044.32	6113.04
0+560.00	0.03	3.65	0.27	87.93	1044.60	6200.97
0+570.00	0.34	2.90	1.82	32.78	1046.41	6233.75
0+580.00	0.92	2.52	5.82	26.49	1052.24	6260.24
0+600.00	0.89	2.93	17.77	54.07	1070.01	6314.31

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		ESCALA INDICADA
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 99 114

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+620.00	0.00	12.78	8.91	157.09	1078.92	6471.41
0+640.00	0.22	28.25	2.20	410.31	1081.12	6881.72
0+650.00	0.47	34.90	3.17	319.63	1084.30	7201.35
0+660.00	0.80	37.31	5.72	365.76	1090.02	7567.11
0+670.00	1.23	35.36	9.13	367.97	1099.15	7935.08
0+680.00	1.79	29.72	14.25	327.87	1113.40	8262.95
0+700.00	0.85	17.36	26.34	470.77	1139.74	8733.73
0+720.00	0.53	11.70	13.76	290.54	1153.50	9024.27
0+740.00	1.99	12.90	25.21	245.99	1178.71	9270.26
0+760.00	1.46	12.51	33.19	254.04	1211.91	9524.29
0+770.00	1.00	11.06	11.16	117.56	1223.07	9641.85
0+780.00	0.52	9.91	6.93	104.59	1230.00	9746.44
0+800.00	0.00	6.97	5.18	168.81	1235.18	9915.25
0+820.00	0.00	4.94	0.00	119.11	1235.18	10034.36
0+840.00	0.00	3.18	0.00	81.15	1235.18	10115.51
0+860.00	0.00	1.50	0.00	46.77	1235.18	10162.28
0+880.00	0.24	0.12	2.37	16.16	1237.54	10178.44
0+900.00	1.80	0.00	20.39	1.16	1257.93	10179.60
0+920.00	3.27	0.00	50.68	0.00	1308.62	10179.60
0+940.00	4.46	0.00	77.22	0.00	1385.84	10179.60

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		ESCALA INDICADA
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 100 114

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+960.00	5.38	0.00	98.33	0.00	1484.17	10179.60
0+980.00	6.16	0.00	115.39	0.00	1599.56	10179.60
1+000.00	6.96	0.00	131.24	0.00	1730.80	10179.60
1+020.00	7.78	0.00	147.37	0.00	1878.17	10179.60
1+040.00	8.60	0.00	163.79	0.00	2041.95	10179.60
1+060.00	9.45	0.00	180.49	0.00	2222.44	10179.60
1+080.00	10.07	0.00	195.28	0.00	2417.72	10179.60
1+100.00	10.55	0.00	206.19	0.00	2623.91	10179.60
1+120.00	11.02	0.00	215.67	0.00	2839.59	10179.60
1+140.00	11.46	0.00	224.77	0.00	3064.36	10179.60
1+160.00	11.89	0.00	233.48	0.00	3297.83	10179.60
1+180.00	12.29	0.00	241.79	0.00	3539.62	10179.60
1+200.00	12.68	0.00	249.72	0.00	3789.34	10179.60
1+220.00	13.05	0.00	257.26	0.00	4046.60	10179.60
1+240.00	13.39	0.00	264.41	0.00	4311.01	10179.60
1+260.00	13.72	0.00	271.17	0.00	4582.17	10179.60
1+280.00	14.03	0.00	277.54	0.00	4859.71	10179.60
1+300.00	14.32	0.00	283.52	0.00	5143.23	10179.60
1+320.00	14.59	0.00	289.11	0.00	5432.34	10179.60
1+340.00	14.41	0.00	290.02	0.00	5722.36	10179.60

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO	JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	
DIBUJÓ	JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	HOJA NO. 101 114
	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
1+360.00	13.44	0.00	278.54	0.00	6000.90	10179.60
1+380.00	11.73	0.00	251.69	0.00	6252.59	10179.60
1+400.00	9.33	0.00	210.53	0.00	6463.12	10179.60
1+420.00	6.34	0.00	156.70	0.00	6619.82	10179.60
1+440.00	2.91	0.00	92.52	0.00	6712.34	10179.60
1+460.00	0.01	0.82	29.15	8.18	6741.50	10187.78
1+480.00	0.00	2.02	0.06	28.35	6741.56	10216.13

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO		
JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ		HOJA NO.
JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	102 <hr/> 114

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+020.00	0.00	34.28	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	31.57	0.00	658.51	0.00	658.51
0+060.00	0.00	26.44	0.00	580.08	0.00	1238.59
0+080.00	0.00	21.17	0.00	476.06	0.00	1714.65
0+100.00	0.00	16.22	0.00	373.86	0.00	2088.52
0+120.00	0.00	11.76	0.00	279.76	0.00	2368.28
0+140.00	0.00	7.80	0.00	195.57	0.00	2563.85
0+160.00	0.00	4.33	0.00	121.29	0.00	2685.14
0+180.00	0.00	1.35	0.00	56.80	0.00	2741.93
0+200.00	1.32	0.00	13.25	13.48	13.25	2755.41
0+220.00	3.81	0.00	51.34	0.00	64.59	2755.41
0+240.00	5.91	0.00	97.19	0.00	161.78	2755.41
0+260.00	7.48	0.00	133.91	0.00	295.69	2755.41
0+280.00	8.45	0.00	159.32	0.00	455.01	2755.41
0+300.00	9.26	0.00	177.08	0.00	632.09	2755.41
0+320.00	9.61	0.00	188.71	0.00	820.80	2755.41
0+340.00	7.75	0.00	173.64	0.00	994.44	2755.41
0+360.00	5.07	0.00	128.20	0.00	1122.65	2755.41
0+380.00	2.62	0.00	76.90	0.00	1199.55	2755.41
0+400.00	1.00	0.00	36.23	0.00	1235.78	2755.41

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SMP

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 103 114

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+420.00	0.17	0.09	11.67	0.88	1247.45	2756.30
0+440.00	0.00	0.85	1.66	9.40	1249.10	2765.70
0+460.00	0.00	1.82	0.00	26.76	1249.10	2792.46
0+480.00	0.00	2.86	0.00	46.87	1249.10	2839.33
0+500.00	0.00	6.67	0.00	95.30	1249.10	2934.63
0+520.00	0.00	8.98	0.01	156.45	1249.11	3091.08
0+540.00	0.03	6.66	0.27	156.43	1249.38	3247.50
0+560.00	0.00	2.57	0.26	92.31	1249.65	3339.81
0+580.00	3.49	2.30	34.88	48.62	1284.53	3388.43
0+600.00	6.82	3.40	103.05	56.95	1387.58	3445.39
0+620.00	5.93	2.81	127.48	62.12	1515.06	3507.51
0+640.00	2.93	1.30	88.61	41.14	1603.67	3548.65
0+650.00	2.28	0.30	26.18	8.65	1629.85	3557.31
0+660.00	1.94	0.22	21.28	2.76	1651.13	3560.07
0+680.00	0.69	0.94	26.32	11.77	1677.45	3571.84
0+700.00	0.74	0.86	14.23	18.00	1691.67	3589.84
0+720.00	0.34	1.67	10.79	24.47	1702.46	3614.31
0+730.00	0.53	2.00	4.40	16.29	1706.86	3630.60
0+740.00	0.80	2.33	6.72	19.08	1713.58	3649.68
0+750.00	0.56	2.46	6.88	20.97	1720.46	3670.65

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SMP

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO		JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ
DIBUJÓ	JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	HOJA NO. 104 114
		INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+760.00	0.01	2.55	2.89	21.94	1723.35	3692.60
0+770.00	0.00	3.43	0.05	26.87	1723.41	3719.46
0+780.00	0.00	4.61	0.00	37.23	1723.41	3756.69
0+790.00	0.00	6.17	0.00	50.85	1723.41	3807.54
0+800.00	0.00	8.07	0.00	68.05	1723.41	3875.59
0+820.00	0.00	14.08	0.00	221.52	1723.41	4097.11
0+840.00	0.00	24.67	0.00	387.52	1723.41	4484.64
0+860.00	0.00	37.14	0.00	614.74	1723.41	5099.38
0+870.00	0.03	33.48	0.16	347.41	1723.57	5446.79
0+880.00	0.00	27.39	0.16	298.14	1723.73	5744.93
0+890.00	0.00	19.29	0.00	228.62	1723.73	5973.55
0+900.00	0.00	20.24	0.00	196.68	1723.73	6170.23
0+920.00	0.06	17.11	0.57	373.46	1724.30	6543.69
0+940.00	0.37	9.63	4.24	267.41	1728.54	6811.10
0+960.00	0.00	4.39	3.67	140.24	1732.21	6951.33
0+980.00	0.88	7.23	8.82	116.20	1741.03	7067.54
0+990.00	3.07	5.50	19.83	67.53	1760.86	7135.07
1+000.00	5.98	1.99	45.51	38.58	1806.37	7173.65
1+010.00	14.95	2.10	105.68	19.43	1912.05	7193.09
1+020.00	23.38	1.58	193.37	17.33	2105.43	7210.42

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SMP

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 105 114

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
1+040.00	30.80	0.00	541.98	15.67	2647.41	7226.09
1+060.00	30.12	0.00	609.12	0.00	3256.53	7226.09
1+080.00	28.35	0.00	584.62	0.00	3841.15	7226.09
1+100.00	25.72	0.00	540.67	0.00	4381.82	7226.09
1+120.00	21.98	0.00	476.99	0.00	4858.81	7226.09
1+140.00	17.13	0.00	391.05	0.00	5249.86	7226.09
1+160.00	11.81	0.00	289.39	0.00	5539.25	7226.09
1+170.00	8.71	0.00	102.37	0.00	5641.62	7226.09
1+180.00	6.16	0.00	73.81	0.00	5715.44	7226.09
1+200.00	2.51	0.35	86.76	3.45	5802.20	7229.54
1+220.00	0.52	1.88	30.30	22.27	5832.50	7251.82
1+240.00	0.00	4.79	5.18	66.72	5837.68	7318.53
1+260.00	0.00	8.49	0.00	132.82	5837.68	7451.35
1+280.00	0.00	12.33	0.00	208.23	5837.68	7659.58
1+300.00	0.00	14.27	0.00	265.95	5837.68	7925.53
1+320.00	0.54	13.29	5.41	275.53	5843.09	8201.06
1+330.00	0.74	11.97	6.12	126.29	5849.21	8327.35
1+340.00	1.09	10.38	8.60	111.91	5857.81	8439.27
1+350.00	0.53	8.46	7.63	94.40	5865.45	8533.67
1+360.00	0.09	7.68	2.94	80.80	5868.39	8614.47

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SMP

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 106 114

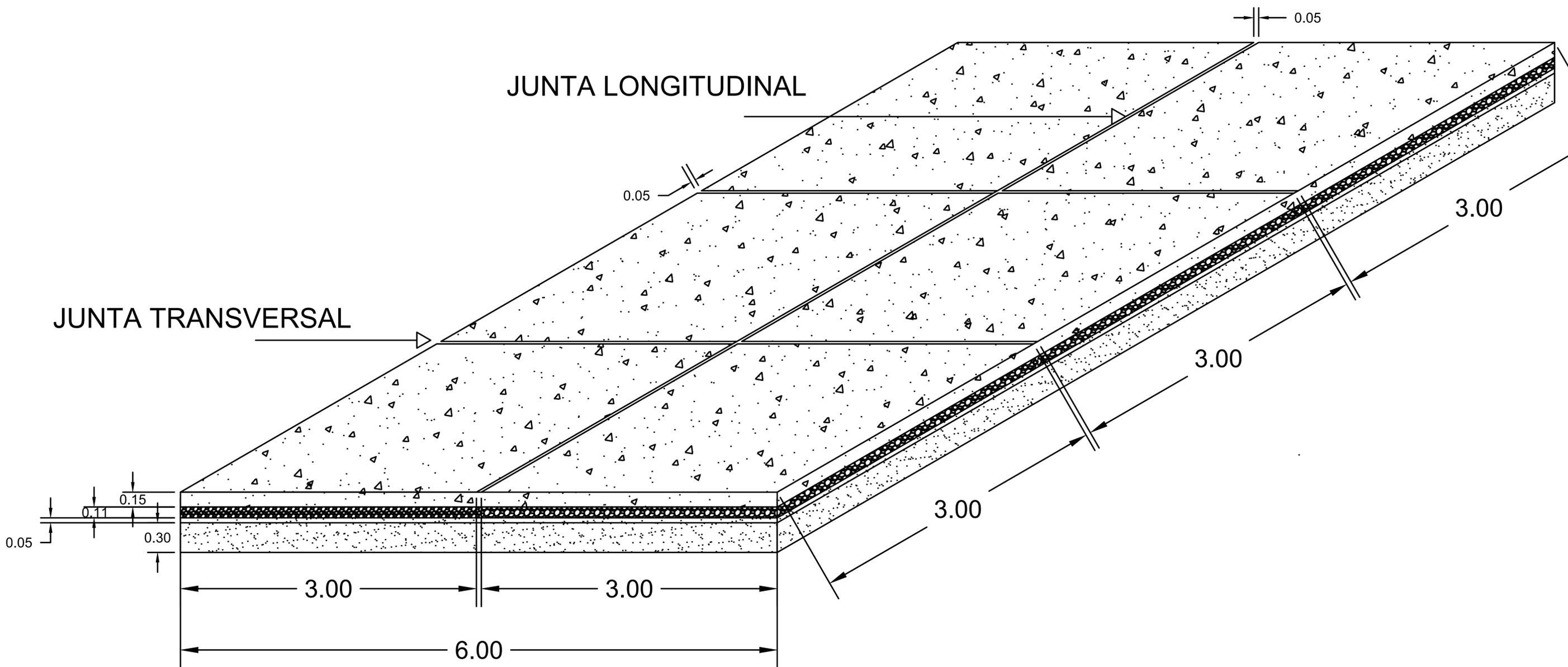
RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
1+380.00	0.00	2.19	0.88	98.70	5869.27	8713.17
1+400.00	0.00	2.80	0.00	49.98	5869.27	8763.15
1+420.00	0.00	4.07	0.00	68.75	5869.27	8831.90
1+440.00	0.00	1.55	0.00	56.21	5869.27	8888.11
1+460.00	0.65	0.02	6.47	15.70	5875.74	8903.81
1+480.00	0.00	1.32	6.47	13.44	5882.21	8917.24
1+500.00	0.32	0.10	3.20	14.25	5885.40	8931.49

MOVIMIENTO DE TIERRAS TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SMP

ESCALA 1:1000

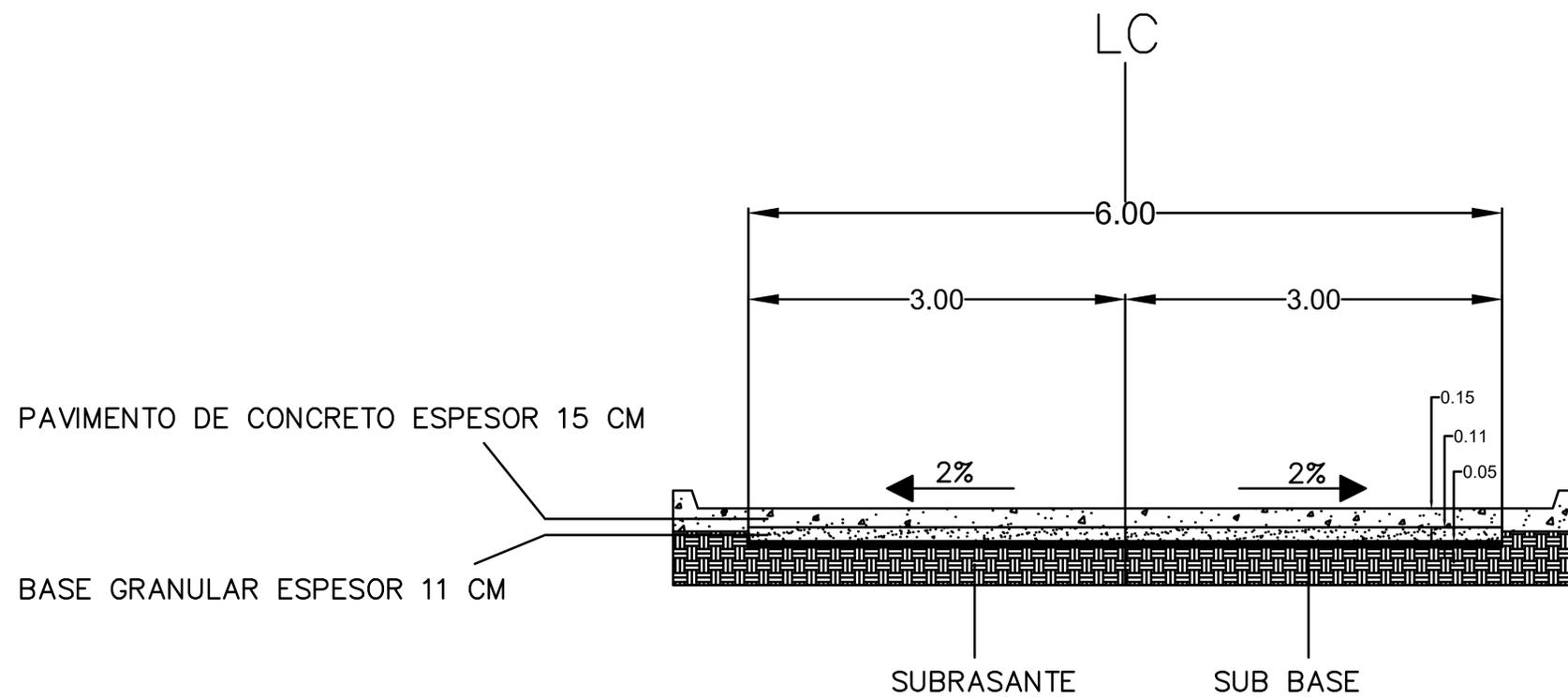
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
MOVIMIENTO DE TIERRAS		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 107 114



ISOMETRICO PLANCHA DE CONCRETO

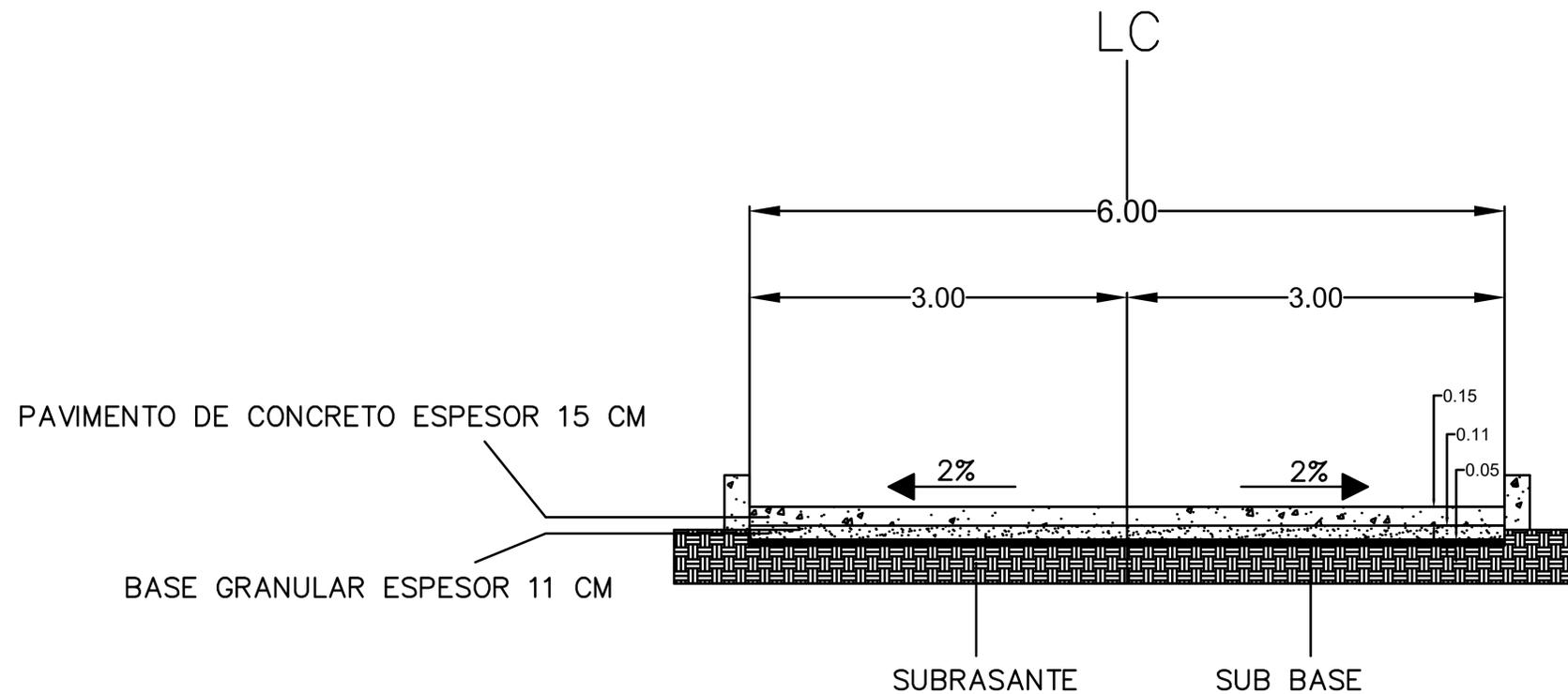
ESCALA 1:1900

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIÓN TÍPICA CARRETERA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 108
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	114



SECCIÓN TÍPICA TRAMO VILLA HERMOSA HACIA EL FRUTAL

ESCALA 1:1900



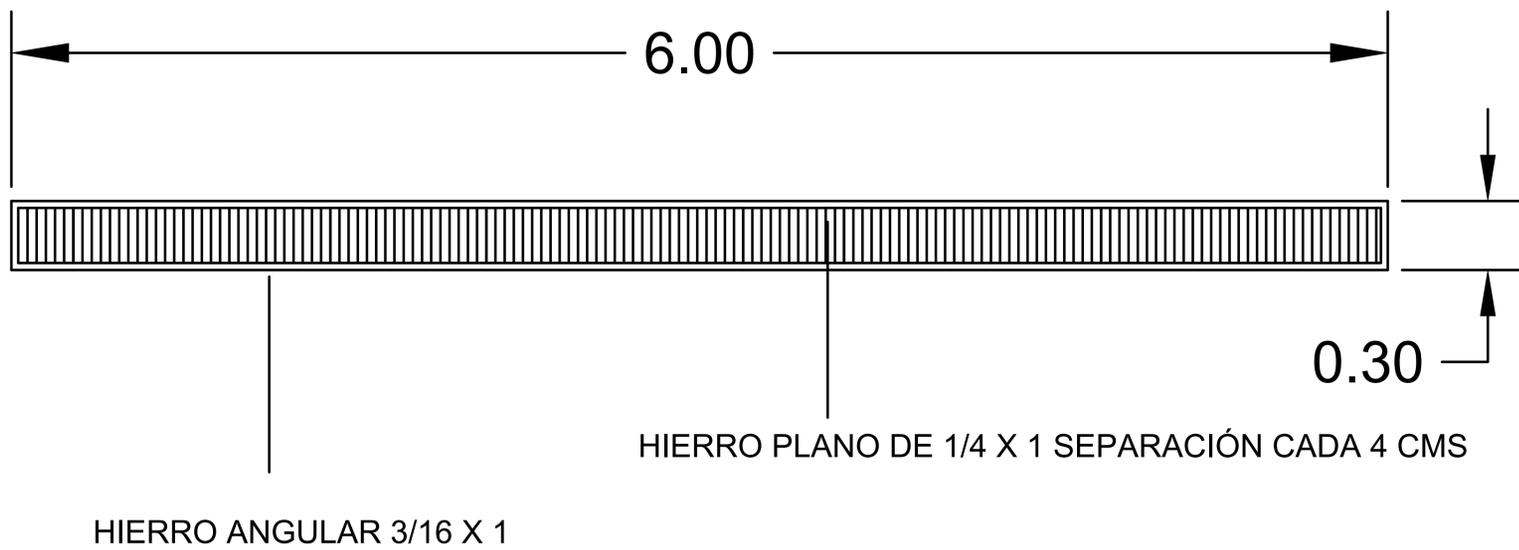
SECCIÓN TÍPICA TRAMO EL FRUTAL HACIA ZONA 13 SMP

ESCALA 1:1900

ESPECIFICACIONES:

1. LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO CUENTA CON SUBRASANTE, SUB BASE, BASE Y CARPETA DE RODADURA.
2. LA SUB BASE ESTÁ FORMADA POR MATERIAL DE RELLENO, LA BASE ESTÁ FORMADA POR MATERIAL SELECTO EL CUAL TIENE UN ESPESOR DE 11 CMS, LA CARPETA DE RODADURA ESTÁ FORMADA POR CONCRETO CON RESISTENCIA 4,000 PSI.
3. LA PENDIENTE DE BOMBEO ES DE 2%.
4. EL TRAMO QUE COMPRENDE DESDE VILLA HERMOSA I HACIA EL FRUTAL ESTÁ DISEÑADO CON CUNETA Y EL TRAMO QUE COMPRENDE DE EL FRUTAL HACIA LA ZONA 13 DE SAN MIGUEL PETAPA ESTÁ DISEÑADO CON BORDILLO YA QUE LOS TRAMOS NECESITAN DIFERENTES DISEÑOS.
5. EL CONCRETO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CUNETA Y EL BORDILLO TENDRÁ UNA RESISTENCIA DE 3,000 PSI.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
SECCIÓN TÍPICA CARRETERA		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 109
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	114

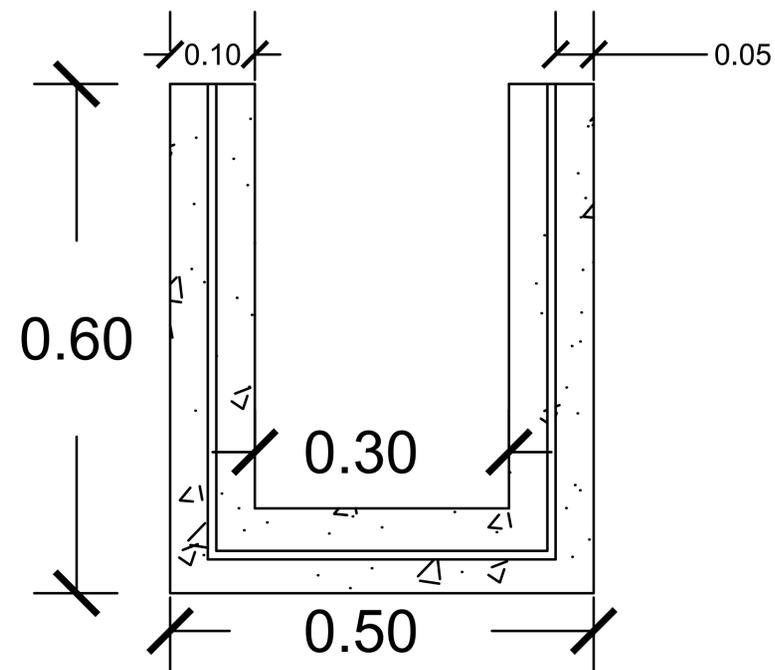


ESPECIFICACIONES:

1. LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CUNETETA Y LA CUNETETA PARA LA REJILLA ES DE 3,000 PSI.
2. LA REJILLA UTILIZA HIERRO ANGULAR DE 3/16 X 1 Y HIERRO PLANO DE 1/4 X 1 CON SEPARACIÓN CADA CADA 4 CMS.

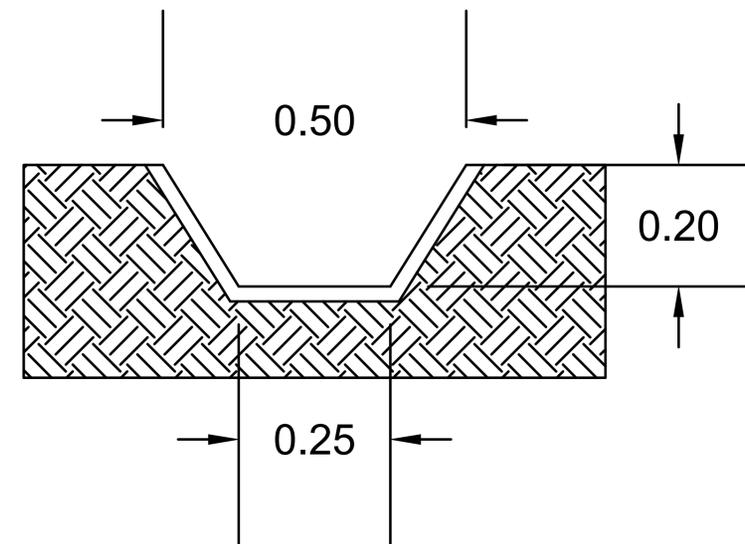
REJILLA TRANSVERSAL METÁLICA

ESCALA 1:1300



DETALLE DE CUNETETA PARA REJILLA

ESCALA 1:1300



DETALLE CUNETETA

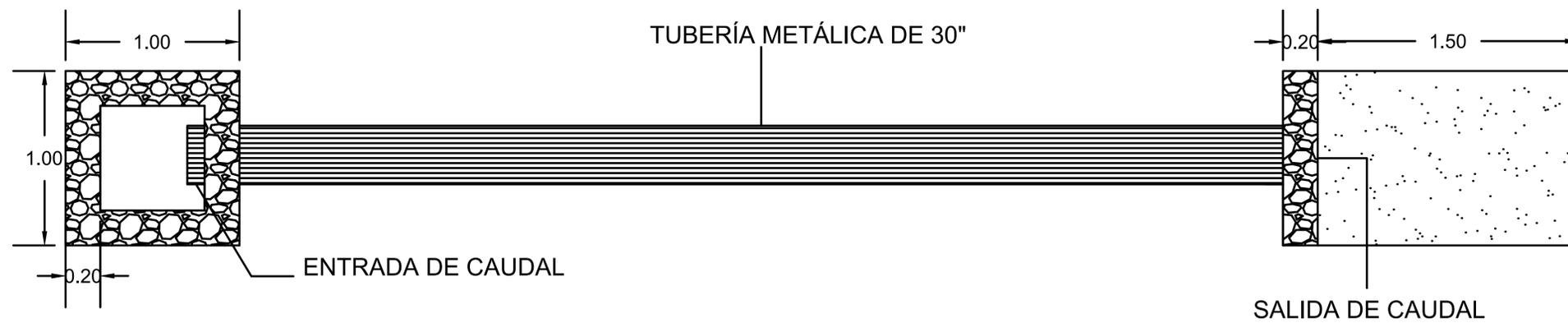
ESCALA 1:1700

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		ESCALA INDICADA
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 110 114

ESPECIFICACIONES:

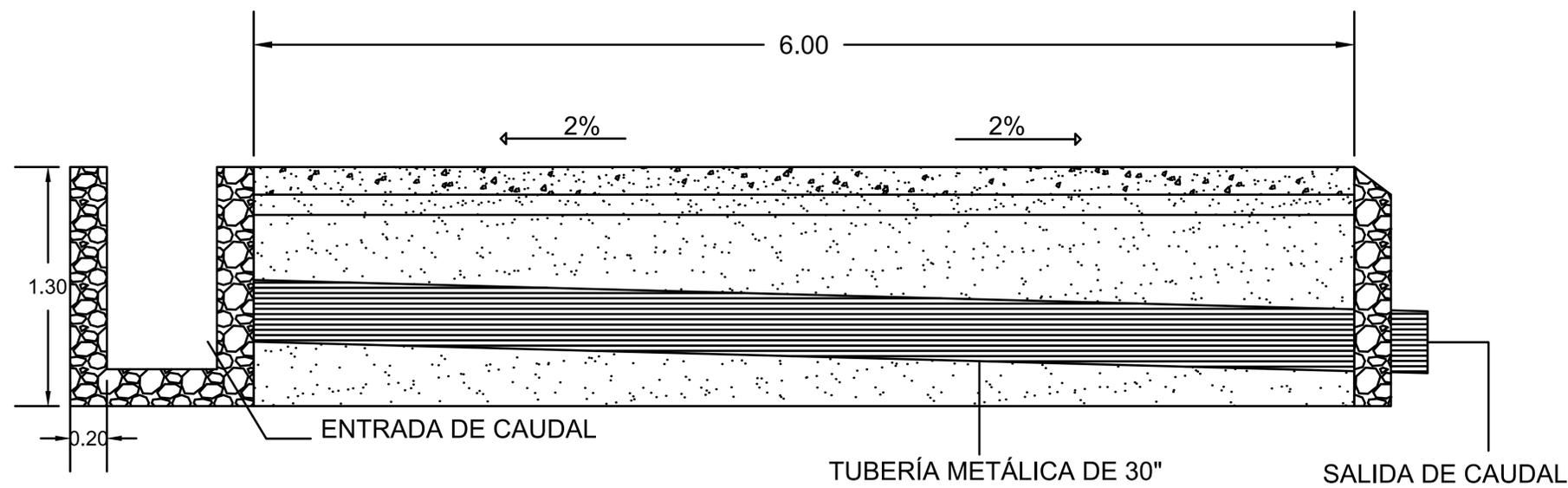
1. LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ESTÁ FORMADA POR UNA CARPETA DE RODADURA DE 15 CMS DE ESPESOR Y UNA BASE DE SELECTO DE 11 CMS DE ESPESOR.

2. LA TUBERÍA SERÁ METÁLICA DE 30" DE DIÁMETRO Y ESTARÁ SOBRE UNA CAPA DE SELECTO.



PLANTA DRENAJE TRANSVERSAL

ESCALA 1:1200



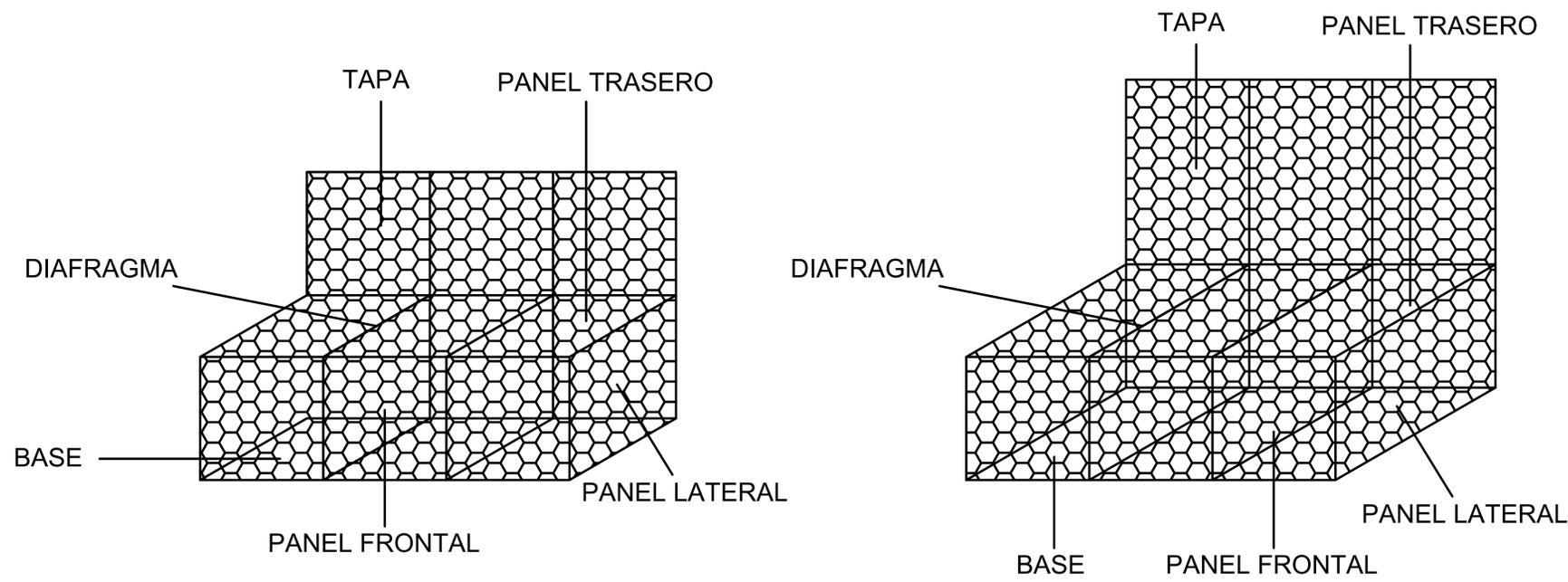
PERFIL DRENAJE TRANSVERSAL

ESCALA 1:1200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
DRENAJE TRANSVERSAL		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		HOJA NO. 111
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 114

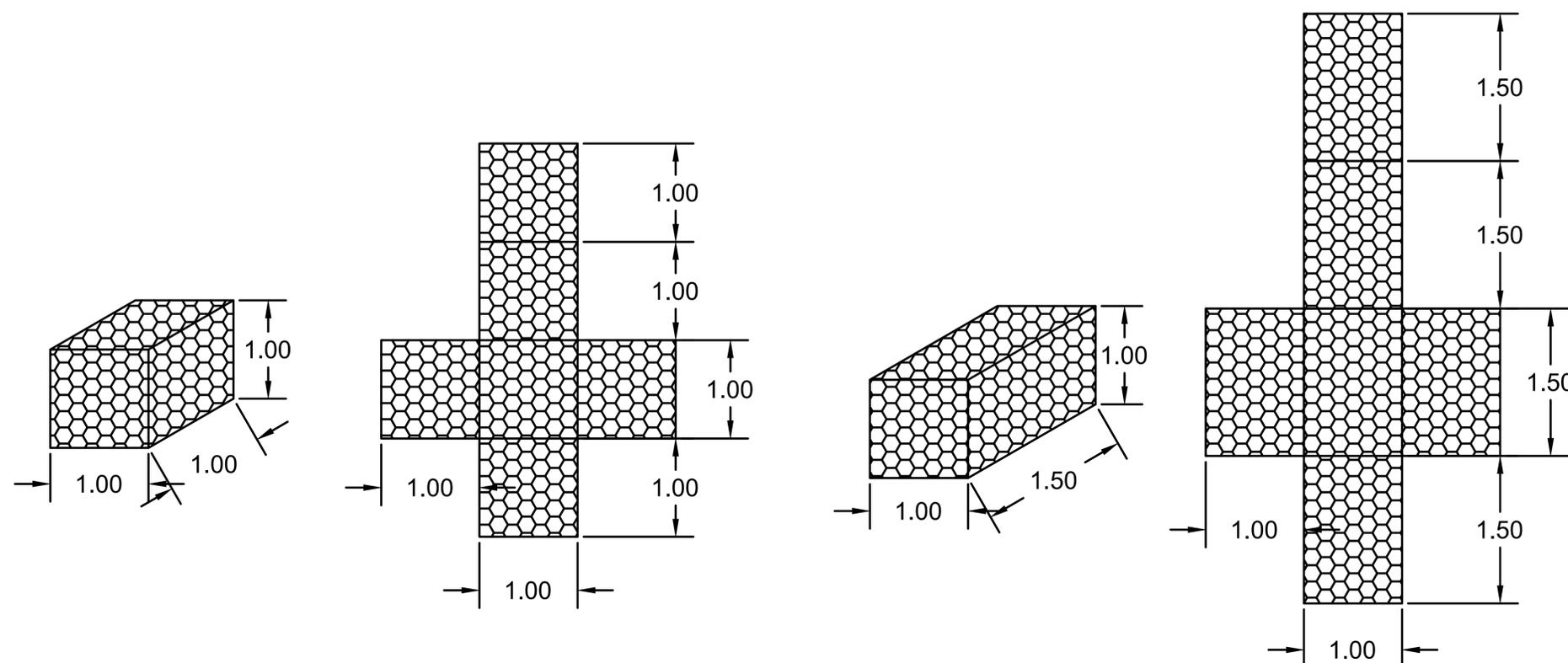
ESPECIFICACIONES:

1. SE VAN A UTILIZAR CAJAS PARA GAVIÓN DE DIMENSIONES DE 1.00X1.00X1.00 Y DE 1.50X1.00X1.00
2. LA RESISTENCIA DEL ALAMBRE A LA TRACCIÓN DEBE DE CUMPLIR CON LA NORMA ASTM A641.
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ALAMBRE UTILIZADO ES DEL TIPO TRIPLE GALVANIZADO JUNTO CON UNA CAPA DE PVC, EL CUAL PROPORCIONA PROTECCIÓN CONTRA LA ABRASIÓN Y LA CORROSIÓN, CUMPLE CON LA NORMA ASTM 641 Y ASTM 965.
4. LA ABERTURA DE LA MALLA ES DE 8.00 X 10.00 CM.
5. LAS PIEDRAS UTILIZADAS PARA EL LLENADO DE LOS GAVIONES NO TIENEN QUE TENER UN DIÁMETRO MENOR A 10 CM ESTO DEBIDO A LA ABERTURA DE LA MALLA YA QUE ES UNA ABERTURA QUE POSEE 8.00 X 10.00 CM.
6. EL GEOTEXTIL DEBE DE CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS: RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE 700 N, RESISTENCIA A LA COSTURA DE 250 N, RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN CON PISTON DE 1,375 N Y RESISTENCIA AL RASGADO TRAPEZOIDAL DE 250 N.



DISEÑO CANASTA PARA GAVIÓN

ESCALA 1:100



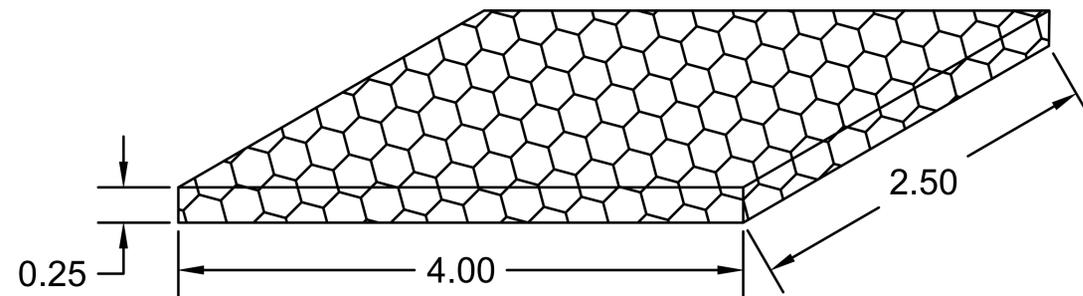
DIMENSIONES CANASTA PARA GAVIÓN

ESCALA 1:100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
DIMENSIONES Y DISEÑO CANASTA PARA GAVIONES		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 112 114

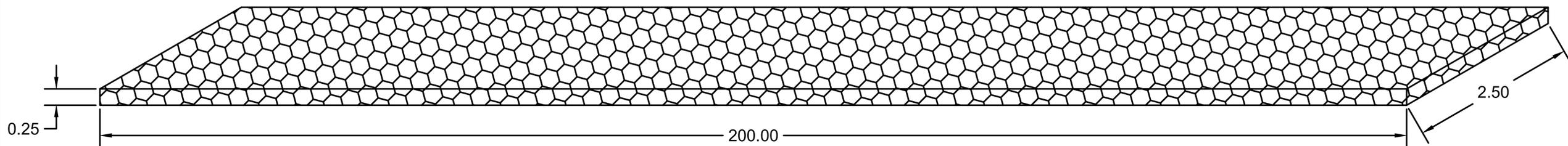
ESPECIFICACIONES:

1. SE VAN A UTILIZAR CAJAS PARA GAVIÓN DE DIMENSIONES DE 0.25 X 4.00 X 2.50 Y DE Y EL TRAMO COMPLETO DE 0.25 X 200. 00 X 2.50.
2. LA RESISTENCIA DEL ALAMBRE A LA TRACCIÓN DEBE DE CUMPLIR CON LA NORMA ASTM A641.
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ALAMBRE UTILIZADO ES DEL TIPO TRIPLE GALVANIZADO JUNTO CON UNA CAPA DE PVC, EL CUAL PROPORCIONA PROTECCIÓN CONTRA LA ABRASIÓN Y LA CORROSIÓN, CUMPLE CON LA NORMA ASTM 641 Y ASTM 965.
4. LA ABERTURA DE LA MALLA ES DE 8.00 X 10.00 CM.
5. LAS PIEDRAS UTILIZADAS PARA EL LLENADO DE LOS GAVIONES NO TIENEN QUE TENER UN DIÁMETRO MENOR A 10 CM ESTO DEBIDO A LA ABERTURA DE LA MALLA YA QUE ES UNA ABERTURA QUE POSEE 8.00 X 10.00 CM.
6. EL GEOTEXTIL DEBE DE CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS: RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE 700 N, RESISTENCIA A LA COSTURA DE 250 N, RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN CON PISTÓN DE 1,375 N Y RESISTENCIA AL RASGADO TRAPEZOIDAL DE 250 N.



DISEÑO CANASTA COLCHÓN PARA GAVIÓN

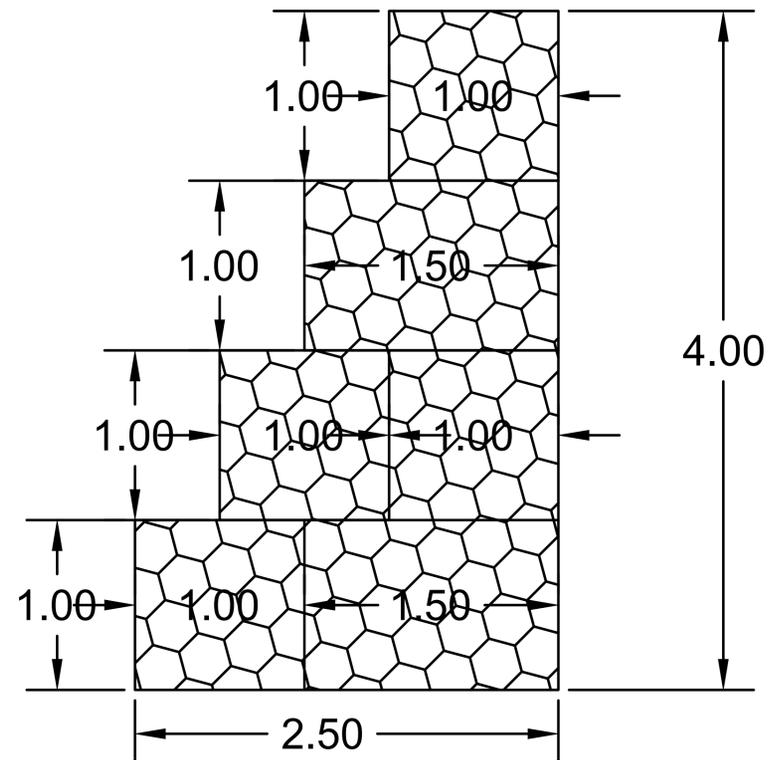
ESCALA 1: 400



DIMENSIONES CANASTA TIPO COLCHÓN PARA GAVIÓN

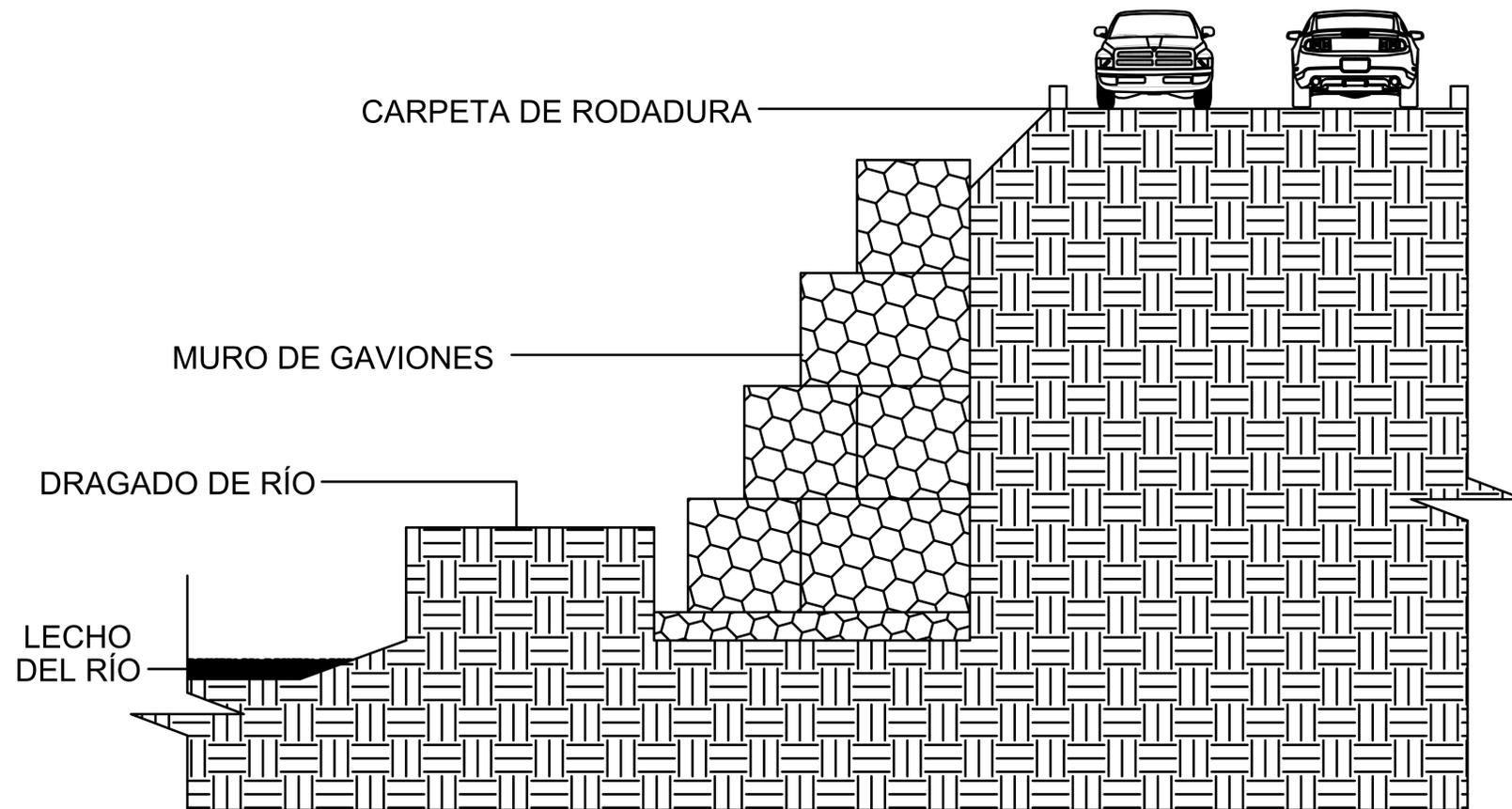
ESCALA 1: 300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPÁ	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	CANASTA TIPO COLCHÓN PARA GAVIONES	ESCALA INDICADA
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA ASESOR DE E.P.S	HOJA NO. 113 114



DIMENSIONES MURO DE GAVIONES

ESCALA 1:500



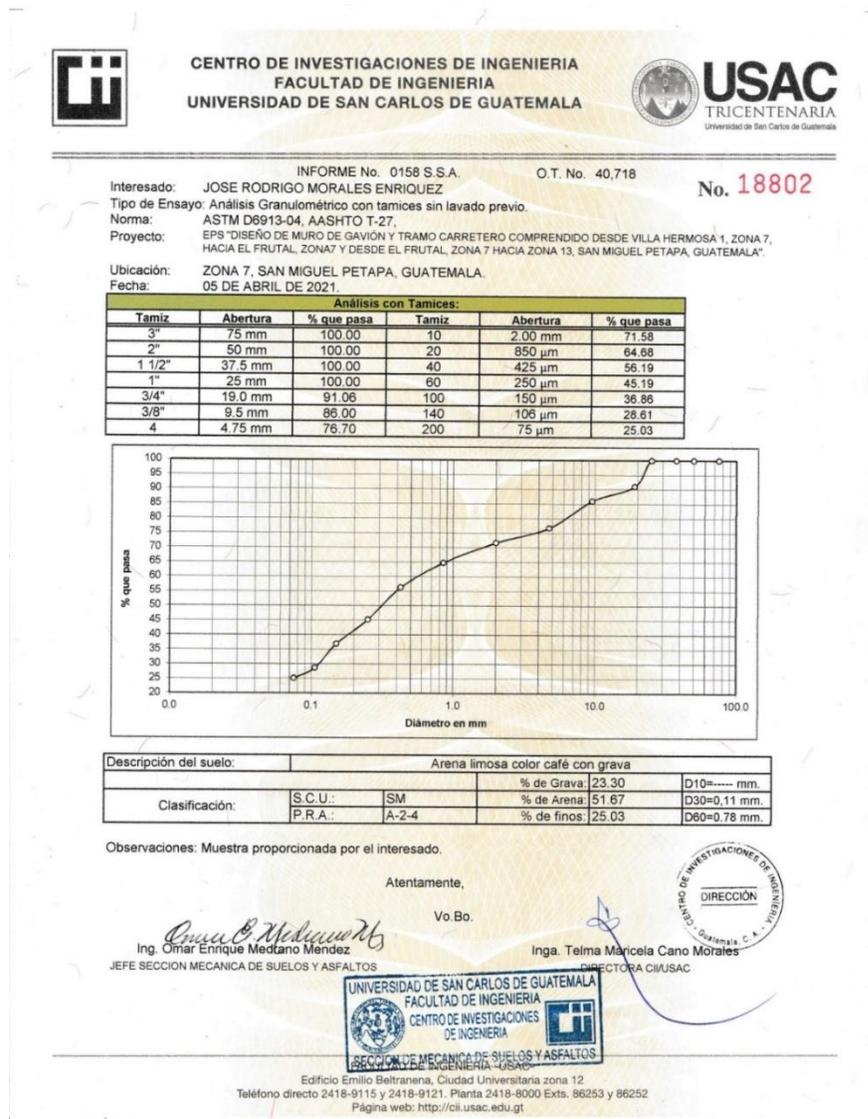
SECCIÓN TRANSVERSAL MURO DE GAVIONES

ESCALA 1:300

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13		PROGRAMA DE EPS
DIMENSIONES Y SECCIÓN TRANSVERSAL MURO DE GAVIONES		ESCALA INDICADA
CÁLCULO Y DIBUJO JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ		
DIBUJÓ JOSÉ RODRIGO MORALES ENRIQUEZ	INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA ASESOR DE E.P.S.	HOJA NO. 114 114

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de ensayos para muestra de suelo



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2021). *Análisis Granulométrico con tamices sin lavado previo.*

Anexo 2. Resultados de ensayos de Límites de Atterberg



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



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

No. 18803

INFORME No. 0159 S.S./

O.T.: 40,718

Interesado: JOSE RODRIGO MORALES ENRIQUEZ

Proyecto: EPS "DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA 1, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA".

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: ZONA 7, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

FECHA: 05 DE ABRIL DE 2021.

RESULTADOS:					
ENSAYO No.	MUESTRA	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0.0	0.0	SM	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CON GRAVA

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

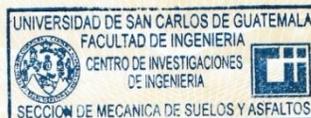
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos

Vo.Bo.

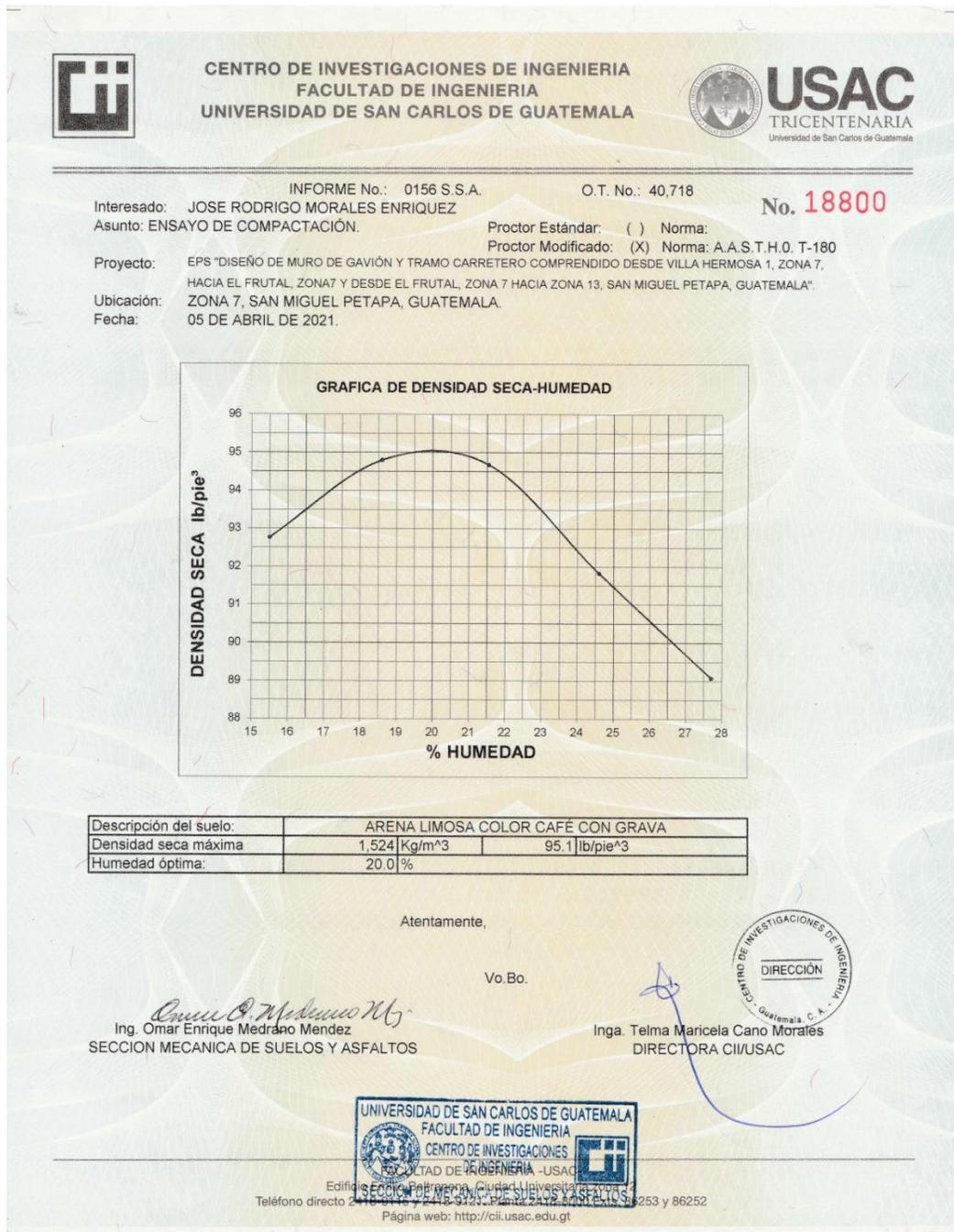

Inga. Teima Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-
Edificio Emilio Beltrarena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2021). *Ensayo de límites de Atterberg.*

Anexo 3. Resultados de ensayo de Proctor modificado



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2021). *Ensayo de compactación Proctor modificado*.

Anexo 4. Resultados de ensayo C.B.R.



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



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

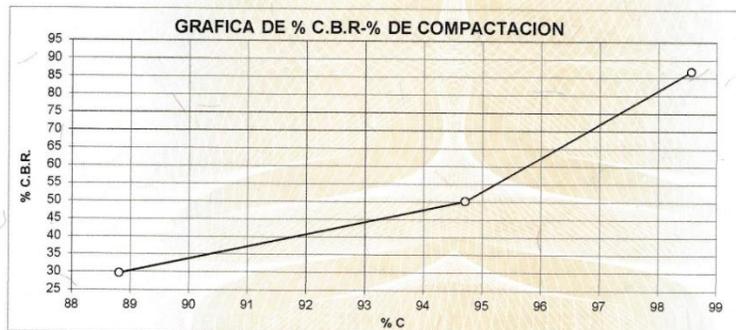
No. 18801

INFORME No.: 0157 S.S.A. O.T. No.: 40,718
Interesado: JOSE RODRIGO MORALES ENRIQUEZ
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
Proyecto: EPS "DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA 1, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"
Ubicación: ZONA 7, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

Descripción del suelo: ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CON GRAVA

Fecha: 05 DE ABRIL DE 2021.

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION	C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	(Lb/pie ³)	(%)	(%)
1	10	20.40	84.5	88.8	29.7
2	30	20.40	90.1	94.7	50.1
3	65	20.40	93.7	98.6	86.8



Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo.Bo.

Omar E. Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
JEFE SECCION MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Telma Maricela Cano Morales
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Edificio Emilio Pettrarena, Ciudad Universitaria, Zona 13, GUATEMALA, GUATEMALA. Teléfono directo 2418 2222. Planta 2418-8000 ext. 3338 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2021). *Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)*.

Anexo 5. **Resultados de ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr**



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

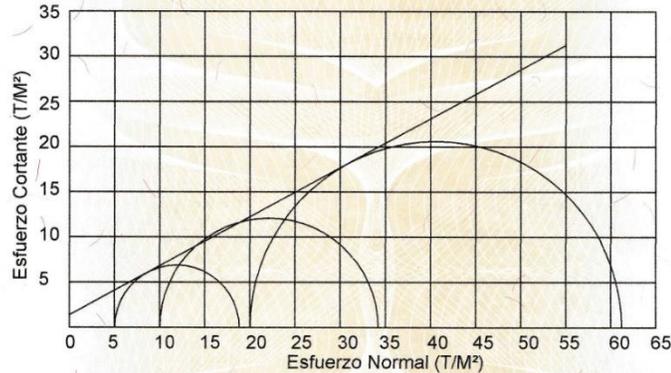


USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

No. 18799

INTERESADO: JOSE RODRIGO MORALES ENRIQUEZ
INFORME No.: 0155 S.S.A. O.T.: 40,718
PROYECTO: EPS "DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA 1, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA".
Ubicación: ZONA 7, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
Fecha: 05 DE ABRIL DE 2021.
Norma: AASHTO T-296.
pozo: 1 Profundidad: 2.00 m, Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:			
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 28.51^\circ$		COHESIÓN: $C_u = 1.39 \text{ Ton/m}^2$	
TIPO DE ENSAYO:	No consolidado y no drenado.		
DESCRIPCION DEL SUELO:	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ		
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA:	2.5" X 5.0"		
OBSERVACIONES:	Muestra tomada por el personal del laboratorio.		
PROBETA No.	1	2	3
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	13.82	24.20	41.18
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	4.0	6.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	0.98	0.98	0.98
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.36	1.36	1.36
HUMEDAD (%H)	38.3	38.3	38.3

Atentamente,
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
JEFE SECCION MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS DIRECTORA CII/USAC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES
Edificio Enrique Guzmán, Ciudad de Ingenieria zona 12
Teléfono directo 2418-3115 ext 18-9121. Planta 2418-8000 Ext 18-9122 y 86252
SECCION DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2021). *Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr.*

