



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

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y  
CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA  
CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

**Otto Erwin Chavarria Noack**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, marzo de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y  
CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA  
CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK**  
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amílcar Boiton Velasquez
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

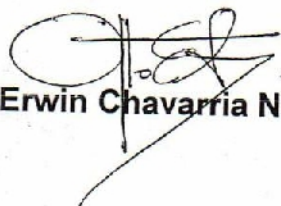


## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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 Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 8 de marzo de 2007.

  
**Otto Erwin Chavarria Noack**



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 03 de mayo de 2012  
Ref.EPS.DOC.656.05.12

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

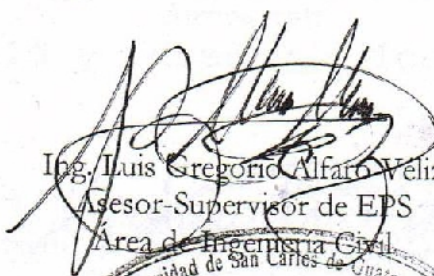
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Otto Erwin Chavarría Noack** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200017148**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ"**.

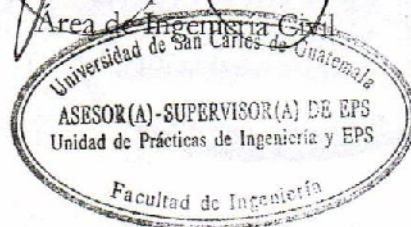
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
LGAV/ra





Guatemala, 31 de octubre de 2012  
Ref.EPS.D.924.10.12

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Otto Erwin Chavarría Noack**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Alita Calderón de León  
Directora Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



SACdL/ra



Guatemala,  
10 de octubre de 2012

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Otto Erwin Chavarría Noack, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila  
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

bbdeb.



Guatemala,  
29 de octubre de 2012

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Otto Erwin Chavarria Noack, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC


/bbdeb.



PROGRAMA DE INGENIERÍA  
CIVIL ACREDITADO POR  
Agencia Centroamericana de  
Acreditación de Programas de  
Arquitectura e Ingeniería  
PERIODO 2009 - 2012



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Otto Erwin Chavarría Noack, titulado **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2013

/bbdeb.



ACTO QUE DEDICO A:

DTG. 220 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA GUAXPAC Y CARRETERA DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CABECERA MUNICIPAL Y LA ALDEA CUYQUEL, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario: **Otto Erwin Chavarría Noack**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 19 de marzo de 2013

/gdech





## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios padre</b>	Por brindarme fuerza, sabiduría y el milagro de tu infinita misericordia durante toda mi vida.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Mi admiración eterna, respeto y gratitud, por haberme entregado un mar de conocimientos, pero sobretodo la conciencia social con que vivo día a día.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser el cimiento de mis sueños y permitirme, el orgullo de caminar por la vida, habiendo egresado de ella.
<b>Personal y Municipalidad de Tactic, A.V.</b>	A todos y cada uno de los invaluableles amigos de esta institución; principalmente al personal de la Oficina Municipal de Planificación, por el apoyo brindado durante la realización del EPS; en especial a Edín Leal y César Asig.
<b>Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz</b>	Por su desinteresada colaboración compartiendo conocimientos valiosos, para la realización de este trabajo de graduación.





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis abuelas y abuelos**

Elizabeth Cajbón viuda de Noack, Angelina Rey, Federico Chavarria y especialmente a Humberto Pablo Noack Yaxcal; por haber llenado mi infancia de una eterna y verdadera felicidad, enseñándome la importancia de poder ser, amar, soñar y crear, mostrándome con sus sabias enseñanzas, las principales riquezas que como seres humanos debemos buscar.

### **Mis padres**

Erwin Chavarria Rey, que con cada paso de tu extraordinaria vida, me has mostrado el sendero sobre el cual transitan los hombres de bien, moldeando mi carácter, ayudándome a ser lo mejor que puedo ser y Dora Ilse Noack Cajbón de Chavarría; mi eterna fuente de comprensión, ternura e infinito amor incondicional, día a día velaste y luchaste para que se realicen mis sueños, inclusive antes que los tuyos. Gracias por tus innumerables e invaluable sacrificios, con los cuales me has llevado de la mano hasta este lugar; sin ellos, mi presencia hoy aquí, sería imposible.

### **Mis hermanos, Pablo César y Luis Erick Chavarria Noack**

Gracias siempre por todo su apoyo desinteresado, amistad y cariño; pero sobre todo por compartir sueños, sonrisas, ilusiones y frustraciones.

<b>Tías, tíos y primos</b>	Sin distinción alguna; por el apoyo superlativo que me han brindado.
<b>Mis amigas y amigos</b>	Andrea Arrué, Renatte Gregg, Alicia Fuentes, Sigríd Coronado, Dany Galdámez, Wilder Guerra, José Cabrera, Rodrigo Godoy, Pedro Pablo Estrada, Pablo Enrique Hass, Javier Vaides, Ronald Ibarra, Immer Maquín, Héctor Cucul e Ing. Elmer Aragón; por haber estado junto a mí; principalmente, en los momentos más amargos de la vida.
<b>Mi pequeño corazón, Otto Erick Chavarria</b>	Por ser el motor de mi vida diaria, la fuerza que me impide darme por vencido, porque tu tierna risa, me ha recordado que en las cosas simples de la vida, es donde se puede ser completa y sencillamente feliz; sin tu pequeño latido, tu tierno suspiro, tu cálido abrazo o la luz que irradian tus ojos, hubiera sido imposible llegar a este día.
<b>Ingrid Oliva Fuentes, mi cielo</b>	Porque en la inmensidad de su amor y la ternura de su corazón, no solo he descubierto lo especial que soy, sino que encontré verdadera felicidad. Gracias por hacerme creer en mí y darle motivos a mi corazón para que pueda volver a sonreír gentilmente.
<b>Mi padre Dios y mi Santísima madre María</b>	Por la dicha de haberme regalado a cada uno de ustedes, invaluable tesoro que hacen única e incomparable mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS / JUSTIFICACIÓN.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del lugar .....	1
1.1.1. Aspectos geográficos del municipio y de las comunidades.....	1
1.1.2. Infraestructura básica del municipio y de las comunidades.....	5
1.1.3. Infraestructura social del municipio y de las comunidades.....	11
1.1.4. Aspectos económicos del municipio y de las comunidades.....	12
1.1.5. Aspectos socioculturales del municipio y de las comunidades.....	14
1.1.6. Aspectos históricos .....	15
1.1.7. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura en las comunidades Guaxpac y Cuyquel.....	17

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	19
2.1.	Diseño y planificación de red de drenaje sanitario de la aldea	
	Guaxpac, del municipio de Tactic, Alta Verapaz .....	19
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	19
2.1.2.	Estudios topográficos.....	20
2.1.3.	Especificaciones para el diseño de la red de drenaje .....	21
2.1.4.	Determinación de caudal sanitario.....	25
2.1.5.	Pendientes .....	29
2.1.6.	Cálculo de Cotas Invert.....	29
2.1.7.	Diámetros de tuberías.....	37
2.1.8.	Pozos de visita.....	37
2.1.9.	Conexiones domiciliarias .....	40
2.1.10.	Profundidad de tubería .....	41
2.1.11.	Descarga .....	41
2.1.12.	Planos del sistema.....	43
2.1.13.	Mantenimiento de la red de drenaje .....	43
2.1.14.	Especificaciones técnicas .....	45
2.1.15.	Integración de costos.....	50
2.1.16.	Cronograma de ejecución.....	50
2.1.17.	Evaluación ambiental.....	51
	2.1.17.1. En construcción .....	54
	2.1.17.2. En operación.....	54
2.1.18.	Evaluación socioeconómica.....	55
	2.1.18.1. Valor Presente Neto (VPN).....	55
	2.1.18.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	56
2.2.	Diseño y planificación de carretera del tramo comprendido	
	entre la cabecera municipal y la aldea Cuyquel, del municipio	
	de Tactic, Alta Verapaz.....	57
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	57

2.2.2.	Ruta preliminar de campo .....	58
2.2.3.	Cálculo topográfico preliminar .....	59
2.2.4.	Suelos .....	81
2.2.5.	Dibujo preliminar .....	96
2.2.6.	Diseño de localización .....	96
2.2.7.	Movimiento de tierras .....	97
2.2.8.	Drenajes .....	100
2.2.9.	Estructuras especiales .....	113
2.2.10.	Elaboración de planos de localización .....	114
2.2.11.	Mantenimiento del camino de acceso .....	114
2.2.12.	Especificaciones técnicas .....	114
2.2.13.	Integración de costos .....	119
2.2.14.	Cronograma de ejecución .....	120
CONCLUSIONES .....		121
RECOMENDACIONES .....		123
BIBLIOGRAFÍA .....		125
APÉNDICES .....		127



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Ubicación de las aldeas Guaxpac y Cuyquel, dentro del municipio de Tactic.....2
2. Partes de un pozo de visita ..... 38

### TABLAS

- I. Datos geográficos de las comunidades.....2
- II. Distancias (kms.) de la cabecera municipal a las principales comunidades del municipio .....5
- III. Porcentaje de analfabetismo y grado de escolaridad en las aldeas Guaxpac y Cuyquel.....7
- IV. Porcentajes de población con acceso a servicios de agua potable y drenaje en las aldeas Guaxpac y Cuyquel .....7
- V. Formas y porcentajes de abastecimiento de agua en las aldeas Guaxpac y Cuyquel .....8
- VI. Tipos de saneamiento básico disponibles en las aldeas Guaxpac y Cuyquel y porcentajes de población que hacen uso de cada uno de ellos .....9
- VII. Formas y porcentajes en que la población de las aldeas Guaxpac y Cuyquel eliminan los desechos sólidos .....9
- VIII. Porcentaje de la población de Guaxpac y Cuyquel con energía eléctrica y diversos tipos de energía que utiliza ..... 10
- IX. Tipos de viviendas existentes (porcentaje) en Guaxpac y Cuyquel ..... 11

X.	Porcentaje de población económicamente activa e inactiva, en las aldeas Guaxpac y Cuyquel .....	14
XI.	Cantidades y porcentajes de población en las aldeas Guaxpac y Cuyquel, según varias clasificaciones.....	15
XII.	Principales necesidades en las comunidades de Guaxpac y Cuyquel.....	17
XIII.	Especificaciones utilizadas para el diseño de la red de drenaje sanitario .....	21
XIV.	Coeficientes de rugosidad para tuberías.....	23
XV.	Velocidad de flujo para tubería PVC .....	24
XVI.	Diámetros de tuberías que pueden ser utilizadas en redes de drenaje sanitario y profundidad de colocación .....	37
XVII.	Ancho de zanjeo .....	46
XVIII.	Criterios de decisión para el Valor Actual Neto .....	56
XIX.	Criterios de diseño para una carretera Tipo F.....	60
XX.	Valores de “K” según velocidad de diseño.....	76
XXI.	Curvas verticales del proyecto .....	80
XXII.	Clasificación del material del terreno de fundación.....	90
XXIII.	Espesores (centímetros) recomendados para las cargas por rueda de 4 500 kg (10 000 libras) .....	92
XXIV.	Tabla de relaciones para dibujo de taludes.....	98
XXV.	Valores indicativos del coeficiente de escorrentía .....	108
XXVI.	Valores del coeficiente de escorrentía .....	109
XXVII.	Ubicación de drenajes transversales en el proyecto.....	112



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Q</b>	Caudal
<b>cm</b>	Centímetros
<b>Δ</b>	Deflexión angular
<b>Ø</b>	Diámetro
<b>E</b>	Estación
<b>Ha</b>	Hectáreas
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	Kilogramo por metro cuadrado
<b>km</b>	Kilómetro
<b>Km/h</b>	Kilómetros por hora
<b>L/s</b>	Litros / seg
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>mm</b>	Milímetros
<b>plg</b>	Pulgadas



## **GLOSARIO**

<b>Acarreo</b>	Es el transporte de materiales no clasificados de préstamo o desperdicio a una distancia mayor a un kilómetro.
<b>Acarreo libre</b>	Comprende el transporte de cualquiera de los materiales no clasificados a una distancia menor o igual a un kilómetro.
<b>ASTM</b>	Siglas en inglés de la Sociedad Americana para el ensayo e inspección de los materiales (American Society for Testing and Materials).
<b>AASHTO</b>	American Association of State Highway and Transportation Officials.
<b>Cabezales</b>	Muro central de entrada y salida de las tuberías diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.
<b>Carretera</b>	Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía.
<b>COGUANOR</b>	Siglas de la Comisión Guatemalteca de Normas.

<b>Compactación</b>	Es la técnica por la cual los materiales reducen sus vacíos y por ende aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
<b>Corona</b>	Superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
<b>Curvas de nivel</b>	Es la representación gráfica de los niveles del terreno.
<b>DGC</b>	Dirección General de Caminos.
<b>Derecho de vía</b>	Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la Dirección General de Caminos, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y de sus servicios auxiliares.
<b>Fraguado</b>	Reacción química exotérmica que determina endurecimiento de una mezcla de cemento y agua, la cual puede ser un concreto o mortero.
<b>Línea central</b>	Es el punto de referencia de donde van a partir todos los anchos o componentes de la carretera.

<b>Mortero</b>	Mezcla constituida por material cementante, agregado fino, agua, con o sin aditivos, empleado para obras de albañilería, como material para pegar, o revestir paredes, etc.
<b>Norma</b>	Criterio de aplicación voluntaria aprobado por un organismo de normalización reconocido, que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico.
<b>Rasante</b>	Es la línea que se obtiene al proyectar sobre el plano vertical, el desarrollo de la corona en la parte superior de la carretera.
<b>Sección típica</b>	Es la representación gráfica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.
<b>Sección transversal</b>	Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.
<b>Talud</b>	Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes.
<b>Trabajabilidad</b>	Característica de una mezcla o mortero en cuanto a la facilidad que presenta para ser colocado.



## **RESUMEN**

El capítulo I, es la fase de investigación previa a la realización de los estudios, en él se presenta la monografía del municipio de Tactic, Alta Verapaz. Se incluyen descripciones tanto de la cabecera municipal, como de las comunidades Guaxpac y Cuyquel. En esta investigación se incluye todos los factores que le dan fundamento a los cálculos que se realizaron.

El capítulo II, constituye el servicio técnico profesional y se encuentra dividido en dos partes que son, el diseño y planificación de la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac y el diseño y planificación de carretera del tramo comprendido entre la cabecera municipal y la aldea Cuyquel. En este capítulo se incluyen todos los fundamentos teóricos que sirvieron de base para el diseño de los proyectos. En el caso de la red de drenaje sanitario, se hace énfasis, en las características topográficas del terreno, sobre el cual se encuentra la aldea y las propiedades físicas y químicas del agua de desecho, que se espera evacuar. Para el tramo carretero, se abarca, además de los parámetros de diseño; la importancia de un adecuado sistema de drenajes pluviales debido al entorno.

Por último, dentro de los apéndices, se presentan todos los cálculos realizados, para el diseño de estos proyectos.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar y planificar técnicamente la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac y la carretera que conduce de la cabecera municipal a la aldea Cuyquel; del municipio de Tactic, Alta Verapaz.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación monográfica del municipio y de las comunidades, que permitan determinar sus principales necesidades.
2. Presentar una opción técnica a la Municipalidad de Tactic, que permita mejorar las condiciones sanitarias, ambientales y urbanísticas actuales de la aldea Guaxpac, mediante la conducción adecuada de las aguas servidas.
3. Plantear técnicamente en apego a normas, especificaciones y condiciones mínimas de seguridad el tramo carretero hacia la comunidad Cuyquel; en búsqueda de un aumento en la comercialización de sus productos y por ende una mejora de las condiciones de vida y desarrollo de la población, disminuyendo con esto los índices de pobreza actuales.

## JUSTIFICACIÓN

Conducir en una forma técnica las aguas servidas desde las viviendas hacia el punto donde serán tratadas, permitirá a las personas disminuir las posibilidades de contraer enfermedades de tipo gastrointestinal y elevar su nivel de vida; igualmente, el grado de urbanización existente en la comunidad mejorará. Al estar completa la red de drenaje sanitario, la importancia resulta aún mayor, ya que permitirá que las aguas servidas sean tratadas y se descarguen reduciendo los índices de contaminación observados, tanto en la comunidad de Guaxpac como en el municipio de Tactic.

La construcción de un tramo carretero adecuado entre la aldea de Cuyquel y la cabecera municipal; permitirá que los agricultores de esta, ofrezcan sus productos a un precio competitivo, lo que redundará en el crecimiento de los ingresos económicos familiares y elevará el nivel de vida de los habitantes de esta comunidad. Los agricultores deben acarrear sus productos en recorridos que duran alrededor de cuarenta y cinco minutos; lo que conlleva no sólo pérdidas en las cosechas; sino también pérdidas monetarias.

## INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito municipal son muchas las necesidades que manifiestan las comunidades. Éstas pueden variar, desde falta de sistemas de alcantarillados sanitarios hasta vías de acceso. La escasez de los servicios más elementales es un hecho usual en las comunidades del país. Ésta falta de servicios, conlleva consecuencias sociales, políticas, sanitarias, ambientales, etc.

Este documento es el reflejo de carencias que manifiestan dos comunidades del municipio de Tactic, Alta Verapaz. Habiendo realizado una investigación y observación de las necesidades, se han tomado en cuenta los siguientes proyectos: Diseño y planificación de red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac y Carretera del tramo comprendido entre la cabecera municipal y la aldea Cuyquel, del municipio de Tactic, del departamento de Alta Verapaz.

Con el diseño de estos proyectos, se busca solucionar, los problemas que afrontan dichas comunidades y contribuir a mejorar el nivel de vida y la economía de las mismas.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

Inicialmente fue necesario conocer las principales características tanto del municipio como de las comunidades, para lo cual se desarrolló la fase de investigación. Durante ésta, se ubicó información en la biblioteca municipal, la Oficina Municipal de Planificación, Centro de Salud y otras instituciones que contaban con registros necesarios para poder observar los principales indicadores en la cabecera municipal y las comunidades.

## **1.1. Monografía del lugar**

Para poder fundamentar los criterios adoptados en el diseño de los proyectos, se realizó inicialmente la monografía del lugar procurando recolectar los datos básicos de las poblaciones que serían beneficiadas.

### **1.1.1. Aspectos geográficos del municipio y de las comunidades**

El municipio de Tactic se encuentra situado en la parte sur del departamento de Alta Verapaz y al sureste de la ciudad de Cobán, cabecera del departamento, en la Región II o Región Norte. Cuenta con una extensión territorial de 85 km<sup>2</sup> y se encuentra a una altura de 1 465,00 msnm.

La aldea Guaxpac, se encuentra situada al este de la cabecera municipal, pertenece a la región 4 municipal y cuenta con una extensión territorial aproximada de 1 caballería.

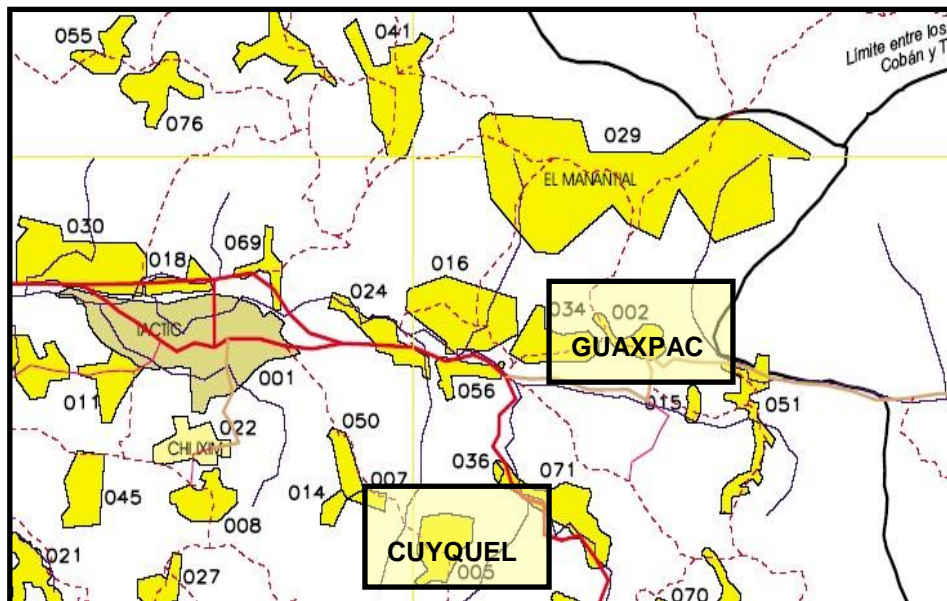
Cuyquel se encuentra al sureste de la cabecera municipal, pertenece a la región 3 municipal y tiene un área aproximada de 1 caballería. Las posiciones geográficas de las aldeas se muestran en la tabla I y su posición se observa en la figura 1.

Tabla I: **Datos geográficos de las comunidades**

Guaxpac		Cuyquel	
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
15°23'10"	90°19'50"	15°23'45"	90°20'40"

Fuente: GTZ y Municipalidad de Tactic, Diagnóstico y plan de desarrollo municipal.

Figura 1: **Ubicación de las aldeas Guaxpac y Cuyquel, dentro del municipio Tactic**



Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 3.

Al municipio de Tactic se puede acceder desde la ciudad capital por la carretera Interoceánica CA – 9 (ruta que comunica esta ciudad con el océano Atlántico y se encuentra completamente asfaltada). En esta ruta, en el kilómetro 85 en la aldea El Rancho, jurisdicción del municipio de El Progreso, se conecta con la carretera CA - 14 (asfaltada) la cual conduce directamente a la cabecera municipal de Tactic. Este municipio es atravesado de oriente a occidente por dicha ruta.

Se encuentra a una distancia de 185 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y 29 kilómetros de la ciudad de Cobán, cabecera departamental de Alta Verapaz.

Según su división política-administrativa el municipio de Tactic cuenta con un total de 11 aldeas, 32 caseríos y 3 fincas. La municipalidad es de 3a. categoría y cuenta con edificio propio. Se encuentra ubicada frente al parque central.

La máxima autoridad dentro del municipio es la alcaldesa: Elza Leonora Cu Isem, aunque también cuenta con representación del Organismo Judicial. En todas las comunidades y barrios, se cuenta con Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE). El cual está conformado por vecinos de las comunidades que integran comisiones como por ejemplo de agua, energía eléctrica, etc. El presidente del COCODE de Guaxpac es el señor: Luis Felipe Có Coy, mientras el de Cuyquel es el señor: Florencio Quej.

La mayor parte del territorio del municipio es quebrado; aproximadamente el 75%, mientras 25% es considerado ligera planicie. El municipio en general es catalogado como un valle, ya que la parte central está rodeada por una cadena de montañas.

El tipo de suelo del municipio de Tactic, es variado y se pueden encontrar diversos tipos de material; como formaciones rocosas, suelos arcillo-arenosos, pantanos, terrenos aptos para cultivo y crianza de ganado y bancos de arenas y gravas.

El clima del lugar varía de templado a frío, debido principalmente a su altura con respecto al nivel del mar.

En algunas comunidades, ubicadas principalmente al norte, se mantiene un clima frío, mientras que en algunas comunidades del sur el clima varía de templado a cálido, ya que la altura disminuye considerablemente.

Su precipitación pluvial anual es alta, debido a la vegetación existente en el lugar, la altura a la que se encuentra el municipio y a la conexión que tiene con el Valle del Polochic, que ocasiona nubosidad en aldeas del noreste, este y sureste.

Tactic es irrigado por varios ríos y quebradas, como Cahabón, Frío, Mestela, Pantup, Polochic, Quililá y San Antonio además de las quebradas Agua Escondida, Cuyquel, Chamché, Chiacal, Chiallí, Chichugua, Chijí. La mayoría de ríos desembocan en el río Cahabón. Los ríos Cahabón y Polochic, son dos de los principales ríos del departamento.

En el municipio, es prácticamente imposible observar fauna tradicional; pero en el área noreste, se puede observar algunas especies propias de la región como monos zaraguates, taltuzas, tepezcuintles, tacuazines, diferentes variedades serpientes, ardillas y aves de regular tamaño.



La flora dentro de la cabecera municipal, es escasa debido al crecimiento poblacional y a la deforestación; aunque en el municipio en general, se observa variedad de vegetación. La aldea Guaxpac, cuentan con un área de reserva forestal de 1 km<sup>2</sup>, en donde se encuentran las especies de pino y encino. Cuyquel, por su parte tiene ½ manzana de bosque.

### 1.1.2. Infraestructura básica del municipio y de las comunidades

De la cabecera municipal hacia las principales comunidades rurales del municipio, las distancias y tipos de acceso se describen en la tabla II.

Tabla II: **Distancias (kms.) de la cabecera municipal a las principales comunidades del municipio**

<b>Comunidad</b>	<b>Distancia (kms)</b>	<b>Tipo de camino</b>
Tampó	2	asfalto
<b>Cuyquel</b>	<b>3 ½</b>	<b>veredas</b>
Chiacal	4	
El Manantial	6	asfalto, terracería (nueva) y veredas.
<b>Guaxpac</b>	<b>3</b>	<b>asfalto, terracería y camino vecinal</b>
Pasmolón	9	asfalto
Chacalté	8	
Las Flores	5	
La Cumbre	4	
Chiallí	3	
Pansinic	6	
Samelb		veredas
Sabob		veredas

Fuente: Oficina Municipal de Planificación, Municipalidad de Tactic, A.V.

Tactic cuenta con mercado, rastro y biblioteca; todos municipales, además de bancos, comercios, restaurantes, gasolineras, líneas de transporte (buses y microbuses) urbanos y extraurbanos. Los servicios de transporte urbano funcionan solamente los días en que existe mayor comercio (martes, jueves, sábado y domingo). Además existen servicios de taxis y pick ups que realizan fletes, prácticamente hacia cualquier comunidad. Además existen los servicios de correo, telégrafo, telefonía fija (residencial) pública y celular y servicio de internet. Mientras en las aldeas Guaxpac y Cuyquel, solamente existe servicio de telefonía móvil. La cabecera municipal, cuenta además con los servicios de agua potable, drenaje y recolección de basura.

Además de los servicios de seguridad brindados por la Policía Nacional Civil y la 82ava compañía de Bomberos Voluntarios, la cabecera municipal cuenta con un centro de salud tipo “B” para atención a sus habitantes; además en algunas localidades, se tienen puestos de salud y en otras como la aldea Guaxpac, centros o puestos de convergencia y lamentablemente en otras, no existen áreas para que se presten servicios de salud, como en Cuyquel, la cual utiliza un salón comunal para consulta.

Los principales establecimientos educativos funcionan en el área de la cabecera municipal; en el área rural, el 90% de las aldeas cuentan con edificios escolares. En Guaxpac y Cuyquel, la oferta educativa se limita a una escuela, que ofrece la posibilidad de estudiar una preprimaria bilingüe y la primaria. Guaxpac, tiene una tasa de analfabetismo de 34%, similar a la tasa observada en la cabecera municipal; mientras en Cuyquel, la tasa de analfabetismo se dispara y supera inclusive la tasa del municipio, alcanzando 69%, como se muestra en la tabla III.

Tabla III: **Porcentaje de analfabetismo y grado de escolaridad en las aldeas Guaxpac y Cuyquel**

Aldea	Alfabetismo	Analfabetismo	Nivel de escolaridad (%)				
			Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
<b>Guaxpac</b>	<b>66%</b>	<b>34%</b>	52	2	44	4	0
<b>Cuyquel</b>	<b>31%</b>	<b>69%</b>	87	0	13	0	0

Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 185.

La totalidad de la población de Guaxpac, tiene acceso al servicio de agua entubada, como se observa en la tabla IV. Posee cuatro sistemas operados por la misma comunidad. Sin embargo, no cuenta con un sistema de drenaje. El 5% de la población que afirma tener una forma de eliminar las aguas grises, se refiere a zanjas a cielo abierto. Las aguas residuales, son una fuente de malos olores y enfermedades ya que se mezclan con aguas subterráneas contaminadas con excretas y anegan terrenos cercanos a la comunidad.

Tabla IV: **Porcentajes de población con acceso a servicios de agua potable y drenaje en las aldeas Guaxpac y Cuyquel**

Aldea	Guaxpac		Cuyquel	
	Si (%)	No (%)	Si (%)	No (%)
Tipo de servicio				
Agua potable entubada	100	0	81	19
<b>Drenaje</b>	<b>5</b>	<b>95</b>	95	5

Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 183.

Cuyquel cuenta con agua entubada y un alcantarillado recién construido. El servicio de agua entubada, casi cumplió su vida útil, por lo que se busca una nueva fuente. Las aldeas tienen acceso a varias fuentes, lo que les permite abastecerse de alguna forma, como se lee en la tabla V.

Tabla V: **Formas y porcentajes de abastecimiento de agua en las aldeas Guaxpac y Cuyquel**

Aldea	Guaxpac	Cuyquel
<b>Por tubería</b>	<b>%</b>	
Chorro de uso exclusivo	99	90
Chorro para varios hogares	1	3
Chorro publico fuera del local	0	0
Pozo con red	0	0
<b>Por acarreo</b>	<b>%</b>	
Pozo	0	4
Río, lago o manantial	0	0
Camión	0	0
Otro	0	3

Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 184.

Las poblaciones de las aldeas Guaxpac y Cuyquel eliminan las excretas, de cada vivienda según la tabla VI. El servicio de alcantarillado sanitario, de la aldea Cuyquel ha cubierto básicamente a la totalidad de la población. Existe un 5% de la población que no ha sido atendida, debido básicamente a la ubicación de las viviendas, ya que su altura es considerablemente baja comparada a la altura de la línea que recorre el colector principal.

**Tabla VI: Tipos de saneamiento básico disponibles en las aldeas Guaxpac y Cuyquel y porcentajes de población que hacen uso de cada uno de ellos**

<b>Aldea</b>	<b>Guaxpac</b>	<b>Cuyquel</b>
<b>Tipo de servicio</b>	<b>%</b>	
Inodoro conectado a red de drenajes	0	95
Inodoro conectado a fosa séptica	0	0
Excusado lavable	0	0
Letrina o pozo ciego	83	5
No tiene	17	0

Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 184.

Mientras, las formas en que las poblaciones de las aldeas eliminan la basura, se encuentran clasificadas en la tabla VII.

**Tabla VII: Formas y porcentajes en que la población de las aldeas Guaxpac y Cuyquel eliminan los desechos sólidos**

<b>Aldea</b>	<b>Guaxpac</b>	<b>Cuyquel</b>
<b>Forma de eliminación</b>	<b>%</b>	
Servicio municipal	0	0
Servicio privado	0	0
La queman	9	0
La entierran	35	6
La tiran en cualquier lugar	49	84
Otra forma	7	10

Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 185.

En la cabecera municipal existe el servicio de energía eléctrica y alumbrado público; mientras que en el área rural, existe cobertura del 75%. Cuyquel y Guaxpac cuentan con el servicio de energía eléctrica y alumbrado público. La tenencia de energía eléctrica y fuentes de energía utilizadas en las comunidades, se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla VIII: Porcentaje de la población de Guaxpac y Cuyquel con energía eléctrica y diversos tipos de energía que utiliza**

Aldea		Guaxpac		Cuyquel	
		Si	No	Si	No
% de viviendas con energía eléctrica		100	0	47	53
% * población que utiliza determinado servicio o tipo de energía	Eléctrico de servicio público	100		43	
	Eléctrico de servicio privado	0		0	
	Gas corriente	0		49	
	Candela	0		1	
	Otro	0		7	
Nota: * % obtenido con base en el total de hogares					

Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 183.

Según el último censo realizado en el país, el departamento de Alta Verapaz, lo habitan alrededor de 149 996 habitantes, haciendo un total de 5 personas en promedio por vivienda. En el municipio de Tactic existen 5 437 viviendas. La cantidad aproximada de viviendas que se encuentran concentradas en la cabecera municipal es de 1 360, mientras en la aldea Guaxpac se cuenta con un total 88 viviendas y en la aldea Cuyquel se tienen 100.

Los tipos de vivienda<sup>1</sup>, que se observan en las aldeas Guaxpac y Cuyquel, se detallan en la tabla IX.

Tabla IX: **Tipos de viviendas existentes (porcentaje) en Guaxpac y Cuyquel**

<b>Aldea</b>	<b>Guaxpac</b>	<b>Cuyquel</b>
<b>Tipo de vivienda</b>	<b>%</b>	
Casas formales	88	93
Apartamento	0	0
Cuarto en casa de vecindad	0	0
Ranchos	12	7
Otro tipo de casas	0	0

Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 183.

### **1.1.3. Infraestructura social del municipio y de las comunidades**

En 2003, la población fue de 26 686 habitantes, registrándose 938 nacimientos<sup>2</sup>. Ese año, la tasa de natalidad fue de 35,15 x 1 000 y se tuvo una tasa de mortalidad neonatal de 12,79 x 1 000 nacidos vivos, o sea las muertes que ocurrieron en los niños con menos de 28 días de edad. La tasa de mortalidad post neonatal fue de 10,66 x 1 000 nacidos vivos, o sea los niños que murieron entre los 28 días y menores de un año. La tasa de mortalidad infantil fue de 23,45 x 1 000; o sea todos los niños que murieron con una edad menor de un año.

---

<sup>1</sup>Locales de habitación: todo recinto de alojamiento que haya sido construido, transformado o dispuesto para ser habitado por personas.

<sup>2</sup> Datos de la Municipalidad de Tactic.

Las enfermedades más frecuentes en los menores de un año son las infecciones respiratorias agudas, diarreas, neumonías, parasitismo intestinal, dermatitis, amigdalitis, sarcoptiosis, impétigo y anemia.

Las causas más comunes por las cuales los niños menores de un año fallecen son: *shock* hipovolémico, sepsis, neumonías, diarrea, meningitis, hidrocefalia y prematurez.

Las causas por las que la población en general se enferman frecuentemente son infecciones respiratorias, parasitismo intestinal, diarrea, anemias, gastritis, infecciones del tracto urinario, neumonías y amigdalitis. Las causas más frecuentes de mortalidad general son neumonías, sepsis, infarto agudo del miocardio, *shock* hipovolémico, diarrea, meningitis, accidente cerebro vascular (ACV). La tasa de mortalidad general fue de 113,01 x 1 000 o sea la totalidad de personas que murieron durante el año 2003. La mortalidad materna tuvo una tasa de 109,61 x 1 000, o sea las madres que murieron en este año, por problemas relacionados con el embarazo, parto o después del parto. La tasa de crecimiento vegetativo del municipio fue de 3,51 x 1 000.

#### **1.1.4. Aspectos económicos del municipio y de las comunidades**

El municipio basa su economía en la agricultura, ganadería y artesanías. Se produce una gran cantidad de artesanías, siendo de las destacas sus tejidos. Otras artesanías son la cestería y orfebrería, principalmente la platería. Guaxpac y Cuyquel, tienen una importante producción artesanal de tejidos elaborados por mujeres principalmente güipiles y manteles.



Los productos agrícolas más importantes son el maíz, el frijol, además de caña de azúcar, aguacates, pacayas, hortalizas. Se cultivan también frutas como limas, limones, mandarinas, duraznos, peras, granada, granadillas y bananos. Gran parte de la producción del municipio de Tactic es para exportación; sin embargo, otra parte se destina al consumo dentro del municipio u otros destinos dentro del país.

Guaxpac tiene producción de maíz, frijol y hortalizas. En Cuyquel, los principales cultivos de la aldea son maíz y frijol, para consumo de cada familia y hortalizas y café; que generalmente venden en el mercado municipal.

Tactic tiene también una importante producción de ganado vacuno, dentro del cual se encuentra ganado de engorde y productor de leche. Aunque se cría principalmente ganado vacuno, también existe comercio de ganado porcino y aviar. En la aldea Guaxpac, se cría principalmente ganado aviar. Mientras en la aldea Cuyquel, se cría ganado porcino, aunque también es posible hallar ganado aviar. Tactic posee una fuerte industria de lácteos y extracción de materiales.

Los oficios que predominan entre los pobladores de Guaxpac son los de agricultor, jornalero, albañil y carpintero, entre los hombres, mientras las mujeres se dedican principalmente a actividades de tejedoras y amas de casa.

En la aldea Cuyquel, se conoce que los ingresos por habitante oscilan entre Q 0,00 – Q 300,00 mensualmente. Las principales ocupaciones de los habitantes hombres son las de agricultor, jornalero, albañil y migrantes, mientras las mujeres se dedican al hogar, a realizar tejidos o laboran como empleadas domésticas.

La población económicamente activa e inactiva de las aldeas, se describe en la tabla X.

Tabla X: **Porcentaje de población económicamente activa e inactiva, en las aldeas Guaxpac y Cuyquel**

<b>Aldeas</b>	<b>Guaxpac</b>	<b>Cuyquel</b>
<b>Población económicamente activa PEA (%)</b>		
Hombres ocupados	72	67
Mujeres ocupadas	28	33
<b>Total ocupados</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Hombres desocupados	0	0
Mujeres desocupadas	0	0
<b>Total desocupados</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Población económicamente inactiva PEI (%)</b>		
Hombres inactivos	34	32
Mujeres inactivas	66	68
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: GTZ, INFOM, SEGEPLAN. Programa Las Verapaces (PLV). Proyecto de Desarrollo Regional. p. 187.

### **1.1.5. Aspectos socioculturales del municipio y de las comunidades**

Según el censo de población y habitación del 2002, el municipio de Tactic, se compone de una población censada de 24 535 habitantes, sabiendo que el municipio tiene 85 kms<sup>2</sup>, se obtiene entonces una densidad de población de 288 hab/km<sup>2</sup>.

El crecimiento de la población se realiza a un promedio anual de 3%. En el municipio, la población se divide en 87% de raza indígena y un 13% de raza no indígena o mestiza y existen 3 grupos étnicos, Poqomchí, Achí y Queqchí.

Además del idioma español, en este municipio se hablan los idiomas Poqomchí, Queqchí y Achí. Las poblaciones de las aldeas, se componen como se muestra en la tabla XI.

Tabla XI: **Cantidades y porcentajes de población en las aldeas Guaxpac y Cuyquel, según varias clasificaciones**

<b>Datos de población (2005)</b>				
<b>Aldeas</b>	<b>Guaxpac</b>		<b>Cuyquel</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Habitantes</b>	<b>%</b>	<b>Habitantes</b>	<b>%</b>
<b>Total</b>	<b>372</b>	<b>100</b>	<b>1,030</b>	<b>100</b>
<b>Sexo</b>				
Hombres	179	48	500	49
Mujeres	193	52	530	51
<b>Etnia</b>				
Indígena	368	99	1,030	100
No indígena	4	1	0	0
<b>Edad</b>				
De 0 a 6 años	89	24	200	19
De 7 a 14 años	82	22	160	16
De 15 a 64 años	186	50	630	61
De 65 y más	15	4	40	4

Fuente: GTZ y municipalidad de Tactic, Diagnóstico y plan de desarrollo municipal.

### **1.1.6. Aspectos históricos**

Las teorías indican que la población poqomchí de Tactic, proviene del área de Rabinal y que emigró a este valle, después de varios conflictos generados por guerras, luchas o conflictos, creando varios asentamientos.

Los frailes dominicos, llegaron a Tactic, en la época colonial el 2 de julio de 1545 fecha establecida, como la fundación del pueblo conocido durante la colonia como Santa María Tactic.

Ya en la época moderna, dentro de los principales hechos sobresalientes, se cuentan por ejemplo, el Acuerdo Gubernativo del 10 de diciembre de 1877, donde Tactic se desliga del departamento de Baja Verapaz pasando a ser jurisdicción de Alta Verapaz.

En 1900 se establece el primer alcalde municipal. Por Acuerdo Gubernativo No. 386-84, de fecha 24 de mayo de 1984, se acuerda elevar a la categoría de Villa la cabecera municipal de Tactic. Por Acuerdo Municipal No. 042-85 de fecha 10 de diciembre de 1985 se reconoce como oficial el Escudo de la Municipalidad de Tactic.

El nombre de Tactic pudo derivarse de las voces poqomchíes: *Saq*, blanco y *Tic*, durazno; tierra del durazno blanco, *Pan* y *Tic*; en el duraznal, *Taq-Aj-Tik*; vamos a la tierra del durazno; *Tac*, vamos al *Tic*, vamos al durazno, o vamos al duraznal.

En el caso de aldea Guaxpac, su nombre se deriva de *Guach-pac* (poqomchí), que significa Frente al Anono. Por esta razón, se dice que Guaxpac significa Lugar de la Anona. Mientras Cuyquel debe su nombre a dos personajes importantes que habitaron en el lugar. Uno de estos personajes Cu sobrenombre de Domingo y el otro Quel sobrenombre de Miguel.

### 1.1.7. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura en las comunidades Guaxpac y Cuyquel

El análisis participativo realizado en cada comunidad, sobre sus necesidades prioritarias, se presenta en la siguiente tabla. Para la realización del mismo, se contó con la participación de la mayoría de la población la cual fue exponiendo a criterio personal sus necesidades prioritarias. Adicionalmente, esta información fue comparada con la existente en la Municipalidad de Tactic.

Tabla XII: **Principales necesidades en las comunidades de Guaxpac y Cuyquel**

<b>Descripción y priorización de las necesidades de las comunidades</b>	
<b>Guaxpac</b>	<b>Cuyquel</b>
Enfermedades en niños menores	Ingresos mensuales, muy bajos
Falta de sistema de saneamiento	Vías de acceso.
Dificultad en el transporte de sus productos por falta de vías de acceso.	Cantidad de maestros.
Pérdidas materiales y de cosechas por desastres naturales.	Analfabetismo y deserción escolar.
Deserción escolar por falta de recurso económico.	No hay acceso a servicios de salud y medicamentos.
Acceso a servicio de salud limitado.	Deslaves, pérdida de cosechas por frío, vientos, tormentas eléctricas, y daños por lluvias torrenciales.
Deforestación.	Basura.
Analfabetismo.	Escasa participación de mujeres en el COCODE.

Fuente: elaboración propia.



## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

En este apartado, se describen los criterios técnicos adoptados para el diseño de los proyectos así como la descripción de fórmulas y ejemplos éstas.

### **2.1. Diseño y planificación de red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac, del municipio de Tactic, Alta Verapaz**

Acá se describe el diseño de la red de drenaje sanitario, partiendo de la selección de los principales criterios utilizados, descripción de fórmulas y finalmente ejemplo, de cómo se utilizaron las mismas.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

En la aldea Guaxpac, las letrinas son el sistema más utilizado para la eliminación de las excretas; aunque éstas, también se pueden encontrar a cielo abierto, lo que constituye un peligro para la salud de la población. La conducción de aguas residuales provenientes de pilas, se realiza a través de zanjas o simplemente se deja que el agua corra a flor de tierra.

La finalidad de la red de drenaje sanitario es la recopilación y conducción de las aguas residuales desde su origen hacia un lugar determinado de una forma segura y sobre todo, higiénica; para prevenir la aparición de enfermedades, especialmente gastrointestinales.

Al final de la conducción, en el punto de descarga de la línea, se espera que las aguas conducidas sean sometidas a algún tipo de tratamiento, en una planta de tratamiento de aguas residuales, antes de su desfogue hacia algún cuerpo receptor. Esto se hace para disminuir la contaminación de las mismas.

Las partes básicas que componen una red de drenaje sanitario pueden ser: conexiones domiciliarias (candelas), alcantarillas o colectores, pozos de visita y el elemento de tratamiento. Dentro de las obras complementarias podemos encontrar las siguientes: tanque de lavado, derivadores de caudal, pozos de luz, tuberías de ventilación, entre otras.

### **2.1.2. Estudios topográficos**

Para realizar el levantamiento topográfico, se tomó en cuenta el área completa que se pretende drenar y las viviendas, se localizaron además de éstas, el punto que se considera apto para la descarga y posterior ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El método utilizado para la planimetría, fue el de conservación del azimut y debido a la topografía del lugar, la nivelación resulto imposible en algunos puntos, por lo que fue necesario utilizar el método taquimétrico.

El equipo utilizado fue un teodolito digital FOIF DT 105C, trípode, dos plomadas, un estadal de acero inoxidable de 3 metros, dos cintas métricas una con longitud de 100 metros y la otra de 5 metros y trompos. Debido a que la comunidad se encuentra totalmente parcelada y que en algunos puntos, no se obtuvo derecho de paso, se tomó la decisión de utilizar principalmente los caminos vecinales para el trazo de los colectores.



Debido a esta situación, la red de drenaje sanitario se sectorizó o se dividió en diez tramos y se ubicaron los puntos para la unión de cada uno de los sectores, siempre en busca del punto considerado apto para la construcción futura de la planta de tratamiento de aguas residuales.

### 2.1.3. Especificaciones para el diseño de la red de drenaje

Las especificaciones utilizadas para el diseño de la red de drenaje sanitario utilizadas, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XIII: **Especificaciones utilizadas para el diseño de la red de drenaje sanitario**

<b>Diseño de la red de drenaje sanitario de la Aldea Guaxpac, Tactic, Alta Verapaz.</b>		
<b>Parámetros de diseño:</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Dimensión</b>
Población actual:	372,0000	hab
Población futura:	1 035,0000	hab
Factor de retorno:	0,8000	
Dotación:	100,0000	lt/hab/dia
Caudal domiciliar	0,9611	lt/seg
Caudal comercial	0,0000	lt/seg
Caudal industrial	0,0000	lt/seg
Conexiones ilícitas	0,0961	lt/seg
Caudal de infiltración	0,1600	lt/seg
Caudal sanitario	1,2172	lt/seg
F.q.m.	0,0020	
Caudal medio	0,7440	lt/hab/seg
P	0,6099	
F.H.	4,0369	
<b>Caudal de diseño</b>	<b>4,9138</b>	lt/seg

Fuente: elaboración propia.

Las fórmulas que se utilizan para el diseño de alcantarillas son las siguientes:

- Fórmula para calcular el caudal:  $Q = V * A$

Donde:

Q = es el caudal que circula por una sección en un determinado instante, [m/seg]

V = es la velocidad a la cual circula el agua [m/seg] y

A = área de la sección por la cual pasa el agua [m<sup>2</sup>].

- Fórmula para calcular el radio hidráulico:  $Rh = \frac{A}{P_{moj}}$

Donde:

Rh = es el radio hidráulico [m].

A = área de la sección por la cual pasa el agua [m<sup>2</sup>] y

P<sub>moj</sub> = es el perímetro mojado de la sección, es decir la longitud de la sección que tiene contacto con el agua [m].

- Manning:  $V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$

Donde:

V = es la velocidad a la cual circula el agua [m/seg],

D = es el diámetro de la tubería [plgs],

S = es la pendiente de la tubería [%] y

n = es el coeficiente de rugosidad y depende del tipo de tubería con el cual se va a diseñar [adimensional]. En la siguiente tabla se presentan algunos valores comunes de “n”

Tabla XIV: **Coeficientes de rugosidad para tuberías**

<b>Material Principal de la Tubería</b>	<b>“n”</b>
Concreto con diámetro mayor a 24 plgs. ( $\phi \geq 24''$ )	0,015
Concreto con diámetro menor a 24 plgs. ( $\phi \leq 24''$ )	0,013
<b>PVC (policloruro de vinilo)</b>	<b>0,010</b>
Hierro fundido	0,013
Zanjas	0,020
Canales con recubrimiento de piedra	0,030

Fuente: elaboración propia.

Al diseñar un sistema de alcantarillado, una de las primeras consideraciones es el tipo de tubería que se utilizará. Para el caso del drenaje sanitario de la aldea Guaxpac, se seleccionó, por su facilidad de transporte y colocación; además de vida útil, la tubería de PVC. Por lo tanto el coeficiente de rugosidad que se utilizó será de  $n = 0,010$ .

Adicionalmente, para el diseño de la red de drenaje sanitario, se debe considerar la vida útil del proyecto, la cual es un criterio del diseñador y es variable. Una correcta estimación de esta, contribuirá a un proyecto exitoso desde el punto de vista económico y funcional. Los proyectos por lo general, utilizan un período de diseño de 20 años, aunque esta consideración se puede ampliar hasta 30, considerando la inversión que se realiza. Para el caso del drenaje sanitario de la aldea Guaxpac, se escogió un período de diseño de 30 años más 3 años por trámites administrativos. Por lo que se espera que el sistema de alcantarillado funcione correctamente hasta el 2038.

También se considera, la dotación de agua que se tiene en la comunidad; siendo esta, la cantidad de agua que necesita el hombre para satisfacer de una o de otra manera sus necesidades como: alimentación, aseo personal y otras.

En la comunidad de Guaxpac se cuenta con cuatro sistemas de agua para consumo humano, por lo que para efectos de diseño, se tomó como base, el sistema que aporta la mayor dotación, siendo esta de 100 lts/hab/día.

Como se dijo en el capítulo anterior, la población de la aldea Guaxpac, actualmente (2006) es de 372 habitantes. Para el cálculo de la población futura se utilizaron los métodos aritmético y geométrico, siendo el de este último, el mayor, utilizándose el dato de 1 035 habitantes para diseño.

La velocidad del flujo se determina por la fórmula de *Manning* y las relaciones hidráulicas de  $v/V$ , donde  $v$  es la velocidad del flujo y  $V$  es la velocidad a sección llena,  $v$  por norma ASTM F-3034, es la siguiente:

Tabla XV: **Velocidad de flujo para tubería PVC**

<b>Velocidad de flujo para tubería PVC (v)</b>	
Mínima	Máxima
0,6 m/s	3,00 m/s

Fuente: elaboración propia.

La velocidad mínima, impide que exista sedimentación y por consiguiente algún taponamiento y la velocidad máxima es para evitar la erosión o desgaste del material. Estos parámetros se aplican para tubería de concreto, pero para tubería de P.V.C. de pared doble, lisa interiormente y corrugada externamente, norma ASTM F-949, se permiten velocidades máximas de 5,0 m/s, ya que tiene mayor resistencia a la erosión y desgaste. También es importante considerar que para tramos iniciales con poco caudal se toleran velocidades mínimas de 0,40 m/s.

La altura del tirante del flujo deberá ser mayor de 10% del diámetro de la tubería y menor del 75% de la misma. Estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto, así como su funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

#### 2.1.4. Determinación de caudal sanitario

Para determinarlo, se deben calcular varios caudales, dentro de los cuales se tiene el caudal domiciliar, éste es el agua que ha sido utilizada para limpieza, producción de alimentos o limpieza de las mismas personas. Una parte de esta no será llevada a la red de drenaje sanitario, como la de los jardines y lavado de vehículos; por esto, el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno que varía entre 0,70 a 0,95.

$$Q_{dom} = \frac{Dot \times No.Hab. \times F.R.}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{dom.}$	=	Caudal domiciliar [l/s]
Dot.	=	Dotación [l/hab/día]
No.Hab.	=	Número de habitantes [hab]
F.R.	=	Factor de retorno [adimensional]

El factor de retorno que se tomó para este proyecto fue de 0,80, considerando que el clima de la aldea es frío y el agua que se utiliza en su mayoría se utiliza para aseo personal, limpieza de utensilios de cocina y lavado de ropa.

El caudal sanitario, considera un caudal de conexiones ilícitas, que es el producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario.

Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0,5% a 2,5%. Para este proyecto se consideró el 1%. Éste también se calcula por medio de la fórmula del método racional, ya que tiene relación con el caudal producido por las lluvias.

$$Q_{c.i.} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A\%) \times 100}{360}$$

Donde:

- Q<sub>c.i.</sub> = Caudal de conexiones ilícitas [m<sup>3</sup>/s].
- C = Coeficiente de escorrentía, el que depende de las condiciones del suelo y la topografía del área a integrar [adimensional].
- I = Intensidad de lluvia [mm / hora].
- A = Área que es factible de conectar [Ha].

Adicionalmente, al caudal sanitario se le suma un caudal de infiltración, que es el caudal que se infiltra en la alcantarilla, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, profundidad y tipo de tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas, la calidad de mano de obra utilizada y la supervisión técnica. Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o en litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias aceptando un valor de 6,00 m por cada casa, la dotación de infiltración varía entre 12 000 y 18 000 litros/km/día. Para este proyecto se consideró el 2% del diámetro intermedio de tubería que se utilizará, según normas guatemaltecas.

$$Q_{\text{infiltración}} = \frac{\text{Dot.} \times (\text{m. tubo} + \text{No. Casas} \times 6 \text{ metros}) \times \frac{1}{1000}}{86400}$$

Donde:

- Q<sub>infiltración</sub> = Caudal de infiltración [m<sup>3</sup>/s]

Dot. = Dotación [l/kilómetro/día]  
No. Casas = Número de casas [adimensional]

Dentro del caudal sanitario, también se considera un caudal comercial, que es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía según el establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 600 a 3 000 litros/comercio/día. En este caso se considera cero, por no existir ningún tipo de comercio de este tipo en la aldea.

$$Q_{com} = \frac{No.Com \times Dot}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{com}$  = Caudal comercial [ $m^3/s$ ]  
Dot = Dotación [l/kilómetro/día]  
No.Com = Número de comercios [adimensional]

Adicionalmente, al caudal sanitario, se le debe agregar un caudal industrial, que es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos, etc. Si no se cuenta con un dato de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 16 000 y 18 000 litros/industria/día, el cual dependerá del tipo de industria. Para este proyecto, también se desprecia este caudal, por no existir ninguna industria en la aldea.

$$Q_{ind} = \frac{No.Ind. \times Dot}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{ind}$  = Caudal industrial [ $m^3/s$ ]  
Dot. = Dotación [l/industria/día]  
No.Ind = Número de industrias [adimensional]

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos, se procede a obtener el valor del caudal medio, que está dado por la siguiente expresión:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind.} + Q_{inf.} + Q_{c.i.}$$

Posteriormente, se calcula el factor de caudal medio. Este factor se determina por medio de la suma de los caudales que contribuyen al sistema, dividida entre la población futura y se expresa en litros/habitante/segundo. El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$F.Q.M. = \frac{Q_{med}}{Pop.futura}$$

Donde:

$Q_{med.}$  = Caudal medio [lts/s]

Pop. futura = Población futura [hab]

Posteriormente, se calcula el factor de Harmond, que es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio. Está dado de la siguiente manera:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

F. H. = Factor de Harmond [adimensional]

P = Población en miles. [habitantes]

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará la red de drenaje sanitario en los diferentes puntos donde aquella fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = No.Hab. \times F.H. \times FQM$$



Donde:

$Q_{dis}$ =	Caudal de diseño [ $m^3/s$ ]
No. Hab. =	Número de habitantes futuros acumulados [habitantes]
F.H. =	Factor de Harmond [adimensional]
FQM. =	Factor de caudal medio [adimensional]

### 2.1.5. Pendientes

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

- **$q < Q$**

Donde:

$q$ =	Caudal de diseño [ $m^3/s$ ]
$Q$ =	Caudal a sección llena [ $m^3/s$ ]

- **$0,1 < d/D < 0,75$**

Donde:

$d$ =	Tirante [m]
$D$ =	Diámetro interno de la tubería [m]

### 2.1.6. Cálculo de Cotas Invert

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

$$C.T._f = CT_i - (D_o * S\% terreno)$$

$$S\% = \left( \frac{(CT_i - CT_f)}{D_o} \right) * 100 = \%$$

$$Et = \left( \frac{\phi * 0,30}{100} \right) = m$$

$$CI = CT - (H_{\min ima} + Et + Diámetro tubo)$$

$$CIE_2 = CI - D_o * S\% tubo$$

$$CIE_3 = CIS_2 - D_1 * S\% tubo$$

$$H_{pozo} = CT - CIS$$

Donde:

$h_{\min}$  = Altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles [m]

CI = Cota invert inicial [m]

$CT_i$  = Cota del terreno inicial [m]

$CT_f$  = Cota del terreno final [m]

CIS = Cota invert de la tubería de salida [m]

CIE = Cota invert de la tubería de entrada [m]

D = Distancia horizontal [m]

S% = Pendiente del terreno o tubería [m]

Et = Espesor de la tubería [m]

Para demostrar la utilización de las anteriores fórmulas se procederá al cálculo y diseño del sector V de la red de alcantarillado sanitario (observar en planos) que comprende del pozo de visita PV 23 al pozo de visita PV 6; los datos son los siguientes:

Cotas del terreno:

Estación	Altura (m)
23	136,74
24	134,05
25	114,2
26	110,96
27	108,16
28	105,35
29	102,34
30	99,19
6	94,74

Distancia entre pozos:

Est.	P.O.	Distancia (m)
23	24	46,08
24	25	17,96
25	26	37,62
26	27	9,4
27	28	17,34
28	29	6,57
29	30	32,5
30	6	53,75
TOTAL		221,22

Pendientes del terreno: 
$$P = \left( \frac{\text{cot } a \text{ inicial} - \text{cot } a \text{ final}}{\text{dis tan cia}} \right) \times 100$$

$$P = \left( \frac{136,74 \text{ m} - 134,05 \text{ m}}{46,08 \text{ m}} \right) \times 100$$

$$P = 5,83\%$$

Est.	P.O.	Pendientes %
23	24	5,8377
24	25	110,5234
25	26	8,6124
26	27	29,7872
27	28	16,2053
28	29	45,8143
29	30	9,6923
30	6	8,2791

Longitud que se va a servir:

Local (PV23 A PV 24)	=	46,08 m
Acumulada (TOTAL PV 23 A PV 6)	=	221,22 m

Est.	P.O.	Distancia (m)	Acumulada (m)
23	24	46,08	46,08
24	25	17,96	64,04
25	26	37,62	101,66
26	27	9,4	111,06
27	28	17,34	128,4
28	29	6,57	134,97
29	30	32,5	167,47
30	6	53,75	221,22
TOTAL		221,22	

Población de diseño:

Esta se obtiene de la población inicial que está comprendida entre el PV 23 y PV 6.

Est.	P.O.	Hab. a servir	Hab. a servir futuro
23	24	12	22
24	25	12	22
25	26	12	22
26	27	6	11
27	28	6	11
28	29	12	22
29	30	6	11
30	6	12	22

$$\text{Caudal medio} = Q_{\text{doméstico}} + Q_{\text{conexiones ilícitas}} + Q_{\text{infiltración}}$$

$$Caudal_{\text{doméstico}} = \frac{\text{dotación} \times F.R. \times \text{No. hab}}{86\ 400}$$

$$Caudal_{\text{doméstico}} = \frac{100\ \text{l/hab/día} \times 0,80 \times 1\ 038\ \text{hab}}{86\ 400}$$

$$Caudal_{\text{doméstico}} = 0,9611\ \text{l/s}$$

$$Caudal_{\text{conexiones ilícitas}} = 10\% Caudal_{\text{doméstico}}$$

$$Caudal_{\text{conexiones ilícitas}} = 0,10 * 0,9611$$

$$Caudal_{\text{conexiones ilícitas}} = 0,0961\ \text{l/s}$$

$$Caudal_{\text{infiltración}} = 2\% \theta\ \text{tubería}$$

$$Caudal_{\text{infiltración}} = 2\% (8")$$

$$Caudal_{\text{infiltración}} = 0,16\ \text{l/s}$$

$$Caudal_{\text{medio}} = 0,9611\ \text{l/s} + 0,0961\ \text{l/s} + 0,16\ \text{l/s}$$

$$Caudal_{\text{medio}} = 1,2172\ \text{l/s}$$

Factor de caudal medio:  $F.Q.M. = \frac{Q_{\text{medio}}\ \text{l/s}}{\text{No. hab. fut del tramo}}$

$$F.Q.M. = \frac{1,2172\ \text{l/s}}{22\ \text{hab.}}$$

$$F.Q.M. = 0,05444\ \text{l/hab./s} \approx 0,005$$

Factor de Harmond:  $F.H. = \left( \frac{18 + \sqrt{\left( \frac{\text{Pob. fut.}}{1\ 000} \right)}}{4 + \sqrt{\left( \frac{\text{Pob. fut.}}{1\ 000} \right)}} \right)$

$$F.H. = \left( \frac{18 + \sqrt{\left(\frac{22}{1\,000}\right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{22}{1\,000}\right)}} \right)$$

$$F.H. = 4,3739$$

Caudal de diseño:  $q_{dis.} = F.Q.M. \times F.H. \times Pob. fut.$

$$q_{dis} = 0,0050 \text{ l/hab/s} \times 4,3739 \times 22 \text{ hab.}$$

$q_{dis} = 0,4889 \text{ l/s}$  Para el tramo entre PV 23 y PV 24 y así sucesivamente se calculan los siguientes tramos

Est.	P.O.	Factor Harmod	Fqm	qd
23	24	4,3739	0,005000	0,48893
24	25	4,3739	0,005000	0,97786
25	26	4,3739	0,005000	1,46678
26	27	4,4099	0,005000	1,71326
27	28	4,4099	0,005000	1,95974
28	29	4,3739	0,005000	2,44866
29	30	4,4099	0,005000	2,69514
30	6	4,3739	0,005000	3,18407

Diseño hidráulico:

Diámetro de tubería: 6"  
 Pendiente de tubería: 3,5%  
 Pendiente terreno: 5,8377%

Velocidad a sección llena:  $V = \frac{0,03429 \times D^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$

$$V = \frac{0,03429 \times (6'')^{\frac{2}{3}} \times (0,035)^{\frac{1}{2}}}{0,01}$$

$$V = 2,1182 \text{ m/s}$$

Est.	P.O.	Velocidades
23	24	2,1182
24	25	3,2024
25	26	2,2645
26	27	4,3851
27	28	3,3010
28	29	5,2499
29	30	2,4018
30	6	1,9611

Caudal a sección llena:

Continuidad:  $Q = A \times V$

$$Q = \left( \left( \frac{\pi}{4} \right) \times (D^2) \right) \times V$$

$$Q = \left( \left( \frac{\pi}{4} \right) \times ((6'' \times 0,0254)^2) \right) \times (2,1182 \text{ m/s}) (1000 \text{ l/m}^3)$$

$$Q = 38,6394 \text{ l/s}$$

Est.	P.O.	Caudales
23	24	38,6394
24	25	58,4172
25	26	41,3072
26	27	79,9911
27	28	60,2151
28	29	95,7668
29	30	43,8129
30	6	35,7731

Relaciones hidráulicas:  $q / Q = \frac{q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{sección llena}}}$

$$q / Q = \frac{0,4889 \text{ l/s}}{38,6394 \text{ l/s}}$$

$$q / Q = 0,0127$$

Est.	P.O.	q/Q
23	24	0,0127
24	25	0,0167
25	26	0,0355
26	27	0,0214
27	28	0,0325
28	29	0,0256
29	30	0,0615
30	6	0,0890

De la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes resultados:

Relación de velocidades:  $v / V = 0,3424$   
 Relación de tirantes:  $d / D = 0,0780$   
 Velocidad sección no llena:  $v = v/V * V$   
 $v = 0,3424 * 2,1182$   
 $v = 0,7253 \text{ m / s}$

Est.	P.O.	v
23	24	0,7253
24	25	1,2015
25	26	1,0608
26	27	1,7702
27	28	1,5084
28	29	2,2367
29	30	1,3303
30	6	1,2098

Verificando relaciones hidráulicas:

$q < Q$	$0,4889 < 38,6394$	✓	Si cumple
$0,60 < v < 3,00$	$v = 0,7253 \text{ m / s}$	✓	Si cumple
$0,10 < d / D < 0,75$	$d / D = 0,0127$	✗	No cumple, por ser tramo inicial



### 2.1.7. Diámetros de tuberías

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño de red de drenaje sanitario en tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.) es de 6"; sin embargo, en tramos iniciales con muy poco caudal, es posible utilizar tubería de 4"; considerando que es únicamente este diámetro de tubería, él que permite cumplir con las condiciones generales para el diseño de alcantarillado sanitario, como son la velocidad a sección parcial "v" y la relación de tirantes "d/D". Para las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo que se deberá colocar es de 4".

Tabla XVI: **Diámetros de tuberías que pueden ser utilizadas en redes de drenaje sanitario y profundidad de colocación**

<b>Diámetro nominal (plgs)</b>	<b>Diámetro interno (plgs)</b>	<b>Profundidad mínima para evitar rupturas (m), para tráfico normal</b>	<b>Profundidad mínima para evitar rupturas (m), para tráfico pesado</b>
4	3,826	1,22	1,42
6	5,761	1,22	1,42
8	7,625	1,22	1,42
10	9,564	1,28	1,48
12	11,376	1,33	1,53
16	14,314	1,41	1,61

Fuente: elaboración propia.

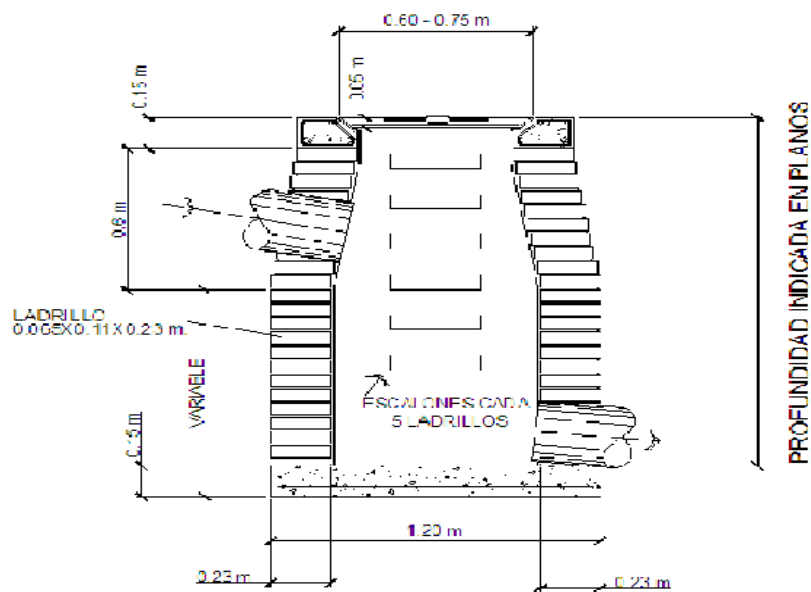
### 2.1.8. Pozos de visita

Proporcionan acceso al sistema, con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Están contruidos de mampostería.

Cuentan con un ingreso que es circular; tiene un diámetro entre 0,60 m a 0,75 m; la tapadera descansa sobre un brocal, ambos son construidos de concreto reforzado; el cono tiene una altura de 0,6 m, el cual termina en la parte cilíndrica del pozo con un diámetro de 1,20 m. La altura del cilindro dependerá de la profundidad en la que se encuentre la tubería.

Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello y por un cernido liso. El fondo está conformado de concreto, dejándole la pendiente necesaria para que corra el agua. Para realizar la inspección o limpieza de pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo. En la figura 2 se observan las partes de un pozo de visita.

Figura 2: partes de un pozo de visita



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

- Cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías colectoras
- Donde exista cambio de diámetro
- En distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24''
- En cambios de dirección horizontal para diámetro menor de 24''
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24''
- En las curvas no más de 30 metros

La Cota Invert de salida se calcula de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la Cota Invert de salida será 3 centímetros, por debajo de la Cota Invert de entrada.
- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro, la Cota Invert de salida tiene que ser como mínimo la diferencia de los diámetros.
- Cuando a un pozo de visita entran más de una tubería y sale una tubería, todas de igual diámetro, la Cota Invert de salida debe ser como mínimo 3 centímetros, por debajo de la Cota Invert de entrada más profunda.
- Cuando a un pozo de visita llegan dos o más tuberías y sale una y son de distinto diámetro, la Cota Invert de salida debe estar por debajo de las Cotas Invert de entrada, de acuerdo a:

- 3 centímetros, por debajo de las tuberías de igual diámetro
- La diferencia de los diámetros con tuberías de distinto diámetro
- Cuando a un pozo de visita llegan más de una tubería y sale más de una tubería. sólo una de las tuberías que salen es de continuidad, las demás son ramales iniciales.
- Las Cotas Invert de las tuberías de ramales iniciales debe ser como mínimo altura mínima de tráfico más espesor del tubo más diámetro.

La Cota Invert mínima se calcula sumando la profundidad por tráfico + espesor del tubo + diámetro del tubo:  $\text{Invert mínima} = h \text{ tráfico} + t + D$ .

### **2.1.9. Conexiones domiciliarias**

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al colector central. Consta de una caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar) y tubería secundaria. La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida con tubos de concreto colocados verticalmente. Tendrá un diámetro no menor de 12”.

Deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 4” en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima del 2%, a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con la alcantarilla central se hará en el cuarto superior, a un ángulo de 45° aguas abajo.

### **2.1.10. Profundidad de tubería**

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por las inclemencias del tiempo y principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico y evitar con esto rupturas en los tubos. La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería, en cualquier punto de su extensión, será determinada de la siguiente manera:

- Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1,00 metros
- Para tráfico pesado (mayor a 200 quintales) = 1,20 metros

### **2.1.11. Descarga**

El terreno que ocupa la comunidad, se encuentra en su totalidad ocupado o parcelado, por lo que no hay un lugar adecuado dentro de la comunidad para construir la planta de tratamiento. Sin embargo, los comunitarios están conscientes de la importancia de la planta y han hecho arreglos para comprar un terreno en la parte occidental de la comunidad. Observando la topografía, las viviendas existentes y su distribución, la capacidad económica y el tipo de suelo, se definió junto con los comunitarios, que la mejor opción para el recorrido del drenaje, debería ser de oriente a occidente.

Dentro del proceso de tratamiento, existen varias etapas, cada una con función específica que contribuye, en forma secuencial, al mejoramiento de la calidad del afluente respecto a su condición inicial. El tratamiento de aguas residuales consta de varias etapas o procesos dentro de las cuales se tienen:

- Los dispositivos para el tratamiento preliminar, que están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas. Para lograr estos objetivos se utilizan diversas unidades, entre las que se pueden mencionar: rejillas y desarenadores.
- Los dispositivos que se usan para el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos. La actividad biológica en esta etapa tiene poca importancia. Las unidades de tratamiento más utilizadas en esta etapa son: tanques Imhoff y sedimentadores simples o primarios.
- Sistemas de tratamiento del tipo biológico, que se consideran el tratamiento secundario, aprovechan la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica: proceso aerobio (en presencia de oxígeno) y proceso anaerobio (en ausencia de oxígeno). Los dispositivos que se usan en esta etapa pueden ser: filtro goteador con tanques de sedimentación secundario, tanques de aireación, filtro percolador (goteador, biofiltro o biológico), filtros de arena, lechos de contacto y lagunas de estabilización.
- Tratamiento terciario, es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad física-química-biológica adecuada para el uso al que se destina el agua residual, sin riesgo alguno. En este proceso se le da un pulimento al agua de acuerdo al nuevo uso que se le pretenda dar a las aguas residuales renovadas.

El lugar que se recomienda para la descarga es en una planta de tratamiento que se puede construir en un terreno privado cercano y luego, finalizar su recorrido hasta llegar a desfogar en la quebrada Chijí. Sin embargo, la decisión final corresponderá a las autoridades municipales y a los acuerdos que logre la comunidad.

#### **2.1.12. Planos del sistema**

Para poder observar todos los planos del sistema y detalles constructivos, ver apéndice 9.

#### **2.1.13. Mantenimiento de la red de drenaje**

La red de drenaje sanitario, alcanzará su vida útil y funcionará adecuadamente, siempre y cuando la comunidad le brinde la adecuada operación y mantenimiento.

La operación, se entiende como el conjunto de acciones externas que se ejecutan en forma permanente y sistemática en las instalaciones con el fin de mantener el adecuado funcionamiento del alcantarillado. Mientras que el mantenimiento, es el conjunto de acciones internas que se ejecutan en las instalaciones, ya sea para prevenir o reparar daños, con el fin también de mantener el adecuado funcionamiento del alcantarillado.

Generalmente se consideran las actividades de operación y mantenimiento como de poca importancia y las realizan personal no calificado y de baja categoría, por lo que no se les da la debida atención.

Sin embargo, éstas deben tener el apoyo de todos los involucrados en el proyecto; pues son estas acciones de las que depende la vida útil del alcantarillado y logran satisfacer la demanda que generó el servicio, motivando al usuario al pago de su contribución. La falta de mantenimiento puede provocar en un alcantarillado sanitario condiciones de servicio diferentes para las cuales fue diseñado y construido. Las normas básicas que deben aplicarse para el funcionamiento adecuado del alcantarillado sanitario son:

- Vigilancia de las descargas de desechos en las conexiones domiciliarias de alcantarillado.
- Cumplir con el plan rutinario de mantenimiento preventivo
- No permitir la descarga al sistema de substancias que puedan producir daño físico a la construcción o que puedan ser dañinas para las personas encargadas de la operación y mantenimiento.
- Emitir algún reglamento de uso y velar por su estricta aplicación

El control de cada uno de los componentes de la red de drenaje sanitario es el siguiente:

- Conexión domiciliar: las instalaciones del interior de la casa son privativas del usuario pero deben corresponder con las normas mínimas de instalación y descargar solamente aguas de origen doméstico al sistema. En operación se debe vigilar a diario el tipo de aguas residuales que descarguen al sistema y estado físico del mismo. El mantenimiento preventivo consiste en limpieza de la conexión semestralmente.



- Pozos de registro o visita: durante la operación se deberá tener control de acumulación de lodos, natas o basura y revisión de tapaderas, lo cual se recomienda sea mensualmente. El mantenimiento, consistirá en la extracción de lodos, natas o basura. Eventualmente, se repararán daños, principalmente en la tapadera.
- Colector principal: en la operación, se deberá inspeccionar el estado de las tuberías por medio de linterna o espejos; para observar si hay taponamientos, material sedimentado y otro tipo de problemas como fallas o roturas de tubería. Los tubos se limpian por medio de un pistón que puede ser de madera con cuerda de los dos lados y se hace pasar a través del tubo a partir de los pozos. El mantenimiento consiste en reparación de tuberías cuya frecuencia será eventual. Si hay problemas especiales como fallas o roturas deberán substituirse los tubos dañados, si no es posible repararlos.

#### **2.1.14. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas para la construcción de la red de drenaje sanitario son las siguientes:

- Limpia, chapeo y desmote: la línea para la instalación de la tubería deberá en todo caso ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 2 metros; 1 metro a cada lado del eje de instalación de la tubería.

- Zanjeo: se deberá realizar la zanja hasta la profundidad de instalación indicada en los planos. El fondo de la zanja deberá ser realizado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. La zanja, deberá ser suficientemente ancha para dar libre espacio de trabajo para la colocación y arreglo de juntas satisfactoriamente y para permitir compactación eficiente del relleno y material de fundición abajo y a los lados del tubo. Los anchos en la excavación serán los indicados en la tabla para el ancho del zanjeo. Cuando se encuentra roca, ya sea en estratos o en forma suelta, deberá ser removida, de manera que se provea un colchón de tierra compacto.

Tabla XVII: **Ancho de zanjeo**

<b>Diámetro de tubería (pulgadas)</b>	<b>Ancho de la excavación (metros)</b>
6	0,61
8	0,61
10	0,66
12	0,71
15	0,78
18	0,86
21	0,94
24	1,01
30	1,17
36	1,32
42	1,47
48	1,62
54	1,77
60	1,93

Fuente: Oficina Municipal de Planificación, Municipalidad de Tactic, A.V.

- Colocación de tubería: deberá terminarse la excavación de una longitud no mayor de 100 m (cien metros), tanto del colector como de las conexiones domiciliarias. La tubería se bajará cuidadosamente, tratando de poner el tubo en tal forma que el flujo recorra el tubo de campana a espiga o de hembra a macho, comenzando la colocación a partir de la descarga. Se recomienda que no menos de  $\frac{1}{4}$  de circunferencia del tubo esté apoyada en el lecho firme de la zanja. Ninguna tubería de agua negras deberá pasar sobre otra de agua potable. La distancia mínima entre tuberías de agua negras y agua potable será de 0,20 metros cuando se cruzan y 0,40 metros cuando son paralelas y en todo caso la de agua potable sobre la de aguas negras.
- Relleno: el relleno se llevará a cabo cuando la tubería haya sido ensamblada adecuadamente. El relleno abajo y alrededor de la tubería, debe ser hecho de materiales aprobados, libre de fragmentos grandes de roca, en capas de 0,15 metros de material. La compactación debe ser de 95% de su densidad máxima y como lo determina el método T 99-49, de la AASHTO o su equivalente. No se permitirá que opere equipo pesado sobre una tubería, mientras el relleno no haya sido correctamente hecho y hasta que dicha tubería esté cubierta con por lo menos 0,50 metros de material.
- Rotura y reposición de pavimentos: las diferentes superficies de pavimento dañadas o destruidas durante el curso del trabajo serán reparadas y mantenidas. La calidad del trabajo utilizado en la restauración deberá producir un pavimento igual o mejor que el existente antes del inicio del trabajo.

- Pozos de visita: se localizan tal como se indica en los planos y en el replanteo en el campo. Los materiales usados serán de calidad y características anotadas en estas especificaciones.
- Prueba de tuberías: todas las pruebas y cualquier otra que no se contemple deberán apegarse a las normas ASTM.
- Especificaciones de materiales: los materiales y productos utilizados para la construcción del alcantarillado sanitario de aguas residuales deberán de ser de clase y calidad aceptables, de manera que llenen los requisitos mínimos para tener la adecuada resistencia estructural, establecida por las normas respectivas, razonable durabilidad y economía de mantenimiento.
  - Concreto reforzado: el concreto a utilizarse deberá ajustarse a las últimas normas vigentes del Instituto Americano del Concreto (ACI).
  - Cemento: el cemento a usarse para el concreto será Portland Tipo I, de uso general Normas ASTM C-150. La proporción se determinará por el diseño respectivo, pero en ningún caso será menor de 5 sacos por metro cúbico de concreto.
  - Agregados: los agregados finos y gruesos se suministrarán y dosificarán por separado.

- Los agregados finos para concreto podrán ser: arena de río, artificial o de origen volcánico, exenta de material orgánico u otras materias nocivas, debiendo cumplir las normas ASTM C-33.
- Los agregados gruesos para concreto podrán ser: piedra triturada, grava, material de origen volcánico u otros materiales inertes de características similares a los mencionados, libres de materias nocivas, debiendo cumplir las normas ASTM C-33. El tamaño máximo del agregado grueso será de 1", pero nunca será mayor de 2/3 del espacio libre mínimo entre barras de refuerzo, 1/5 de la menor dimensión entre formaletas o 1/3 del espesor de losas.
- Agua: deberá estar libre de materias orgánicas u otras sustancias nocivas al concreto. Norma AASHTO T-26. Deberá ser incolora, insaborosa e inodora, para prevenir la presencia de agentes nocivos. En la medida de lo posible, se recomienda el uso de agua potable.
- Dosificaciones para concreto: las proporciones de cemento, agregados y agua, deberán dosificarse de manera que produzcan una mezcla de la trabajabilidad, durabilidad y resistencia requeridas. La máxima cantidad de agua a usarse será de 7 galones por saco de cemento. Para concreto reforzado en construcciones impermeables la máxima cantidad de agua a usarse será de 6 galones por saco de cemento.

- Acero de refuerzo: las barras de refuerzo para mampostería tendrán un punto de fluencia no menor de 33 000 lb/plg<sup>2</sup>. Deberá llenar los requerimientos de la Norma ASTM A-165. El refuerzo para concreto en todas las unidades consistirá en varillas de acero de lingotes nuevos. Las varillas de acero de refuerzo serán de grado 60 y se regirán por las especificaciones ASTM A-615, A-185 y A-497. El recubrimiento tendrá los mínimos que se indican a continuación:
  - Cimientos en contacto con la tierra: 7,5 centímetros
  - El recubrimiento del acero de refuerzo será de 5 centímetros en todas las estructuras expuestas al agua residual.
- Cimentación: ninguna cimentación podrá ser construida sobre tierra vegetal, rellenos sueltos, superficies fangosas o materiales de desecho. Las excavaciones no deberán exceder las cotas de cimentación indicadas en los planos.

#### **2.1.15. Integración de costos**

Para observar cómo está compuesto el costo del proyecto; según la obra o elemento que se deberá construir, ver apéndice 1.

#### **2.1.16. Cronogramas de ejecución**

En los apéndices 3 y 4 se puede observar el tiempo estimado que se necesitará para ejecutar el proyecto y el flujo económico que se requiere para cada una de las fases constructivas.

### **2.1.17. Evaluación ambiental**

Un estudio de impacto ambiental debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación y describir la o las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar los efectos significativamente adversos. Los aspectos cubiertos por estudios de impacto ambiental son:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Localización próxima de población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

En general, el terreno inmediatamente contiguo a la descarga de aguas residuales o a la acumulación de residuos sólidos corresponde al sector que recibe un mayor impacto en su ambiente, dado que por una parte se produce una disminución del valor del suelo y por otro lado se hace imposible su ocupación como área de desarrollo urbano.

No es posible ejecutar sobre este terreno proyectos inmobiliarios, turísticos o de otra naturaleza, quedando limitado incluso el desarrollo agrícola por el foco infeccioso que puede generar esa situación en su entorno.

Adicionalmente, otro sector afectado por la descarga de aguas residuales, lo constituyen las viviendas existentes aguas abajo de la descarga, producto de la propagación de malos olores (particularmente en época de verano).

Las alternativas deberán considerar las medidas de mitigación que permitan eliminar o reducir el impacto que se genera al ambiente. Adicionalmente, se debe contemplar aquellas consideraciones que permitan prevenir riesgos y sus consecuentes impactos tanto en el entorno como el sistema de tratamiento. Por ejemplo, se deben considerar los aspectos técnicos que permitan prevenir riesgos de inundación, riesgos de desperfectos de la planta, etc.

Las alternativas de terrenos en que se pueda localizar el sistema de tratamiento, deben mostrar condiciones adecuadas para la ejecución del proyecto y cumplir con los requerimientos legales establecidos, destacando al menos los siguientes alcances:

- No estar definido como patrimonio de la humanidad, santuario de la naturaleza, área protegida, sitio arqueológico, etc.



- Cumplir con los ordenamientos estipulados en los planes de desarrollo regional, inter-comunales, reguladores comunales, etc.
- Compatibilidad de usos del suelo

En cuanto a las condiciones adecuadas para la localización del sistema de tratamiento, deben considerarse todas aquellas que tengan incidencia directa en el entorno, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Alejada de frentes con población cercana y en lo posible en algún extremo de la localidad.
- Vientos imperantes hacia zonas no pobladas
- Topografía y niveles freáticos que no encarezcan el costo de construcción o entorpezcan una adecuada operación del sistema.
- Exenta de inundaciones por crecida del cuerpo receptor u otros
- Ausencia de flora y fauna (especies) nativa o que se desee proteger que se vea afectada directamente por el proyecto.

Las actividades relevantes a considerar para la determinación de los impactos ambientales de las alternativas de tratamiento a analizar, deben ser establecidas tanto para la etapa de habilitación y construcción como de operación de la planta de tratamiento.

### **2.1.17.1. En construcción**

Con respecto a la habilitación y construcción de la planta, las variables relevantes a considerar corresponden a las siguientes:

- Remoción capa superficial de suelos (alteración vegetación y fauna)
- Movimientos de tierra
- Interferencia al tránsito (efectos barrera)
- Alteración del paisaje
- Fuente de trabajo (corto plazo)
- Actividades propias de una faena de obras civiles: ruido, polvo, tránsito de vehículos, movimiento maquinaria pesada

### **2.1.17.2. En operación**

En el tratamiento de las aguas residuales, cualquier alternativa a analizar comprenderá las componentes de tratamiento preliminar, el tratamiento propiamente tal y la deshidratación y secado de lodos. Los objetivos al final de una buena operación serán; la descarga de aguas tratadas al cuerpo receptor sin alterar su calidad y una disposición final de lodos, de existir una mala operación, se obtendrá una alteración negativa en el entorno y componentes del área de influencia.

## 2.1.18. Evaluación socioeconómica

Debido a que la mayoría de proyectos implican desembolsos económicos fuertes por lo general se recomienda que junto con los análisis técnicos se realicen además evaluaciones económicas, para determinar si el costo de la obra es justificado o medir el impacto que puede tener sobre la población la inversión que se realizará.

### 2.1.18.1. Valor Presente Neto (VPN)

El valor actual neto (VAN) es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La fórmula mediante la cual se calcula el valor presente neto es:

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{I_n - E_n}{(1 + i)^n}$$

Donde:

$I_n$  = representa los ingresos

$E_n$  = representa los egresos

$N$  = es el número de períodos considerado (el primer período lleva el número 0, no el 1).

$i$  = es tipo de interés.

Tabla XVIII: **Criterios de decisión para el Valor Actual Neto**

<b>Resultados de la evaluación</b>	
Positivo	VAN mayor que cero (> 0)
Negativo	VAN menor que cero (< 0)
Indiferente	VAN igual a cero (= 0)

Fuente: elaboración propia.

$$VAN = \left( \frac{-475\ 617,45}{\left(1 + \frac{12}{100}\right)^{30}} \right) = -15\ 876,93$$

### 2.1.18.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el Valor Actual Neto o Valor Presente Neto (VAN o VPN) es igual a cero.

$$VAN = -I + \sum_{i=1}^N \frac{Q_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida. Debido a que este proyecto es del tipo social, no se espera que exista una tasa interna de retorno. El único ingreso que tendrá el proyecto será el cobro por servicio o un porcentaje que se deberá incluir en la tarifa del agua potable; y que servirá para el mantenimiento del sistema.

## **2.2. Diseño y planificación de carretera del tramo comprendido entre la cabecera municipal y la aldea Cuyquel, del municipio de Tactic, Alta Verapaz**

Con la construcción de la carretera hacia la aldea Cuyquel, se plantea una solución técnica a un problema que la población define como uno de los principales obstáculos para mejorar sus condiciones de vida. A continuación se exponen los criterios técnicos utilizados y las principales fórmulas para el diseño de este proyecto así como ejemplos de la utilización de las mismas.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

La aldea Cuyquel, es una comunidad que cuenta con una población total de 1 080 habitantes. A la comunidad solamente se puede acceder por veredas. La condición empeora cuando comienza la época de invierno, ya que los caminos se hacen difíciles de transitar.

La mayoría de las personas viajan a la cabecera municipal, principalmente los días martes, jueves, sábado y domingo, que son días de mercado y deben llevar sus productos cargados en la espalda desde Cuyquel hasta el mercado, ya que éste constituye la mayor oportunidad de conseguir ingresos para las familias. La situación es aún más complicada, ya que cuando ocurren accidentes, las ambulancias no pueden llegar al lugar.

La población de la aldea Tzalam, es de 648 habitantes; por lo que la construcción de este tramo carretero, beneficiaría alrededor de 1 700 personas. A través de esta ruta, se podría permitir el acceso a la Aldea Cuyquel y facilitar el traslado de las personas de Tzalam.

La conexión permitiría que en algún momento las personas pudiesen acceder a buses que los transporten directamente a la cabecera. También facilitaría la extracción de cultivos que producen las comunidades; como maíz, papa y tomate.

El proyecto, fue diseñado utilizando normas y procedimientos establecidos e indicados. Siguiendo los criterios para una carretera tipo “F” de la **D.G.C.**, consta de 4 644,20 metros de alineamiento, en donde se construirán para la protección de la vía, drenajes longitudinales y transversales; además de la respectiva señalización.

### **2.2.2. Ruta preliminar de campo**

Para llevar a cabo el diseño y localización de una vía, es necesario considerar varios factores que influyen en la planeación, construcción y desarrollo de la misma, siendo estos: la topografía, las características físicas y geológicas y los usos del terreno en el área que atraviesa la vía.

Para determinar la ruta preliminar de campo, se realizó un recorrido previo y posteriormente en gabinete en una hoja cartográfica escala 1:50 000, se procedió a realizar la posible ruta preliminar. De ésta y la visita de campo, el terreno se consideró en general montañoso, debido a las pendientes que fueron observadas.

Adicionalmente, dentro del diseño de esta vía, se tuvo que considerar el ancho y ubicación específica debido a que muchos terrenos son usados para siembras o crianza de ganado, lo cual redundó en que no se obtuvieran derechos de paso extensos, sino que fue necesario realizar variaciones mínimas.

Luego de haberse realizado los estudios preliminares para definir el paso de la línea de la carretera, se realizó un levantamiento topográfico de la línea seleccionada, mostrando, así las sinuosidades y accidentes del terreno donde se encuentra localizado el proyecto.

### **2.2.3. Cálculo topográfico preliminar**

Para realizar el levantamiento topográfico, se tomó en cuenta el espacio físico donado por todos los propietarios de terrenos, por donde se pretende construir la vía y con la ruta preliminar trazada, se procedió a realizar la topografía inicial. La misma, consistió en el levantamiento del eje central, en ambos planos y posteriormente la medición de las secciones transversales. Las secciones transversales, en casos donde el derecho de paso fue restringido, no fue posible proyectarlas, pero en los puntos en los cuales, si se lograron, se midieron hasta 30 metros de la línea central.

La planimetría se realizó por el método de conservación del azimut. Debido a la topografía de la comunidad, la realización de una nivelación resulta imposible en determinados puntos, por lo que en algunos, se procedió a la utilización del método taquimétrico. El equipo utilizado fue un teodolito digital FOIF DT 105C, trípode, dos plomadas, un estadal de acero inoxidable de 3 metros, dos cintas métricas una con longitud de 100 metros y la otra de 5 metros y trompos.

Para el diseño, de esta vía se utilizaron las normas correspondientes para una carretera tipo "F" de la Dirección General de Caminos. Los parámetros que caracterizan a este tipo de carretera son los siguientes:

Tabla XIX: **Criterios de diseño para una carretera tipo F**

<b>Criterios de diseño</b>	
Tráfico promedio diario (T.P.D.)	0 a 100
Velocidad de diseño (kms/h)	20
Ancho de calzada (metros)	5,50
Ancho de terracería: corte (metros)	9,50
Ancho de terracería: relleno (metros)	8,50
Derecho de vía: (metros)	15
Radio mínimo: (metros)	18
Distancia de visibilidad de parada: mínima (metros)	20
Distancia de visibilidad de parada: recomendada (metros)	25
Distancia de visibilidad de paso: mínima (metros)	50
Distancia de visibilidad de paso: recomendada (metros)	100
Pendiente máxima por circulación: (%)	14
Pendiente mínima por drenaje: (%)	0.5

Fuente: Dirección General de Caminos.

Para realizar el diseño geométrico horizontal y vertical de la ruta, son necesarias las siguientes fórmulas:

- Cálculo de coordenadas:
 
$$y = d * \cos Az$$

$$x = d * \operatorname{sen} As$$

Donde:

y = coordenada en el sentido y.

x = coordenada en el sentido x.

d = distancia.

cos Az = coseno del ángulo azimutal.

sen Az = seno del ángulo azimutal.

Distancia entre dos puntos: 
$$D = \sqrt{\Delta Y^2 + \Delta X^2}$$



Donde:

$D =$  distancia entre dos puntos cualesquiera.

$\Delta Y^2 =$  cuadrado de la diferencia de coordenadas de los puntos sobre el eje Y.

$\Delta X^2 =$  cuadrado de la diferencia de coordenadas de los puntos sobre el eje X.

- Rumbo: 
$$\phi = \text{tg}^{-1} \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

Donde:

$\phi =$  rumbo.

$\text{tg}^{-1} =$  tangente inversa.

$\Delta X =$  diferencia de puntos ubicados sobre el eje X.

$\Delta Y =$  diferencia de puntos ubicados sobre el eje Y.

- Deflexión angular: 
$$\Delta = az_{entrada} - az_{salida}$$

Donde:

$\Delta =$  deflexión angular (diferencia de ángulos).

$Az_{entrada} =$  azimut de entrada.

$Az_{salida} =$  azimut de salida.

Para realizar el diseño geométrico horizontal de la vía, se requieren los siguientes conceptos y fórmulas:

- Longitud de curva (Lc): es la distancia, siguiendo la curva, desde el principio de curva (Pc), hasta el principio de tangente (Pt).

$$LC = \frac{\Delta * 20}{G}$$

Donde:

LC = longitud de curva.

$\Delta$  = deflexión.

G = grado de curvatura (constante).

- Grado de curvatura: el grado de curvatura (G) se define como el ángulo central, subtendido por un arco de 20m.

$$G = \frac{1\,145,9156}{R}$$

Donde:

G = grado de curvatura (constante).

R = radio de giro.

- Radio de giro: los radios de giro son los valores límites del grado de curvatura para una velocidad de diseño determinada.
- Subtangente (St): corresponde a la distancia entre el Pc y el punto de inflexión o intersección (PI) o entre el PI y el Pt.

$$St = R * tg\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Donde:

St = subtangente.

R = radio.

$\Delta/2$  = deflexión dividido dos.

- Cuerda máxima: se conoce como cuerda máxima (Cm) a la distancia en línea recta desde el Pc al Pt.

$$C_m = 2 * R * sen\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Donde:

- Cm = cuerda máxima.
- R = radio.
- sen = seno del ángulo.
- $\Delta/2$  = deflexión dividido dos.

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

$$E = R * (\sec(\frac{\Delta}{2}) - 1)$$

Donde:

- E = external.
- R = radio.
- sec = secante del ángulo.
- $\Delta/2$  = deflexión dividido dos.

- Ordenada media: la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima es llamada ordenada media (M).

$$M = R * (1 - \cos(\frac{\Delta}{2}))$$

Donde:

- M = ordenada media.
- R = radio.
- cos = coseno del ángulo.
- $\Delta/2$  = deflexión dividido dos.

- Pc y Pt: los estacionamientos se calculan con base en las distancias entre los PI de localización, la subtangente y la longitud de curva.

$$PT = PC + LC$$

Donde:

PT = punto de tangente.

PC = principio de curva.

LC = longitud de curva.

$$PC = PI - St$$

Donde:

PC = principio de curva.

PI = punto de intersección.

St = subtangente.

La espiral de transición denominada generalmente la Espiral de Euler, es conocida como clotoide y es usada para el diseño de curvas de transición o espirales de transición. El objetivo del uso estas curvas, es brindar una transición gradual de un vehículo que pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, tanto en lo que se refiera al cambio de dirección como a la sobreelevación y la ampliación necesarias. De esta manera es como el radio de la espiral varía desde el infinito en el punto final de la tangente (TE), hasta el radio de la curva, a lo largo de la espiral, hasta unirse con el arco circular de la curva (EC). En la situación salida de la curva hacia la espiral con la tangente (CE), se produce el desarrollo inverso hasta el contacto con la tangente (ET).

Por definición, el radio de curvatura en cualquier punto de la espiral de Euler varía inversamente con la distancia medida a lo largo de la espiral.

La siguiente ecuación fue desarrollada en 1909 por W. H. Shortt, la cual fue la primera fórmula para calcular la longitud mínima de la espiral para curvas de ferrocarril, basándose en que la variación de la aceleración centrífuga debe ser constante cuando se recorre la curva a velocidad uniforme.

$$L_s = 0,0214V^3 / CRc$$

Donde:

$L_s$  = Longitud mínima de la espiral, en m.

$V$  = Velocidad de la curva, en Km/h.

$R_c$  = Radio de la curva circular, en m.

$C$  = Coeficiente de la variación de la aceleración centrífuga, en  $m/s^3$ .

El valor  $C$  es un valor empírico que representa la seguridad y confort provisto por las curvas de espiral. El valor de  $C = 0,3 m/s^3$  es el valor generalmente utilizado, pero puede variar entre  $0,3$  a  $0,9 m/s^3$  en el diseño de carreteras.

- Constante de proporcionalidad: en las clotoides o curvas de transición como anteriormente se describen, los radios de curvatura de cada uno de los puntos están en razón inversa de los desarrollados por sus respectivos arcos,  $K^2$  es la constante de proporcionalidad, es decir:

$$K^2 = R_c * L_s$$

Donde:

$K^2$  = Constante de la espiral, en  $m^2$ .

$R_c$  = Radio de curvatura de la curva circular, en m.

$L_s$  = Longitud de espiral de transición, en m.

- Deflexión de la curva: corresponde al ángulo comprendido entre las normales a las tangentes en TE y ET. Su valor es igual a la deflexión de las tangentes y se representa con el símbolo  $\Delta$ .

- Deflexión de la espiral: es el ángulo comprendido entre las tangentes de la espiral en los puntos extremos.

$$\theta_s = GL_s/40$$

Donde:

$\theta_s$  = Deflexión angular de la espiral, en ° G.

G = Grado de curvatura en la curva circular, en ° G.

Ls = Longitud de espiral de transición, en m

- Coordenadas de EC de la curva: estas coordenadas corresponden al punto en donde convergen la espiral con la curva circular, está definido por las siguientes ecuaciones:

$$X_s = L_s/100 * (100 - 0,00305\theta_s^2)$$

$$Y_s = L_s/100 * (0,582\theta_s - 0,0000126\theta_s^3)$$

Donde:

$\theta_s$  = Deflexión angular de la espiral, en ° G.

G = Grado de curvatura en la curva circular, en ° G.

Ls = Longitud de espiral de transición, en m.

Xs = Valor X del EC, en m.

Ys = Valor Y del EC, en m.

- Subtangente de espiral: es la distancia entre el PI y el TE o ET de la curva, medida sobre la prolongación de la tangente; es denominada STs.

$$STs = \tan(\Delta/2)(Y_s + Rc + Rc(\cos \theta_s - 1)) + X_s - Rc \operatorname{sen} \theta_s$$

- Externa: es la distancia entre el PI y la curva y se denomina Es.

$$Es = \sec(\Delta/2)(Y_s + Rc + Rc(\cos \theta_s - 1)) - Rc$$

- Tangente larga: es el tramo de subtangente comprendido entre el TE o ET y la intersección con la tangente EC o CE, es llamada TL.

$$TL = X_s - Y_s \cot \theta_s$$

- Tangente corta: es el tramo de la tangente a CE o EC comprendida entre uno de estos puntos y la intersección con la subtangente correspondiente, se representa como TC.

$$TC = Y_s \csc \theta_s$$

La corona o ancho de calzada es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, así como las aristas superiores de los taludes de terraplén y/o las interiores de las cunetas.

La sobreelevación o peralte es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas de alineamiento horizontal.

La expresión para calcular la sobreelevación necesaria en una curva circular, está dada por la siguiente ecuación:

$$\%e = 0,00785V^2 / R - \mu$$

Donde:

- %e = Valor absoluto de sobreelevación, en %.
- V = Velocidad de diseño, en km/h.
- R = Radio de la curva, en m.
- $\mu$  = Coeficiente de fricción lateral.

Con la expresión anterior  $\mu$  varía entre 0,10 a un máximo de 0,50 considerando que las ruedas del vehículo se encuentren en un estado de bueno a medio y una superficie de pavimento con rugosidad media y con esta puede calcularse la sobreelevación necesaria para que no deslice un vehículo que circule por la curva a una velocidad determinada; sin embargo, algunos problemas relacionados con la construcción, operación y mantenimiento de la carretera, han mostrado la necesidad de fijar un valor para sobreelevación máximo de 12%.

Los sobreamochos deben ser diseñados siempre en las curvas horizontales de radios pequeños, combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura, y cómoda para el conductor. Los sobreamochos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse al centro de su carril de circulación. Para establecer el sobreamochos en curvas deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- En curvas circulares sin transición, el sobreamochos total debe aplicarse en la parte interior de la calzada. El borde externo y la línea central deben mantenerse como arcos concéntricos.
- Cuando existen curvas de transición, el sobre ancho se divide igualmente entre el borde interno y externo de la curva, aunque también se puede aplicar totalmente en la parte interna de la calzada. En ambos casos la marca de la línea central debe colocarse entre los bordes de la sección de la carretera ensanchada.



- El sobreancho debe efectuarse sobre la longitud total de la curva de transición y siempre debe desarrollarse en proporción uniforme, nunca abruptamente, para asegurarse que todo el ancho de los carriles modificados sea efectivamente utilizado.
- Los bordes del pavimento siempre deben tener un desarrollo suave y curvado atractivamente, para inducir su uso por el conductor.
- Para el valor de L en la ecuación para el sobreancho, el valor está determinado por el aforo vehicular, en el cual han sido clasificados los vehículos con anterioridad.

La norma AASTHO utiliza la siguiente expresión empírica para determinar el sobreancho en las curvas horizontales:

$$Sa = n \left[ R - \sqrt{(R^2 - L^2)} \right] + 0,1 / \sqrt{R}$$

Donde:

- Sa = Valor de sobreancho, en m.
- n = Número de carriles.
- L = Longitud entre el eje frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, en m.
- R = Radio de la curva, en m.
- V = Velocidad de la curva, en Km/h.

Además de estas consideraciones se debe tomar en cuenta que sobreanchos menores de 0,60 metros, pueden llegar a no ser necesarios en las curvas, la longitud L de la ecuación es igual a 8 metros.

Los sobreesanchos para radios entre 250 a 400 metros el sobreesancho debe ser incrementado 0,20 metros y 0,60 metros en radios menores a 80 metros. Al igual que con las curvas de transición la norma AASHTO establece que para caminos de más de dos carriles, el valor del sobreesancho debe ser afectado en función del número de carriles. Para carreteras de tres carriles debe ser 1,2 veces el valor calculado para dos carriles, para carreteras de cuatro carriles, debe de ser 1,5 el valor calculado para dos carriles, para caminos de seis carriles debe de ser 2 veces el valor del sobreesancho calculado para dos carriles.

Para este proyecto y tomando en cuenta lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 1084-92, de fecha 30 de diciembre de 1992, se consideró que el vehículo con máximo peso que utilizará esta vía, es el clasificado como C-3, con una separación mínima entre ejes más distantes de 5 metros y un peso total de 22 000 kilogramos. Utilizando esta clasificación para el cálculo de sobreesancho.

El corrimiento es el desplazamiento radial interno que es necesario darle a la curva circular, con el objetivo de permitir el desarrollo correcto de las espirales de transición. El corrimiento debe efectuarse sobre la longitud total de la curva de transición y siempre debe desarrollarse en proporción uniforme, aunque en realidad el corrimiento representa la solución gráfica de la ecuación que resuelve la definición de la espiral de Euler, ya que brindará el valor de los puntos que forman parte de la espiral, medidos a lo largo sobre la curva de transición. Estos puntos son determinados por las siguientes ecuaciones:

$$x_c = L/100 * \left[ 100 - 0,3048 \left( L^2 G / 40 L_s \right)^2 * 10^{-2} + 0,4296 \left( L^2 G / 40 L_s \right)^4 * 10^{-7} \right]$$

$$y_c = L^3 G / (6 896,5517 * L_s)$$

Donde:

L = Longitud medida sobre la longitud de espiral, en °G.

- G = Grado de curvatura en la curva circular, en °G.
- Ls = Longitud de espiral de transición, en m.
- Xc = Valor X del corrimiento, en m.
- Yc = Valor Y del corrimiento, en m.

El valor absoluto del corrimiento, que permita el desarrollo de la espiral de transición, puede ser obtenido mediante la siguiente expresión:

$$Corr = \sqrt{(Xc^2 + Yc^2)}$$

Donde:

Corr = Valor absoluto del corrimiento radial, en m.

Otra metodología para determinar el valor absoluto del corrimiento, es el resultado de la resta entre el external de la curva de espiral o transición y el valor del external de la curva circular, los cuales fueron descritos con anterioridad.

$$Corr = Es - E$$

Donde:

Corr = Valor absoluto del corrimiento radial, en m.

E = Valor del external en la curva circular, en m.

Es = Valor del external en la curva espiral, en m.

A continuación se desarrolla un ejemplo de cálculo y diseño de una curva horizontal. Para la curva número 18; ubicada en la estación 28, se tiene:

$\Delta = 68^{\circ}00'00''$ ;  $\Rightarrow$  entonces, se propone un G de  $34^{\circ}$

Se obtiene entonces los siguientes datos:

$$R = 1\,145,9156 / G = 1\,145,9156 / 34 = 33,70 \text{ metros}$$

$$L_c = (20 * \Delta) / G = (20 * 68^\circ 00' 00'') / 34^\circ = 40,00 \text{ metros}$$

$$St = R * \tan (\Delta/2) = 33,70 * \tan(68^\circ 00' 00''/2) = 27,73 \text{ metros}$$

$$E = R * (\sec (\Delta/2) - 1) = 33,70 * (\sec (68^\circ 00' 00''/2) - 1) = 6,95 \text{ metros}$$

Por último se calcula los datos del caminamiento:

$$PC = PI - St_g = 2+854,84 - 27,73 = 2+827,11$$

$$PT = PI - L_c = 2+854,84 + 40,00 = 2+894,84$$

Se calcula la curva de transición:

$$L_s = 0,0214 * (20)^3 / (0,6 * 33,70) = 8,466 = 9 \text{ m}$$

$$e_s = 34^\circ * 9 / 40 = 7^\circ 39' 00''$$

$$K = (33,70 * 9)^{1/2} = 17,425 \text{ m}$$

$$X_s = 9 / 100 * (100 - 0,00305 (7^\circ 39' 00'')^2) = 8,983 \text{ m}$$

$$Y_s = 9 / 100 * (0,582 (7^\circ 39' 00'') - 0,0000126 (7^\circ 39' 00'')^3) = 0,400 \text{ m}$$

$$ST_s = \tan (68^\circ 00' 00''/2) (0,400 + 33,70 + 33,70 * (\cos (7^\circ 39' 00'') - 1)) + 8,983 - 33,70 * \sin (7^\circ 39' 00'') = 27,2979 \text{ m}$$

$$E_s = \sec (68^\circ 00' 00''/2) (0,400 + 33,70 + 33,70 * (\cos (7^\circ 39' 00'') - 1)) - 33,70 = 7,071 \text{ m}$$

$$TL = 8,983 - 0,400 * \cot (7^\circ 39' 00'') = 6,005 \text{ m}$$

$$TC = 0,400 * \csc (7^\circ 39' 00'') = 3,004 \text{ m}$$

Se calcula los datos del corrimiento: Corr:  $7,069 - 6,95 = 0,120 \text{ m}$

A continuación se calcula los datos del sobreeancho:

$$Sa = 2 [33,70 - \sqrt{((33,70)^2 - (5)^2)}] + 0,1 / \sqrt{33,70} = 0,763 \text{ m}$$

Se calcula entonces, los datos del peralte y las tangentes:

$$e = 5.6\%$$

$$TE = 2+832,11 - 9 / 2 = 2+827,61 \text{ m}$$

$$EC = 2+832,11 + 9 / 2 = 2+836,61 \text{ m}$$

$$CE = 2+872,11 - 9 / 2 = 2+867,61 \text{ m}$$

$$ET = 2+872,11 - 9 / 2 = 2+876,61 \text{ m}$$

Las curvas calculadas y diseñadas, se presentan en planos, en cada tramo, al que corresponden.

El alineamiento vertical está formado por la rasante, constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a dichas rectas se les denomina tangentes.

La inclinación de la rasante depende principalmente de la topografía de la zona que atraviesa, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados que se estima harán uso de ella y de su rendimiento en las diferentes pendientes de ascenso y descenso que lleguen a configurar el perfil longitudinal de la carretera.

Es de esta manera, como al igual que en el alineamiento horizontal, es necesario el conocimiento de los diferentes factores, parámetros y elementos que conforman el alineamiento vertical, además del cálculo y diseño de los mismos, procurando siempre alcanzar con el diseño una operación adecuada, así como una interacción congruente con el alineamiento horizontal.

La pendiente gobernadora es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea de subrasante para dominar un desnivel determinado o en función de las características del tránsito y la configuración del terreno.

La mejor pendiente gobernadora para cada caso, será aquella que al conjugar esos conceptos, permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deba proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto, queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno. La pendiente máxima se empleará, cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar obstáculos locales tales como acantilados, fallas y zonas inestables, siempre que no rebase la longitud crítica.

La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje. En los rellenos o terraplenes puede ser nula, en los cortes se recomienda 0,5% mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial en la zona podrá llevar a aumentar esa pendiente mínima.

Las tangentes verticales se caracterizan por su longitud y su pendiente, están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia media horizontal entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre los dos puntos de la misma. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se les representa con la letra A.

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida. Debe dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas.

El punto en común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de esta.

Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de convexas o en cresta y en cóncavas o en columpio respectivamente.

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra, estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc. La que se utiliza en el Departamento de Carreteras de la DGC es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación. Las especificaciones de la DGC tienen tabulados valores para longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño. En algunas oportunidades, los requerimientos de drenaje podrán determinar la longitud mínima de una curva vertical.

Al momento de diseñar, se deben considerar las longitudes mínimas permisibles de curvas, con el objeto de evitar el traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. Estas curvas pueden ser calculadas de la siguiente forma:

- Longitud de curva vertical (criterio de seguridad):  $LCV = K * A$

Donde:

L = Longitud mínima de curva vertical (cóncava o convexa para la visibilidad).

K = Constante que depende de la velocidad de diseño.

A = Diferencia algebraica de pendientes.

El valor de K se puede obtener de la siguiente tabla:

Tabla XX: **Valores de “K” según velocidad de diseño**

Velocidad de diseño (kph)	K	
	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: PÉREZ MÉNDEZ, Augusto Rene. Metodología de actividades para el alineamiento geométrico de carreteras. p. 53.

La longitud crítica es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido. Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentalmente el vehículo, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.



El vehículo con su relación peso/potencia, define características de operación que determinan la velocidad con que es capaz de recorrer una pendiente determinada.

La configuración del terreno impone condiciones al proyecto que, desde el punto de vista económico, obligan a la utilización de pendientes que reducen la velocidad de los vehículos pesados y hacen que estos interfieran con los vehículos livianos.

El volumen y la composición del tránsito son elementos primordiales para el estudio económico del tramo, ya que los costos de operación dependen básicamente de ellos. La longitud de las curvas debe estar sujeta a los siguientes criterios:

- Criterio de comodidad: se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo. Se recomienda que en la curva la aceleración centrífuga no exceda de  $0,305 \text{ m/seg}^2$ .

$$K = L / A \geq V^2 / 395$$

Donde:

K = es una constante del recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud.

V = es la velocidad de diseño, en Km/h.

A = es la diferencia algebraica de las pendientes, en por ciento.

L = es la longitud de la curva vertical, en m.

- Criterio de apariencia: se aplica en diseño de curvas verticales con visibilidad completa, o sea a las curvas cóncavas, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente. Empíricamente la norma AASTHO ha determinado que:

$$K = L / A \geq 30$$

Donde:

K = es una constante del recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud.

A = es la diferencia algebraica de las pendientes, en por ciento.

L = es la longitud de la curva vertical, en m.

- Criterio de drenaje: se aplica al diseño de curvas verticales convexas y/o cóncavas, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva, debe ser tal que el agua pueda escurrir fácilmente. La norma AASTHO ha encontrado que para que esto ocurra ha de cumplirse la siguiente condición:

$$K = L / A \leq 43$$

Donde:

K = Constante del recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud.

A = Diferencia algebraica de pendientes, en por ciento.

L = Longitud de la curva vertical, en m.

A continuación se desarrolla el cálculo y diseño de la curva vertical no. 7, ubicada en 1+180,00. Los datos iniciales con que se cuenta son los siguientes: V (velocidad de diseño) = 20 K.P.H.; Curva convexa, K = 1, según tabla anterior; S Entrada (Pendiente de entrada) = -0,10 %; %S Salida (Pendiente de salida) = - 0,76 %; A (diferencia algebraica de pendientes) = |-0,10 – (-0,76)| = 0,66%; PIV = EST. 1+180,00; Elev = 983.13 metros.

$$LCV = K * A \text{ (Diferencia algebraica de pendientes)}$$

$$LCV = 1 * |-0,10 – (-0,76)| = 0.66 \text{ m; se utilizará 20 m.}$$

$$OM \text{ (Ordenada media)} = LCV * A / 800 = (20 * 0,66) / 800 = 0,0005445$$

$$K = OM / (Lc / 2)^2 = 0,000005445$$

$$\begin{aligned} \text{Criterio de comodidad} &= L/A \geq V^2/395 = 20 / 0,66 \geq 202/395 \\ &= 30,3030 \geq 0,2531 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Criterio de apariencia} &= L/A \geq 30 = 20 / 0,66 \geq 30 \\ &= 30,3030 \geq 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Criterio de drenaje} &= L/A \leq 43 = 20 / 0,66 \leq 43 \\ &= 30,3030 \leq 43 \end{aligned}$$

Estacionamiento:

$$PCV = PIV - (LCV / 2) = 1+180,00 - (20 / 2) = 1 + 170,00$$

$$PTV = PIV + (LCV / 2) = 1+180,00 + (20 / 2) = 1 + 190,00$$

Las diferentes curvas calculadas y diseñadas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XXI: **Curvas verticales del proyecto**

PIV	Est	Elev	S%	A	K	LCV (min)	LCV a utilizar	PCV	PTV	OM	K
			-1,67								
1	200	996,66	-13,40	11,73	1	11,73	20	190	210	0,2933	0,00293
2	280	985,93	-0,57	12,83	2	25,66	40	260	300	0,4115	0,00103
3	420	985,14	0,00	0,57	2	1,14	20	410	430	0,0008	0,00001
4	500	985,14	-2,19	2,19	1	2,19	80	460	540	0,0060	0,00000
5	640	982,08	0,49	2,68	2	5,36	100	590	690	0,0180	0,00001
6	740	982,57	-0,10	0,59	1	0,59	20	730	750	0,0004	0,00000
7	1180	982,13	-0,76	0,66	1	0,66	20	1170	1190	0,0005	0,00001
8	1520	979,55	0,92	1,68	2	3,36	60	1490	1550	0,0071	0,00001
9	1720	981,38	-1,32	2,24	1	2,24	80	1680	1760	0,0063	0,00000
10	2220	974,77	-0,01	1,31	2	2,62	40	2200	2240	0,0043	0,00001
11	2540	974,75	-13,97	13,96	1	13,96	20	2530	2550	0,2436	0,00244
12	2720	949,61	8,61	22,58	2	45,16	60	2690	2750	1,2746	0,00142
13	2840	959,95	-0,02	8,63	1	8,63	20	2830	2850	0,0931	0,00093
14	2960	959,92	-3,27	3,25	1	3,25	20	2950	2970	0,0132	0,00013
15	3080	956	3,74	7,01	2	14,02	180	2990	3170	0,1229	0,00002
16	3240	961,98	12,73	8,99	2	17,98	120	3180	3300	0,2021	0,00006
17	3380	979,8	0,33	12,40	1	12,4	20	3370	3390	0,1922	0,00192
18	3620	980,6	-2,71	3,04	1	3,04	100	3570	3670	0,0116	0,00000
20	3800	975,72	-0,32	2,39	2	4,78	80	3760	3840	0,0143	0,00001
21	4020	975,02	-9,24	8,92	1	8,92	270	3885	4155	0,0995	0,00001
22	4200	958,39	-7,57	1,67	1	1,67	60	4170	4230	0,0035	0,00000
23	4360	946,28	-10,96	3,39	1	3,39	120	4300	4420	0,0144	0,00000

Fuente: elaboración propia.

Es importante considerar que para el diseño del proyecto, inicialmente se consideraron las pendientes existentes y el costo del mismo, procurando balancear diseño y economía.

#### 2.2.4. Suelos

Los estudios de suelos se deben de realizar antes de realizar una nueva obra, para determinar las propiedades físico-mecánicas de los suelos, clasificarlos y describirlos adecuadamente, ya que serán la base principal para el diseño de la carretera.

Existen ensayos que pueden llevarse a cabo sin equipo y ayudan en la identificación de los suelos; como, inspección visual, forma del grano, tamaño y graduación, ensayo de sacudimiento, de rotura, de plasticidad, ensayos al olor, ensayos al ácido, ensayo al brillo. Los ensayos de laboratorio son los siguientes:

- Límites de Atterberg: sirve para determinar, las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de consistencia de los suelos, están representados por su contenido de humedad.
- Límite plástico: es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al dar un fluido viscoso.
  - El límite plástico se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco), con el cual se agrieta un cilindro de material de 3 milímetros (1/8 de pulgada) de diámetro al rodarse con la palma de la mano o sobre una superficie lisa. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la Norma AASHTO T 90.

- Límite líquido: es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25 golpes), en la copa de casagrande, se cierre 1,27 centímetros a lo largo de una ranura formada en un suelo moldeado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa. El límite líquido fija la división entre el estado líquido y el estado plástico.
  - El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.
  - El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad, las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la Norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.
- Ensayo de granulometría: la granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. El análisis granulométrico se hace en dos etapas:
  - La primera se realiza por medio de una serie de tamices convencionales para suelos de granos grandes, medianos o suelos granulares como: piedra triturada, grava y arenas.

- La segunda por un proceso de vía húmeda para suelos de granos finos como limos, limos-arenosos, limos-arcillosos y arcillas. Este análisis mecánico vía húmeda se basa en el comportamiento de material granular en suspensión dentro de un líquido al sedimentarse. Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27 y T-11.
- Índice de plasticidad: tanto el límite líquido como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.
  - Cuando un suelo tiene un índice plástico (I.P.) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.
- Densidad máxima y humedad óptima: la masa de los suelos, está formada por partículas sólidas y vacíos, estos vacíos pueden estar llenos de agua, de aire o de ambos a la vez. Si la masa de un suelo se encuentra suelta, tienen mayor número de vacíos, los que, conforme se someta a compactación, van reduciéndose hasta llegar a un mínimo, que es cuando la masa del suelo, alcanza su menor volumen y su mayor peso, esto se conoce como densidad máxima.

- Para alcanzar la densidad máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como humedad óptima. Cuando el suelo alcanza su máxima densidad tendrá mejores características, tales como:
  - Reducción del volumen de vacíos y la capacidad de absorber humedad.
  - Aumenta la capacidad del suelo, para soportar mayores cargas. El ensayo de compactación Proctor consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz, añadirle agua y compactarlo en un molde cilíndrico en tres capas con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación. Luego de compactar la muestra, esta es removida del molde y demolida nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar el contenido de humedad en ese momento del suelo.
- Se añade más agua a la muestra, tendiendo a obtener una muestra más húmeda y homogénea, se procede a hacer nuevamente el proceso de compactación. Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca contra contenido de humedad. Para este ensayo se utiliza un martillo de compactación de caída controlada, cuyo peso sea de 10 libras y se aumenta el número de capas a cinco. El Proctor modificado, tiene ventaja sobre el estándar en lo siguiente:
  - Al tener una humedad óptima más baja, las operaciones de riego son más económicas, lo que facilita la compactación.



- Mejor acomodación de las partículas que forman la masa de un suelo, reduciendo su volumen y aumentando el peso unitario o densidad.
- Determinación del contenido de humedad: el contenido de humedad es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno, expresada en tanto por ciento. En otras palabras no es nada más que el porcentaje o cantidad de agua presente en el suelo. Es necesario determinar el contenido de humedad para realizar los siguientes ensayos: el ensayo de compactación Proctor, el ensayo de valor soporte, los límites de consistencia y las densidades de campo.
- Ensayo equivalente de arena: esta prueba es para evaluar de manera cualitativa la cantidad y actividad de los finos presentes en los suelos por utilizar. Consiste en ensayar los materiales que pasan la malla número 4 en una probeta estándar parcialmente llena de una solución que propiciará la sedimentación de los finos. Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos y los agregados pétreos. Este ensayo se lleva a cabo principalmente, cuando se trata de materiales que se utilizarán como base, subbase, o ya sea como materiales de bancos de préstamo. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 176.
- Ensayo de valor soporte CBR: el valor relativo de soporte de un suelo (CBR), es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga requerida, para producir la misma penetración, en una muestra estándar de piedra triturada.

- Para este ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para así, poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación, el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la Norma AASHTO T
- Ensayos para el control de la construcción: la compactación de suelos en general es el método más barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo para obtener una óptima estructura, resistencia al corte y relación de vacíos deseable.
- Ensayo de compactación o Proctor modificado: compactación es todo proceso por medio del cual, se aumenta el peso volumétrico de un material. La densidad que se puede obtener de un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad. El contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad), se llama contenido óptimo de humedad para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.
  - Para carreteras en Guatemala se utiliza generalmente el Proctor Modificado, según AASHTO T-180, éste sirve para calcular la humedad óptima de compactación, que es cuando alcanzará su máxima compactación.

La clasificación sugerida por Highway Research Board es una modificación a la presentada por la Public Road Administration. Los suelos son divididos en dos grandes grupos: Granulares y finos.

A-1.- Pertenecen a este grupo los suelos formados por mezclas bien graduadas de grava, arena, limo y arcilla. Según su plasticidad estos suelos son divididos en dos subsuelos: A-1a y A-1b.

A-1a.- Son suelos plásticos.

A-1b.- Son suelos A-1 no plásticos, o con muy poca plasticidad.

Cuando estos suelos están debidamente compactados presentan una buena capacidad soporte. Los suelos A-1a son buenos para Subbases y los A-1b, para bases.

A-2.- Este grupo comprende los suelos granulares compuestos de grava, arena, limo y arcilla, pero con mayor cantidad de material fino que los suelos A-1. Estos suelos son subdivididos en A-2a y A-2b.

A-2a.- Son aquellos que tienen poca plasticidad.

A-2b.- Son los que tienen plasticidad apreciable.

En los suelos A-2a el material fino es predominantemente limoso y en los A-2b, arcilloso; de ahí que estos últimos tengan mayor plasticidad. Los suelos A-2a son semejantes a los A-3. Los suelos A-2b requieren una subbase granular cuando son susceptibles de saturarse de agua, pues pierden estabilidad cuando se hallan saturados.

A-3.- Pertenecen a este grupo los suelos gravosos o arenosos y las mezclas de grava y arena sin material fino o con cantidades pequeñas de limo y arcilla. Estos suelos son buenos para ser empleados como Subbase o base cuando se hallan debidamente confinados. Debido a su granulometría gruesa, son permeables.

A-4.- Los suelos pertenecientes a este grupo son predominantemente limosos, con muy poca o ninguna cantidad de material grueso. Si tiene un buen porcentaje de arcilla, se los clasifica como A-4-7. Por lo tanto se tienen dos subgrupos: A-4 y A-4-7.

Los A-4. son suelos limosos no cohesivos y susceptibles de absorber agua por acción capilar. De ahí que se requiera un buen drenaje cuando se encuentran en zonas expuestas a heladas, pues el agua capilar, al congelarse, aumenta de volumen y se hincha la masa del suelo. Este hinchamiento puede ocasionar la rotura de los pavimentos. Los A-4-7 son suelos A-4 con suficiente cantidad de arcilla, lo que les da cierta plasticidad. Son susceptibles de ser afectados por la acción de heladas.

A-5.- A este grupo pertenecen los suelos limosos que son elásticos y semejantes a los anteriores. La elasticidad de estos suelos es debido a la presencia de material diatomáceo. Cuando tiene un porcentaje de arcilla son clasificados como A-5-7. Luego se tienen los subgrupos A-5 y A-5-7.

A-5.- Son suelos elásticos semejantes a los A-4.

A-5-7.- Suelos elásticos semejantes a los A-4-7.

A-6.- Este grupo comprende los suelos arcillosos que tienen un alto contenido de material coloidal y son muy plásticos. Estos suelos, cuando absorben o pierden agua, experimentan grandes cambios volumen. Cuando están secos tienen una buena capacidad de soporte, pero cuando se hallan saturados de agua son muy inestables. Su permeabilidad es prácticamente nula.

A-7.- Pertenecen a este grupo los suelos arcillosos algo elásticos cuyo contenido de material coloidal no es elevado. Al igual que los anteriores, estos suelos sufren cambios perjudiciales de volumen bajo diferentes condiciones de humedad y su estabilidad es casi nula cuando se hallan saturados de agua. Son suelos prácticamente impermeables.

A-8.- Son suelos turbosos, muy elásticos e inestables. Deben ser desechados toda vez que sea posible, pues su capacidad soporte es prácticamente nula. Si el terreno de fundación esté formado por suelos A-2a y A-3, de granulometría fina, es necesario mezclar la capa superior (unos 30 cm., aproximadamente) con material ligante (arcilla o material bituminoso), a fin de colocar la base sobre una superficie más estable.

El espesor máximo indicado para subbase, a colocarse sobre suelos A-4, A-4-7, A-5 y A-5-7 deberá emplearse únicamente cuando haya peligro de heladas o cuando el nivel de las aguas subterráneas se encuentre cerca (1 metro o menos) de la superficie. En caso contrario deberá emplearse los espesores mínimos indicados.

Cuando el nivel de aguas subterráneas se encuentre a una profundidad tal, que no constituya un peligro para la estabilidad del terreno, los suelos A-6 y A-7 no necesitaran subbase. El espesor máximo se requerirá únicamente en caso de que el nivel de la capa freática se encuentre cerca de la superficie.

Los suelos tipo A-4 y A-4-7, A-5, A-5-7, A-6 y A-7 pierden su capacidad soporte y son inestables cuando se hallan saturados de agua. De modo que cuando haya peligro de saturación deberán emplearse los máximos espesores indicados.

Los espesores anteriormente recomendados para capas de base corresponden a bases estabilizadas de material granular. Si las bases están formadas por mezclas de suelo-cemento, el espesor variará en la siguiente forma:

Tabla XXII: **Clasificación del material del terreno de fundación**

<b>Clasificación del material del terreno de fundación</b>	
A-1b, no plástico	0 cm.
A-1a, A-2a, A-2b y A-3	12 cm
A-4, A-4-7, A-5, A-5-7, A-6 y A-7	15cm

Fuente: YLLESCAS PONCE, Alvaro Danilo. Diseño del tramo carretero comprendido desde el entronque del kilómetro 171+400 Carretera interamericana (CA-1), hacia el caserío Nuevo Xetnamit, del municipio de Nahualá, departamento de Sololá. p. 78.

El terreno en el que se construirá la carretera presenta suelo arenoso – arcilloso con partículas de grava, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM 2487, la clasificación del suelo, sería SM que se define como suelo bueno, apto para subbase y base. El CBR ha obtener deberá estar dentro del rango de 20 a 50.

Para este tipo de carretera de penetración se utilizará una carpeta de rodadura de material balasto, que con un buen mantenimiento se mantendrá en aceptables condiciones. El material se obtendrá de un banco aproximadamente a diez kilómetros de donde inicia la carretera donde las características del material son apropiadas y que es el tradicionalmente utilizado en el municipio para estos trabajos.

El balasto es necesario puesto que servirá para proteger la terrecería mediante la aplicación de una capa de éste, dicha capa no debe ser menor de 10 centímetros ni mayor a 25 centímetros, en base a las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos y tomando como guía los espesores recomendados por Highway Research Board dependiendo de la clasificación del material se deduce el espesor de la capa de balasto.

Para este proyecto y tomando en cuenta lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 1084-92, de fecha 30 de diciembre de 1992, se consideró que el vehículo con máximo peso que utilizará esta vía, es el clasificado como C-3, con una separación mínima entre ejes más distantes de 5 metros y un peso total de 22 000 kilogramos. Utilizando esta clasificación para el cálculo de la capa de balasto.

El espesor de la capa de balasto para este proyecto será de 20 centímetros, debidamente compactado. La tabla de espesores recomendados por Highway Research Board se encuentra a continuación.

Tabla XXIII: **Espesores (centímetros) recomendados para las cargas por rueda de 4 500 Kg. (10 000 libras)**

Clasificación del material del terreno de fundación	A-1b No plástico	A-1a Plástico	A-2a No plástico	A-2b Plástico	A-3	A-4 A-4-7	A-5 A-5-7	A-6	A-7
Capa de rodamiento	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Base	0	13	13	15	13	20	20	20	20
Sub base	0	0-30	0	0-30	0	5-40	10-40	0-14	0-14
Espesor Total	5	18-53	18	20-50	18	30-60	36-60	25-50	25-60

Fuente: Highway Research Board

El balasto es un material homogéneo que debe reunir las condiciones de granulometría y calidad, como tener uniformidad y estar exento de cualquier material perjudicial o extraño (material orgánico o arcilla). Las piedras no excederán las dos terceras partes (2/3) del espesor de la carpeta de rodadura y en ningún caso serán mayores de 10 centímetros.

La subrasante<sup>3</sup> es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura de la misma y se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Son materiales inadecuados para la construcción de la subrasante, los siguientes:

---

<sup>3</sup> Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes, Dirección general de caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, República de Guatemala, Diciembre 2000.



- Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas. Su clasificación está basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz 0,075 mm (N° 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad.
  - Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre. Son altamente compresibles y tienen baja resistencia. Además basuras o impurezas que puedan ser perjudiciales para la cimentación de la estructura del pavimento.
- Las rocas aisladas, mayores de 100 milímetros, que se encuentran incorporadas en los 300 milímetros superiores de la capa de suelo de subrasante.

Los materiales adecuados para subrasante: son suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento de acuerdo con el ensayo AASHTO T 193 (CBR), que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que se esté reacondicionando y que además, no sean inadecuados para subrasante.

La subrasante debe estar libre de toda la vegetación y materia. En este caso la subrasante está formada por el mismo suelo de terracería.

El balasto<sup>4</sup> es un material clasificado que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura.

El balasto debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1 450 Kg./metro<sup>3</sup> (90 lb./pie<sup>3</sup>) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de  $\frac{2}{3}$  del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser separado.

La porción del balasto retenida en el tamiz 4,75 mm (N° 4), debe estar comprendida entre el 60% y el 40% en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60, determinado por el método AASHTO T 96. La porción que pase el tamiz 0,425 mm (N° 40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el método AASHTO T 90. La porción que pase el tamiz 0,075 mm (N° 200), no debe exceder de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T11.

La colocación del balasto se debe realizar conforme se vaya terminando de construir la subrasante. No se debe dejar sin cubrir la subrasante, en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros.

---

<sup>4</sup> Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes, Dirección general de caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, República de Guatemala, Diciembre 2000.

Cuando la capa de balasto se deba colocar sobre una subrasante existente, esta debe ser previamente conformada, escarificada y compactada superficialmente, respetando las líneas, pendientes y sección típica establecidas en los planos y especificaciones. En los lugares donde se encuentre material inadecuado, éstos deben ser removidos hasta una profundidad de por lo menos 300 milímetros y reemplazados con material apropiado. Todas las rocas o piedras grandes que se encuentren en el lecho de la carretera, se deben excavar hasta los límites laterales de la misma a una profundidad por lo menos 300 milímetros debajo de la subrasante.

Las capas de balasto se deben compactar como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180. Se debe controlar el contenido de humedad adecuado del material, por medio de ensayos de laboratorio y campo, secando el material y determinando la humedad a peso constante o por el método del Carburo de Calcio, AASHTO T 217, a efecto de obtener la compactación especificada. La capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme. La compactación se comprobará en el campo, cada 600 metros cuadrados y en forma alterna a lo ancho de la sección, de preferencia mediante el método AASHTO T 191 (ASTM D 1 556).

El material del banco de materiales que se consideró, es el adecuado para extraer el material que será utilizado como carpeta de rodadura, ya que los porcentajes de los resultados se encuentran entre los rangos que establecen las normas AASHTO.

### **2.2.5. Dibujo preliminar**

Con los datos de la topografía tanto eje central como secciones, se prepara un mapa con curvas de nivel de la faja del terreno donde se ubica la línea del camino y se procede a diseñar la línea preliminar, para que luego, sea replanteada en campo y hacer los ajustes necesarios para su trazo definitivo como línea de localización. El dibujo preliminar realizado, se analiza, principalmente, para observar y chequear las pendientes obtenidas, para posteriormente realizar los análisis de las curvas obtenidas, tanto en planta como en perfil.

### **2.2.6. Diseño de localización**

De los datos obtenidos del dibujo preliminar se procedió a realizar los respectivos análisis y determinar en qué puntos era factible el traslado de la línea central hacia algunos de los costados, para minimizar pendientes o cortes y rellenos que requiera la ruta. Para estos análisis fue necesario contar con las plantas y perfiles del dibujo preliminar.

Para el diseño geométrico de una vía es necesario, tener en cuenta otro factor muy importante que es el tránsito. Este factor es la guía para saber el servicio que prestará la vía y así poder hacer el diseño. Para este estudio se tiene en cuenta el TPD varía de 0 a 100.

Una vez analizadas las opciones que presentaba la topografía se realizaron los chequeos topográficos en campo, para determinar inconvenientes o si la información obtenida del diseño era certera. Como se explicó anteriormente, la mayor dificultad en el diseño de esta ruta, fueron los derechos de paso, los cuales fueron muy limitados.

### **2.2.7. Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras, es la utilización o disposición de los materiales extraídos en los cortes, en la cantidad que puedan ser reutilizables, por ejemplo en la construcción de terraplenes, conformación de terracería entre otros. Se debe tomar en cuenta que el movimiento de tierras se encuentra directamente enlazado con el diseño de la subrasante, por lo tanto deberá ser factible desde el punto de vista económico, dependiendo de los requerimientos que el tipo de camino fije.

Los volúmenes del proyecto o el movimiento de tierras, se obtienen de los análisis realizados tanto de corte y relleno que se deben trabajar para obtener las pendientes requeridas.

Se procuró, que los volúmenes de corte, fueran equivalentes a los de relleno, para minimizar los costos de la obra, aunque en algunos casos, debido a las pendientes obtenidas y las limitantes de los derechos de paso, los volúmenes no coincidieron.

La mayor parte del movimiento de tierras, obedece al relleno necesario para obtener las pendientes diseñadas. Adicionalmente, se consideró que para evitar mayores costos, las pendientes diseñadas, siempre y cuando cumplieran con las especificaciones del tipo de carretera, se adaptarán a las pendientes del terreno natural.

Para el cálculo de las áreas se deben tener dibujadas las secciones transversales de la línea de localización, en estaciones a cada 20 metros y sobreponerle la sección típica que fue seleccionada con sus taludes que delimitan las áreas de corte y relleno.

El procedimiento más común es el gráfico, permitiendo medir las áreas, por medio de un planímetro graduado. Para la medición de las secciones, estas deben estar dibujadas en papel milimetrado. Para la ejecución de lo anterior se debe proceder a marcar las áreas para delinearlas con el planímetro, teniendo un punto de partida y retornando al mismo al recorrer el contorno en dirección de las agujas del reloj, dando como resultado el área en metros cuadrados.

Otro procedimiento es a través de las coordenadas que delimitan a la sección de corte y relleno, establecidas por determinantes.

Otro factor a tomar en cuenta para el cálculo de secciones transversales es la inclinación del talud de la carretera, que está en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo, cuando no se tienen mayores datos y para fines de cálculo de volúmenes de movimiento de tierras, es recomendable usar la siguiente tabla:

Tabla XXIV: **Tabla de relaciones para dibujo de taludes**

<b>Corte</b>		<b>Relleno</b>	
<b>Altura (m)</b>	<b>H-V</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>H-V</b>
0 – 3	1 – 1	0 – 3	2 – 1
3 – 7	1 – 2	> 3	3 – 2
> 7	1 – 3		

Fuente: PÉREZ MÉNDEZ, Augusto Rene. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras, p. 65.

El cálculo de las secciones transversales se realizó por medio del *software* AutoCad Civil 3D Land Desktop Companion 2009, los resultados de las aéreas de secciones transversales se presentan en los planos de detalles de la carretera.

El cálculo de volumen de tierras se realiza entre estaciones, regularmente cada 20 metros, si las dos secciones donde se desea obtener el volumen, se encuentran en corte o en relleno, es posible hacerlo con el volumen de un prisma irregular, que es el resultado de la semisuma de las áreas externas por la distancia entre las estaciones.

El volumen de un prismoide está dado por la fórmula:

$$V = ((A_1 + A_2) / 2) * (d)$$

Donde:

V = volumen (corte o relleno)

A<sub>1</sub> = área estación 1

A<sub>2</sub> = área estación 2

d = distancia entre estaciones (20 m)

Cuando las secciones a tratar contemplan áreas de corte y relleno, deben de calcularse las distancias de paso, que corresponden al punto donde el área de la sección cambia de corte a relleno o viceversa.

Para determinar la distancia de paso, se realiza una relación de triángulos, con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

$$(C + R) / D = R / D_1$$

Donde:

C = Área de corte

R = Área de relleno

D = Distancia entre estaciones

$D_1 =$  Distancia de paso

Despejando  $D_1$  queda:

$$D_1 = (R / (C+R)) * D$$

El cálculo de volumen de corte y relleno se realizó por medio del *software* AutoCad Civil 3D Land Desktop Companion 2009, los resultados de volúmenes de corte y relleno se presentan en los planos de detalles de la carretera.

Para poder explicar lo que es el coeficiente de contracción e hinchamiento, es necesario indicar que cualquier material, ya sea de corte o de préstamo experimenta un cambio de volumen cuando pasa del estado natural al relleno, lo que hace necesario conocer la magnitud del cambio, para poder determinar con mayor exactitud los volúmenes del material a mover.

Este coeficiente varía según diversos factores tales como: la clase de suelo, la humedad contenida, las formas de excavación, el transporte usado y el tipo de compactación. En la DGC se utiliza entre un 30%- 40%, para este caso se utilizó un factor del 35% de hinchamiento, para calcular el volumen de excavación no clasificada de desperdicio.

### **2.2.8. Drenajes**

Un sistema de drenaje vial es el conjunto de obras que están destinadas a recolectar, encauzar y disponer las aguas pluviales, tanto superficiales como subterráneas, para garantizar la estabilidad e integridad de una vía de comunicación. Las obras de drenaje vial se pueden clasificar en tres tipos: obras de drenaje transversal, obras de drenaje longitudinal, obras de subdrenaje.



Existe una gran variedad de estas obras, sin embargo las más utilizadas son las alcantarillas y los puentes. La utilización de alcantarillas está en función del volumen de descarga y de la elevación de la rasante de la vía respecto del cauce del escurrimiento.

Las obras hidráulicas que encauzan y conducen las aguas a través de las vías para restituirlas a los cauces interferidos por el camino, constituyen lo que se conoce como drenaje transversal.

El drenaje longitudinal está formado por las obras que se construyen paralelas a la vía para recoger el escurrimiento superficial del camino, de sus taludes y de los terrenos adyacentes. Las cunetas, canales, contracunetas y zanjas interceptoras son obras típicas de drenaje longitudinal.

Cumplen la función básica de impedir que las aguas se desborden produciendo daño en la vía por erosión regresiva y además facilitan la rápida evacuación del agua. El subdrenaje está formado por aquellas obras que captan, conducen y descargan fuera de la vía, el agua infiltrada a través de los intersticios y grietas del pavimento y el agua subterránea. Las estructuras de drenaje tiene como objetivo controlar el agua que llega a la vía y la afectan por escurrimiento superficial, independientemente que las aguas hayan caído sobre o fuera de la vía. Las siguientes son las obras más comunes:

- El bombeo: es la pendiente transversal que se da en las carreteras y pistas para permitir que el agua que cae sobre ellas escurra hacia sus dos lados. Un bombeo apropiado será aquel que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad o inseguridad. Tiene las siguientes características:

- Debe tener 3% de pendiente desde el eje de la vía hasta el hombro correspondiente en carreteras. Con éste se espera evitar la acumulación del agua sobre la carretera.
- Empíricamente se ha demostrado que en función del tipo de superficie, puede ser determinado el valor requerido para la pendiente del bombeo, obteniendo una evacuación eficiente del agua, sobre el área de rodadura.
- Los bordillos: son estructuras que se colocan en el borde exterior del acotamiento en las secciones en tangente, en el borde opuesto al corte en las secciones en balcón o en la parte interior de las secciones de terraplén en curva. Son pequeños bordos que forman una barrera para conducir el agua hacia los lavaderos o bajantes, evitando erosiones en los taludes y saturación de éstos por el agua que cae sobre la corona de la vía.
- Las cunetas: son canales que se adosan a lo largo de la corona de la vía y paralelamente al eje longitudinal de la misma. Su objetivo es recibir el agua superficial del talud y de la superficie de rodamiento.
- Las contracunetas: son canales destinados a evitar que el agua llegue a los taludes y cause deslizamientos o derrumbes en los cortes de la carretera. La contracuneta deberá colocarse en la parte más alta del talud, a una distancia no menor de 2 metros de la orilla, tomando en cuenta el tipo de suelo existente en el área para evitar derrumbes. Este tipo de drenaje longitudinal nos sirve para mantener lejos el agua del camino o bien que el agua escurrida no llegue a él.

- Los lavaderos: son canales que se conectan con los bordillos y bajan transversalmente por los taludes para conducir el agua lluvia que escurre a lugares alejados de los terraplenes, en donde ya es inofensiva.
- La vegetación: la más efectiva protección de los taludes para evitar la acción erosiva del agua superficial es la plantación de especies vegetales.
- Zanjas de coronación: son zanjas excavadas en el terreno natural, que se localizan en la parte superior de los taludes de los cortes, con la finalidad de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas.
- Las alcantarillas: estas estructuras son las responsables del drenaje transversal, es decir del paso de agua a través de la obra, en una dirección más o menos perpendicular. La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal, que el espesor del relleno evite el daño a los conductos ocasionado por las cargas vivas y de impacto, debiendo respetar las profundidades mínimas establecidas. Esta profundidad se mide a partir de la superficie de la subrasante, hasta la parte superior del tubo, determinada de siguiente manera:
  - Tráfico normal = 1.00 metros
  - Tráfico pesado = 1.20 metros

- Diseño hidráulico del drenaje transversal: el máximo caudal de esorrentía viene determinado, no tanto por la precipitación diaria como por la intensidad en un periodo de tiempo visiblemente igual al tiempo de concentración de la cuenca. En cuencas de pequeño tamaño (tiempo de concentración inferior a 6h), la intensidad máxima horaria es un buen indicador de la magnitud de los caudales punta esperar.
- Diseño hidráulico del drenaje longitudinal: determinar el caudal de diseño es uno de los elementos primarios esenciales en el desarrollo de proyectos de drenaje longitudinal, donde a partir de él se podrán determinar las dimensiones apropiadas de obras para recolectar las aguas provenientes de fenómenos hidrometeorológicos; todos los métodos disponibles para su obtención tienen poca precisión en sus resultados, no obstante este es solo uno de los parámetros a considerar, porque tiene que ser contemplado desde el punto de vista de su construcción, su funcionamiento hidráulico y de su mantenimiento.

El modelo más apropiado para estimar caudales máximos es el Método Racional, por la pequeña extensión de las cuencas y los cortos tiempos de concentración. Para aplicar el Método Racional se recomienda recurrir a las curvas de intensidad-frecuencia-duración disponibles, se escogerá la curva de frecuencia apropiada para el período de retorno asignado a la obra en consideración, obteniéndose la intensidad media de lluvia cuya duración sea igual al tiempo de concentración.

El coeficiente de escurrimiento depende de la cobertura vegetal y la pendiente del terreno. Cuando la cuenca de drenaje está compuesta de zonas con diferentes características, se puede utilizar un promedio ponderado. El área recomendable para obtener resultados representativos de este método es de hasta 200 hectáreas con una duración máxima de 30 minutos.

La fórmula predominante para calcular la capacidad del canal adyacente a la vía tomando en cuenta la condición de régimen uniforme es la de Manning. Tanto su alineamiento como su pendiente deben ajustarse a las del proyecto vial, además, por razones de seguridad de tránsito, sus secciones transversales deben satisfacer requisitos muy peculiares.

Si a todo esto se añade, la conveniencia de uniformizar, tanto por la construcción de las obras como por su mantenimiento, es comprensible que existan secciones típicas muy usuales para los canales adyacentes a las vías. El uso más frecuente de los canales abiertos es la cuneta, la cual se construye por lo general de sección triangular, según ingeniería de tránsito, debido al efecto canalizador, cualquier otra sección produce una sensación de peligro.

Las cunetas son canales abiertos que sirven para interceptar el agua superficial que proviene de taludes cuando existe corte. Pero el motivo para el cual se construyan de concreto se resume a las ventajas y características que este permite. La velocidad en un canal tiene el imperativo de los efectos de la erosión en función del tipo de material de revestimiento. En los canales revestidos de superficie dura como el concreto, la piedra y otros tipos de revestimiento se pueden permitir velocidades mayores del agua que en los canales de tierra. Las velocidades en revestimiento de concreto oscilan entre 1,5 y 2,5 m/seg.

Debe tomarse en cuenta también que las dimensiones de un canal revestido difieren con los que no están revestidos, aún entre los que tienen revestimiento de superficie dura. Los canales de concreto son más resistentes a la erosión, permitiendo mayores velocidades, los costos de mantenimiento son menores, puesto que no habrá sedimentación (los parámetros de diseño especifican velocidades mínimas en canales de concreto para evitar la sedimentación), además, con velocidades mayores permisibles se puede realizar la conducción del caudal en un tiempo menor. Considerando la durabilidad, el concreto es el que brinda mejores resultados, como también desde el punto de vista económico y constructivo.

Aunque las pendientes del proyecto, no sobrepasan la pendiente máxima, fijada en los parámetros de diseño de la DGC, considerando la importancia de los drenajes y el mantenimiento del mismo, se tomó la decisión, de proponer cunetas revestidas en pendientes mayores al 10%.

Previo a la utilización del método racional, deberá definirse la intensidad de la lluvia proporcionada por el INSIVUMEH, según la región en estudio y para el caso específico acá planteado con un período de retorno de 10 años. La intensidad de la lluvia está dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{A}{(t + B)^n}$$

Donde:

A, B y n = son valores dados por el INSIVUMEH, denominados parámetros de ajuste. Estos parámetros se obtienen mediante regresión no lineal. Los períodos de retorno analizados son: 2, 5, 10, 20, 25, 30, 50 y 100 años. Para este proyecto, se seleccionó la curva que corresponde a 10 años.

t = tiempo de concentración, tiempo requerido para avenidas de agua desde la parte más remota y alta de un área de drenaje para alcanzar el punto bajo diseño. Un tiempo mínimo de 5 minutos es lo recomendado por la Federal Highway Administration.

$$I = \frac{A}{(t + B)^n} = \frac{46\ 840}{(10 + 45)^{1,43}} = \frac{46\ 840}{308,12} = 152,02\text{mm/hr}$$

Adicionalmente, deberá definirse en base el coeficiente de escorrentía C, que se estima en base a las características hidrogeológicas de las cuencas. En la literatura especializada de hidrología se publican tablas con valores de C en función; generalmente de tres aspectos que se consideran determinantes en la generación de escorrentía como consecuencia de tormentas de lluvias: La cobertura, el tipo de suelo y las pendientes del terreno.

El coeficiente de escorrentía C es el porcentaje de lluvia en un área dada que fluye como agua superficial libre. Es improbable que este valor alcance el 100 por ciento, debido a que siempre se dará algún porcentaje de evaporación incluso durante una tormenta. Las superficies impermeables absorben alguna humedad y las pequeñas irregularidades y depresiones detienen cantidades adicionales.

Sin embargo; C gradualmente se incrementará a medida que una tormenta progresa hasta que el terreno se sature, o bien que el área impermeable se humedezca completamente y se llenen todas las depresiones.

Tabla XXV: **Valores indicativos del coeficiente de escorrentía**

Uso del suelo	Pendiente del terreno	Capacidad de infiltración del suelo		
		Alto	Medio	Bajo
		(suelos arenosos)	(suelos francos)	(suelos arcillosos)
Tierra agrícola	< 5 %	0,30	0,50	0,60
	5 – 10 %	0,40	0,60	0,70
	10 – 30 %	0,50	0,70	0,80
Potreros	< 5 %	0,10	0,30	0,40
	5 – 10 %	0,15	0,35	0,55
	10 – 30 %	0,20	0,40	0,60
Bosques	< 5 %	0,10	0,30	0,40
	5 – 10 %	0,25	0,35	0,50
	10 – 30 %	0,30	0,50	0,60

Fuente: National Engineering Handbook, Sec. 4: Hydrology, USDA, 1972.

Dadas las condiciones de topografía, uso y tipo de suelo; observados en el proyecto, se utilizará un C de 0,7.

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{CIA}{360} = \frac{0,7 * 152,02 * 0,8}{360} = 0,2365 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

La variación de caudales esperados, según el coeficiente de escorrentía e intensidad, se presentan en la siguiente tabla:



Tabla XXVI: **Valores del coeficiente de escorrentía**

De la fórmula para cálculo de Intensidad, con un período de retorno de 10 años		Caudales esperados, según valores de "c" (m <sup>3</sup> /seg)								
Tiempos de concentración (mins)	Intensidad (mm/hr)	Área =								0,8
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
5	174,2166988	0,039	0,077	0,12	0,155	0,194	0,232	0,271	0,31	0,348
10	152,0191292	0,034	0,068	0,1	0,135	0,169	0,203	<b>0,236</b>	0,27	0,304
15	134,2334024	0,03	0,06	0,09	0,119	0,149	0,179	0,209	0,239	0,268
20	119,715611	0,027	0,053	0,08	0,106	0,133	0,16	0,186	0,213	0,239
25	107,6779278	0,024	0,048	0,07	0,096	0,12	0,144	0,167	0,191	0,215
30	97,56168214	0,022	0,043	0,07	0,087	0,108	0,13	0,152	0,173	0,195

Fuente: elaboración propia.

Una vez determinado el caudal esperado, se procede a proponer y calcular que la sección de la cuneta, permita la evacuación de éste. Para este proyecto, como se mencionó anteriormente, se seleccionó una cuneta triangular, de base 1 m y profundidad de 0,33 m. Para la estimación del caudal que conduce esta sección, se seleccionó una pendiente del 5% y la sección al 70%, con un coeficiente de rugosidad de  $n = 0,015$ . Previo al cálculo del caudal de la sección, se deberá conocer el radio hidráulico de la sección, el cual se obtiene de la siguiente forma:

Área de la sección al 70%, con los siguientes datos:

$b = 0,8$   
 $h = 0,265$   
 $lat = 0,4798$

$$\hat{A} = \frac{1}{2} * b * h = \frac{1}{2} * (0,8) * (0,265) = 0,106 \text{ m}^2$$

Perímetro Mojado = Sumatoria de todos los lados de la sección (mojados)

Perímetro Mojado = P moj

$$P \text{ moj} = 0,8 + 0,4798 + 0,4798 = 1,75 \text{ m}$$

$$R = \text{Área} / P \text{ moj.} = 0,106 / 1,75 = 0,06$$

Con estos datos, se procede entonces, mediante la ecuación de *Manning*, al cálculo del caudal que puede conducir la sección.

$$Q = (1/n) * (A) * (R^{2/3}) * (S^{1/2})$$

$$Q = (1/0,015) * (0,106) * (0,06^{2/3}) * (0,05^{1/2})$$

$$Q = 0,2422 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Al observar el caudal esperado y compararlo contra el caudal que puede conducir la sección, se observa que la misma tiene capacidad de conducir un caudal superior al esperado, por lo que se da por aceptada la sección propuesta.

Para el cálculo y diseño de las alcantarillas transversales, el proceso es similar al anterior, variando únicamente el área. Los resultados son los siguientes:

$$Q = 0.81 \text{ m}^3/\text{seg}; \text{ según método racional, con } C = 0,8; I = 152,02 \text{ mm/hr} \\ \text{y } A = 2.75 \text{ Ha.}$$

Tubería propuesta: metal corrugado de diámetro 36", S = 3% y llena al 90%

Para el cálculo hidráulico del tubo metálico corrugado puede ser utilizada la ecuación de Manning con su respectivo coeficiente de rugosidad “n” y encontrar el tirante de agua correspondiente a dicha tubería.

$$Q = (1/n) * (\varnothing/4)^{2/3} * (A) * (S^{1/2})$$

Donde:

Q= Caudal máximo, en m<sup>3</sup>/s.

n= Rugosidad, adimensional.

A= Área de sección transversal de la corriente, en m<sup>2</sup>.

∅= Diámetro de la sección transversal, en m.

S= Pendiente hidráulica, en %.

$$Q = (1/0,03) * (36*0,0254/4)^{2/3} * (0,657) * (0,03^{1/2})$$

$$Q = 1,4181 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Para determinar la capacidad de descarga se aplica un factor de seguridad de 0,90, por lo tanto la capacidad de la tubería es de:

$$Q = 1,418 * 0,90 = 1,276 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Como se observa el caudal que puede conducir la sección, supera al caudal esperado, por lo que se considera como adecuado el diámetro de la tubería propuesta, para el drenaje transversal. La ubicación de éstos se presenta en la siguiente tabla

Tabla XXVII: **Ubicación de drenajes transversales en el proyecto**

No.	PO	Diámetro	Material	%S	Prof. (m)
1	0+280	36"	Metal corrugado	3	1,2
2	0+420	36"	Metal corrugado	3	1,2
3	0+480	36"	Metal corrugado	3	1,2
4	0+640	36"	Metal corrugado	3	1,2
5	0+800	36"	Metal corrugado	3	1,2
6	1+000	36"	Metal corrugado	3	1,2
7	1+200	36"	Metal corrugado	3	1,2
8	1+400	36"	Metal corrugado	3	1,2
9	1+520	36"	Metal corrugado	3	1,2
10	1+680	36"	Metal corrugado	3	1,2
11	1+880	36"	Metal corrugado	3	1,2
12	2+080	36"	Metal corrugado	3	1,2
13	2+240	36"	Metal corrugado	3	1,2
14	2+400	36"	Metal corrugado	3	1,2
15	2+560	36"	Metal corrugado	3	1,2
16	2+720	36"	Metal corrugado	3	1,2
17	2+960	36"	Metal corrugado	3	1,2
18	3+080	36"	Metal corrugado	3	1,2
19	3+220	36"	Metal corrugado	3	1,2
20	3+460	36"	Metal corrugado	3	1,2
21	3+760	36"	Metal corrugado	3	1,2
22	3+860	36"	Metal corrugado	3	1,2
23	4+060	36"	Metal corrugado	3	1,2
24	4+260	36"	Metal corrugado	3	1,2
25	4+460	36"	Metal corrugado	3	1,2
26	4+620	36"	Metal corrugado	3	1,2

Fuente: elaboración propia.

Los transversales fueron ubicados teniendo como criterio que las distancias entre cada uno de ellos oscilará entre 150 a 200 metros y que los mismos se encontrarán en los PIV de las curvas cóncavas.

### **2.2.9. Estructuras especiales**

Defensas para puentes y carreteras: podrá usarse cualquier tipo de defensas de acero para carreteras o puentes; como por ejemplo:

- Rieles: o miembros horizontales de las defensas consistirán de planchas de acero al alto carbón. Debe darse a las planchas la forma de una viga no menor de 0,30 metros de alto y 0,03 metros de grueso, ya sean corrugadas o dándoles la forma de un canal. Éstas deberán tener una resistencia a la tensión no menor de  $63\ 000\text{lb/plg}^2$ .
- Postes: deberán colocarse a una distancia máxima de 12' - 6'' de centro a centro debiendo ser profundidos de concreto reforzado.
- Señalización: tendrá como finalidad la orientación y prevención a las personas que transiten por la ruta.

Si bien, ninguna pendiente del proyecto sobrepasa la pendiente máxima por circulación (14%), debido a la topografía observada y diseño horizontal y vertical del tramo, se consideró también la construcción de carrileras o empedrados, a base de concreto ciclópeo para minimizar la erosión de la rodadura y proporcionar a los vehículos una fricción y agarre suficiente para el ascenso y descenso. La ubicación de las mismas, así como detalles constructivos, se presenta en planos.

### **2.2.10. Elaboración de planos de localización**

Todos los planos de la carretera, así como los detalles constructivos, se muestran en el apéndice 10; además de las secciones transversales y volúmenes de movimiento de tierras. Cada una de las curvas (horizontales y verticales), presentan la información detallada en su respectivo plano y se puede observar también la ubicación de los drenajes transversales.

### **2.2.11. Mantenimiento del camino de acceso**

El mantenimiento del tramo carretero; deberá contemplar básicamente, la limpieza de cunetas para evitar que las mismas dejen de funcionar adecuadamente y erosionen la vía. Adicionalmente se deberá mantener libre de vegetación los costados de la vía.

### **2.2.12. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas para la construcción de la carretera son las siguientes:

- Limpia, chapeo y destronque: se removerá y eliminará todos los árboles y vegetación viva o muerta dentro de los límites del derecho de vía y de las áreas designadas para bancos de préstamo y otros materiales. El trabajo también incluye la remoción y eliminación de rótulos, postes, zampeados, alcantarillas con luces de 3 metros o menos.

- Remoción y eliminación de materiales: exceptuando la madera comercial, todos los troncos de árboles, tocones, ramas y cualesquiera otros removidos durante la limpia y chapeo, deberán quemarse o retirarse del sitio de la obra, antes de principiar las operaciones de nivelación. El área del derecho de vía así como las áreas adyacentes deberán quedar completamente limpias de escombros y con la mejor apariencia.
- Excavación de roca: consiste en la excavación de todos los terrenos macizos; los que no pueden removerse sin la ayuda de taladros y explosivos y todas las piedras o pedruscos que tengan un volumen mayor de  $1/2 \text{ m}^3$ .
- Excavación común: consiste en la excavación de cualquier material, excepto los clasificados como excavación de roca.
- Excavación: todos los materiales removidos de las excavaciones son susceptibles de ser usados en la formación de terraplenes, disminución de la pendiente, hombros, rellenos alrededor de estructuras, ampliación de los taludes de los terraplenes y otros usos que se indiquen. Todas las excavaciones deben hacerse de forma tal que se drenen correctamente. Por la estabilidad del material encontrado, por necesidad de obtener material adicional, los cortes pueden ampliarse o variarse la inclinación de los taludes durante el desarrollo de la construcción.
- Excavación no clasificada: se usará como una designación cuando los materiales del trabajo de terracería no deban clasificarse.

- El material de préstamo deberá ser un material obtenido de fuentes dentro o inmediatamente adyacentes del derecho de vía de la carretera o de canales y cunetas y deberá ser el mejor material disponible dentro de los límites de un acarreo económico. Cuando se encuentra fango u otro material inapropiado, dentro de los límites de la carretera que es inapropiado para la cimentación, será retirado. Si se coloca a los lados fuera de la carretera, debe dejarse una distancia por lo menos de 1 metro libre, entre este material y la orilla superior del talud en corte o entre el pie del talud en relleno y dicho material.
- Cunetas laterales: ningún material procedente de la excavación de cualquier cuneta lateral será depositado ni dejado dentro de un límite de 1 metro de la orilla de la cuneta, salvo que se indique lo contrario y no debe apilarse en montones, sino que regado en capas uniformes perfectamente niveladas y moldeadas. Las salidas de las cunetas o zanjas que drenen los cortes a terraplenes deben construirse en tal forma que se evite la erosión u otro daño a los terraplenes.
- Cortes en roca: todas las rocas o piedras grandes encontradas en el lecho de vía, deben ser excavadas hasta los límites laterales de la carretera mostrados en los planos y a una profundidad por lo menos de 0,30 metros debajo de la sub-rasante. El espacio que quede debe ser rellenado hasta la rasante apropiada, con material de igual calidad. Al explotar la roca sobre los taludes, debe dejarse una cara razonablemente uniforme. Todas las rocas sueltas en cortes de talud, deben removerse inmediatamente después de la explosión. Ninguna roca debe sobresalir más de 0,30 metros del talud verdadero.



- Terraplenes: los hoyos del destroncamiento y otras excavaciones pequeñas dentro del límite del terraplén, deben ser rellenados y apisonados perfectamente. La superficie de tierra, incluyendo tierra arada o suelta o superficie áspera por pequeños deslaves o de otras formas deben restaurarse aproximadamente a su talud original. Antes de que el terraplén sea colocado en las laderas de montaña, la superficie de esta debe ser despejada del césped y humus y cortada en gradas o aflojada a una profundidad no menor de 0,15 metros. Todas las laderas de la montaña igual o con mayor inclinación de  $1 \frac{1}{2}$  a 1 deben ser escalonadas. El terraplén debe ser colocado en capas.
- Compactación: los terraplenes que estén hasta 0,30 metros debajo de la sub-rasante deberán compactarse por lo menos hasta un 90% de la compactación máxima obtenida en la prueba especificada. Terraplenes comprendidos en el espesor de 0,30 metros inmediatamente debajo de la sub-rasante deberán ser compactados a un máximo de 95%.
- Limpieza de los costados de la carretera: después que las operaciones de terracería hayan sido completamente terminadas, el área de los costados de la carretera debe ser limpiada de toda madera de construcción, escombros, malezas, trozas, rocas sueltas, piedras grandes, material regado y de otros residuos y desechos, para dejar dichos costados acordes con el paisaje natural.
- Excavación de canales: se deberá excavar, remover, utilizar o acondicionar todos los materiales para ampliar, profundizar o alinear los canales existentes, hacer la construcción de canales nuevos y todas las cunetas, excepto las laterales.

- Las zanjas de las cimentaciones serán excavadas para permitir la colocación de las cimentaciones en la longitud y ancho completos.
- No se permitirán esquinas ni aristas redondas o socavadas en los cimientos. Las grietas y cavidades que queden expuestas deberán ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero.
- Cuando se halle roca en la excavación para la cimentación de un muro para puente de cajas múltiples, alcantarillas de caja o cabezales de concreto para tuberías y la roca sea de tal calidad que evite la erosión, dicho muro podrá eliminarse debajo de la superficie del estrato rocoso.
- Excavación para tuberías y alcantarillas: cuando se vaya a colocar una tubería debajo de la línea del terreno, se excavará una zanja a la profundidad requerida, acondicionándose el fondo de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la tubería. La excavación deberá observar los siguientes lineamientos:
  - El fondo de las zanjas para tuberías de drenaje, colectores de agua de lluvia, colectores sanitarios y alcantarillas, deberán ser lo suficientemente ancho para permitir la compactación.
  - Las paredes de la zanja deberán estar lo más verticalmente posible.

- Al hacer la excavación, la forma de la zanja deberá ser lo más aproximada a las de las tuberías de tal manera que por lo menos el diez por ciento de la altura total de la tubería o arco haga contacto con el fondo de la zanja excavada.
- Relleno: el relleno deberá ser depositado en capas horizontales no mayores de 0,20 metros de espesor y deberán ser compactadas a la densidad especificada o a un 90% de la densidad máxima. El último pie superior de la sub-rasante terminada que haya llegado a la pendiente del perfil será compactado a un 95% de densidad máxima.
- Disposición de excedentes: el material excavado se usará generalmente para rellenos y terraplenes sobre y alrededor de las estructuras. Todo el material excavado que no se use en rellenos será dispuesto de tal manera que no afecte la apariencia y utilidad de la carretera o del cauce. En ningún caso deberá echarse el material al cauce de la corriente.
- Limpieza: se debe dejar limpia la estructura y áreas adyacentes afectadas por las operaciones; se retirará todas las estructuras provisionales, escombros y excedentes de material y dejará sin obstrucciones el espacio debajo de las estructuras, en tal forma que no haya acumulación de material arrastrado o socavaciones. Todo el material de las estructuras existentes que haya sido retirado, será apilado ordenadamente en la orilla.

### **2.2.13. Integración de costos**

En el apéndice 5 se pueden apreciar los costos unitarios de cada uno de los renglones que integran el proyecto y su posterior integración o resumen.

#### **2.2.14. Cronograma de ejecución**

Los apéndices 7 y 8 muestran los tiempos estimados para la ejecución de los diferentes renglones de trabajo y también se observa el flujo de efectivo que se necesitaría según el avance de la obra o la culminación de los renglones de trabajo previstos.

## CONCLUSIONES

1. Para el diseño técnico de la red de alcantarillado sanitario de la aldea Guaxpac, Tactic, Alta Verapaz; se consideraron básicamente los principios establecidos en las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillados, del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y los criterios para seleccionar los diferentes valores o parámetros utilizados, quedaron debidamente documentados.
2. Mediante el diseño propuesto para la red de alcantarillado sanitario de la aldea Guaxpac, se beneficiaría durante toda su vida útil, a un aproximado de 1 035 habitantes, utilizando tubería PVC de diámetros 4, 6 y 8 plgs de norma ASTM F-949 además de la construcción de 44 pozos de visita y 88 conexiones domiciliarias.
3. Para el planteamiento técnico de la carretera que conduce de la cabecera municipal hacia la aldea Cuyquel, en el municipio de Tactic, Alta Verapaz; se utilizaron los parámetros establecidos por la Dirección General de Caminos, para una carretera tipo "F"; además, de que se documentaron los criterios utilizados para la selección de los diferentes valores de diseño.
4. La propuesta realizada sobre la ruta que conduce a la aldea Cuyquel, con una longitud de 4,64 kilómetros podría beneficiar directamente a un aproximado de 1 700 personas; mediante una vía segura y transitable en toda época del año.

5. La ejecución de estas obras es importante; puesto que permitirá, en el caso de la red de alcantarillado sanitario de la aldea Guaxpac, una disminución en la aparición de enfermedades asociadas al recurso hídrico de diferente sintomatología y contribuirá a mejorar el ornato y ambiente de la comunidad.
  
6. Con el planteamiento realizado para la carretera hacia la aldea Cuyquel, la población podrá comercializar productos e intercambiar bienes y servicios; además de reducir el tiempo de movilización, empleando éste, en otro tipo de actividades mejorando con esto la economía familiar, elevando el nivel de desarrollo y vida de las personas y reduciendo al mismo tiempo los índices de pobreza.

## RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad de Tactic, Alta Verapaz; deberá gestionar los recursos económicos que permitan la ejecución de estos proyectos, que beneficiarán a las comunidades de Guaxpac y Cuyquel, observando que la construcción de los mismos, se efectúe bajo la adecuada supervisión técnica y el apego a normas, planos y especificaciones.
2. El COCODE de la aldea Guaxpac, deberá previo a la ejecución de la red de alcantarillado sanitario, adquirir los documentos legales del terreno donde se contempló el diseño y construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, a menos que el ingeniero diseñador, de esta obra realice una indicación distinta.
3. La Municipalidad de Tactic; deberá obtener una adecuada planificación para la correcta ejecución de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales desarrollada por un profesional del tema y en estricto apego a normas y leyes vigentes en el país.
4. Se insta al COCODE de la aldea Cuyquel; a continuar gestiones de negociación para la obtención de derechos de paso que permitan el cambio y mejoramiento de esta ruta o el diseño y construcción de una nueva.

5. Es conveniente evaluar los resultados de la ejecución de estas obras mediante la Dirección Municipal de Planificación (DMP) del municipio de Tactic, para generar un banco de datos; que permita observar, analizar y determinar si los objetivos de los proyectos, fueron alcanzados.
  
6. Las comunidades de Guaxpac y Cuyquel, deberán mantener comunicación constante con la Municipalidad de Tactic, contribuyendo en la búsqueda de financiamiento para sus proyectos o iniciando gestiones ante otras instituciones para la obtención del mismo.
  
7. Para que las obras, tanto la red de alcantarillado sanitario de la aldea Guaxpac, como la carretera de la aldea Cuyquel, cumplan no sólo con la vida útil para la cual fueron diseñadas sino que con la finalidad de las mismas, la Municipalidad de Tactic y las comunidades, tendrán que realizar una adecuada administración, operación y mantenimiento. Invirtiendo pocos recursos financieros en esto; la municipalidad, podrá minimizar costos de reparación en éstos proyectos y podrá maximizar la inversión en el municipio, promoviendo el desarrollo de muchas más comunidades, elevando el nivel de vida de todos los habitantes y ampliando la cobertura de servicios existentes.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials. *Geometric Design Higways and Streets*, 4a ed. Washington, DC: AASHTO, 2001. 1 230 p.
2. Dirección General de Caminos. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Obras Públicas. *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes*. Guatemala: DGC, 2001. 723 p.
3. Guatemala. Congreso de la República. *Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones: Acuerdo Gubernativo 1084-92*. Guatemala, Congreso de la República, 1992. 15 p.
4. GUEVARA UTRILLA, Franciso Luis. *Estudio y cálculo de los elementos básicos para el diseño de carreteras*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1964. 145 p.
5. HERNÁNDEZ GUEVARA, Allan Renand. *Diseño geométrico de la carretera para libramiento del municipio de Palencia, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 205 p.

6. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para Diseño de Alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 30 p.
7. LÓPEZ RAFAEL, Roberto. *Diseño de carretera hacia aldea San Ramón y puente vehicular caserío Pino Grande Xepón, municipio de Malacatancito, Huehuetenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 135 p.
8. PALMA HERNÁNDEZ, Joel Estuardo. *Estudio y diseño de la ampliación y mejoramiento del tramo carretero, que une la aldea Las Victorias y Finca Conchas, del municipio de Villa Canales*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 84 p.
9. VIDES TOBAR, Amado. *Construcción de carreteras, especificaciones, método y equipo*. Guatemala: Piedra Santa, 1972. 538 p.
10. YLLESCAS PONCE, Alvaro Danilo. *Diseño del tramo carretero desde el entronque del kilómetro 171+400 carretera Interamericana (CA-1), hacia el caserío Nuevo Xetinamit, del municipio de Nahualá, departamento de Sololá*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 95 p.

## APÉNDICES

1. Presupuestos de la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac.
2. Resumen de cálculos realizados para la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac.
3. Cronograma de ejecución física para la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac.
4. Cronograma de ejecución físico - financiero para la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac.
5. Costos unitarios del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.
6. Resumen de cálculos realizados para el diseño geométrico horizontal, vertical e hidráulico del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.
7. Cronograma de ejecución física del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.
8. Cronograma de ejecución físico - financiero del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.
9. Planos de la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac.
10. Planos del tramo carretero hacia aldea Cuyquel.

## Presupuesto de la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac.

No. Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Costo por Renglón
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					<b>Q 23 926,60</b>
	Trazo, replanteo y nivelación	m	1 644,00	Q 7,00	Q 11 508,00	
	Bodega y guardiana	u	1,00	Q 12 418,60	Q 12 418,60	
<b>2</b>	<b>COLOCACIÓN DE TUBERÍA</b>					
<b>2,1</b>	<b>Colector PVC 6"</b>	<b>m</b>	<b>1 524,00</b>			<b>Q 131 348,48</b>
	Excavación	m <sup>3</sup>	731,52	Q 26,00	Q 19 019,52	
	Relleno Compactado	m <sup>3</sup>	329,18	Q 22,00	Q 7 242,05	
	Retiro sobrante	m <sup>3</sup>	36,58	Q 12,00	Q 438,91	
	Colocación de tubería 6" PVC	u	254,00	Q 10,00	Q 2 540,00	
	Tubo PVC 6" x 20' ASTM F-949 + accesorios	tubo	254,00	Q 402,00	Q 102 108,00	
<b>2,2</b>	<b>Colector PVC 8"</b>	<b>m</b>	<b>162,00</b>			<b>Q 21 063,24</b>
	Excavación	m <sup>3</sup>	77,76	Q 26,00	Q 2 021,76	
	Relleno Compactado	m <sup>3</sup>	34,99	Q 22,00	Q 769,82	
	Retiro sobrante	m <sup>3</sup>	3,89	Q 12,00	Q 46,66	
	Colocación de tubería 8" PVC	u	27,00	Q 14,00	Q 378,00	
	Tubo PVC 8" x 20' ASTM F-949 + accesorios	tubo	27,00	Q 661,00	Q 17 847,00	
<b>2,3</b>	<b>Colector PVC 10"</b>	<b>m</b>	<b>144,00</b>			<b>Q 25 154,88</b>
	Excavación	m <sup>3</sup>	69,12	Q 26,00	Q 1 797,12	
	Relleno Compactado	m <sup>3</sup>	31,10	Q 22,00	Q 684,29	
	Retiro sobrante	m <sup>3</sup>	3,46	Q 12,00	Q 41,47	
	Colocación de tubería 10" PVC	u	24,00	Q 18,00	Q 432,00	
	Tubo PVC 10" x 20' ASTM F-949 + accesorios	tubo	24,00	Q 925,00	Q 22 200,00	
<b>3</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>					
<b>3,1</b>	<b>Cono + Tapadera + Brocal</b>	<b>u</b>	<b>44,00</b>			<b>Q 74 177,50</b>
	Cemento Gris	saco	232,57	Q 50,00	Q 11 628,54	
	Arena de Río	m <sup>3</sup>	24,57	Q 150,00	Q 3 684,78	
	Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	28,49	Q 200,00	Q 5 698,88	
	Hierro no.3	quintal	3,93	Q 295,00	Q 1 159,11	
	Hierro no.4	quintal	14,46	Q 295,00	Q 4 265,23	
	Alambre de Amarre	libra	75,43	Q 4,60	Q 346,97	
	Ladrillo tayuyo 0.065 x 0.11 x 0.23	u	21 371,24	Q 1,60	Q 34 193,98	
	Mano de Obra	u	44,00	Q 300,00	Q 13 200,00	
<b>3,1</b>	<b>Tronco Pozo de Visita</b>	<b>m</b>	<b>44,00</b>			<b>Q 56 544,18</b>
	Cemento Gris	saco	117,48	Q 50,00	Q 5 874,00	
	Arena de Río	m <sup>3</sup>	7,63	Q 150,00	Q 1 143,78	
	Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	3,34	Q 200,00	Q 668,80	
	Ladrillo tayuyo 0.065 x 0.11 x 0.23	m <sup>3</sup>	23 936,00	Q 1,60	Q 38 297,60	
	Mano de Obra	u	44,00	Q 240,00	Q 10 560,00	
<b>4</b>	<b>CONEXIONS DOMICILIARES</b>	<b>u</b>	<b>88,00</b>			<b>Q 74 295,76</b>
	Cemento Gris	saco	66,00	Q 50,00	Q 3 300,00	
	Arena de Río	m <sup>3</sup>	6,00	Q 150,00	Q 900,24	
	Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	6,40	Q 200,00	Q 1 279,52	
	Tubería PVC 4" ASTM F-949 + accesorios	tubo	88,00	Q 172,00	Q 15 136,00	
	Yee PVC 6" x 4" PVC	u	88,00	Q 200,00	Q 17 600,00	
	Codo de 4" x 45° PVC	u	88,00	Q 38,00	Q 3 344,00	
	Tubo de cemento 12"	u	88,00	Q 42,00	Q 3 696,00	
	Mano de Obra	u	88,00	Q 330,00	Q 29 040,00	
					<b>TOTAL</b>	<b>Q 406 510,64</b>

Fuente: elaboración propia.

**Resumen de presupuesto de la red de drenaje sanitario de la aldea  
Guaxpac.**

No. Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo por Renglón
1	PRELIMINARES			Q 23 926,60
2	COLOCACIÓN DE TUBERÍA			
2,1	Colector PVC 6"	m	1 524,00	Q 131 348,48
2,2	Colector PVC 8"	m	162,00	Q 21 063,24
2,3	Colector PVC 10"	m	144,00	Q 25 154,88
3	POZOS DE VISITA			
3,1	Cono + Tapadera + Brocal	u	44,00	Q 74 177,50
3,1	Tronco Pozo de Visita	m	44,00	Q 56 544,18
4	CONEXIONS DOMICILIARES	u	88,00	Q 74 295,76
	<b>TOTAL</b>			Q 406 510,64

Fuente: elaboración propia.

**Resumen de presupuesto por renglones de la red de drenaje sanitario de  
la aldea Guaxpac.**

No.	Descripción	Costo por renglón (Q)	Costo por renglón (\$)
1	Materiales	Q 294 372,44	\$ 36 796,56
2	Mano de Obra	Q 112 138,20	\$ 14 017,28
	<b>SUB-TOTAL</b>	<b>Q 406 510,64</b>	<b>\$ 50 813,83</b>
3	Herramienta (2%)	Q 8 130,21	\$ 1 016,28
4	Transporte (5%)	Q 20 325,53	\$ 2 540,69
5	Imprevistos (10%)	Q 40 651,06	\$ 5 081,38
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q 475 617,45</b>	<b>\$ 59 452,18</b>

\* Tipo de cambio 1 US\$= Q 8,00

\* Tipo de cambio para el día 20/08/10

**El proyecto asciende a un total de cuatrocientos setenta y cinco mil seiscientos diecisiete quetzales con cuarenta y cinco centavos; su equivalente en moneda extranjera es de cincuenta y nueve mil cuatrocientos cincuenta y dos US con dieciocho centavos de dólar.**

*NOTA: En el presupuesto no están contemplados los costos indirectos, e impuestos, por motivo de uso municipal; el dato proporcionado es el costo directo del proyecto.*

Fuente: elaboración propia.

## Diseño de la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac.

DE	A	COTA TERRENO		DIST ACUMULADA	S% (TERRENO)	HAB. A SERVIR	HAB. A SERVIR FUTURO	FACT. HAR	Fgm	Od	DIA (PLG)	s%	SECCIÓN LLENA		REL. (qQ)	REL. dD	REL. vV	COTA INVERT		PROF. POZO			
		V (m/s)	A (log)										Q (l/s)	INICIO				FINAL					
<b>SECTOR I</b>																							
0	100	0	100	0	-10.4428	6	11	4.4099	0.108891	0.005000	0.246476	6	1.5	1.3867	28.2744	25.2954	0.0097	0.0690	0.3165	0.4388	99.4	0.6	
1	103.75	102.34	33.52	69.43	4.2064	24	45	4.3243	0.027223	0.005000	1.213239	6	3	1.9611	28.2744	35.7731	0.0339	0.1260	0.4639	0.9087	97.83	4.89	
2	102.34	99.59	47.77	117.2	5.7568	42	78	4.2712	0.015556	0.005000	5.077427	6	4.5	2.4018	28.2744	43.8129	0.1159	0.2290	0.6662	1.6001	95.65	3.97	
3	99.59	98.13	38.89	156.09	3.7542	6	11	4.4099	0.108891	0.005000	5.323902	6	3	1.9611	28.2744	35.7731	0.1488	0.2600	0.7167	1.4054	94.45	3.71	
4	98.13	96.16	78.63	234.72	2.5054	24	45	4.3243	0.027223	0.027223	22.4598	6	2.5	1.7902	28.2744	32.6562	0.6878	0.6900	1.0777	1.9293	92.45	3.74	
5	96.16	94.74	58.17	292.89	2.4411	42	78	4.2712	0.015556	0.015556	28.64072	8	4.5	2.9096	50.2656	94.3565	0.3035	0.3770	0.8758	2.5483	88.81	4.96	
6	94.74	92.99	27.88	320.77	6.2769	36	67	4.2872	0.018148	0.018148	41.87829	8	3.5	2.5660	50.2656	83.2147	0.5033	0.5010	1.0008	2.5682	88.80	4.22	
7	92.99	90.19	17.1	337.87	16.3743	12	22	4.3739	0.054445	0.054445	47.20228	8	4.5	2.9096	50.2656	94.3565	0.5003	0.5000	1.0000	2.9096	88.00	2.22	
8	90.19	88.44	16.81	354.68	4.4616	12	22	4.3739	0.054445	0.054445	52.26287	8	4.5	2.9096	50.2656	94.3565	0.5567	0.5330	1.0266	2.9871	87.21	2.26	
9	88.44	86.78	33.37	388.05	3.8058	30	56	4.3047	0.021778	0.021778	57.76692	8	3.5	2.5660	50.2656	83.2147	0.6942	0.6130	1.0800	2.7714	86.02	2.18	
10	86.78	85.19	19.52	407.57	7.1209	30	56	4.3047	0.021778	0.021778	76.93347	10	3.5	2.9776	78.5400	150.8782	0.5099	0.5050	1.0042	2.9902	85.30	1.51	
11	85.19	83.51	68.51	476.08	2.3208	30	56	4.3047	0.021778	0.021778	92.17323	10	2.5	2.5165	78.5400	127.5154	0.6444	0.5840	1.0625	2.8738	83.56	1.66	
12	PTAR	85.19	81.77	46.93	523.01	7.2874	30	56	4.3047	0.021778	0.021778	87.41298	10	3	2.7567	78.5400	139.6861	0.6258	0.5730	1.0553	2.9092	.	.
<b>SECTOR II</b>																							
13	136.51	136.51	122.23	41.81	34.1545	12	22	4.37388	0.054445	0.005000	0.488928	6	3.5	2.1182	28.2744	38.6394	0.0127	0.0780	0.3424	0.7253	120.77	1.46	
14	122.23	113.17	28.9	70.71	31.3495	18	34	4.34678	0.036297	0.005000	1.217776	6	5	2.5317	28.2744	46.1829	0.0264	0.1110	0.4285	1.0848	111.73	1.44	
15	113.17	112.2	17.98	86.69	5.9949	6	11	4.40987	0.108891	0.005000	1.464251	6	8	3.2024	28.2744	58.4172	0.0251	0.1090	0.4236	1.3565	110.76	1.44	
16	2	112.2	102.34	42.02	130.71	23.650	18	34	4.34678	0.036297	0.005000	2.193089	6	3.5	2.1182	28.2744	38.6394	0.0568	0.1610	0.5397	1.1432	100.87	1.47
<b>SECTOR III</b>																							
17	161.29	161.29	138.17	78.64	29.3998	12	22	4.37388	0.054445	0.005000	0.488928	6	2	1.6012	28.2744	29.2086	0.0167	0.0900	0.3752	0.6008	136.60	1.40	
18	138.17	137.92	36.2	114.84	6.8906	6	11	4.40987	0.108891	0.005000	0.735404	6	4	2.2845	28.2744	41.3072	0.0178	0.0920	0.3805	0.8616	136.472	1.57	
19	137.92	112.04	97.63	212.47	26.5082	12	22	4.37388	0.054445	0.005000	1.224332	6	1.5	1.3867	28.2744	25.2954	0.0464	0.1490	0.5147	0.7137	110.576	1.4645	
20	112.04	111.79	7.45	219.92	3.3557	12	22	4.37388	0.054445	0.054445	6.548319	6	20	5.0635	28.2744	92.3857	0.0709	0.1800	0.5775	2.9240	110.30	1.49	
21	4	111.79	98.13	54.81	274.53	25.0137	12	22	4.37388	0.054445	0.054445	11.87231	6	3	1.9611	28.2744	35.7731	0.3319	0.3960	0.8977	1.7605	96.4917	1.64
<b>SECTOR IV</b>																							
22	98.74	98.74	96.16	78.64	3.2803	6	11	4.40987	0.108891	0.005000	0.246476	6	4	2.2845	28.2744	41.3072	0.0060	0.0550	0.2733	0.6189	93.01	3.15	

Fuente: elaboración propia.

# Diseño de la red de drenaje sanitario de la aldea Guaxpac.

DE	A	COTA TERRENO		DIST ACUMULADA	S% (TERRENO)	HAB. A SERVIR	HAB. A SERVIR FUTURO	FACT. HAR	Fq <sub>m</sub>	Q <sub>d</sub>	DIA (PLG)	s%	SECCIÓN LLENA			REL. d/D	REL. v/v'	v (m/s)	COTA INVERT		PROF. POZO		
		PV	INICIO										FINAL	REL. (q/Q)	V (m/s)				A (p'g')	Q (l/s)		INICIO	FINAL
<b>SECTOR V</b>																							
23	23	136,74	136,74	46,08	5,8377	12	22	4,37388	0,054445	0,005000	0,488928	6	3,5	2,1182	28,2744	38,6394	0,0127	0,780	0,7253	132,44	132,407	1,61	
24	24	134,05	114,2	17,96	110,5234	12	22	4,37388	0,054445	0,005000	0,977656	6	8	3,2024	28,2744	58,4172	0,0167	0,8900	1,2015	112,763	112,733	1,4368	
25	25	114,2	110,96	37,62	8,6124	12	22	4,37388	0,054445	0,005000	1,466785	6	4	2,2645	28,2744	41,3072	0,0355	0,1280	0,4685	109,455	109,425	1,5048	
26	26	110,96	108,16	9,4	111,06	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	1,71326	6	15	4,3851	28,2744	79,9911	0,0214	0,1010	0,4037	1,7702	106,75	106,72	1,41
27	27	108,16	105,35	17,34	128,4	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	1,959736	6	8,5	3,3010	28,2744	60,2151	0,0325	0,1230	0,4570	1,5084	103,876	103,846	1,4739
28	28	105,35	102,34	6,57	134,97	12	22	4,37388	0,054445	0,005000	2,448664	6	21,5	5,2498	28,2744	95,7668	0,0256	0,1100	0,4280	2,2367	100,927	100,897	1,41
29	29	102,34	99,19	32,5	167,47	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	2,695139	6	4,5	2,4018	28,2744	43,8129	0,0615	0,1680	0,5539	1,3303	97,725	97,6975	1,4625
30	30	99,19	94,74	53,75	221,22	12	22	4,37388	0,054445	0,054445	8,019127	6	3	1,9611	28,2744	35,7731	0,2242	0,3210	0,8052	1,5790	93,1275	93,0975	1,6125
<b>SECTOR VI</b>																							
31	31	101,26	101,26	20,35	8,4521	12	22	4,37388	0,054445	0,005000	0,488928	6	7	2,9956	28,2744	54,6443	0,0089	0,0660	0,3075	0,9212	98,12	98,0855	1,42
32	32	99,54	94,74	34,94	55,29	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	0,735404	6	4,5	2,4018	28,2744	43,8129	0,0168	0,0900	0,3752	0,9011	93,1677	93,1377	1,5723
<b>SECTOR VII</b>																							
33	33	104,63	104,63	76,42	6,49045	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	0,246476	6	4	2,2645	28,2744	41,3072	0,0060	0,0550	0,2733	0,6189	96,61	96,58	3,06
34	34	99,67	98,16	34,94	4,32169	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	0,492951	6	5	2,5317	28,2744	46,1929	0,0107	0,0720	0,3253	0,8235	96,41	96,383	1,747
35	35	98,16	88,17	29,22	140,58	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	0,739427	6	5	2,5317	28,2744	46,1929	0,0160	0,0880	0,3699	0,9364	86,709	86,679	1,461
<b>SECTOR VIII</b>																							
36	36	113,01	113,01	76,06	5,3379	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	0,246476	6	4	2,2645	28,2744	41,3072	0,0060	0,0550	0,2733	0,6189	105,91	105,88	3,04
37	37	108,95	107,16	17,57	93,63	12	22	4,37388	0,054445	0,005000	0,735404	6	8	3,2024	28,2744	58,4172	0,0126	0,0780	0,3424	1,0965	105,754	105,724	1,4056
38	38	107,16	106,05	19,92	5,5723	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	0,981679	6	7,5	3,1007	28,2744	55,5622	0,0174	0,0910	0,3784	1,1734	104,556	104,53	1,494
39	39	106,05	105,01	5,28	118,83	12	22	4,37388	0,054445	0,005000	1,470807	6	27	5,8832	28,2744	107,3193	0,0137	0,0810	0,3508	2,0638	103,584	103,554	1,4256
40	40	105,01	104,1	45,53	164,36	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	1,71283	6	3,5	2,1182	28,2744	38,6394	0,0444	0,1430	0,5018	1,0629	102,506	102,476	1,5935
41	41	102,16	87,1	173,07	22,2732	12	22	4,37388	0,054445	0,005000	2,206211	6	16,5	4,5991	28,2744	83,8953	0,0263	0,1110	0,4285	1,9706	100,723	100,693	1,4372
42	42	102,16	98,6	71,89	4,9520	6	11	4,40387	0,108891	0,108891	7,574003	6	2	1,6012	28,2744	29,2086	0,2593	0,3470	0,8392	1,3437	97,1622	97,13	1,4378
43	43	98,6	88,17	49,04	21,2684	6	11	4,40387	0,108891	0,108891	13,18227	6	3	1,9611	28,2744	35,7731	0,3887	0,4200	0,9240	1,8120	86,6988	86,6688	1,4712
<b>SECTOR IX</b>																							
44	44	101,16	101,16	19,99	12,8064	6	11	4,40387	0,108891	0,005000	0,246476	6	7	2,9956	28,2744	54,6443	0,0045	0,0480	0,2502	0,7494	97,20	97,17	1,40

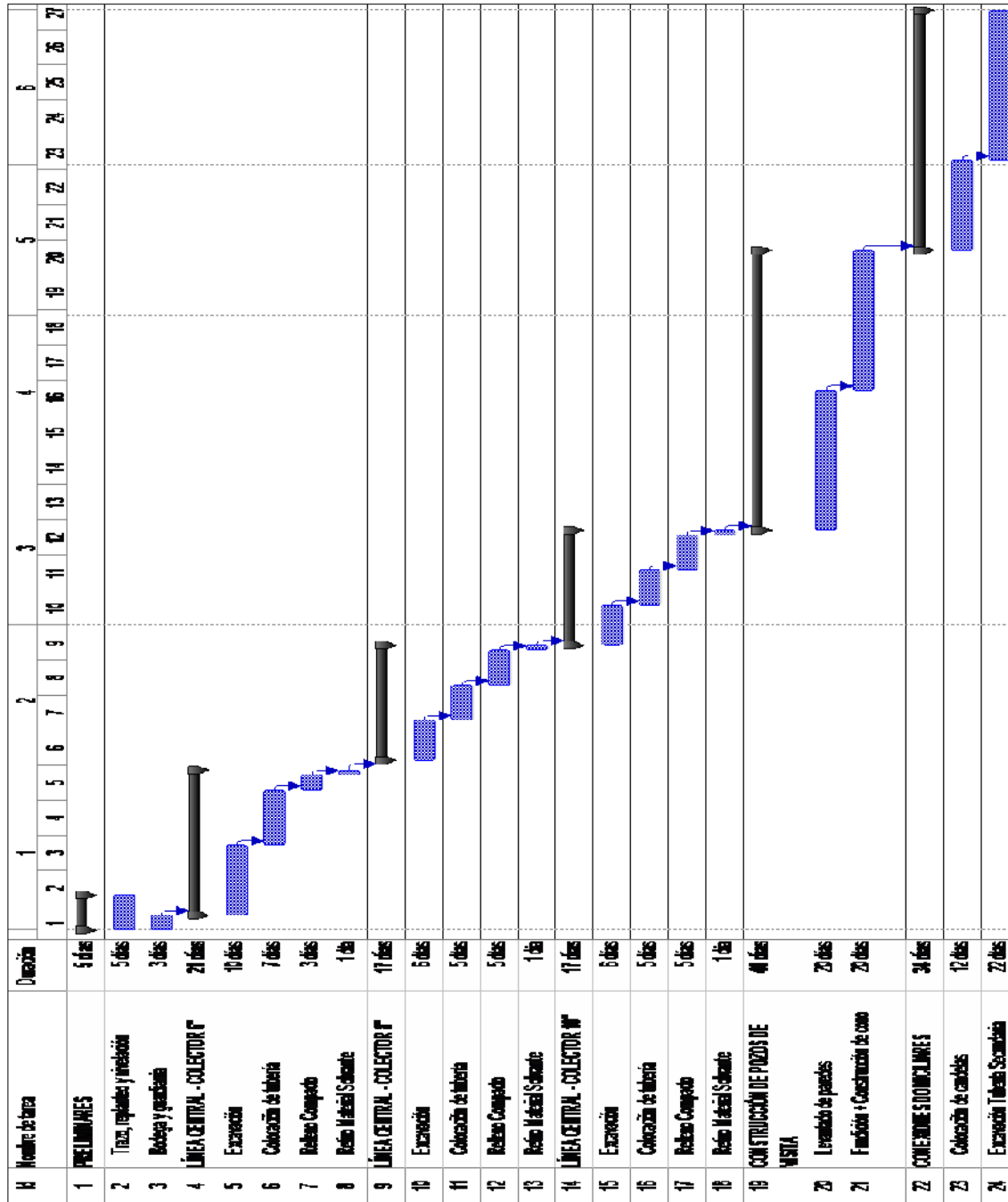
**SIMBOLOGIA**

Indica Tramo Inicial

Indica la dirección del flujo

Fuente: elaboración propia.

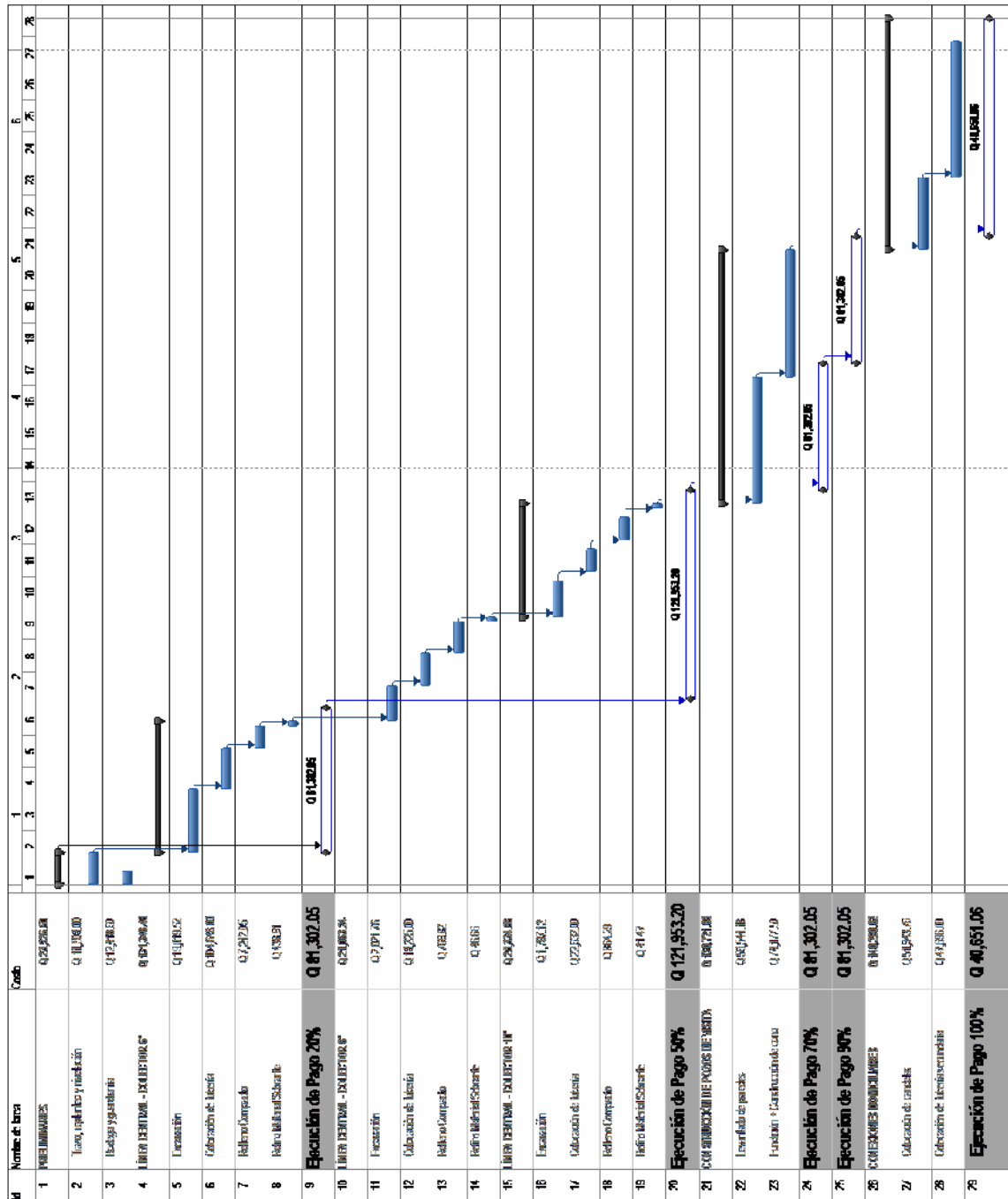
## Cronograma de ejecución de la red de alcantarillado sanitario de la aldea Guaxpac



Fuente: elaboración propia.



## Cronograma físico-financiero de la red de alcantarillado sanitario de la aldea Guaxpac



Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>RENGLÓN:</b>	<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>			
<b>SUB- RENGLÓN:</b>	<b>1,1</b>	<b>Movilización y Desmovilización</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
1	Madera	1,500	tablas	Q 20,00	Q 30,00
2	Clavos	2,500	libras	Q 3,50	Q 8,75
3	Lámina 10' cal. 28	0,930	unidad	Q 70,00	Q 65,10
<b>Total de materiales</b>					<b>Q 103,85</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
1					
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1	Encargado	1,000	m <sup>2</sup>	Q 12,00	Q 12,00
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q 12,00</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1	Peón	1,000	m <sup>2</sup>	Q 7,00	Q 7,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q 7,00</i>
	<i>Prestaciones</i>		0,66	Q	12,54
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 31,54</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,000	GLOBAL	Q 1,58	Q 1,58
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 136,97</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 6,85
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 13,70
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 9,59
4	UTILIDAD	0,08			Q 10,96
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 41,09</b>
TOTAL SIN IVA					Q 178,06
IVA					Q 21,37
TOTAL CON IVA					Q 199,42
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 199,42</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>REGLÓN:</b>	1	<b>PRELIMINARES</b>			
<b>SUB- REGLÓN:</b>	1,2	<b>Replanteo Topográfico (m)</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
1					
<b>Total de materiales</b>					Q -
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
1					
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					Q -
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1	Cuadrilla de topografía	1,000	km	Q 1 250,00	Q 1 250,00
<i>Total mano de obra especializada</i>					Q 1 250,00
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1					Q -
<i>Total mano de obra no especializada</i>					Q -
	<i>Prestaciones</i>		0,66	Q 825,00	Q 825,00
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 2 075,00</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,000	GLOBAL	Q 103,75	Q 103,75
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 2 178,75</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 108,94
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 217,88
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 152,51
4	UTILIDAD	0,08			Q 174,30
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 653,63</b>
TOTAL SIN IVA					Q 2 832,38
IVA					Q 339,89
TOTAL CON IVA					Q 3 172,26
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 3 172,26</b>

Fuente: elaboración propia.

**Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.**

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>REGLÓN:</b>	<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>			
<b>SUB- REGLÓN:</b>	<b>1,3</b>	<b>Limpia, Chapeo y Destronque (Ha)</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
1					
<b>Total de materiales</b>					<b>Q -</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
1					
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
1	<i>ESPECIALIZADA</i>				Q -
<i>Total mano de obra especializada</i>					Q -
1	<i>NO ESPECIALIZADA</i>				
	Peón	1,000	Ha	Q 670,00	Q 670,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					Q 670,00
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q 442,20
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 1 112,20</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,000	GLOBAL	Q 55,61	Q 55,61
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 1 167,81</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 58,39
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 116,78
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 81,75
4	UTILIDAD	0,08			Q 93,42
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 350,34</b>
TOTAL SIN IVA					Q 1 518,15
IVA					Q 182,18
TOTAL CON IVA					Q 1 700,33
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 1 700,33</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

PROYECTO: TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ						
COSTO UNITARIO						
REGLÓN:		2	EXCAVACIONES			
SUB- REGLÓN:		2,1	Excavación No Clasificada de Desperdicio (m <sup>3</sup> )			
COSTO DIRECTO						
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	
<b>MATERIALES</b>						
1						
<b>Total de materiales</b>						Q -
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>						
1	Retroexcavadora (Rendimiento 60 m <sup>3</sup> /hr)	0,0167	hr	Q 446,43	Q	7,46
2	Combustible (Rendimiento 4,5 gal/hr)	0,0752	galones	Q 31,25	Q	2,35
3	Arrendamiento Tractor D6 (Rendimiento 90 m <sup>3</sup> /hr)	0,0111	hr	Q 446,43	Q	4,96
4	Combustible (Rendimiento 4 gal/hr)	0,0444	galones	Q 31,25	Q	1,39
5	Arrendamiento Camión Doble Eje (10 m <sup>3</sup> )	0,0500	hr	Q 111,61	Q	5,58
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>						<b>Q 21,73</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
<i>ESPECIALIZADA</i>						
1						
<i>Total mano de obra especializada</i>						Q -
<i>NO ESPECIALIZADA</i>						
1	Peón	1,0000	m <sup>3</sup>	Q 0,50	Q	0,50
<i>Total mano de obra no especializada</i>						<i>Q 0,50</i>
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q	0,33
<b>Total de mano de obra</b>						<b>Q 0,83</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,0000	GLOBAL	Q 0,04	Q	0,04
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>						<b>Q 22,60</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>						
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q	1,13
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q	2,26
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q	1,58
4	UTILIDAD	0,08			Q	1,81
5	TRASLADO DE MAQUINARIA	0,01			Q	0,23
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 7,01</b>
TOTAL SIN IVA					Q	29,61
IVA					Q	3,55
TOTAL CON IVA					Q	33,16
<b>PRECIO UNITARIO</b>						<b>Q 33,16</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>RENGLÓN:</b>		<b>2</b>	<b>EXCAVACIONES</b>		
<b>SUB- RENGLÓN:</b>		<b>2,2</b>	Excavación No Clasificada (m <sup>3</sup> )		
<b>COSTO DIRECTO</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
1					
<b>Total de materiales</b>					<b>Q -</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
1	Retroexcavadora (Rendimiento 60 m <sup>3</sup> /hr)	0,0167	hr	Q 446,43	Q 7,46
2	Combustible (Rendimiento 4,5 gal/hr)	0,0752	galones	Q 31,25	Q 2,35
3	Arrendamiento Tractor D6 (Rendimiento 90 m <sup>3</sup> /hr)	0,0111	hr	Q 446,43	Q 4,96
4	Combustible (Rendimiento 4 gal/hr)	0,0444	galones	Q 31,25	Q 1,39
5	Arrendamiento Camión Doble Eje (10 m <sup>3</sup> )	0,0500	hr	Q 111,61	Q 5,58
6	Arrendamiento Motoniveladora (Rendimiento 60 m <sup>3</sup> /hr)	0,0167	hr	Q 334,82	Q 5,59
7	Combustible (Rendimiento 10 gal/km)	0,1000	galones	Q 31,25	Q 3,13
8	Arrendamiento Vibrocompactadora (Rendimiento 60 m <sup>3</sup> /hr)	0,0167	hr	Q 245,54	Q 4,10
9	Combustible (Rendimiento 10 gal/km)	0,1000	galones	Q 31,25	Q 3,13
10	Arrendamiento Camión Cisterna	0,0073	hr	Q 111,61	Q 0,81
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q 38,49</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1	Encargado	1,0000	m <sup>3</sup>	Q 0,60	Q 0,60
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q 0,60</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1	Peón	1,0000	m <sup>3</sup>	Q 0,50	Q 0,50
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q 0,50</i>
<i>Prestaciones</i>				0,66	Q 0,73
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 1,83</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,0000	GLOBAL	Q 0,09	Q 0,09
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 40,40</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 2,02
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 4,04
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 2,83
4	UTILIDAD	0,08			Q 3,23
5	TRASLADO DE MAQUINARIA	0,01			Q 0,40
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 12,52</b>
<b>TOTAL SIN IVA</b>					<b>Q 52,93</b>
<b>IVA</b>					<b>Q 6,35</b>
<b>TOTAL CON IVA</b>					<b>Q 59,28</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 59,28</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ						
<b>COSTO UNITARIO</b>						
<b>RENGLÓN:</b>	<b>2</b>	<b>EXCAVACIONES</b>				
<b>SUB- RENGLÓN:</b>	<b>2,3</b>	<b>Excavación Estructural de Alcantarilla (m<sup>3</sup>)</b>				
<b>COSTO DIRECTO</b>						
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	
<b>MATERIALES</b>						
1						
<b>Total de materiales</b>						<b>Q -</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>						
1	Retroexcavadora (Rendimiento 60 m <sup>3</sup> /hr)	0,0167	hr	Q 446,43	Q	7,46
2	Combustible (Rendimiento 4,5 gal/hr)	0,0752	galones	Q 31,25	Q	2,35
5	Arrendamiento Camión Doble Eje (10 m <sup>3</sup> )	0,0500	hr	Q 11,61	Q	0,58
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>						<b>Q 10,39</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
<i>ESPECIALIZADA</i>						
1	Encargado	1,0000	m <sup>3</sup>	Q 0,60	Q	0,60
<i>Total mano de obra especializada</i>						<i>Q 0,60</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>						
1	Peón	1,0000	m <sup>3</sup>	Q 0,50	Q	0,50
<i>Total mano de obra no especializada</i>						<i>Q 0,50</i>
<i>Prestaciones</i>		<i>0,66</i>			<i>Q</i>	<i>0,73</i>
<b>Total de mano de obra</b>						<b>Q 1,83</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,0000	GLOBAL	Q 0,09	Q	0,09
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>						<b>Q 12,30</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>						
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q	0,62
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q	1,23
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q	0,86
4	UTILIDAD	0,08			Q	0,98
5	TRASLADO DE MAQUINARIA	0,01			Q	0,12
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 3,81</b>
TOTAL SIN IVA					Q	16,12
IVA					Q	1,93
TOTAL CON IVA					Q	18,05
<b>PRECIO UNITARIO</b>						<b>Q 18,05</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>REGLÓN:</b>	3	<b>RELLENOS</b>			
<b>SUB- REGLÓN:</b>	3,1	<b>Relleno Estructural Alcantarillas (m<sup>3</sup>)</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
1					
<b>Total de materiales</b>					<b>Q -</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
1	Retroexcavadora (Rendimiento 60 m <sup>3</sup> /hr)	0,0167	hr	Q 446,43	Q 7,46
2	Combustible (Rendimiento 4,5 gal/hr)	0,0752	galones	Q 31,25	Q 2,35
3	Compactadora Manual (14 m <sup>3</sup> /hr)	0,0810	hr	Q 111,61	Q 9,04
4	Combustible (Rendimiento 10 m <sup>3</sup> /gal)	0,1000	galones	Q 31,25	Q 3,13
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q 21,97</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1	Encargado	1,00	m <sup>3</sup>	Q 17,00	Q 17,00
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q 17,00</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1	Peón	1,00	m <sup>3</sup>	Q 15,00	Q 15,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q 15,00</i>
<i>Prestaciones</i>			0,66		Q 21,12
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 53,12</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 2,66	Q 2,66
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 77,75</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 3,89
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 7,77
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 5,44
4	UTILIDAD	0,08			Q 6,22
5	TRASLADO DE MAQUINARIA	0,01			Q 0,78
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 24,10</b>
TOTAL SIN IVA					Q 101,85
IVA					Q 12,22
TOTAL CON IVA					Q 114,07
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 114,07</b>

Fuente: elaboración propia.



## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

PROYECTO: TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ						
COSTO UNITARIO						
REGLÓN:		4	SUB-BASES Y BASES			
SUB- REGLÓN:		4,1	Tratamiento de Sub Rasante (m <sup>2</sup> )			
COSTO DIRECTO						
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	
<b>MATERIALES</b>						
1						
<b>Total de materiales</b>						Q -
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>						
1	Arrendamiento Motoniveladora (Rendimiento 200 m <sup>2</sup> /hr)	0,0050	hr	Q 334,82	Q	1,67
2	Combustible (Rendimiento 10 gal/km)	0,0250	galones	Q 31,25	Q	0,78
3	Arrendamiento Vibrocompactadora (Rendimiento 60 m <sup>3</sup> /hr)	0,0036	hr	Q 245,54	Q	0,88
4	Combustible (Rendimiento 10 gal/km)	0,0014	galones	Q 31,25	Q	0,04
5	Arrendamiento Camión Cisterna	0,0073	hr	Q 111,61	Q	0,81
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>						Q 4,20
<b>MANO DE OBRA</b>						
<i>ESPECIALIZADA</i>						
1	Encargado	1,00	m <sup>3</sup>	Q 0,75	Q	0,75
<i>Total mano de obra especializada</i>						Q 0,75
<i>NO ESPECIALIZADA</i>						
1	Peón	1,00	m <sup>3</sup>	Q 0,50	Q	0,50
<i>Total mano de obra no especializada</i>						Q 0,50
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q	0,83
<b>Total de mano de obra</b>						Q 2,08
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 0,10	Q	0,10
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>						Q 6,38
<b>COSTO INDIRECTO</b>						
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q	0,32
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q	0,64
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q	0,45
4	UTILIDAD	0,08			Q	0,51
5	TRASLADO DE MAQUINARIA	0,01			Q	0,06
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>						Q 1,98
TOTAL SIN IVA					Q	8,35
IVA					Q	1,00
TOTAL CON IVA					Q	9,36
<b>PRECIO UNITARIO</b>						Q 9,36

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>RENGLÓN:</b>	5	<b>ESTRUCTURAS DE DRENAJE</b>			
<b>SUB- RENGLÓN:</b>	5.1	<b>Drenajes Transversales Ø 36" (m) - 26 unidades</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
1	Tubería Ø 36" metálica corrugada	1,00	m	Q 892,86	Q 892,86
2	Traslado	1,00	m	Q 116,67	Q 116,67
<b>Total de materiales</b>					<b>Q 1 009,53</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1	Encargado	1,00	m	Q 31,50	Q 31,50
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q 31,50</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1	Peón	1,00	m	Q 13,50	Q 13,50
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q 13,50</i>
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q 29,70
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 74,70</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 3,74	Q 3,74
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 1 087,97</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 54,40
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 108,80
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 76,16
4	UTILIDAD	0,08			Q 87,04
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 326,39</b>
TOTAL SIN IVA					Q 1 414,35
IVA					Q 169,72
TOTAL CON IVA					Q 1 584,08
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 1 584,08</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ						
<b>COSTO UNITARIO</b>						
<b>RENGLÓN:</b>	5	<b>ESTRUCTURAS DE DRENAJE</b>				
<b>SUB- RENGLÓN:</b>	5.2	<b>Concreto Ciclopeo (m<sup>3</sup>) - 26 unidades</b>				
<b>COSTO DIRECTO</b>						
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	
<b>MATERIALES</b>						
1	Cemento	12,79	sacos	Q 71,43	Q	913,78
2	Arena de río	0,53	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q	94,64
3	Piedrín	0,53	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q	94,64
4	Piedra bola	2,06	m <sup>3</sup>	Q 133,93	Q	275,90
5	Cernido	0,70	m <sup>3</sup>	Q 156,25	Q	109,38
<b>Total de materiales</b>						<b>Q 1 488,33</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>						
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>						<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
<i>ESPECIALIZADA</i>						
1	Albañil	1,00	m <sup>3</sup>	Q 35,00	Q	35,00
<i>Total mano de obra especializada</i>						<i>Q 35,00</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>						
1	Ayudante de Albañil	1,00	m	Q 20,00	Q	20,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>						<i>Q 20,00</i>
<i>Prestaciones</i>		0,66			Q	36,30
<b>Total de mano de obra</b>						<b>Q 91,30</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 4,57	Q	4,57
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>						<b>Q 1 584,20</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>						
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q	79,21
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q	158,42
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q	110,89
4	UTILIDAD	0,08			Q	126,74
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 475,26</b>
TOTAL SIN IVA					Q	2 059,45
IVA					Q	247,13
TOTAL CON IVA					Q	2 306,59
<b>PRECIO UNITARIO</b>						<b>Q 2 306,59</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>RENGLÓN:</b>	<b>5</b>	<b>ESTRUCTURAS DE DRENAJE</b>			
<b>SUB- RENGLÓN:</b>	<b>5,3</b>	<b>Cunetas Revestidas (m<sup>2</sup>)</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
1	Cemento	0,525	sacos	Q 71,43	Q 37,50
2	Arena de río	0,0625	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q 11,16
3	Piedrín	0,0875	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q 15,62
4	Piedra bola	0,075	m <sup>3</sup>	Q 133,93	Q 10,04
<b>Total de materiales</b>					<b>Q 74,33</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1	Albañil	1,00	m	Q 10,00	Q 10,00
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q 10,00</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1	Peón	1,00	m	Q 5,00	Q 5,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q 5,00</i>
<i>Prestaciones</i>		0,66			Q 9,90
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 24,90</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 1,25	Q 1,25
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 100,48</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 5,02
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 10,05
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 7,03
4	UTILIDAD	0,08			Q 8,04
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 30,14</b>
TOTAL SIN IVA					Q 130,62
IVA					Q 15,67
TOTAL CON IVA					Q 146,29
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 146,29</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ						
<b>COSTO UNITARIO</b>						
<b>RENGLÓN:</b>	6	<b>BALASTO</b>				
<b>SUB- RENGLÓN:</b>	6.1	<b>Acarreo de Balasto (m<sup>3</sup> - km)</b>				
<b>COSTO DIRECTO</b>						
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>	
<b>MATERIALES</b>						
1	Balasto	1,0000	m <sup>3</sup>	Q 20,00	Q	20,00
<b>Total de materiales</b>					<b>Q</b>	<b>20,00</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>						
1	Arrendamiento Camión Doble Eje (10 m <sup>3</sup> )	0,1000	viaje	Q 11,61	Q	1,16
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q</b>	<b>1,16</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
<i>ESPECIALIZADA</i>						
1	Encargado				Q	-
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q</i>	<i>-</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>						
1	Peón	1,00	m <sup>3</sup>	Q 1,00	Q	1,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q</i>	<i>1,00</i>
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q	0,66
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q</b>	<b>1,66</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 0,08	Q	0,08
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>22,90</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>						
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q	1,15
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q	2,29
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q	1,60
4	UTILIDAD	0,08			Q	1,83
5	TRASLADO DE MAQUINARIA	0,01			Q	0,23
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q</b>	<b>7,10</b>
<b>TOTAL SIN IVA</b>					<b>Q</b>	<b>30,00</b>
<b>IVA</b>					<b>Q</b>	<b>3,60</b>
<b>TOTAL CON IVA</b>					<b>Q</b>	<b>33,60</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q</b>	<b>33,60</b>

Fuente: elaboración propia.

**Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.**

<b>PROYECTO: TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ</b>					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>REGLÓN:</b>	<b>6</b>	<b>BALASTO</b>			
<b>SUB- REGLÓN:</b>	<b>6.2</b>	<b>Capa de Balasto (m<sup>3</sup>)</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
1					
<b>Total de materiales</b>					<b>Q -</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
1	Arrendamiento Motoniveladora (Rendimiento 200 m <sup>2</sup> /hr)	0,0050	hr	Q 375,00	Q 1,88
2	Combustible (Rendimiento 10 gal/km)	0,0250	galones	Q 35,00	Q 0,88
3	Arrendamiento Vibrocompactadora (Rendimiento 60 m <sup>3</sup> /hr)	0,0036	hr	Q 275,00	Q 0,99
4	Combustible (Rendimiento 10 gal/km)	0,0014	galones	Q 35,00	Q 0,05
5	Arrendamiento Camión Cisterna	0,0073	hr	Q 125,00	Q 0,91
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q 4,70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>ESPECIALIZADA</b>					
1	Encargado	1,00	m <sup>3</sup>	Q 1,50	Q 1,50
<b>Total mano de obra especializada</b>					<b>Q 1,50</b>
<b>NO ESPECIALIZADA</b>					
1	Peón	1,00	m <sup>3</sup>	Q 1,00	Q 1,00
<b>Total mano de obra no especializada</b>					<b>Q 1,00</b>
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q 1,65
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 4,15</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 0,21	Q 0,21
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 9,06</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 0,45
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 0,91
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 0,63
4	UTILIDAD	0,08			Q 0,72
5	TRASLADO DE MAQUINARIA	0,01			Q 0,09
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 2,81</b>
<b>TOTAL SIN IVA</b>					<b>Q 11,87</b>
<b>IVA</b>					<b>Q 1,42</b>
<b>TOTAL CON IVA</b>					<b>Q 13,29</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 13,29</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>REGLÓN:</b>	7	<b>CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS</b>			
<b>SUB- REGLÓN:</b>	7.1	Empedrados (m <sup>2</sup> ) e = 0.15 m			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
1	Cemento	0,49	sacos	Q 71,43	Q 35,00
2	Arena de río	0,0529	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q 9,45
3	Piedrín	0,076	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q 13,57
4	Piedra bola	0,0588	m <sup>3</sup>	Q 133,93	Q 7,88
<b>Total de materiales</b>					<b>Q 65,89</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1	Albañil	1,00	m	Q 20,00	Q 20,00
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q 20,00</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1	Peón	1,00	m	Q 12,00	Q 12,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q 12,00</i>
<i>Prestaciones</i>		0,66			Q 21,12
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 53,12</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 2,66	Q 2,66
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 121,67</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 6,08
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 12,17
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 8,52
4	UTILIDAD	0,08			Q 9,73
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 36,50</b>
<b>TOTAL SIN IVA</b>					<b>Q 158,17</b>
<b>IVA</b>					<b>Q 18,98</b>
<b>TOTAL CON IVA</b>					<b>Q 177,15</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 177,15</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>RENGLÓN:</b>		<b>7</b>	<b>CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS</b>		
<b>SUB- RENGLÓN:</b>		<b>7.2</b>	<b>Defensas para Puentes y Carreteras de metal (m)</b>		
<b>COSTO DIRECTO</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
1	Cemento	0,13	sacos	Q 71,43	Q 9,29
2	Arena de río	0,013	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q 2,32
3	Piedrín	0,013	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q 2,32
4	Defensas Metálicas	1	m	Q 357,14	Q 357,14
<b>Total de materiales</b>					<b>Q 371,07</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1					
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q -</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1	Peón	1,00	m	Q 10,00	Q 10,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q 10,00</i>
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q 6,60
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 16,60</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 0,83	Q 0,83
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 388,50</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 19,42
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 38,85
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 27,19
4	UTILIDAD	0,08			Q 31,08
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 116,55</b>
TOTAL SIN IVA					Q 505,05
IVA					Q 60,61
TOTAL CON IVA					Q 565,65
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 565,65</b>

Fuente: elaboración propia.



## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>REGLÓN:</b>	7	<b>CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS</b>			
<b>SUB- REGLÓN:</b>	7.3	<b>Señales de Tráfico Verticales (6 u)</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
1	Cemento	0,2	sacos	Q 71,43	Q 14,29
2	Arena de río	0,01	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q 1,79
3	Piedrín	0,01	m <sup>3</sup>	Q 178,57	Q 1,79
4	Señales	1	u	Q 1 562,50	Q 1 562,50
<b>Total de materiales</b>					<b>Q 1 580,36</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>					
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<i>ESPECIALIZADA</i>					
1					
<i>Total mano de obra especializada</i>					<i>Q -</i>
<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
1	Peón	1,00	u	Q 10,00	Q 10,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					<i>Q 10,00</i>
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q 6,60
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q 16,60</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,00	GLOBAL	Q 0,83	Q 0,83
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 1 597,79</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q 79,89
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q 159,78
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q 111,85
4	UTILIDAD	0,08			Q 127,82
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 479,34</b>
<b>TOTAL SIN IVA</b>					<b>Q 2 077,12</b>
<b>IVA</b>					<b>Q 249,25</b>
<b>TOTAL CON IVA</b>					<b>Q 2 326,38</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 2 326,38</b>

Fuente: elaboración propia.

### Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ						
<b>COSTO UNITARIO</b>						
<b>REGLÓN:</b>		<b>8</b>	<b>LIMPIEZA FINAL</b>			
<b>SUB- REGLÓN:</b>		<b>8.1</b>	<b>Limpieza Final</b>			
<b>COSTO DIRECTO</b>						
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	
<b>MATERIALES</b>						
1						
<b>Total de materiales</b>					<b>Q</b>	<b>-</b>
<b>MAQUINARIA Y/O EQUIPO</b>						
1						
<b>Total de maquinaria y/o equipo</b>					<b>Q</b>	<b>-</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1	<i>ESPECIALIZADA</i>				Q	-
<i>Total mano de obra especializada</i>					Q	-
1	<i>NO ESPECIALIZADA</i>					
	Peón	1,000	Ha	Q 350,00	Q	350,00
<i>Total mano de obra no especializada</i>					Q	350,00
	<i>Prestaciones</i>		0,66		Q	231,00
<b>Total de mano de obra</b>					<b>Q</b>	<b>581,00</b>
1	<b>HERRAMIENTAS</b>	1,000	GLOBAL	Q 29,05	Q	29,05
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>610,05</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>						
1	ADMINISTRACIÓN	0,05			Q	30,50
2	SUPERVISIÓN	0,1			Q	61,01
3	GASTOS LEGALES	0,07			Q	42,70
4	UTILIDAD	0,08			Q	48,80
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q</b>	<b>183,02</b>
TOTAL SIN IVA					Q	793,07
IVA					Q	95,17
TOTAL CON IVA					Q	888,23
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q</b>	<b>888,23</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

PROYECTO: TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
NO.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIAD	CANTIDAD TOTAL	P.U.	P.TOTAL
<b>1 PRELIMINARES</b>					
1,1	Movilización y Desmovilización	global	1,0000	Q 11 965,44	Q 11 965,44
1,2	Replanteo Topográfico	km	4,6400	Q 3 172,26	Q 14 719,29
1,3	Limpieza, Chapeo y Destronque	Ha	6,96	Q 1 700,33	Q 11 834,31
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 38 519,03</b>
<b>2 EXCAVACIONES</b>					
2,1	Excavación No Clasificada de Desperdicio	m <sup>3</sup>	167,00	Q 33,16	Q 5 537,57
2,2	Excavación No Clasificada	m <sup>3</sup>	5775,00	Q 59,28	Q 342 336,32
2,3	Excavación Estructural de Alcantarilla	m <sup>3</sup>	312,00	Q 18,05	Q 5 631,98
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 353 505,87</b>
<b>3 RELLENOS</b>					
3,1	Relleno Estructural de Alcantarilla	m <sup>3</sup>	145,60	Q 114,07	Q 16 608,61
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 16 608,61</b>
<b>4 SUB-BASES Y BASES</b>					
4,1	Tratamiento de Sub Rasante	m <sup>2</sup>	44080,00	Q 9,36	Q 412 397,92
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 412 397,92</b>
<b>5 ESTRUCTURAS DE DRENAJE</b>					
5,1	Drenajes Transversales Ø 36"	m	26,00	Q 1 584,08	Q 41 186,00
5,2	Concreto Ciclopeo (26 unidades)	m <sup>3</sup>	87,36	Q 2 306,59	Q 201 503,57
5,3	Cunetas Revestidas	m <sup>2</sup>	1485,72	Q 146,29	Q 217 350,52
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 460 040,10</b>
<b>6 BALASTO</b>					
6,1	Acarreo	m <sup>3</sup> -km	6960,00	Q 33,60	Q 233 889,05
6,2	Capa de Balasto	m <sup>3</sup>	6960,00	Q 13,29	Q 92 507,90
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 326 396,95</b>
<b>7 CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS</b>					
7,1	Empedrados (e = 0.15 m)	m <sup>2</sup>	512,00	Q 177,15	Q 90 701,17
7,2	Defensas para Carreteras y Puentes (metálicas)	m	75,00	Q 565,65	Q 42 424,06
7,3	Señales de tráfico (verticales)	u	6,00	Q 2 326,38	Q 13 958,27
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 147 083,50</b>
<b>8 LIMPIEZA FINAL</b>					
8,1	Limpieza Final	Ha	4,6400	Q 888,23	Q 4 121,40
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 4 121,40</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 1 758 673,38</b>

Fuente: elaboración propia.

## Presupuestos del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

<b>PROYECTO:</b> TRAMO CARRETERO TACTIC - ALDEA CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ
---

<b>RESUMEN DE RENGLONES &amp; EQUIVALENTE EN DÓLARES</b>
--

NO.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	PRECIO TOTAL	PRECIO TOTAL (\$)
1	PRELIMINARES	Q 38 519,03	\$4 976,62
2	EXCAVACIONES	Q 353 505,87	\$45 672,59
3	RELLENOS	Q 16 608,61	\$2 145,81
4	CONFORMACIÓN DE SUB RASANTE	Q 412 397,92	\$53 281,39
5	DRENAJES	Q 460 040,10	\$59 436,70
6	BALASTO	Q 326 396,95	\$42 170,15
7	ESTRUCTURAS ESPECIALES	Q 147 083,50	\$19 003,04
8	LIMPIEZA FINAL	Q 4 121,40	\$532,48

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b> <b>Q 1 758 673,38</b> <b>\$ 227 218,78</b>
--

\* Tipo de cambio 1 US\$= Q 7,74

\* Tipo de cambio para el día 20/08/07

**El proyecto asciende a un total de un millón setecientos cincuenta y ocho mil seiscientos setenta y tres quetzales con treinta y ocho centavos de quetzal; su equivalente en moneda extranjera es de **doscientos veintisiete mil doscientos dieciocho U\$ con setenta y ocho centavos de dólar.****

Fuente: elaboración propia.



## Diseño geométrico vertical del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel.

PIV	CAMINAMIENTO	ELEVACIÓN PI	DIFERENCIA DE PENDIENTES (ALGEBRAICA)	VALORES DE K (MÍNIMA)	LCV UTILIZAR	LCV A UTILIZAR	PCV	PTV	COMODIDAD		APARENCIA		DRENAJE		OM	K			
									U/A	V <sup>2</sup> /395	U/A	L/A	30	L/A			43	CUMPLE	
1	200,00	996,66	-13,40	1,00	11,73	20,00	190,00	210,00	1,71	0,25	CUMPLE	1,70502984	30	NO CUMPLE	1,71	43	CUMPLE	0,29	0,00
2	280,00	995,93	-0,57	2,00	25,66	40,00	260,00	300,00	3,12	0,25	CUMPLE	3,11769291	30	NO CUMPLE	3,12	43	CUMPLE	0,41	0,00
3	420,00	995,14	0,00	2,00	1,14	20,00	410,00	430,00	35,09	0,25	CUMPLE	35,0877193	30	CUMPLE	35,09	43	CUMPLE	0,00	0,00
4	500,00	995,14	-2,19	1,00	2,19	80,00	460,00	540,00	36,53	0,25	CUMPLE	36,5296804	30	CUMPLE	36,53	43	CUMPLE	0,01	0,00
5	640,00	992,08	0,49	2,00	5,36	100,00	590,00	690,00	37,31	0,25	CUMPLE	37,3134328	30	CUMPLE	37,31	43	CUMPLE	0,02	0,00
6	740,00	992,57	-0,10	1,00	0,59	20,00	730,00	750,00	33,90	0,25	CUMPLE	33,8980051	30	CUMPLE	33,90	43	CUMPLE	0,00	0,00
7	1180,00	992,13	-0,76	1,00	0,66	20,00	1170,00	1190,00	30,30	0,25	CUMPLE	30,3030303	30	CUMPLE	30,30	43	CUMPLE	0,00	0,00
8	1520,00	979,55	0,92	2,00	3,36	60,00	1490,00	1550,00	35,71	0,25	CUMPLE	35,7142857	30	CUMPLE	35,71	43	CUMPLE	0,01	0,00
9	1720,00	992,38	-1,32	1,00	2,24	80,00	1680,00	1760,00	35,71	0,25	CUMPLE	35,7142857	30	CUMPLE	35,71	43	CUMPLE	0,01	0,00
10	2220,00	974,77	-0,01	1,31	2,62	40,00	2200,00	2240,00	30,53	0,25	CUMPLE	30,5349511	30	CUMPLE	30,53	43	CUMPLE	0,00	0,00
11	2540,00	974,75	-13,97	1,00	13,96	20,00	2530,00	2590,00	143	0,25	CUMPLE	143,266476	30	NO CUMPLE	143	43	CUMPLE	0,24	0,00
12	2720,00	949,61	8,61	2,00	45,16	60,00	2690,00	2750,00	2,66	0,25	CUMPLE	2,6572878	30	NO CUMPLE	2,66	43	CUMPLE	1,27	0,00
13	2840,00	959,95	-0,02	1,00	8,63	20,00	2830,00	2890,00	2,32	0,25	CUMPLE	2,3174971	30	NO CUMPLE	2,32	43	CUMPLE	0,09	0,00
14	2960,00	959,92	-3,27	1,00	3,25	20,00	2950,00	2970,00	6,15	0,25	CUMPLE	6,15384615	30	NO CUMPLE	6,15	43	CUMPLE	0,01	0,00
15	3080,00	959,00	3,74	2,00	14,02	180,00	2990,00	3170,00	25,68	0,25	CUMPLE	25,6776034	30	NO CUMPLE	25,68	43	CUMPLE	0,12	0,00
16	3240,00	960,98	12,73	2,00	17,98	120,00	3180,00	3300,00	13,35	0,25	CUMPLE	13,3481646	30	NO CUMPLE	13,35	43	CUMPLE	0,20	0,00
17	3380,00	979,80	0,33	1,00	12,40	20,00	3370,00	3390,00	1,61	0,25	CUMPLE	1,6129323	30	NO CUMPLE	1,61	43	CUMPLE	0,19	0,00
18	3620,00	980,60	-2,71	1,00	3,04	100,00	3570,00	3670,00	32,89	0,25	CUMPLE	32,8947368	30	CUMPLE	32,89	43	CUMPLE	0,01	0,00
20	3800,00	975,72	-0,32	2,00	4,78	80,00	3760,00	3840,00	33,47	0,25	CUMPLE	33,4728033	30	CUMPLE	33,47	43	CUMPLE	0,01	0,00
21	4020,00	975,02	-9,24	1,00	8,92	270,00	3885,00	4155,00	30,77	0,25	CUMPLE	30,7693633	30	CUMPLE	30,77	43	CUMPLE	0,10	0,00
22	4200,00	959,39	-7,57	1,00	1,67	60,00	4170,00	4230,00	35,93	0,25	CUMPLE	35,9281487	30	CUMPLE	35,93	43	CUMPLE	0,00	0,00
23	4360,00	946,28	-10,96	1,00	3,39	120,00	4300,00	4420,00	35,40	0,25	CUMPLE	35,3982301	30	CUMPLE	35,40	43	CUMPLE	0,01	0,00

NOTA: PARA QUE LAS CURVAS VERTICALES CUMPLAN CON EL CRITERIO DE APARENIA, SERIA NECESARIO MODIFICAR LAS PENDIENTES OBSERVADAS, PERO AL HACERLO, SE INCREMENTA EL VOLUMEN DE CORTE Y POR LO TANTO LOS COSTOS DEL PROYECTO, CONVIRTIÉNDOLO EN UN PROYECTO COSTOSO, PERDIÉNDOSE LA RELACION ENTRE DISEÑO Y COSTO

Fuente: elaboración propia.

## DISEÑO TRANSVERSALES

DE LA FÓRMULA PARA CÁLCULO DE INTENSIDAD, CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS		CAUDALES ESPERADOS, SEGÚN VALORES DE "C" (M <sup>3</sup> /SEG)									
TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN (mins)	INTENSIDAD (mm/hr)	ÁREA = <b>2,75</b>									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
5	174,2166988	0,1331	0,266	0,4	0,532	0,665	0,7985	0,932	1,0647	1,1977	
10	152,0191292	0,1161	0,232	0,35	0,465	0,581	0,6968	0,813	0,929	1,0451	
15	134,2334024	0,1025	0,205	0,31	0,41	0,513	0,6152	0,718	0,8203	0,9229	
20	119,715611	0,0914	0,183	0,27	0,366	0,457	0,5487	0,64	0,7316	0,823	
25	107,6779278	0,0823	0,165	0,25	0,329	0,411	0,4935	0,576	0,658	0,7403	
30	97,56168214	0,0745	0,149	0,22	0,298	0,373	0,4472	0,522	0,5962	0,6707	

SECCIÓN      DIÁMETRO (") = **36**

DE LA ECUACIÓN DE MANNING

n	S	1/n	(θ/4) <sup>2/3</sup>	A	S <sup>1/2</sup>	Q (m <sup>3</sup> /seg)
0,015	<b>0,03</b>	66,67	0,3738673	0,65669443	0,173205081	2,834981205
0,013	<b>0,03</b>	76,92	0,3738673	0,65669443	0,173205081	3,27113216
0,02	<b>0,03</b>	50	0,3738673	0,65669443	0,173205081	2,126235904
0,03	<b>0,03</b>	33,33	0,3738673	0,65669443	0,173205081	1,417490603

Fuente: elaboración propia.

## DISEÑO DE CUNETAS

DE LA FÓRMULA PARA CÁLCULO DE INTENSIDAD, CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS		CAUDALES ESPERADOS, SEGÚN VALORES DE "C" (M <sup>3</sup> /SEG)									
TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN (mins)	INTENSIDAD (mm/hr)	ÁREA = <b>0,8</b>									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
5	174,2166988	0,0387	0,077	0,12	0,155	0,194	0,2323	0,271	0,3097	0,3484	
10	152,0191292	0,0338	0,068	0,1	0,135	0,169	0,2027	0,236	0,2703	0,304	
15	134,2334024	0,0298	0,06	0,09	0,119	0,149	0,179	0,209	0,2386	0,2685	
20	119,715611	0,0266	0,053	0,08	0,106	0,133	0,1596	0,186	0,2128	0,2394	
25	107,6779278	0,0239	0,048	0,07	0,096	0,12	0,1436	0,167	0,1914	0,2154	
30	97,56168214	0,0217	0,043	0,07	0,087	0,108	0,1301	0,152	0,1734	0,1951	

SECCIÓN BASE (m) = **1** PROFUNDIDAD (m) = **0,33** LATERAL (m) = 0,59908263  
 DATOS AL 70% BASE (m) = **0,8** PROFUNDIDAD (m) = **0,265** LATERAL (m) = 0,47981767  
 $\text{ÁREA (m}^2\text{)} = 1/2 * \text{BASE} * \text{PROFUNDIDAD} = 0,106$   
 $\text{PERÍMETRO MOJADO (m)} = \Sigma \text{ DE LOS LADOS} = 1,76$   
 $\text{RADIO HIDRÁULICO (m)} = \text{A/PERÍMETRO MOJADO} = 0,06$

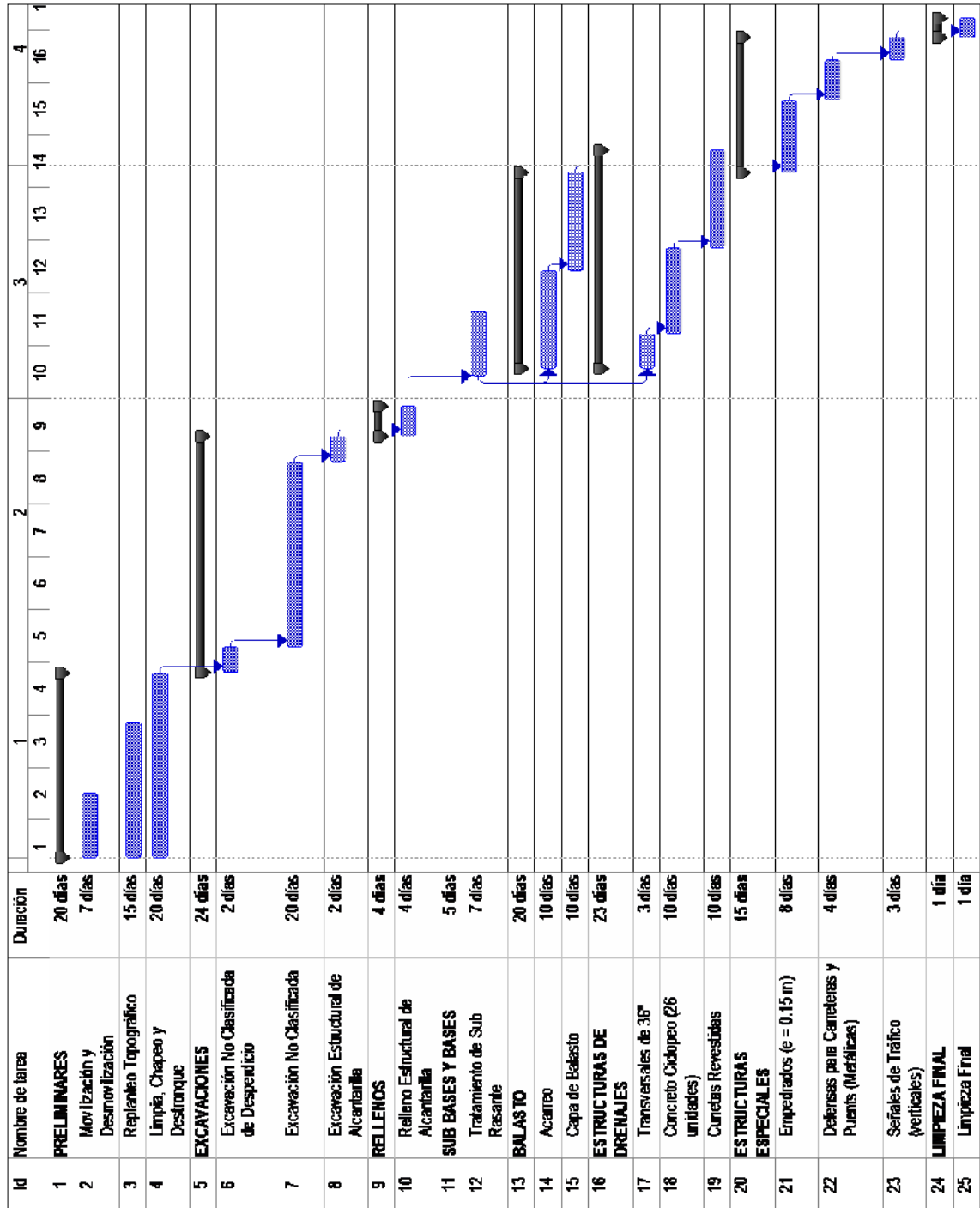
### DE LA ECUACIÓN DE MANNING

n	S	1/n	A	R <sup>2/3</sup>	S <sup>1/2</sup>	Q (m <sup>3</sup> /seg)
0,015	<b>0,05</b>	66,67	0,106	0,15366989	0,223606798	0,242822206
0,013	<b>0,05</b>	76,92	0,106	0,15366989	0,223606798	0,280179468
0,02	<b>0,05</b>	50	0,106	0,15366989	0,223606798	0,182116654
0,03	<b>0,05</b>	33,33	0,106	0,15366989	0,223606798	0,121411103

Fuente: elaboración propia.

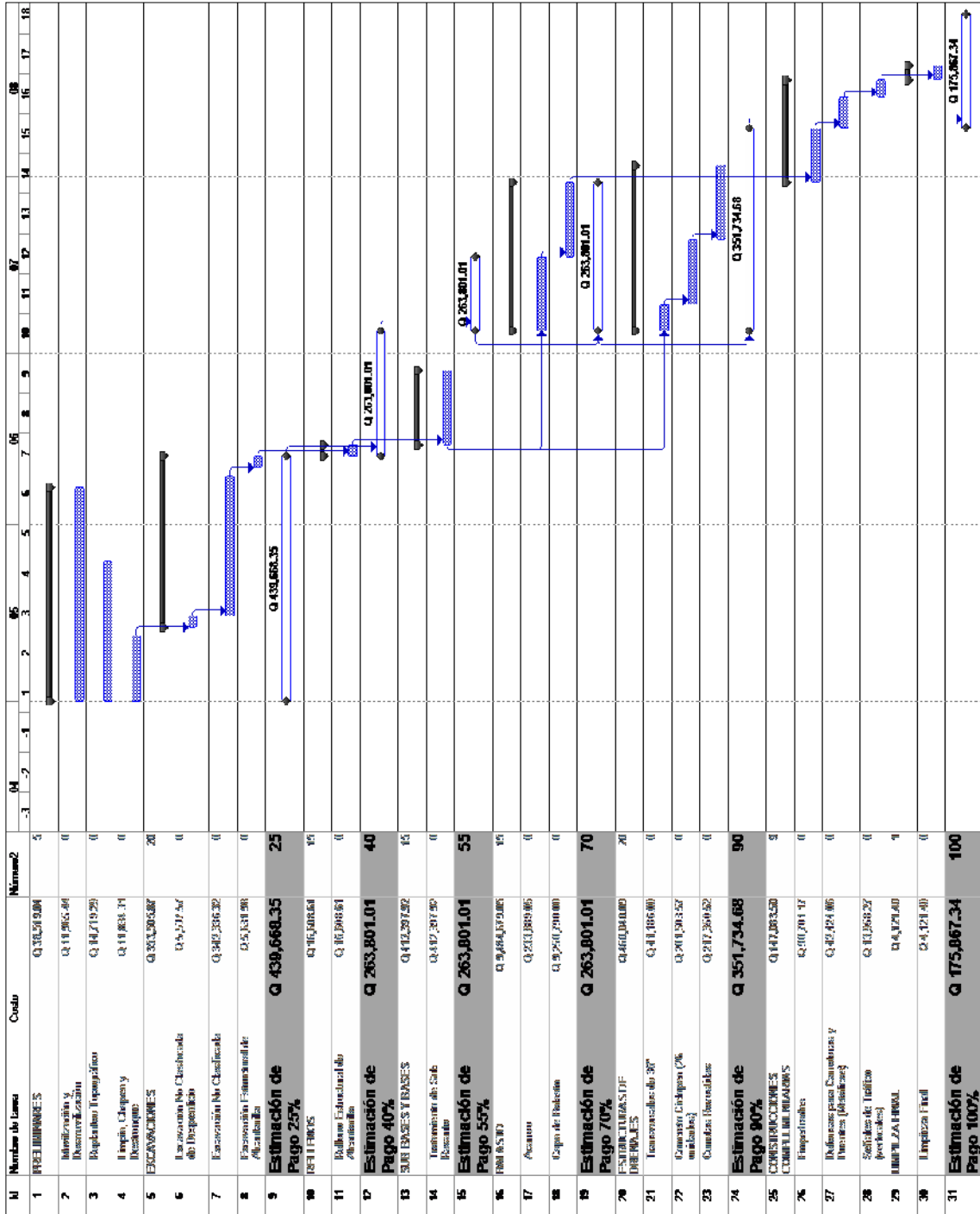


## Cronograma de ejecución del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel

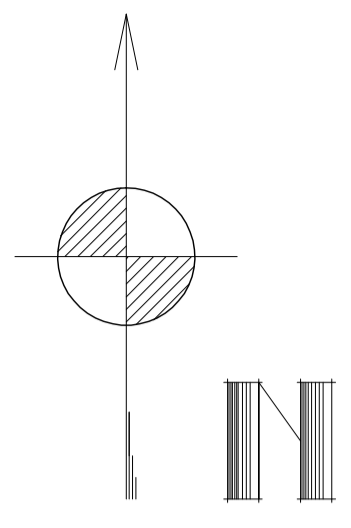


Fuente: elaboración propia.

# Cronograma físico-financiero del tramo carretero hacia la aldea Cuyquel



Fuente: elaboración propia.

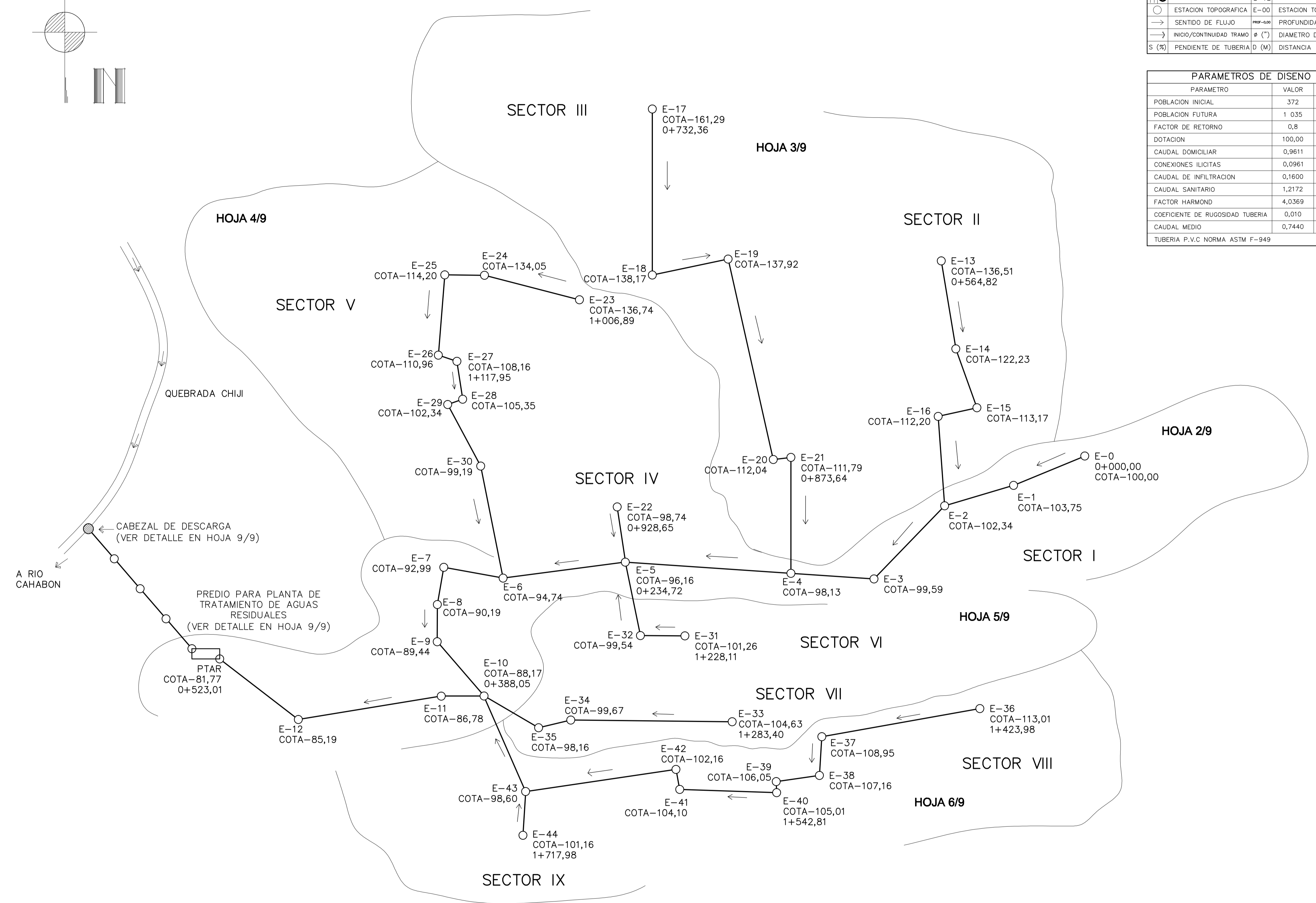


NOMENCLATURA			
—	PERFIL NATURAL	COTA-0000	COTA DE TERRENO
—	TUBERIA	C 1 e	COTA INVERT DE ENTRADA
⊕	POZO DE VISITA	C 1 s	COTA INVERT DE SALIDA
○	ESTACION TOPOGRAFICA	E-00	ESTACION TOPOGRAFICA
→	SENTIDO DE FLUJO	prof-000	PROFUNDIDAD DE POZO
→	INICIO/CONTINUIDAD TRAMO	ø (*)	DIAMETRO DE TUBERIA
S (%)	PENDIENTE DE TUBERIA	D (M)	DISTANCIA

PARAMETROS DE DISEÑO		
PARAMETRO	VALOR	DIMENSION
POBLACION INICIAL	372	Hab
POBLACION FUTURA	1 035	Hab
FACTOR DE RETORNO	0,8	
DOTACION	100,00	Lts/hab/día
CAUDAL DOMICILIAR	0,9611	Lts/seg
CONEXIONES ILCITAS	0,0961	Lts/seg
CAUDAL DE INFILTRACION	0,1600	Lts/seg
CAUDAL SANITARIO	1,2172	Lts/seg
FACTOR HARMOND	4,0369	
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD TUBERIA	0,010	
CAUDAL MEDIO	0,7440	Lts / seg
TUBERIA P.V.C NORMA ASTM F-949		

EST.	P.O.	AZIMUT	ALTURA	DISTANCIA
SECTOR I				
0	1	247° 37' 20"	103,75	35,91
1	2	253° 27' 53"	102,34	33,52
2	3	224° 00' 52"	99,59	47,77
3	4	273° 52' 56"	98,13	38,89
4	5	273° 52' 56"	96,16	78,63
5	6	262° 33' 46"	94,74	58,17
6	7	280° 19' 10"	92,99	27,88
7	8	189° 49' 15"	90,19	17,10
8	9	179° 54' 30"	89,44	16,81
9	10	139° 06' 10"	88,17	33,37
10	11	269° 52' 24"	86,78	19,52
11	12	260° 42' 12"	85,19	68,51
12	PTAR	307° 37' 18"	81,77	46,93
SECTOR II				
13	14	170° 33' 03"	122,23	41,81
14	15	160° 22' 10"	113,17	28,90
15	16	257° 32' 16"	112,20	17,98
16	2	175° 25' 55"	102,34	42,02
SECTOR III				
17	18	179° 58' 56"	138,17	78,64
18	19	78° 03' 43"	137,92	36,20
19	20	167° 19' 47"	112,04	97,63
20	21	83° 07' 02"	111,79	7,45
21	4	180° 00' 00"	98,13	54,61
SECTOR IV				
22	5	171° 41' 20"	96,16	25,75
SECTOR V				
23	24	284° 25' 50"	134,05	46,08
24	25	270° 37' 05"	114,20	17,96
25	26	175° 23' 00"	110,96	37,62
26	27	108° 20' 45"	108,16	9,40
27	28	171° 21' 35"	105,35	17,34
28	29	250° 15' 55"	102,34	6,57
29	30	109° 44' 05"	99,19	32,50
30	6	168° 45' 26"	94,74	53,75
SECTOR VI				
31	32	270° 24' 07"	99,54	20,35
32	5	348° 26' 30"	96,16	34,94
SECTOR VII				
33	34	270° 35' 58"	99,67	76,42
34	35	256° 42' 02"	98,16	14,85
35	10	300° 21' 06"	88,17	29,22
SECTOR VIII				
36	37	259° 54' 12"	108,95	76,06
37	38	183° 29' 20"	107,16	17,57
38	39	261° 49' 20"	106,05	19,92
39	40	177° 37' 45"	105,01	4,24
40	41	271° 55' 10"	104,10	45,53
41	42	349° 27' 00"	102,16	8,71
42	43	261° 37' 25"	98,60	71,89
43	10	336° 18' 28"	86,78	49,04
SECTOR IX				
44	43	03° 34' 25"	98,60	19,99

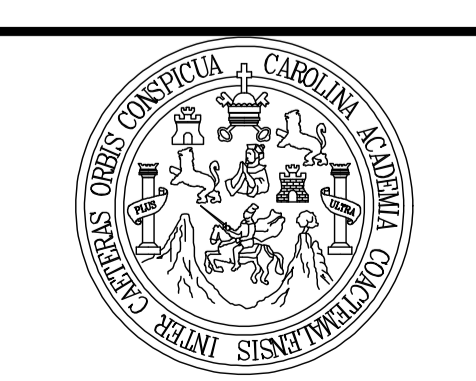


# PLANTA GENERAL DE CONJUNTO

ESCALA: 1/1 000.

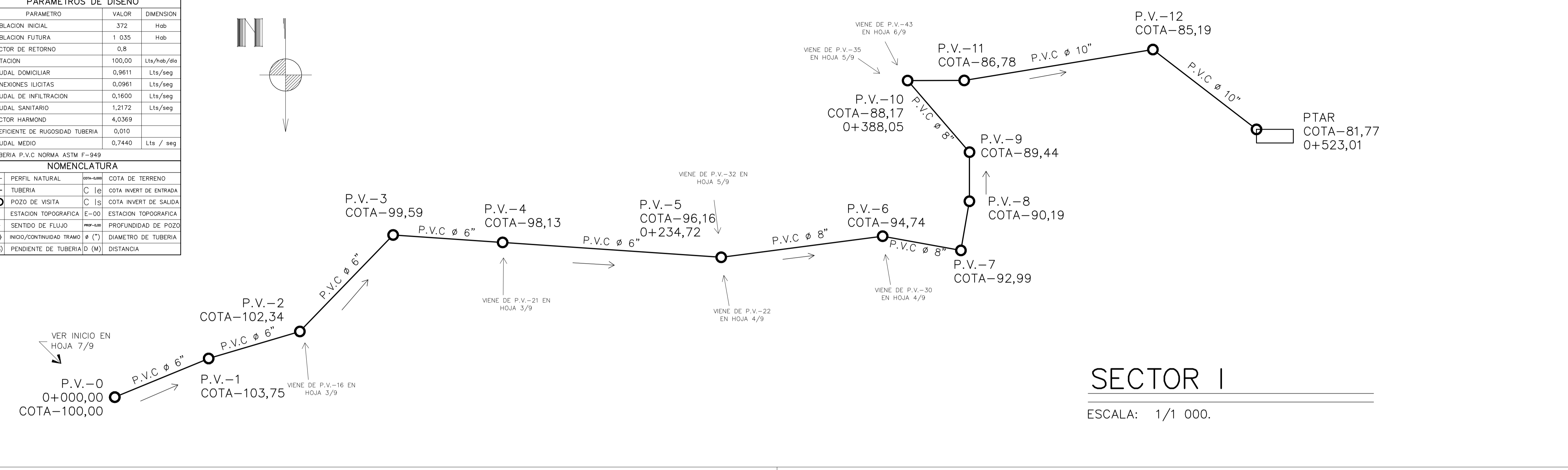
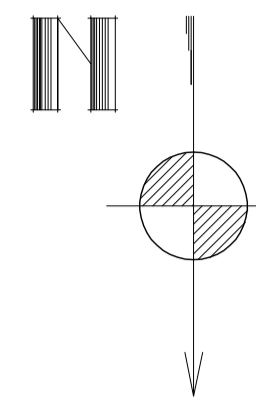
PROYECTO:  
 RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA  
 GUAXPAC, TACTIC, A.V.

DIBUJO:  
 OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK  
 DISEÑO:  
 OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK  
 CALCULO:  
 OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012

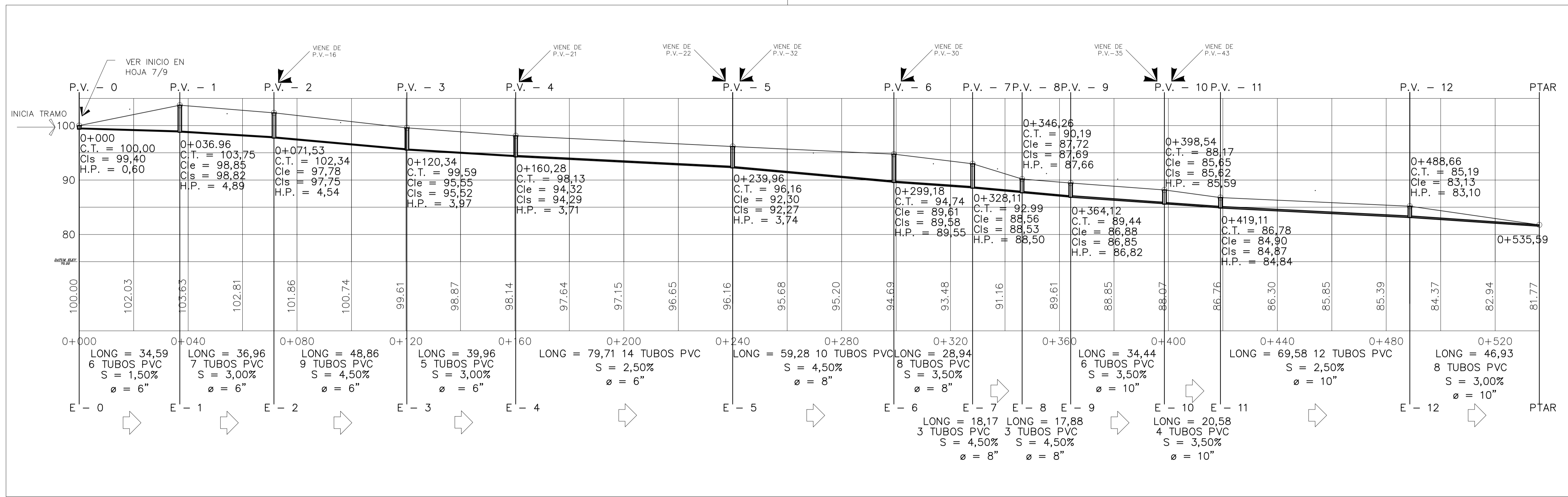


PLANTA GENERAL DE CONJUNTO  
 FACULTAD DE INGENIERIA – UNIDAD DE E.P.S.  
 1  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

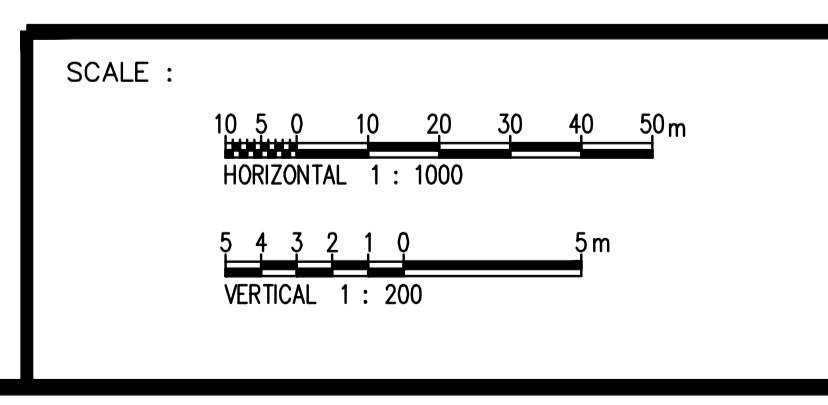
PARAMETROS DE DISEÑO		
PARAMETRO	VALOR	DIMENSION
POBLACION INICIAL	372	Hab
POBLACION FUTURA	1 035	Hab
FACTOR DE RETORNO	0,8	
DOTACION	100,00	Lts/hab/dia
CAUDAL DOMICILIAR	0,9611	Lts/seg
CONEXIONES ILICITAS	0,0961	Lts/seg
CAUDAL DE INFILTRACION	0,1600	Lts/seg
CAUDAL SANITARIO	1,2172	Lts/seg
FACTOR HARMOND	4,0369	
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD TUBERIA	0,010	
CAUDAL MEDIO	0,7440	Lts / seg
TUBERIA P.V.C NORMA ASTM F-949		
NOMENCLATURA		
—	PERFIL NATURAL	COTA DE TERRENO
—	TUBERIA	C I e COTA INVERT DE ENTRADA
○	POZO DE VISITA	C I s COTA INVERT DE SALIDA
○	ESTACION TOPOGRAFICA	E-00 ESTACION TOPOGRAFICA
→	SENTIDO DE FLUJO	PROFUNDIDAD DE POZO
→	INICIO/CONTINUIDAD TRAMO	φ (") DIAMETRO DE TUBERIA
S (%)	PENDIENTE DE TUBERIA	D (M) DISTANCIA



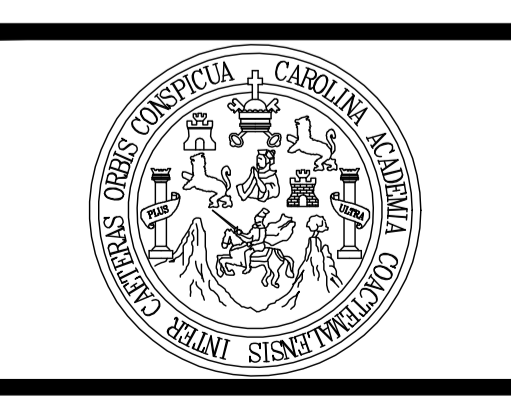
SECTOR I  
ESCALA: 1/1 000.



PROYECTO:  
RED DEDRENAJE SANITARIO ALDEA GUAXPAC, TACTIC, ALTA VERAPAZ

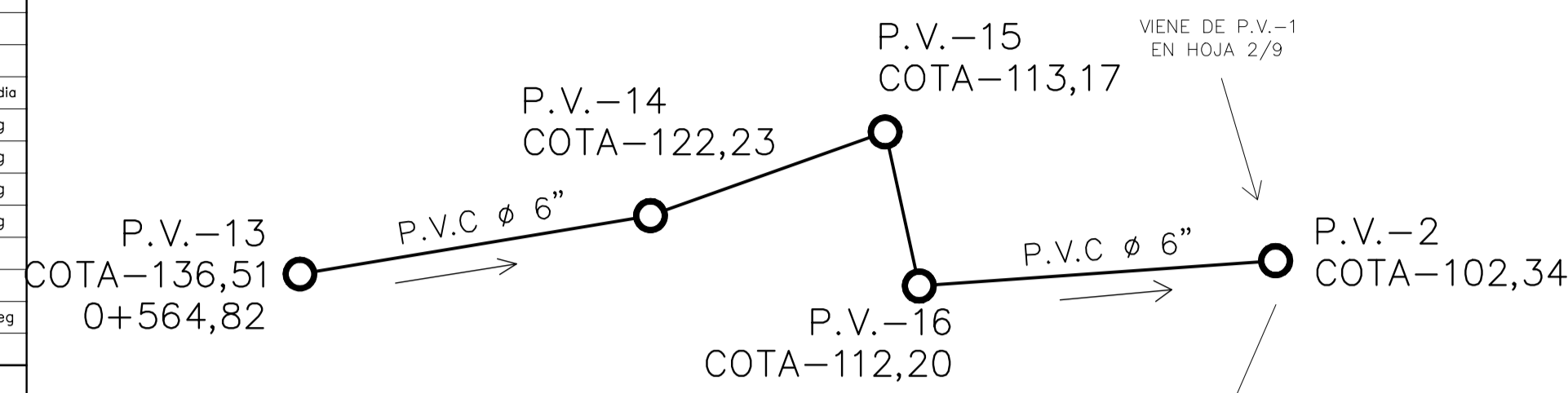


DIBUJO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
DISEÑO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
CALCULO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
FECHA: OCTUBRE 2012.



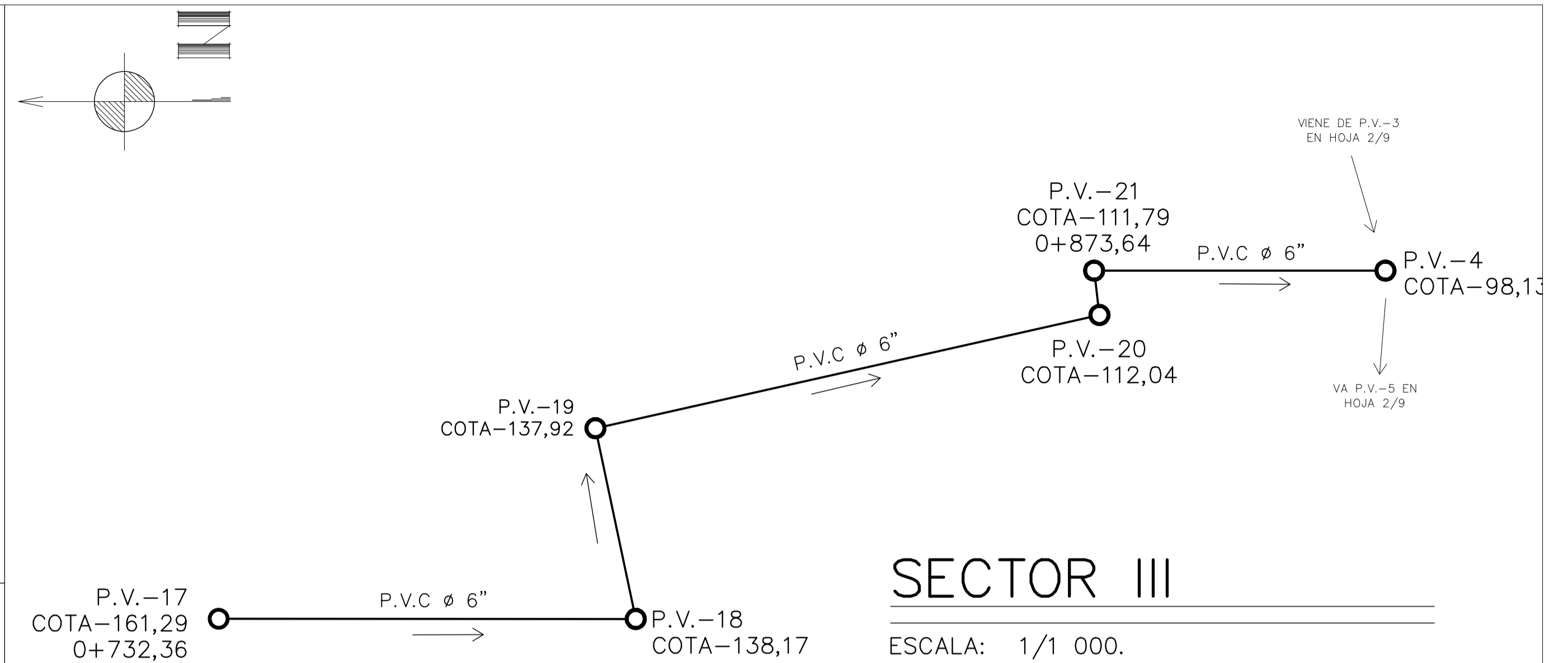
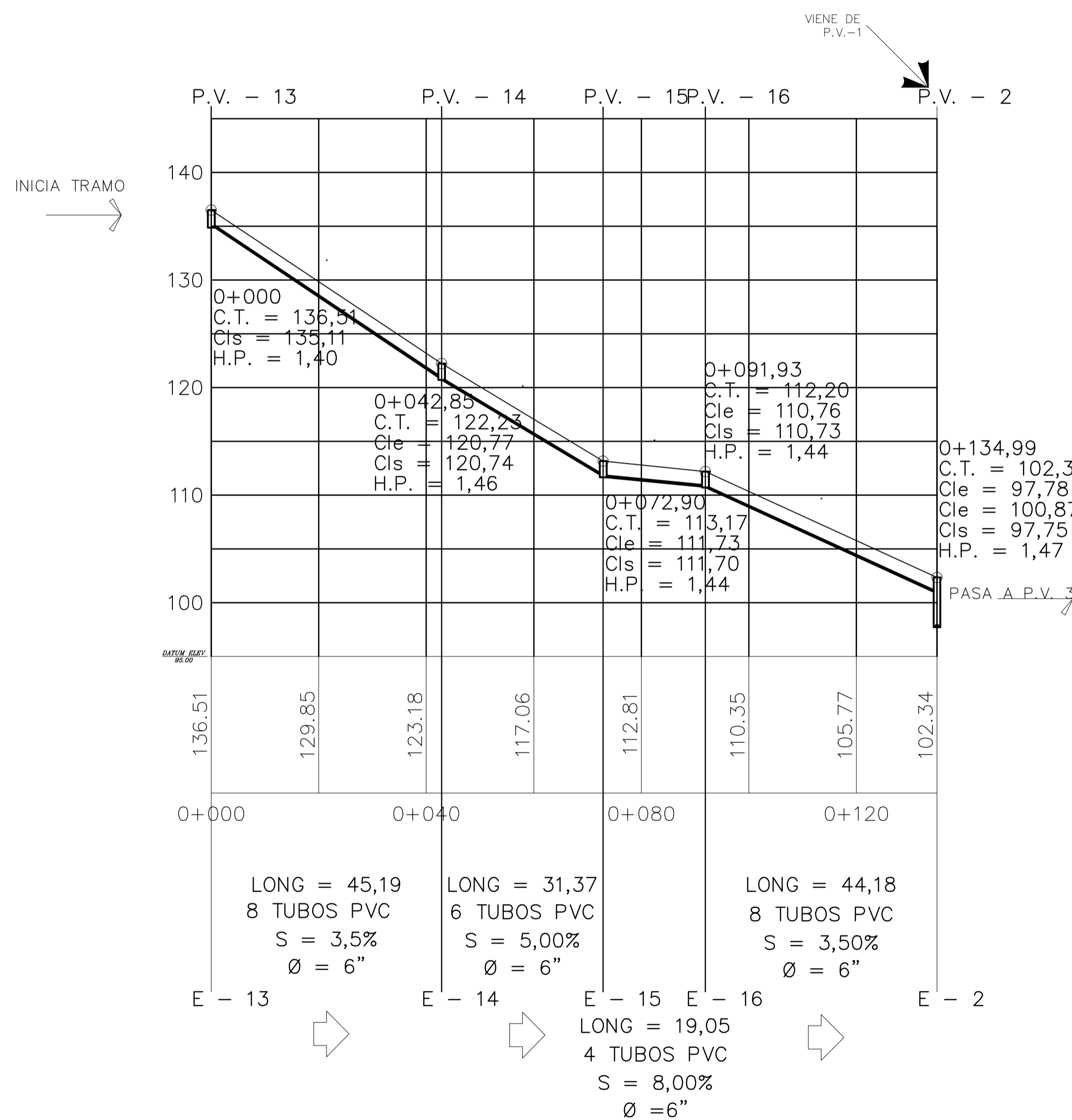
PLANTA - PERFIL SECTOR I  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

PARAMETROS DE DISEÑO			
PARAMETRO	VALOR	DIMENSION	
POBLACION INICIAL	372	Hab	
POBLACION FUTURA	1 035	Hab	
FACTOR DE RETORNO	0,8		
DOTACION	100,00	Lts/hab/dia	
CAUDAL DOMICILIAR	0,9611	Lts/seg	
CONEXIONES ILICITAS	0,0961	Lts/seg	
CAUDAL DE INFILTRACION	0,1600	Lts/seg	
CAUDAL SANITARIO	1,2172	Lts/seg	
FACTOR HARMOND	4,0369		
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD TUBERIA	0,010		
CAUDAL MEDIO	0,7440	Lts / seg	
TUBERIA P.V.C NORMA ASTM F-949			
NOMENCLATURA			
PERFIL NATURAL	---	COTA DE TERRENO	
TUBERIA	C   e	COTA INVERT DE ENTRADA	
POZO DE VISITA	C   s	COTA INVERT DE SALIDA	
ESTACION TOPOGRAFICA	E-00	ESTACION TOPOGRAFICA	
SENTIDO DE FLUJO	→	PROFUNDIDAD DE POZO	
INICIO/CONTINUIDAD TRAMO	⊕ (*)	DIAMETRO DE TUBERIA	
S (%)	PENDIENTE DE TUBERIA	D (M)	DISTANCIA



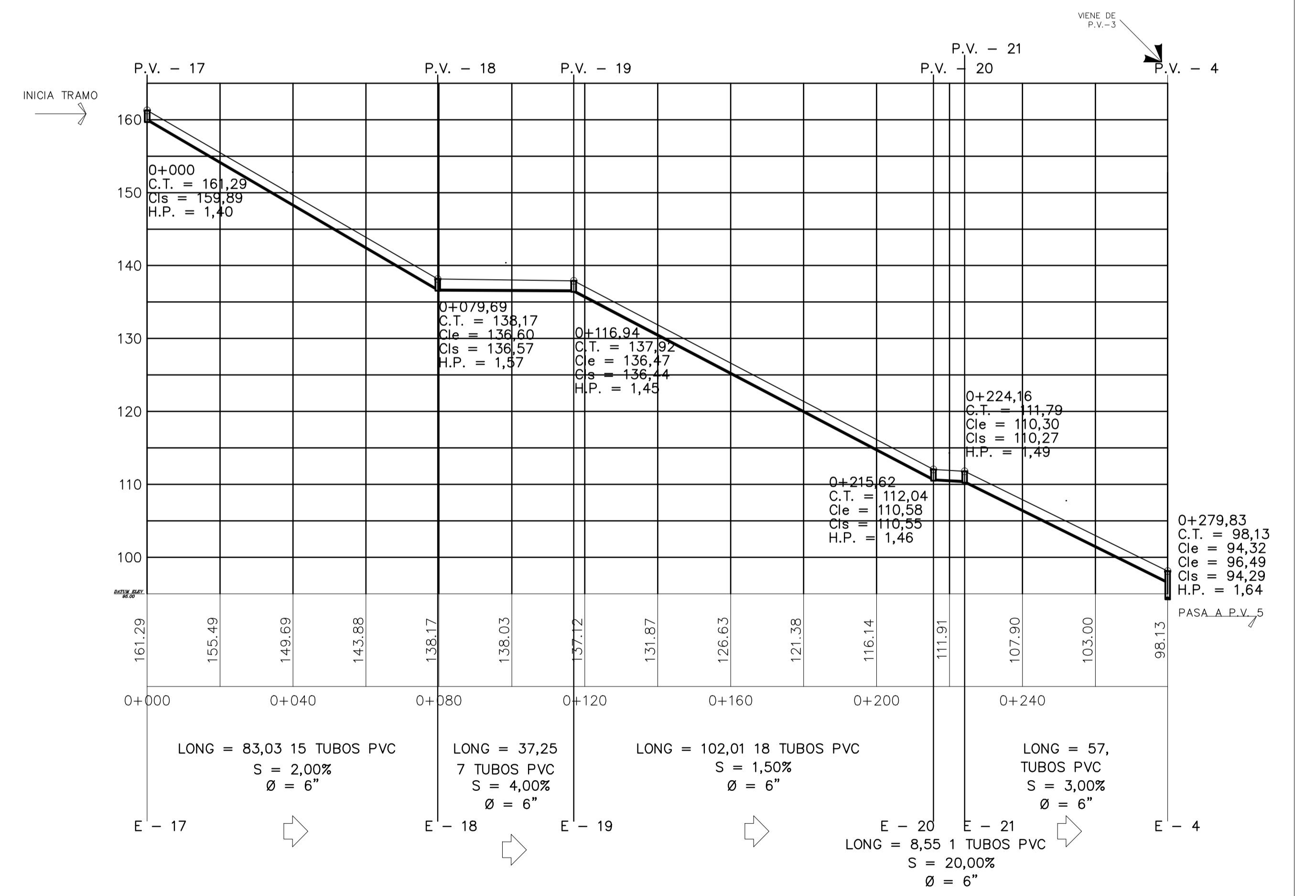
### SECTOR II

ESCALA: 1/1 000.



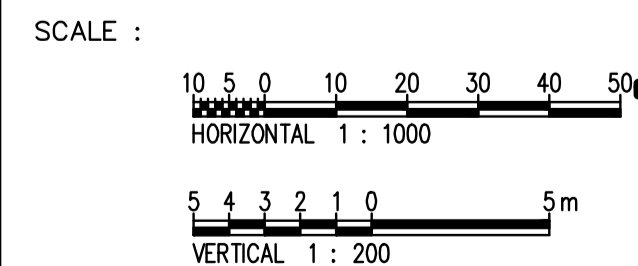
### SECTOR III

ESCALA: 1/1 000.

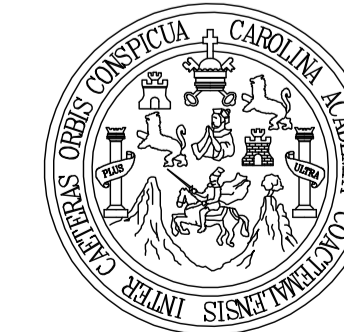


PROYECTO:

RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA GUAXPAC, TACTIC, ALTA VERAPAZ



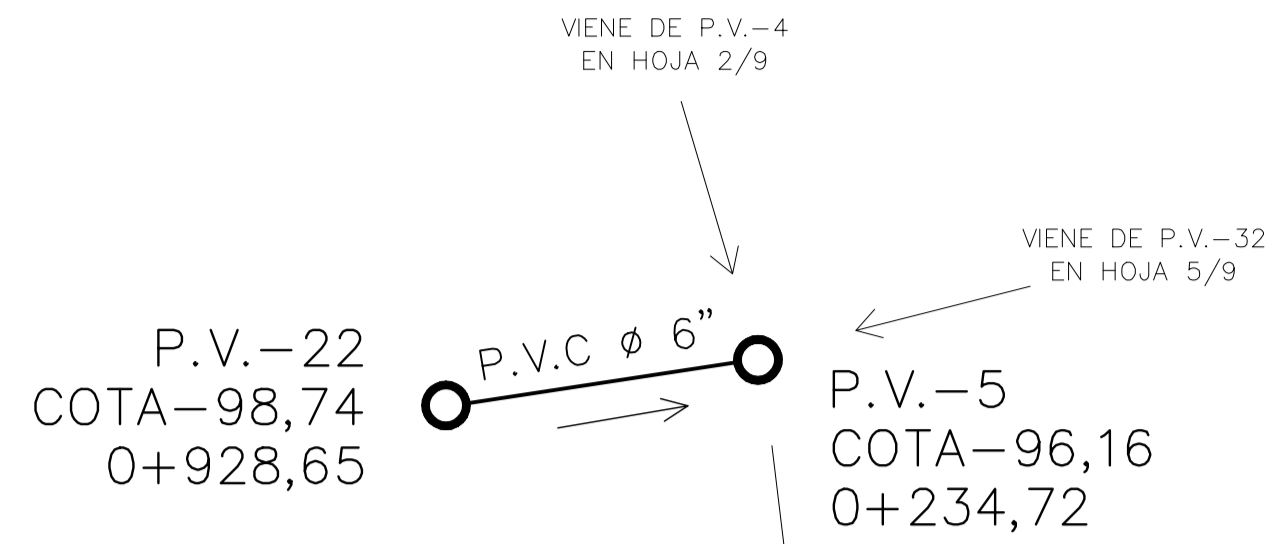
DIBUJO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA: OCTUBRE 2012.



PLANTA - PERFIL SECTORES II Y III  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

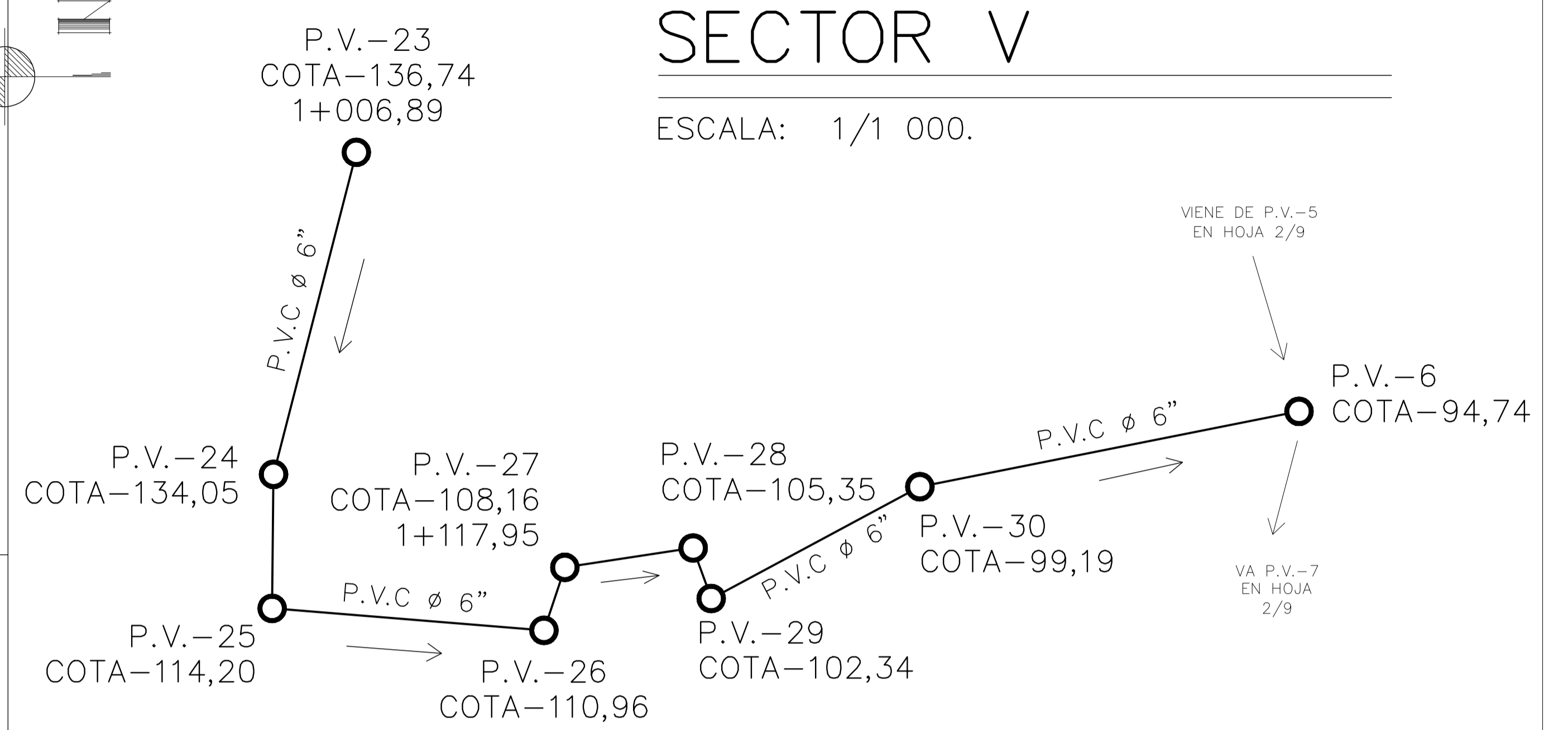
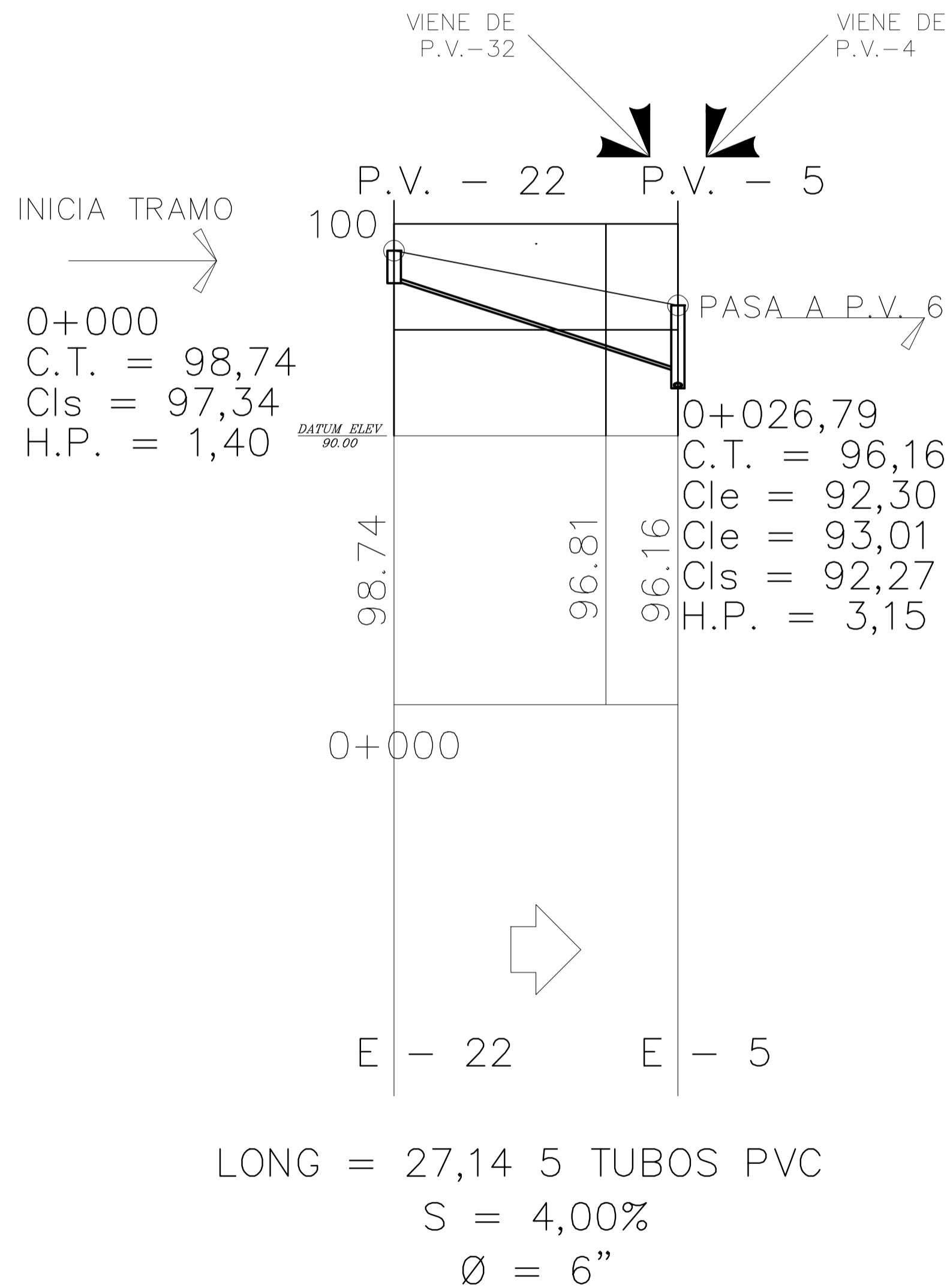
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

PARAMETROS DE DISEÑO			
PARAMETRO	VALOR	DIMENSION	
POBLACION INICIAL	372	Hab	
POBLACION FUTURA	1 035	Hab	
FACTOR DE RETORNO	0,8		
DOTACION	100,00	Lts/hab/día	
CAUDAL DOMICILIAR	0,9611	Lts/seg	
CONEXIONES ILICITAS	0,0961	Lts/seg	
CAUDAL DE INFILTRACION	0,1600	Lts/seg	
CAUDAL SANITARIO	1,2172	Lts/seg	
FACTOR HARMOND	4,0369		
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD TUBERIA	0,010		
CAUDAL MEDIO	0,7440	Lts / seg	
TUBERIA P.V.C NORMA ASTM F-949			
NOMENCLATURA			
PERFIL NATURAL	CON-ALTO	COTA DE TERRENO	
TUBERIA	C	COTA INVERT DE ENTRADA	
POZO DE VISITA	C	COTA INVERT DE SALIDA	
ESTACION TOPOGRAFICA	E-00	ESTACION TOPOGRAFICA	
SENTIDO DE FLUJO	→	PROFUNDIDAD DE POZO	
INICIO/CONTINUIDAD TRAMO	⊕ (°)	DIAMETRO DE TUBERIA	
S (%)	PENDIENTE DE TUBERIA	D (M)	DISTANCIA



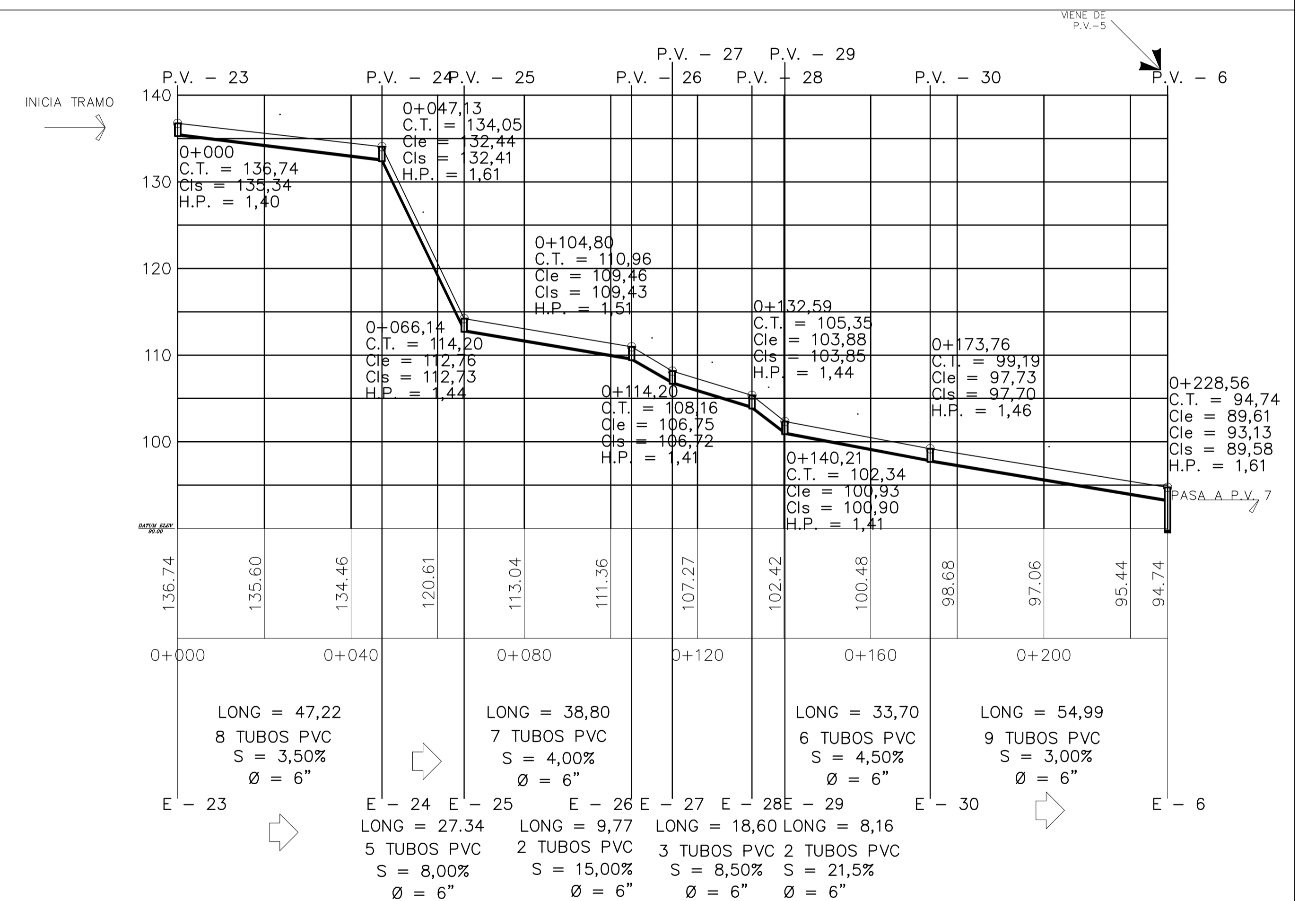
### SECTOR IV

ESCALA: 1/1 000.



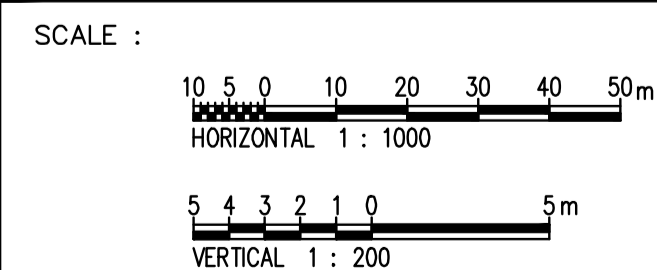
### SECTOR V

ESCALA: 1/1 000.

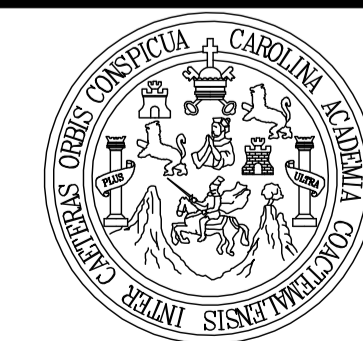


PROYECTO:

RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA GUAXPAC, TACTIC, ALTA VERAPAZ



DIBUJO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA: OCTUBRE 2012.

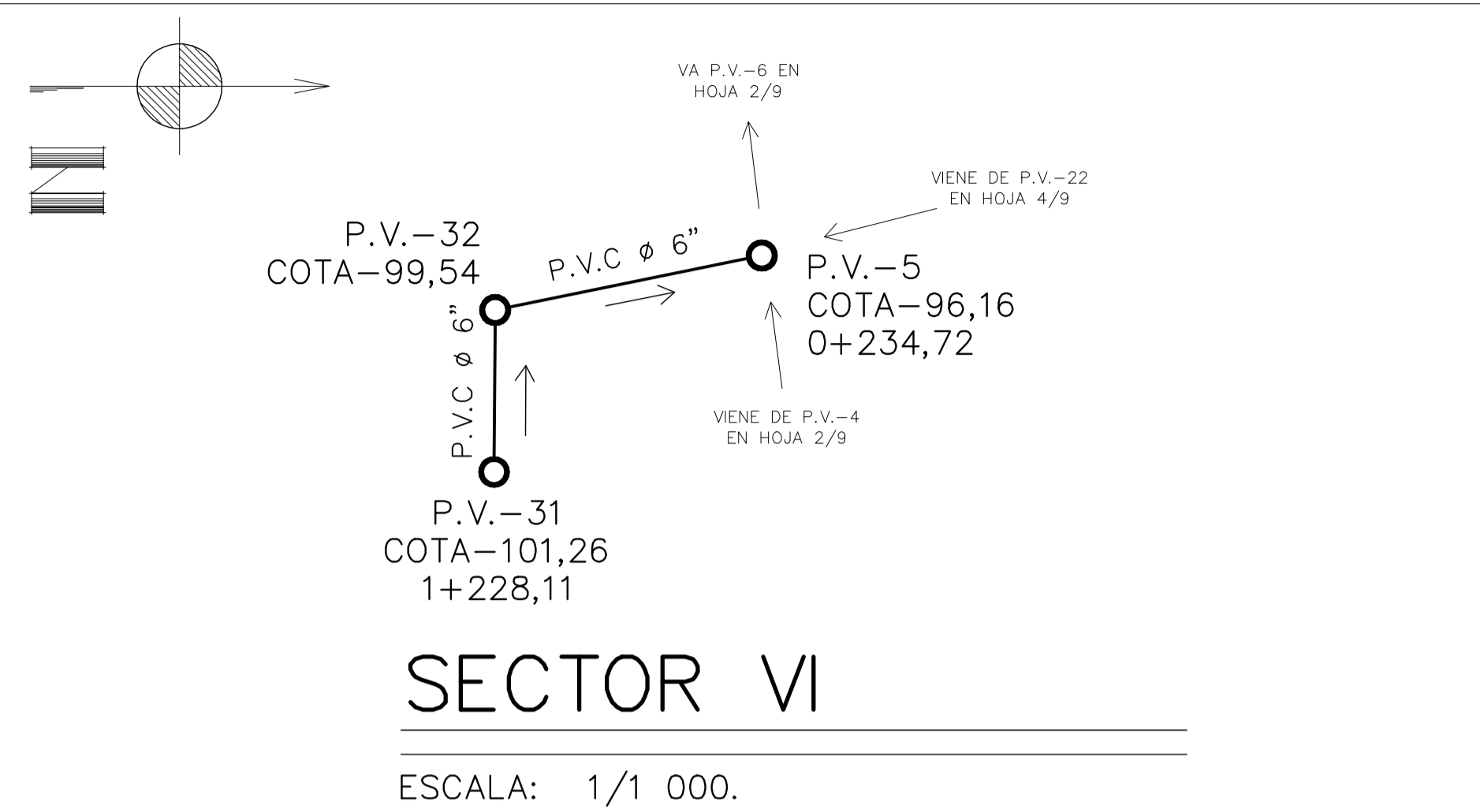


PLANTA - PERFIL SECTORES IV Y V

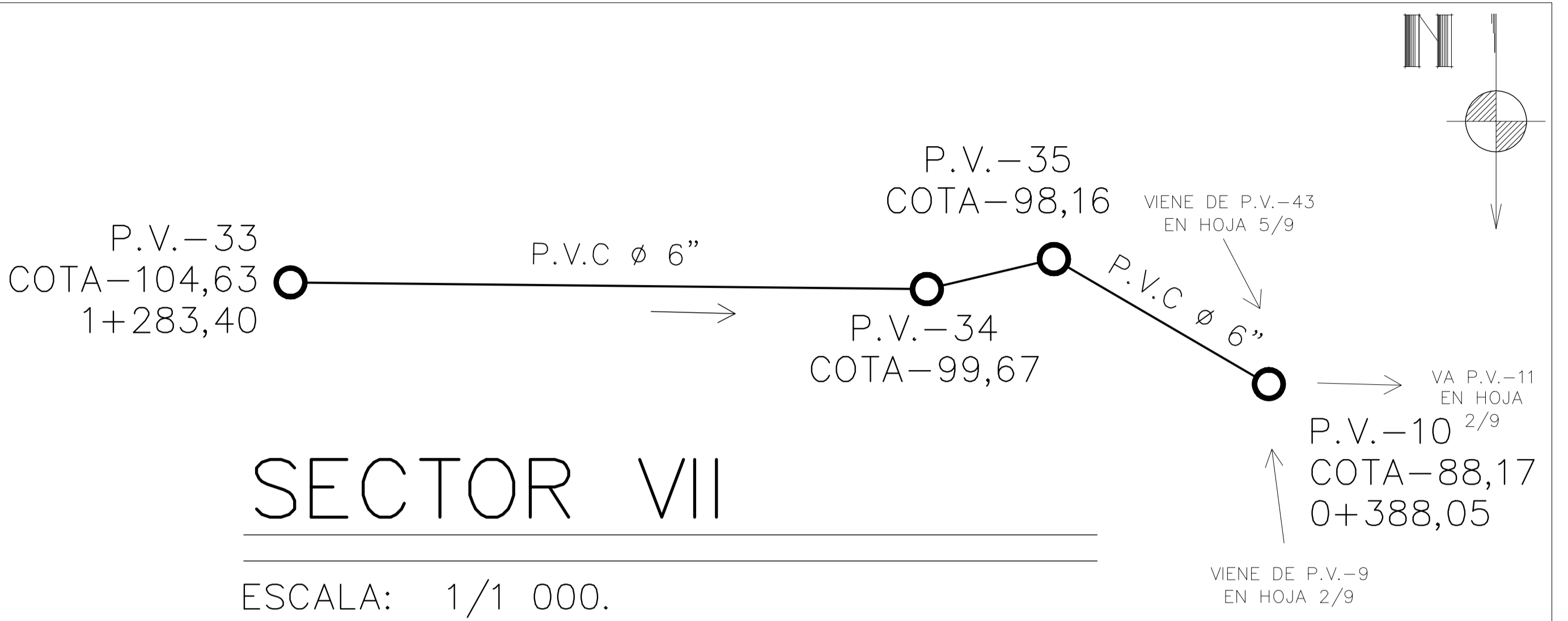
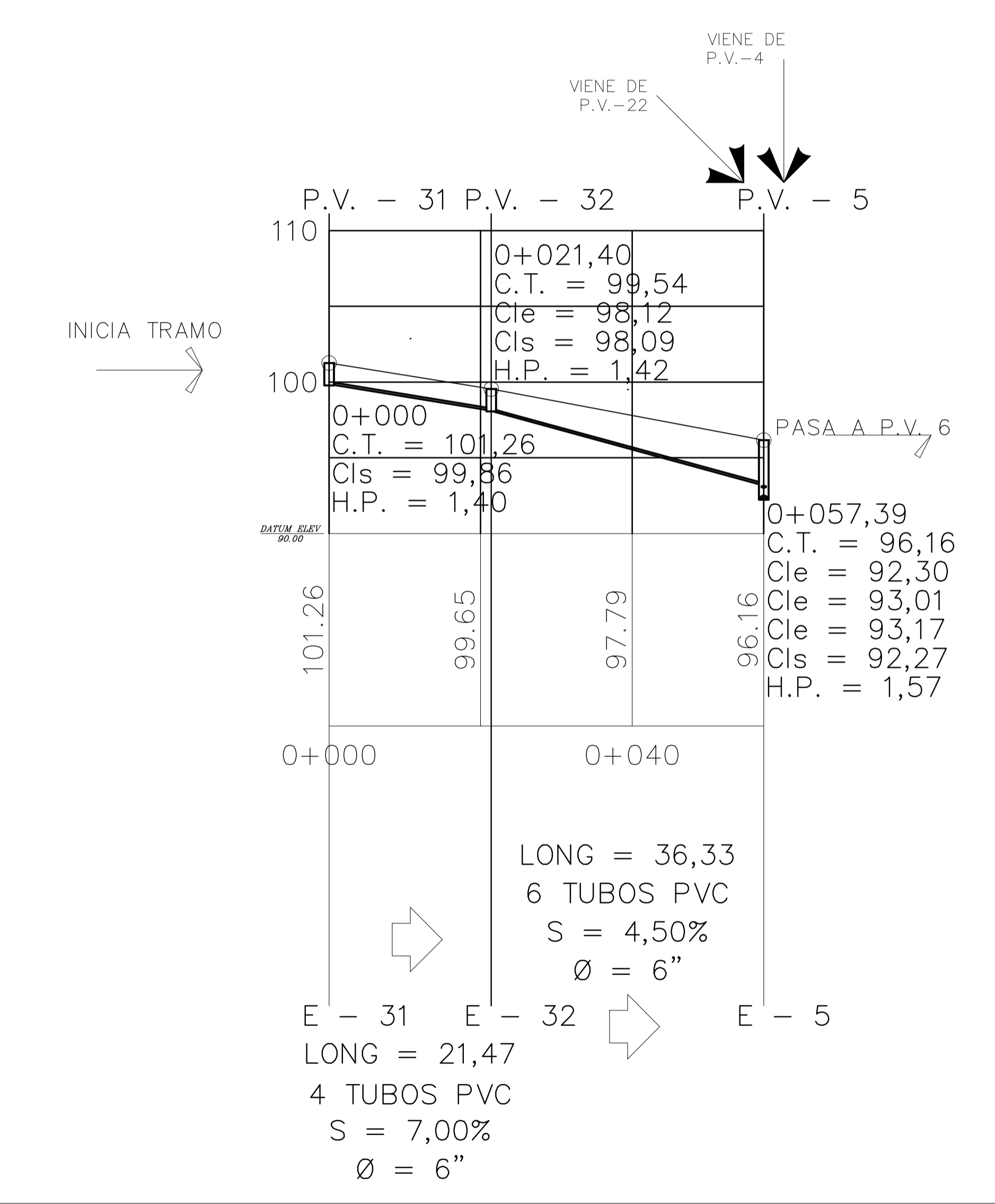
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

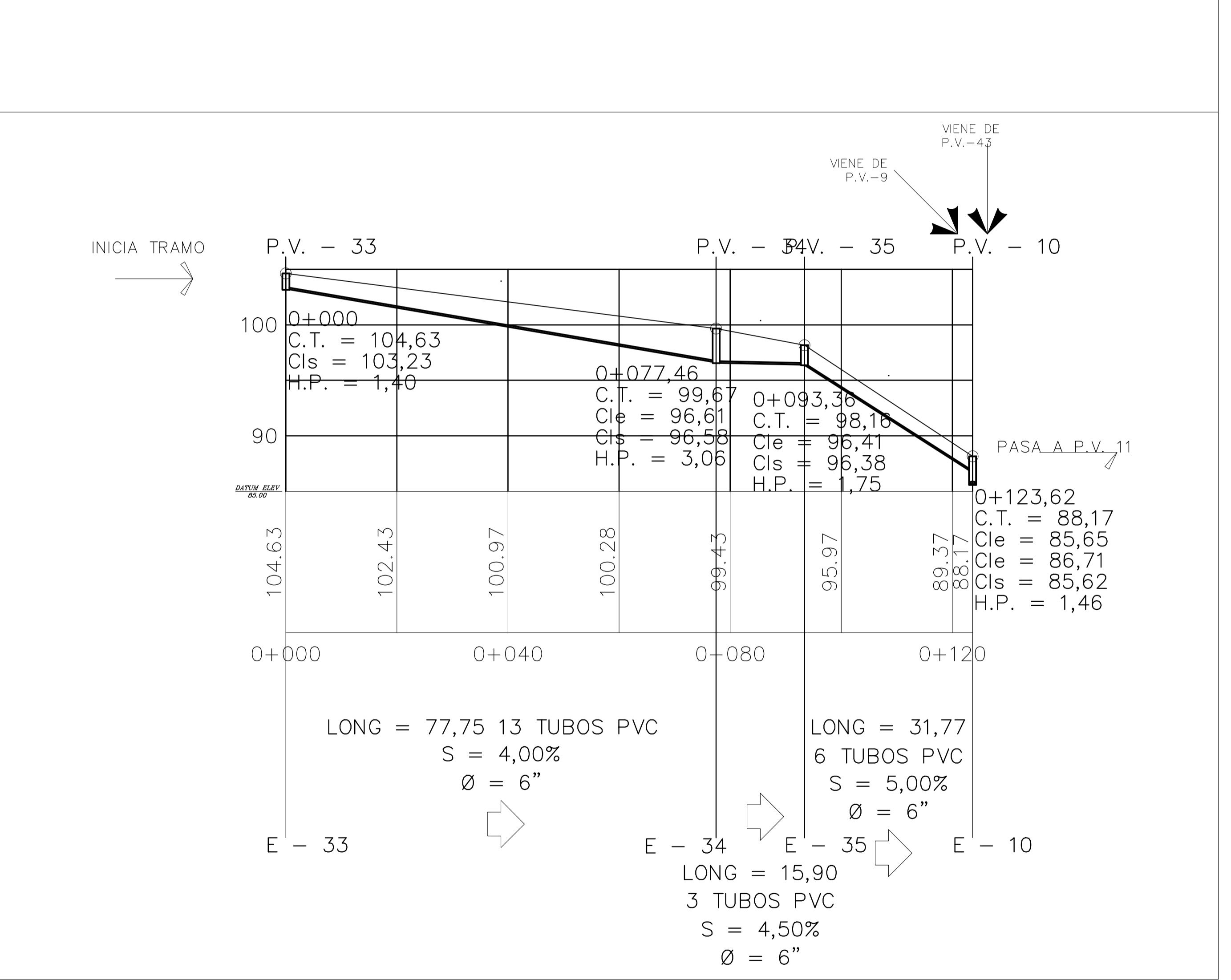
PARAMETROS DE DISEÑO		
PARAMETRO	VALOR	DIMENSION
POBLACION INICIAL	372	Hab
POBLACION FUTURA	1 035	Hab
FACTOR DE RETORNO	0,8	
DOTACION	100,00	Lts/hab/día
CAUDAL DOMICILIAR	0,9611	Lts/seg
CONEXIONES ILICITAS	0,0961	Lts/seg
CAUDAL DE INFILTRACION	0,1600	Lts/seg
CAUDAL SANITARIO	1,2172	Lts/seg
FACTOR HARMOND	4,0369	
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD TUBERIA	0,010	
CAUDAL MEDIO	0,7440	Lts / seg
TUBERIA P.V.C NORMA ASTM F-949		
NOMENCLATURA		
PERFIL NATURAL	CON LINEA	COTA DE TERRENO
TUBERIA	C I e	COTA INVERT DE ENTRADA
POZO DE VISITA	C I s	COTA INVERT DE SALIDA
ESTACION TOPOGRAFICA	E-00	ESTACION TOPOGRAFICA
SENTIDO DE FLUJO	PROP-000	PROFUNDIDAD DE POZO
INICIO/CONTINUIDAD TRAMO	Ø (")	DIAMETRO DE TUBERIA
S (%)	PENDIENTE DE TUBERIA	D (M)
		DISTANCIA



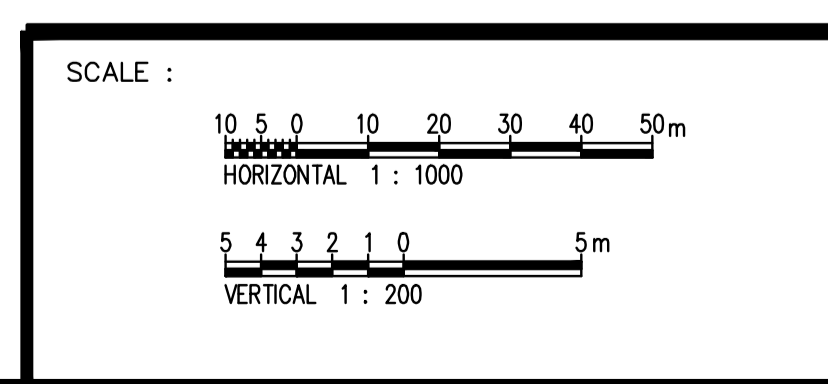
**SECTOR VI**  
ESCALA: 1/1 000.



**SECTOR VII**  
ESCALA: 1/1 000.



PROYECTO:  
**RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA GUAXPAC, TACTIC, ALTA VERAPAZ**

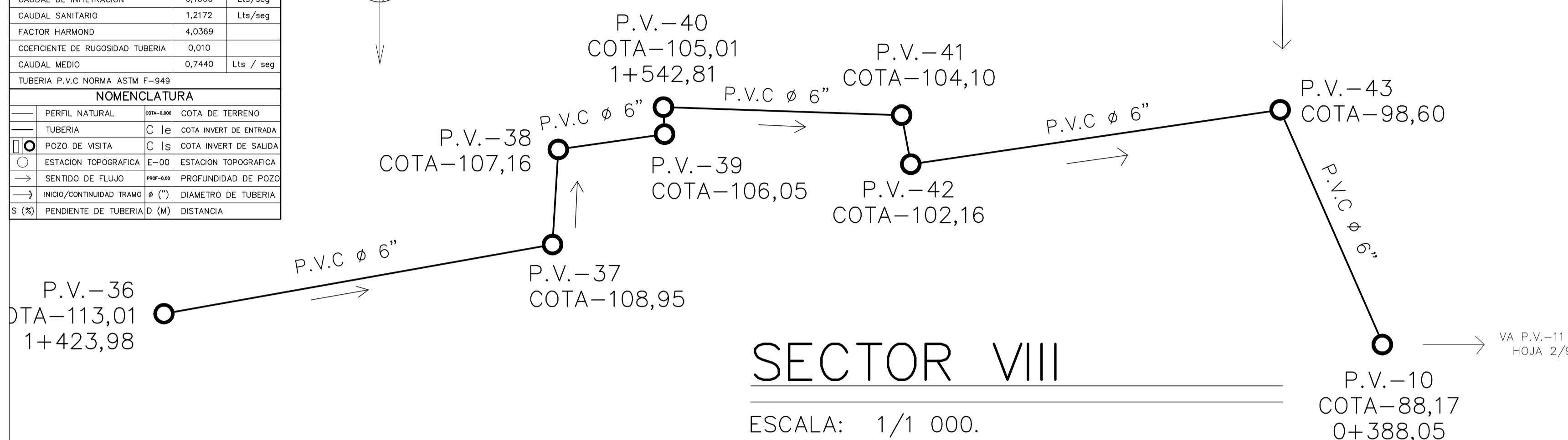
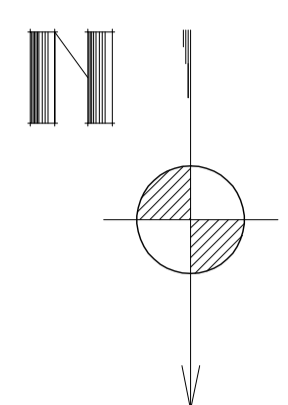


DIBUJO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
DISEÑO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
CALCULO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
FECHA:  
OCTUBRE 2012.



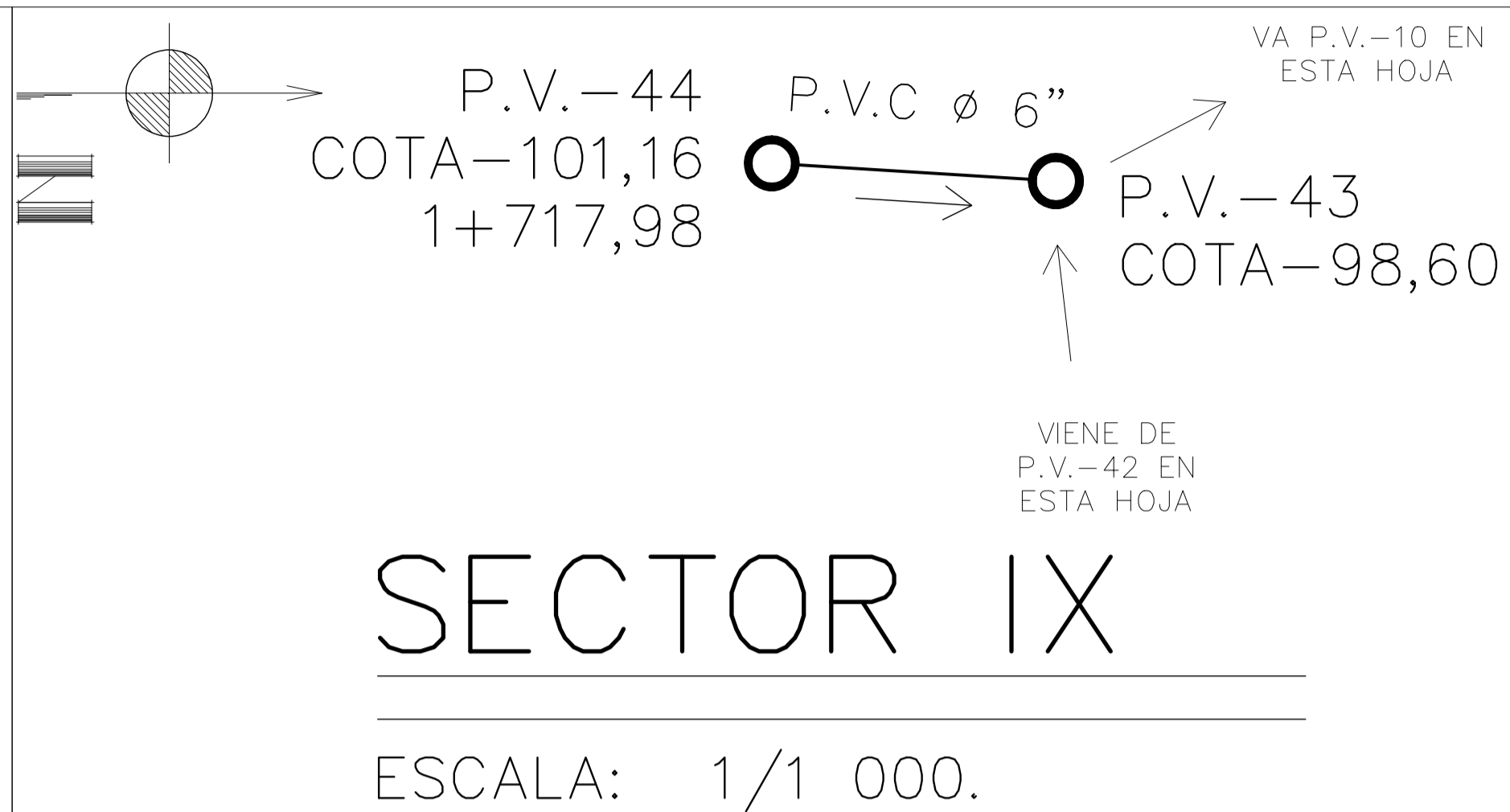
PLANTA - PERFIL SECTORES VI Y VII  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

PARAMETROS DE DISEÑO		
PARAMETRO	VALOR	DIMENSION
POBLACION INICIAL	372	Hob
POBLACION FUTURA	1 035	Hob
FACTOR DE RETORNO	0,8	
DOTACION	100,00	Lts/hab/dia
CAUDAL DOMICILIAR	0,9611	Lts/seg
CONEXIONES ILICITAS	0,0961	Lts/seg
CAUDAL DE INFILTRACION	0,1600	Lts/seg
CAUDAL SANITARIO	1,2172	Lts/seg
FACTOR HARMONICO	4,0369	
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD TUBERIA	0,010	
CAUDAL MEDIO	0,7440	Lts / seg
TUBERIA P.V.C NORMA ASTM F-949		
NOMENCLATURA		
PERFIL NATURAL	STRA-SAN	COTA DE TERRENO
TUBERIA	C	COTA INVERT DE ENTRADA
POZO DE VISITA	C	COTA INVERT DE SALIDA
ESTACION TOPOGRAFICA	E-00	ESTACION TOPOGRAFICA
SENTIDO DE FLUJO	→	PROFUNDIDAD DE POZO
INICIO/CONTINUIDAD TRAMO	⊕ (°)	DIAMETRO DE TUBERIA
S (%)		PENDIENTE DE TUBERIA D (M)
		DISTANCIA



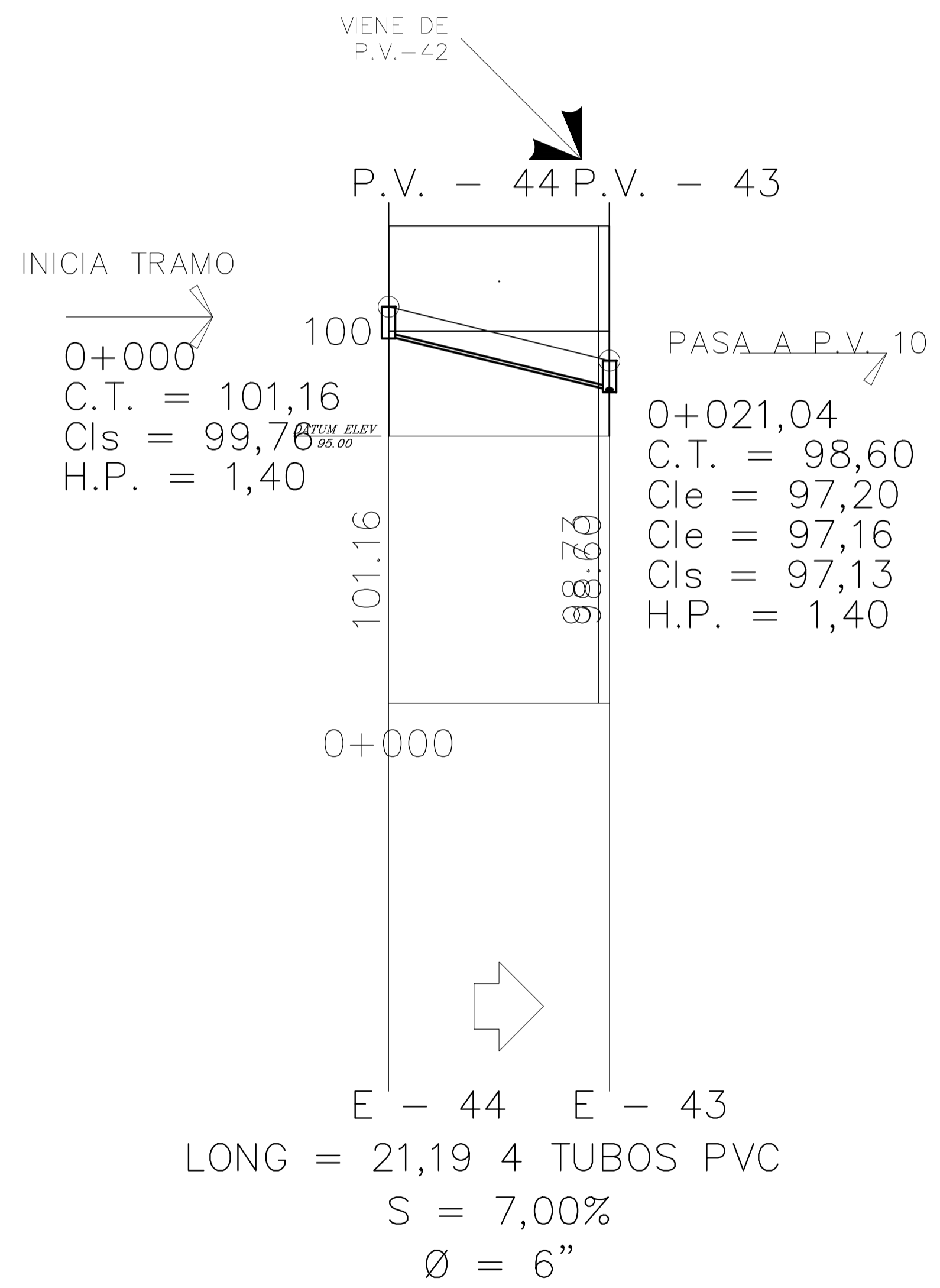
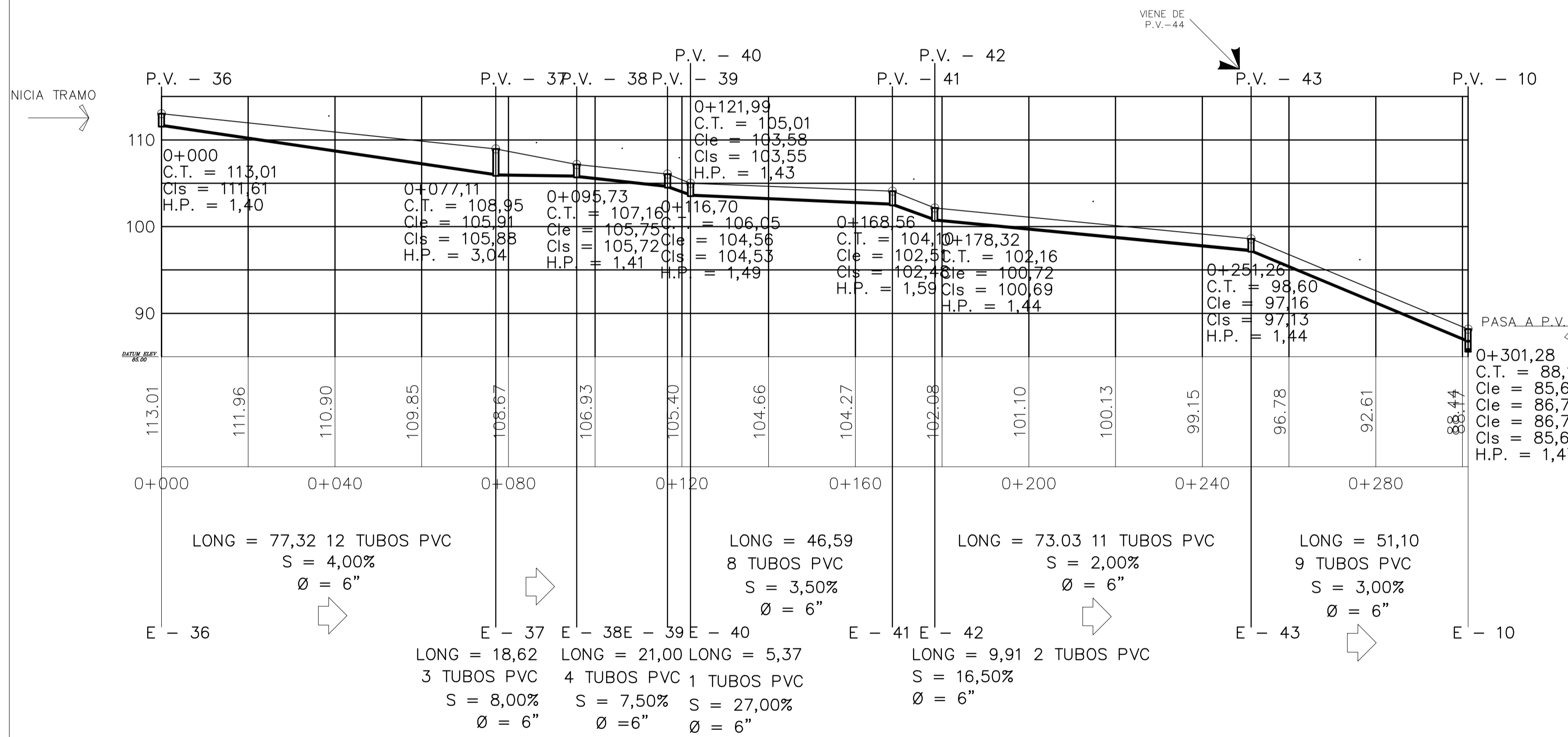
### SECTOR VIII

ESCALA: 1/1 000.

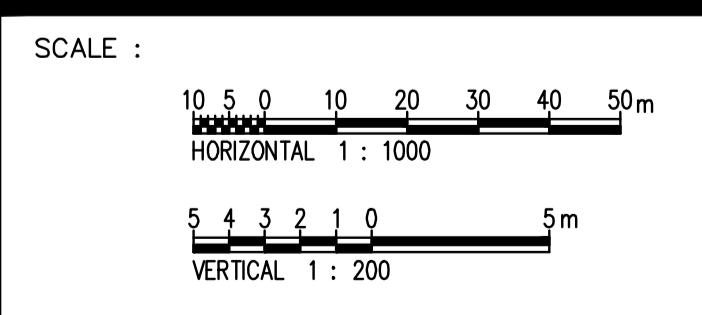


### SECTOR IX

ESCALA: 1/1 000.



PROYECTO:  
**RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA GUAXPAC, TACTIC, ALTA VERAPAZ**

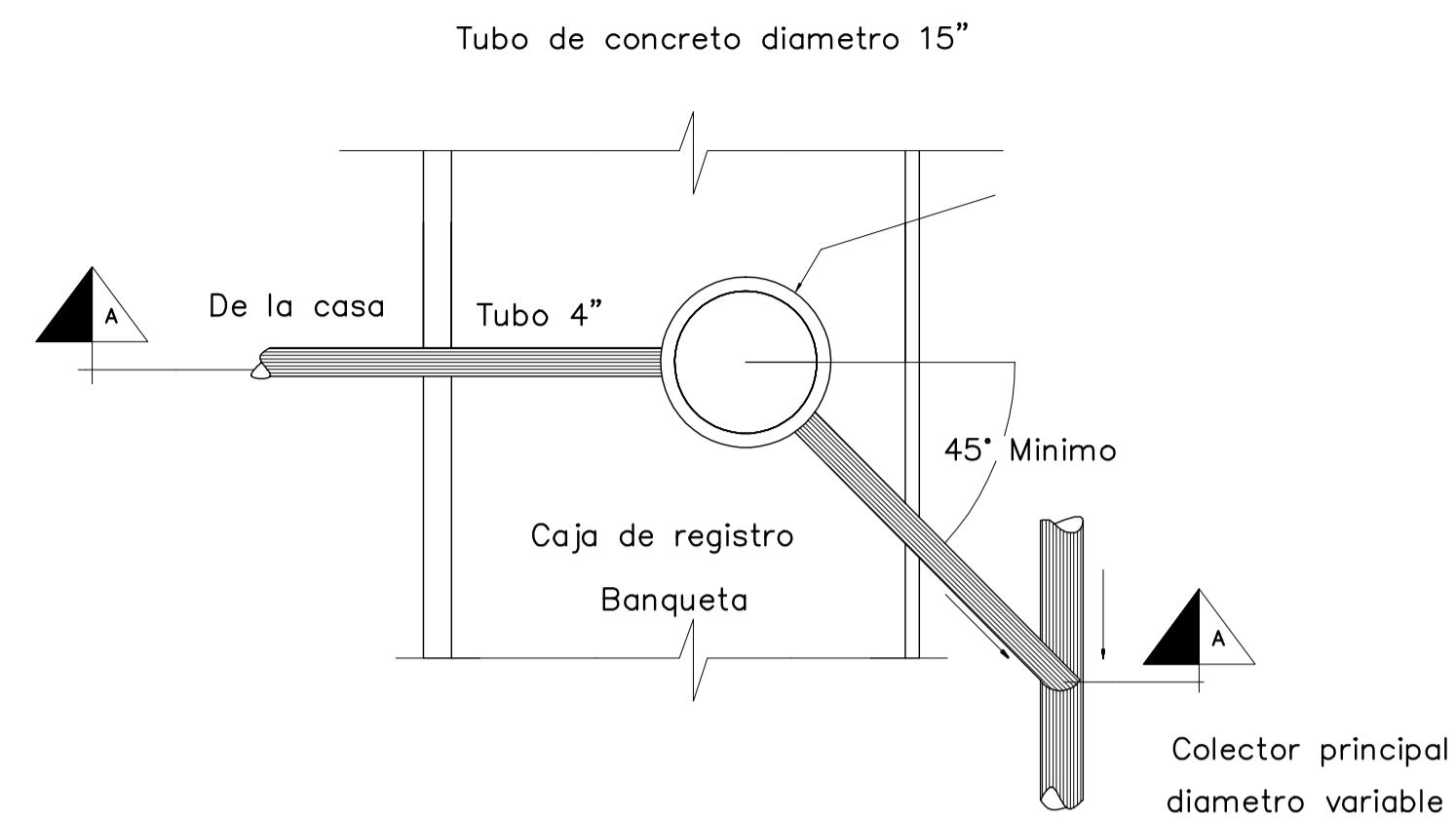


DIBUJO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA: OCTUBRE 2012.



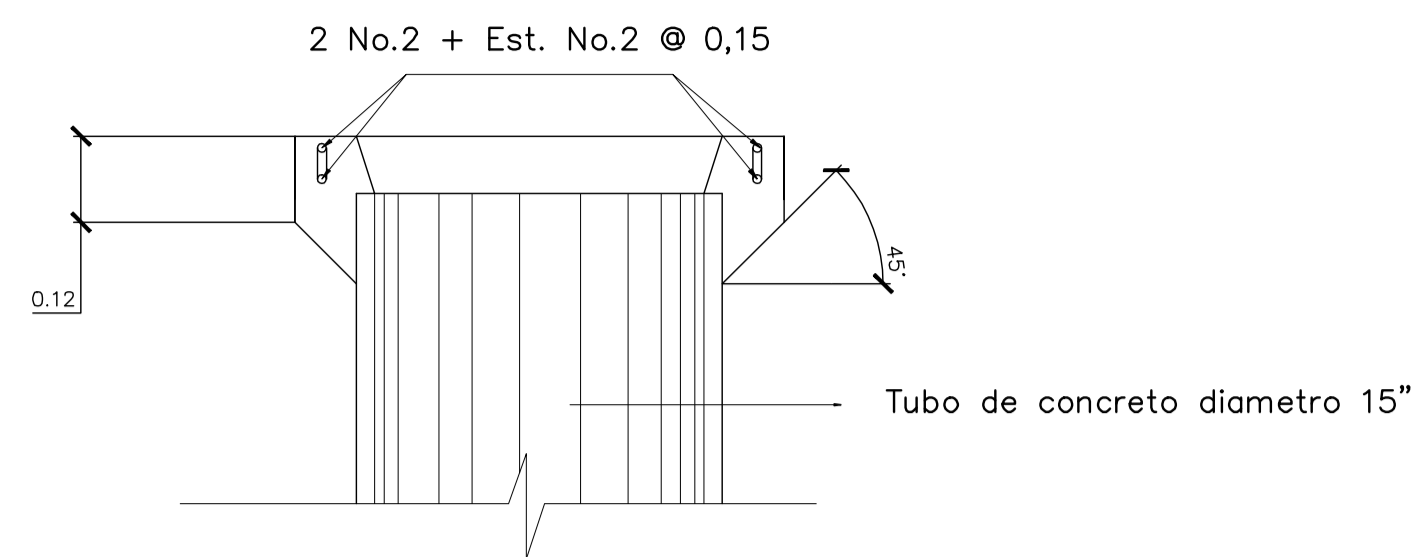
PLANTA - PERFIL SECTORES VIII Y IX  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ





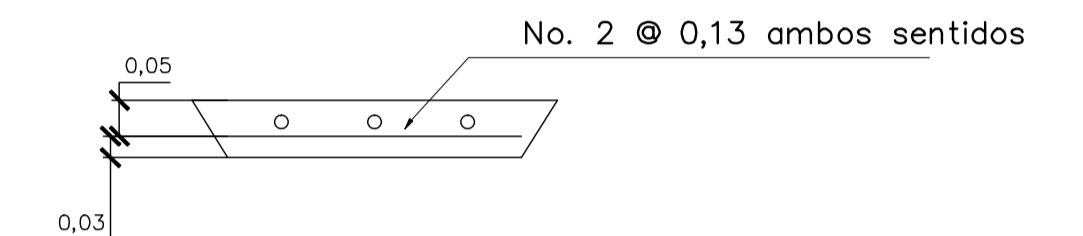
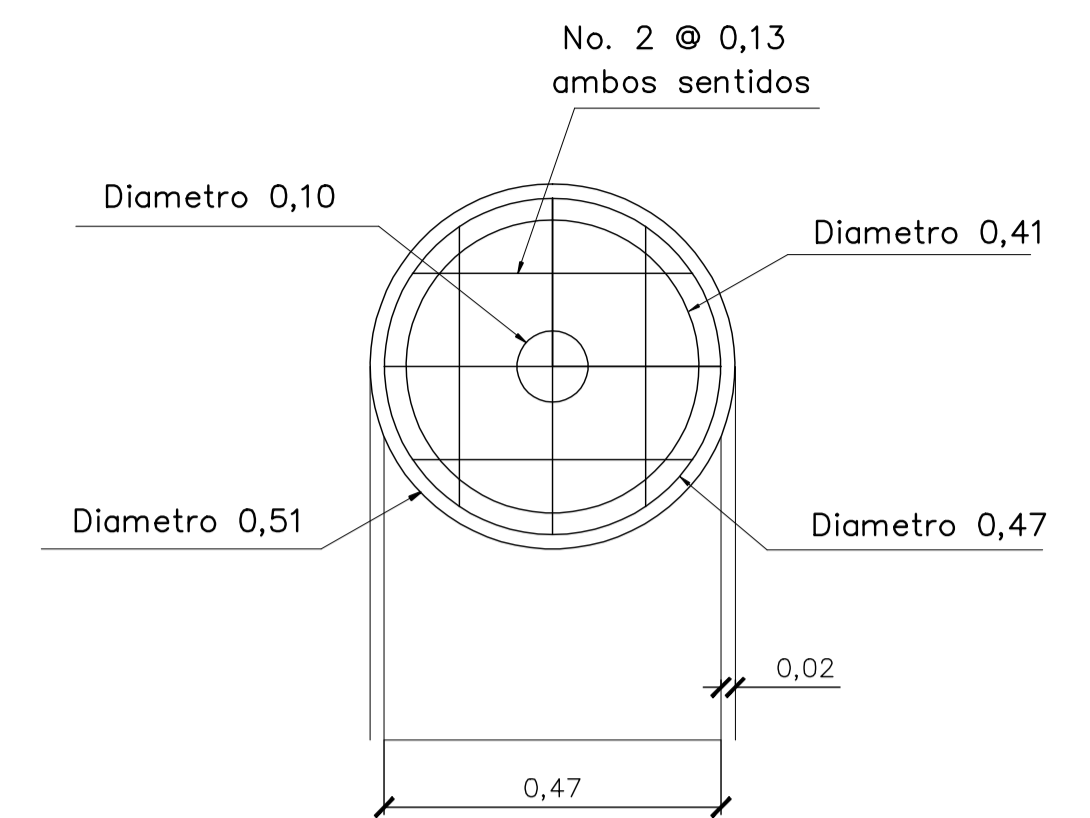
### PLANTA

ESCALA 1 : 25



### CAJA DE REGISTRO

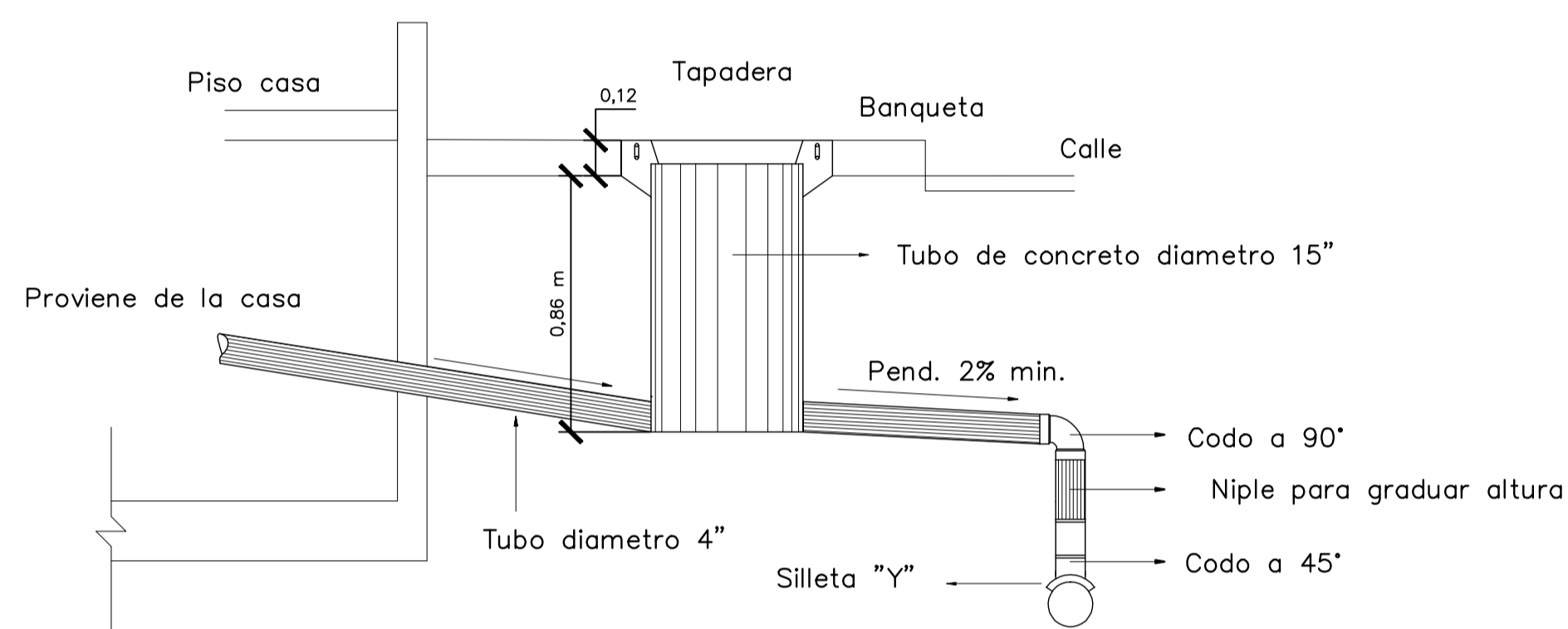
ESCALA 1 : 10



### DETALLE TAPADERA

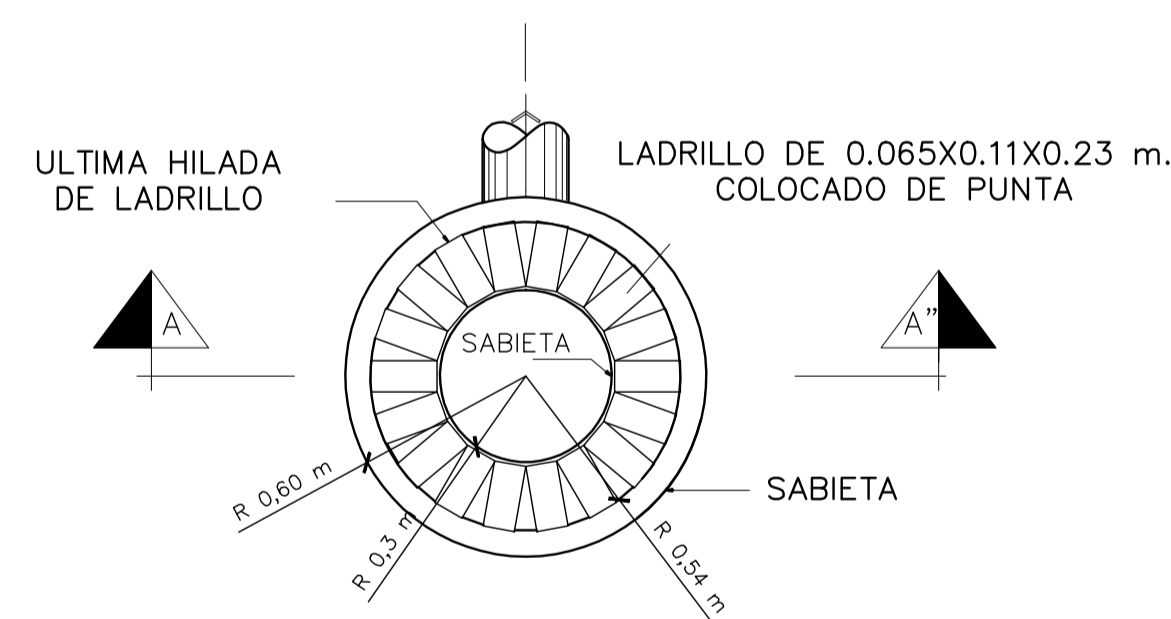
ESCALA 1 : 10

- ### ESPECIFICACIONES
1. LA TUBERIA PARA LA CONEXION DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGUN NORMA F - 949.
  2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN  $F'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCION 1:2:2. (9.80 SACOS DE CEMENTO  $0.55 \text{ m}^3$  DE ARENA DE RIO  $0.55 \text{ m}^3$  DE PIEDRIN DE 1/2 PLG. Y 227 LITROS DE AGUA)
  3. LA CAJA DE REGISTRO SERA UN TUBO DE CONCRETO DE 15" DE DIAMETRO CON SU RESPECTIVA BASE, BROCAL Y TAPADERA, LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.90 m.
  5. EL ACERO A UTILIZAR SERA  $F'y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ .



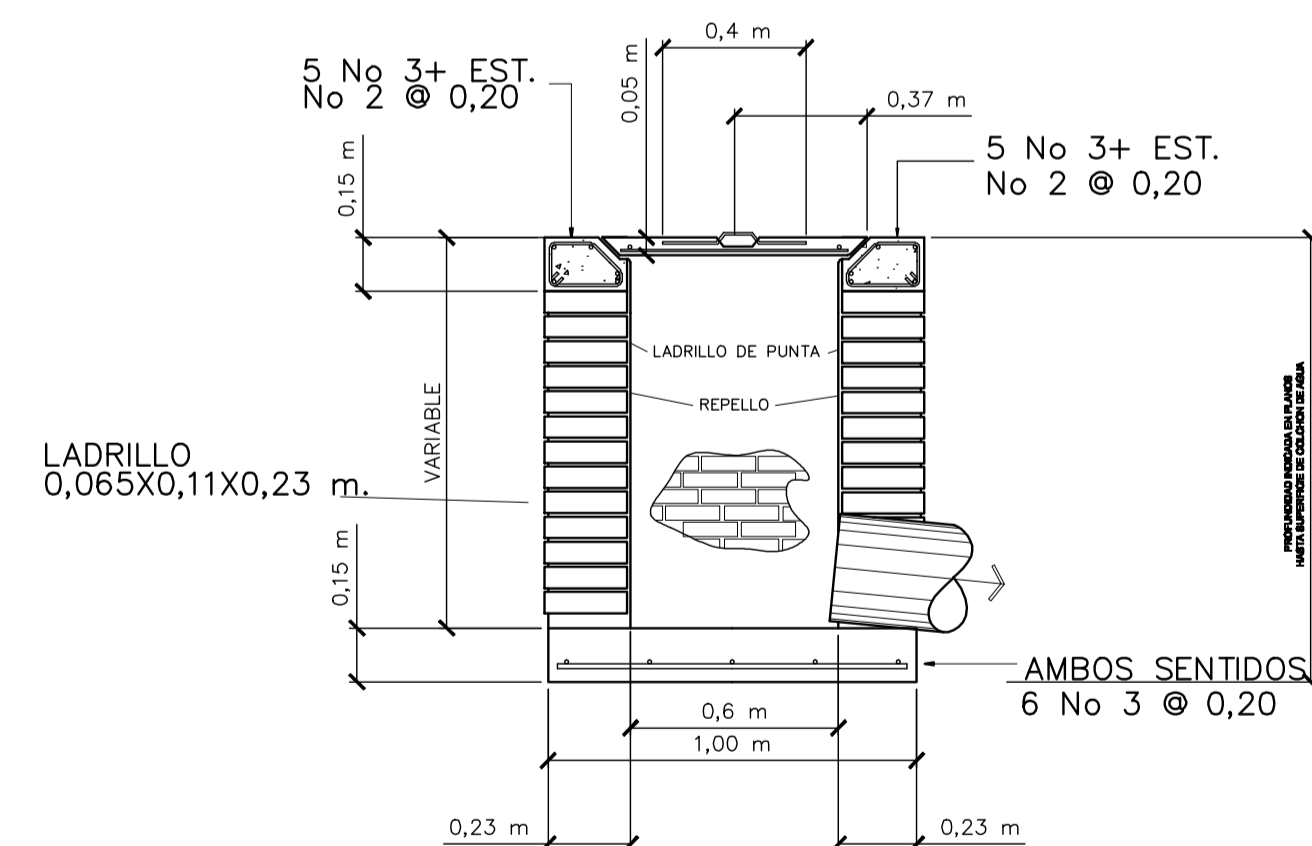
### SECCION A-A"

ESCALA 1 : 20



### PLANTA INICIO

ESCALA 1 : 20



### SECCION A-A"

ESCALA 1 : 20

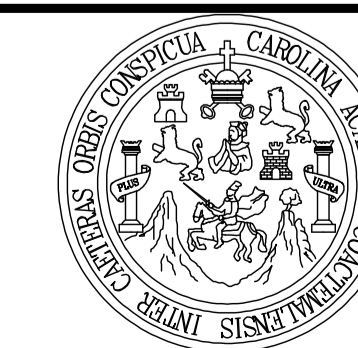
## PLANO DE DETALLES

ESCALAS: INDICADAS

PROYECTO:

RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA GUAXPAC, TACTIC, A.V.

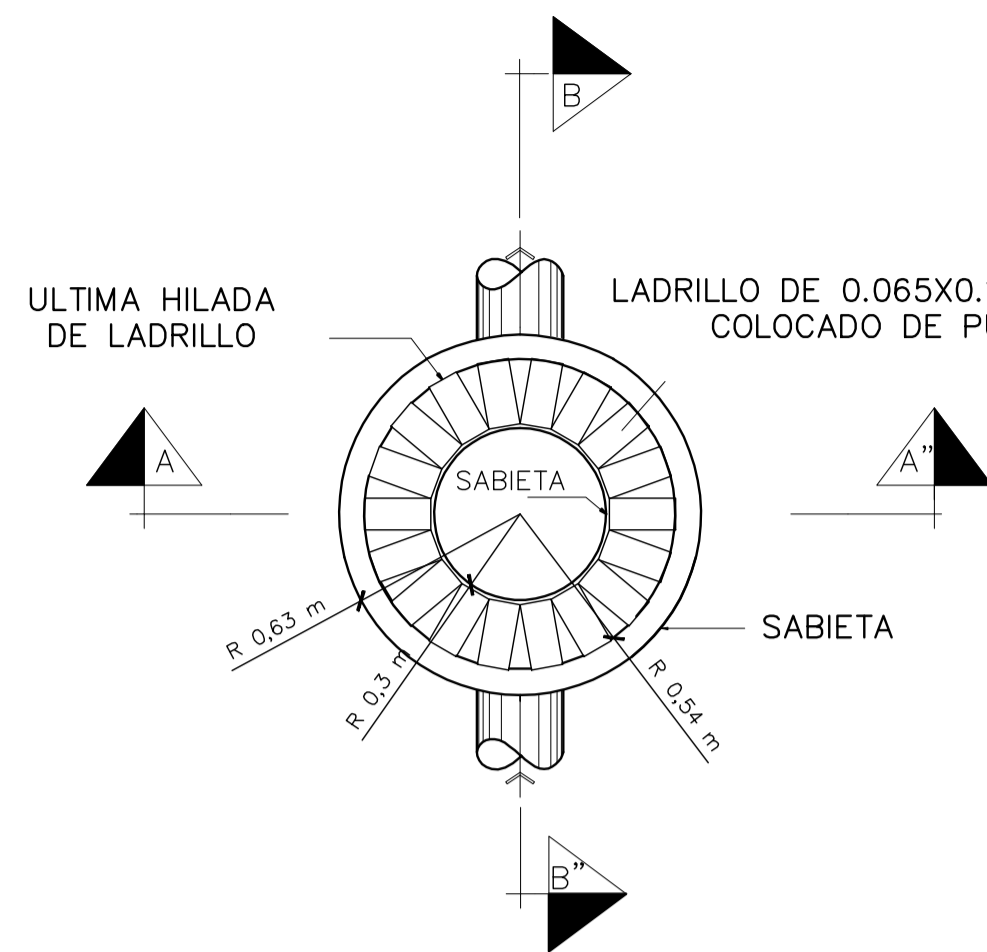
DIBUJO:	TIPICO
DISENO:	TIPICO
CALCULO:	TIPICO
FECHA:	OCTUBRE 2012



CONEXIÓN DOMICILAR O CAJA DE REGISTRO E INICIO DE SISTEMA  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE E.P.S.

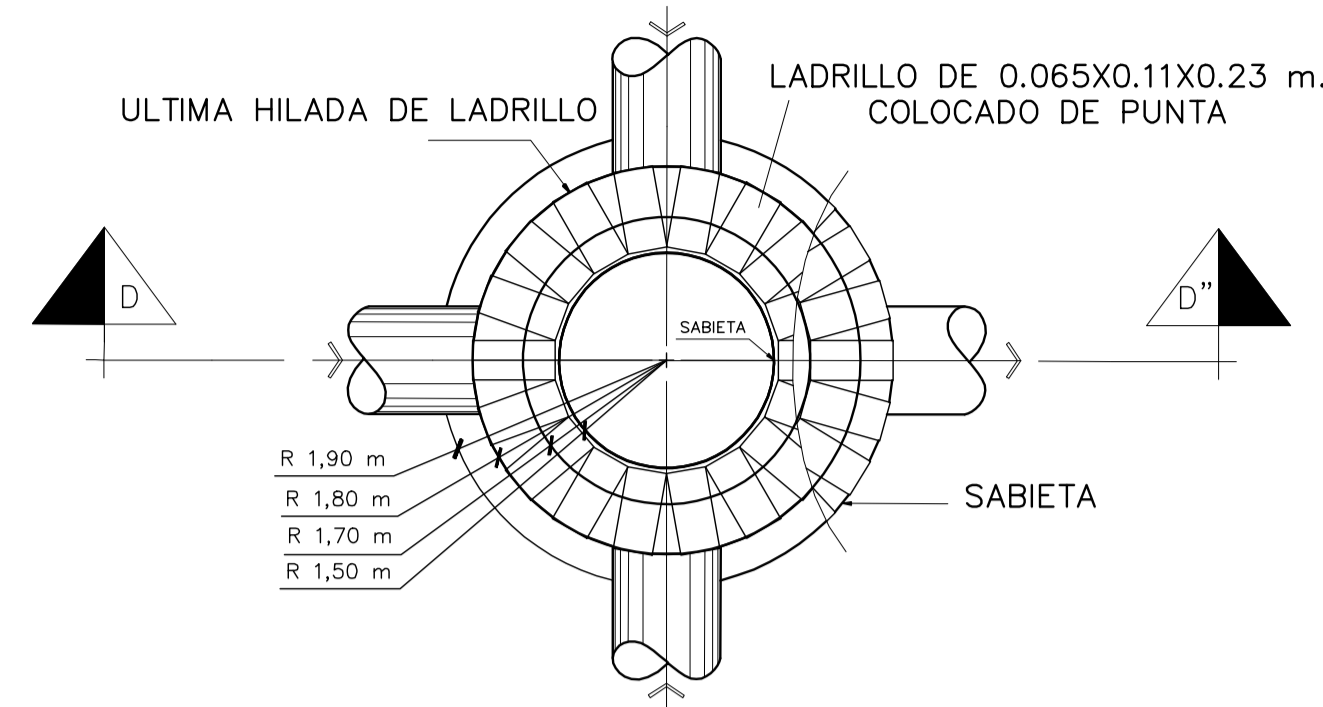
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

7  
9



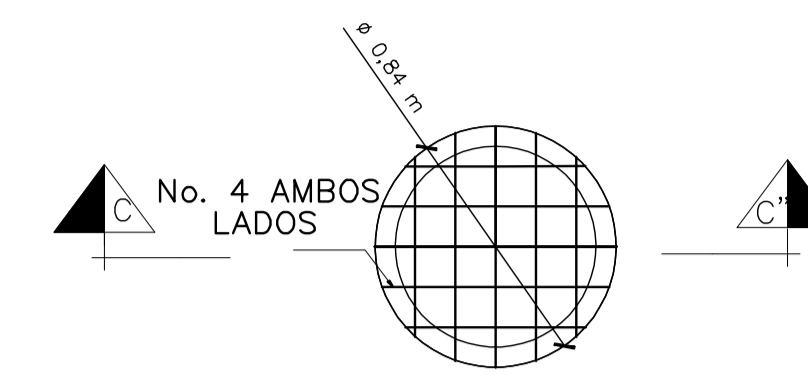
PLANTA

ESCALA 1 : 20



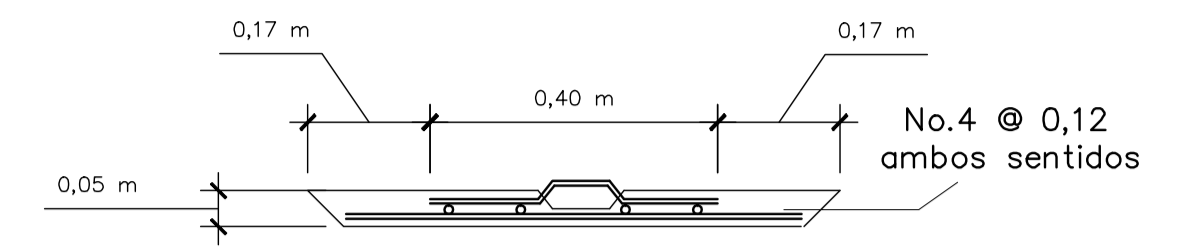
PLANTA

ESCALA 1 : 20



PLANTA

ESCALA 1 : 25

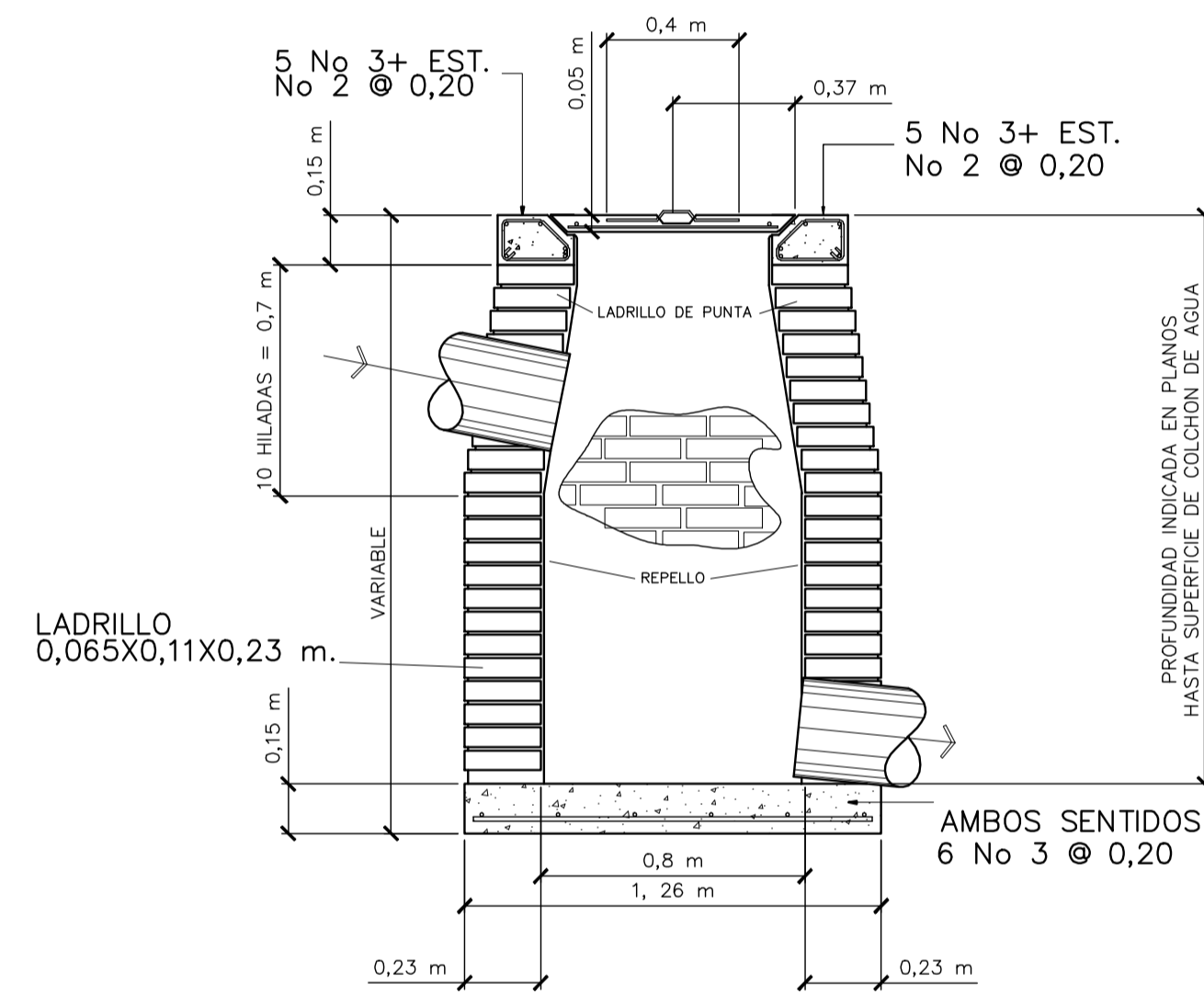


SECCION C-C"

ESCALA 1 : 10

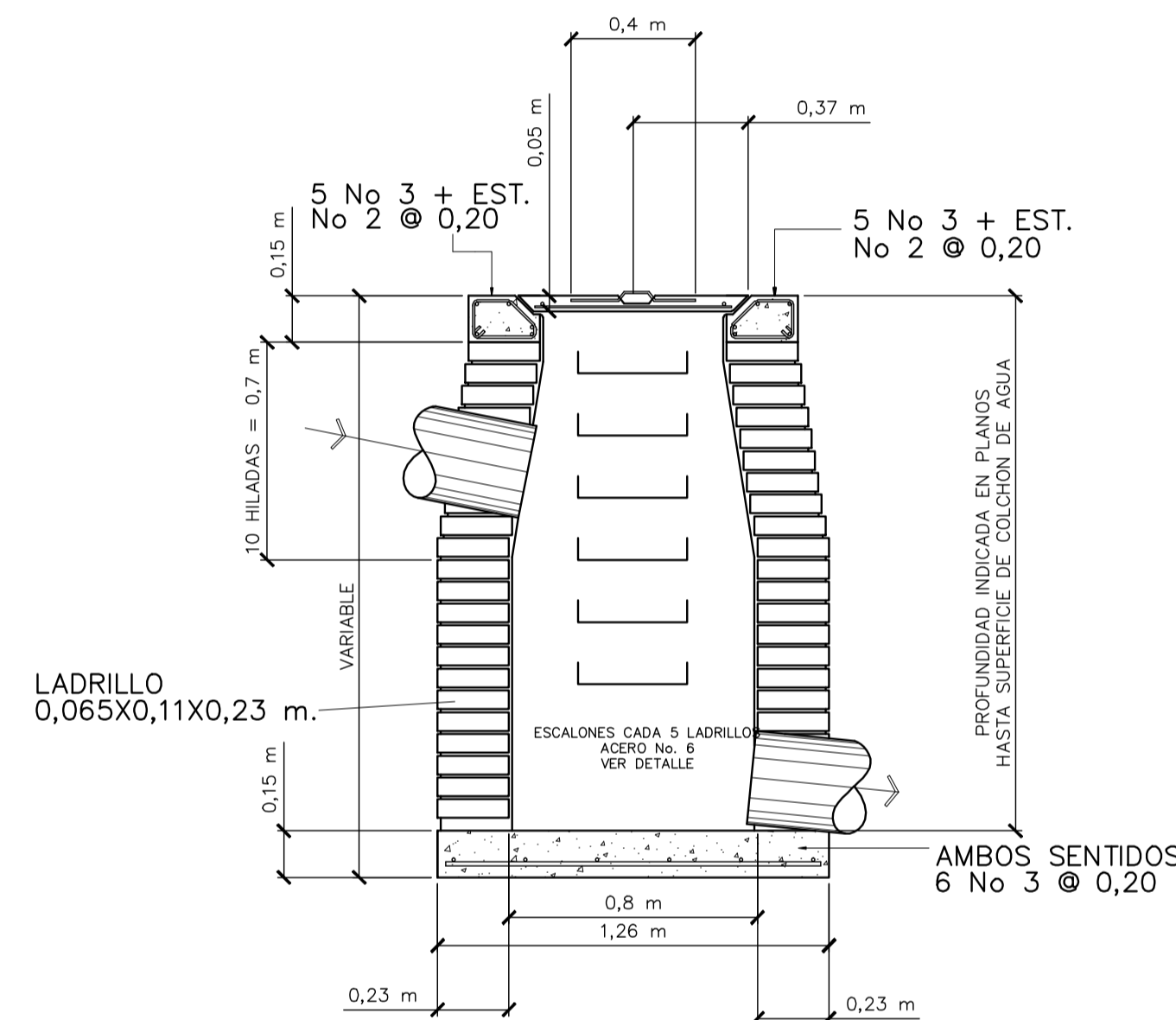
ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN  $F'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCION 1:2:2. (9.80 SACOS DE CEMENTO  $0.55 \text{ m}^3$  DE ARENA DE RIO  $0.55 \text{ m}^3$  DE PIEDRIN DE 1/2 PLG. Y 227 LITROS DE AGUA)
3. LA SABIETA DEBERA SER DE CAL Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:2. (6.82 SACOS DE CAL x 0.67 m ARENA DE RIO)
4. LA MEZCLA PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBERA SER DE CAL Y ARENA DE RIO PORPORCION 1:3. (6.82 SACOS DE CAL x 1 m DE ARENA DE RIO)
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA  $F'y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$ .



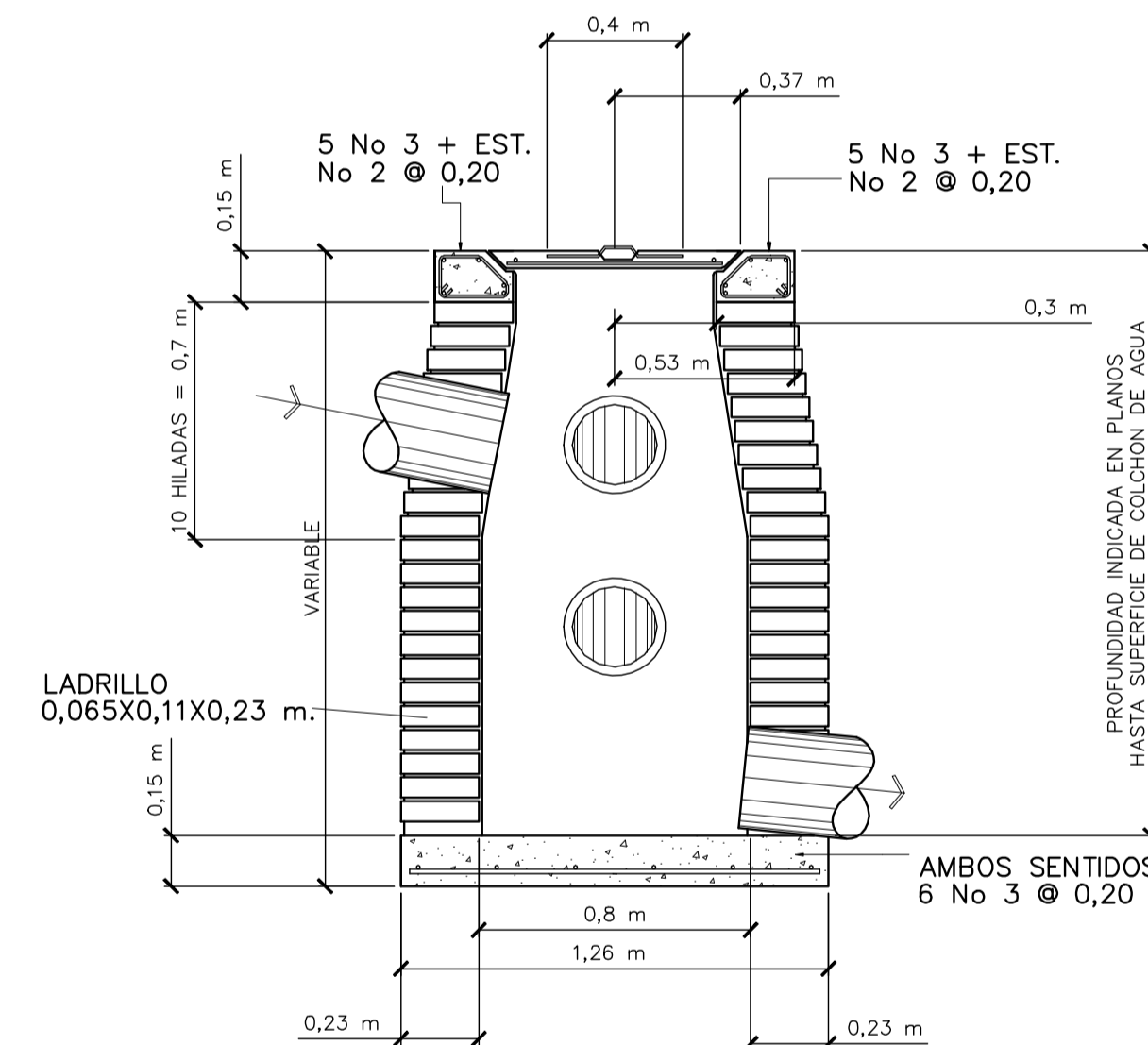
SECCION C-C"

ESCALA 1 : 20



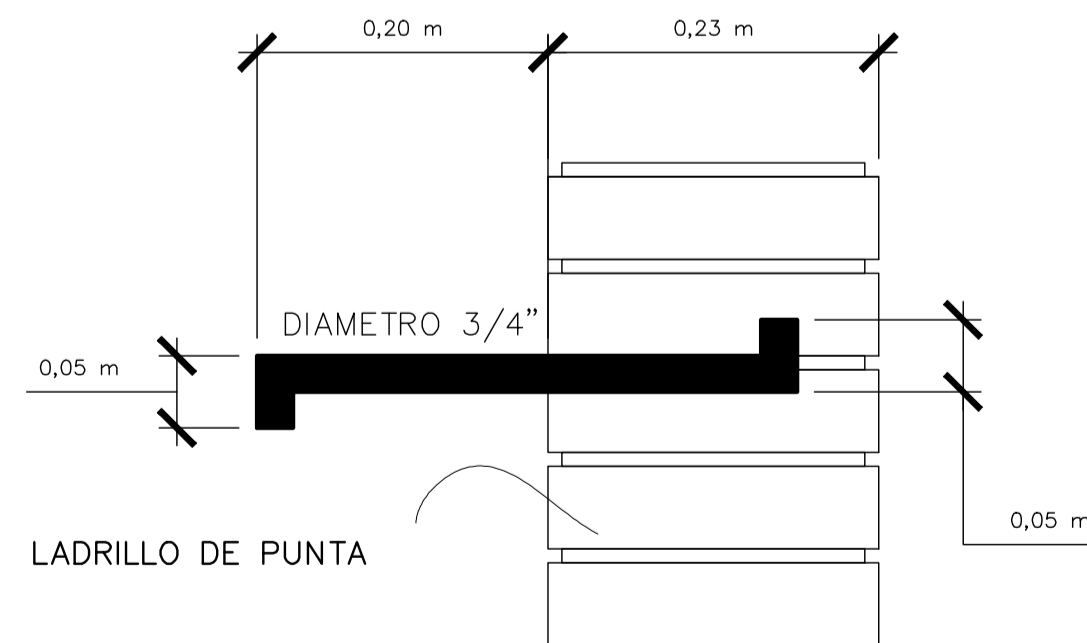
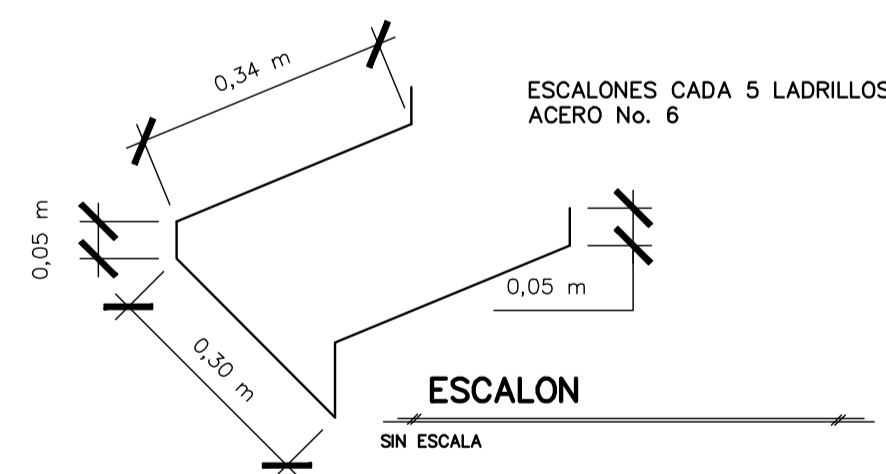
SECCION B-B"

ESCALA 1 : 20



SECCION D-D"

ESCALA 1 : 20



TIPICO DE POZO DE VISITA Y DETALLES

ESCALAS: INDICADAS

PROYECTO:

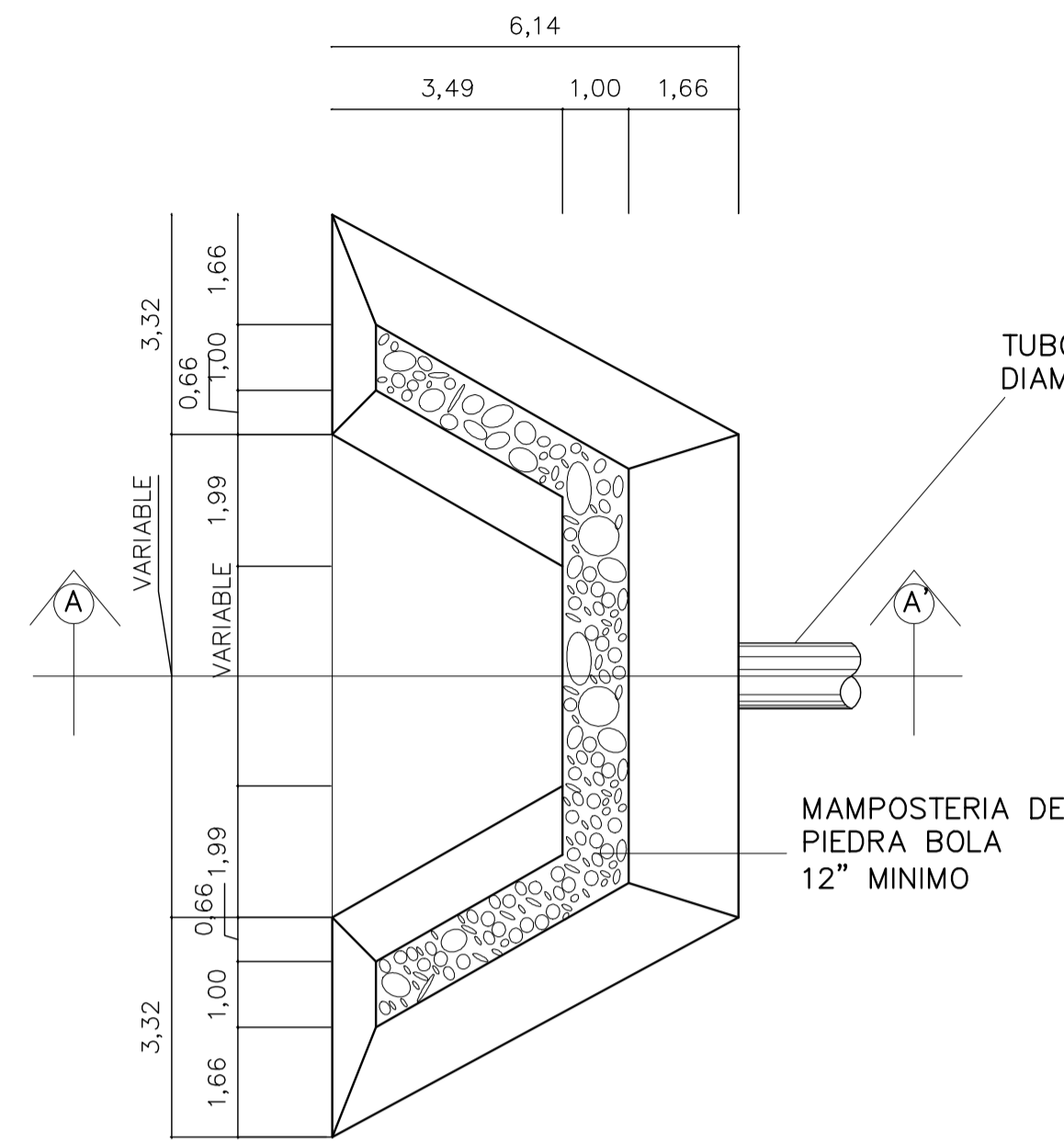
RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA GUAXPAC, TACTIC, A.V.

DIBUJO:	TIPICO
DISEÑO:	TIPICO
CALCULO:	TIPICO
FECHA:	OCTUBRE 2012

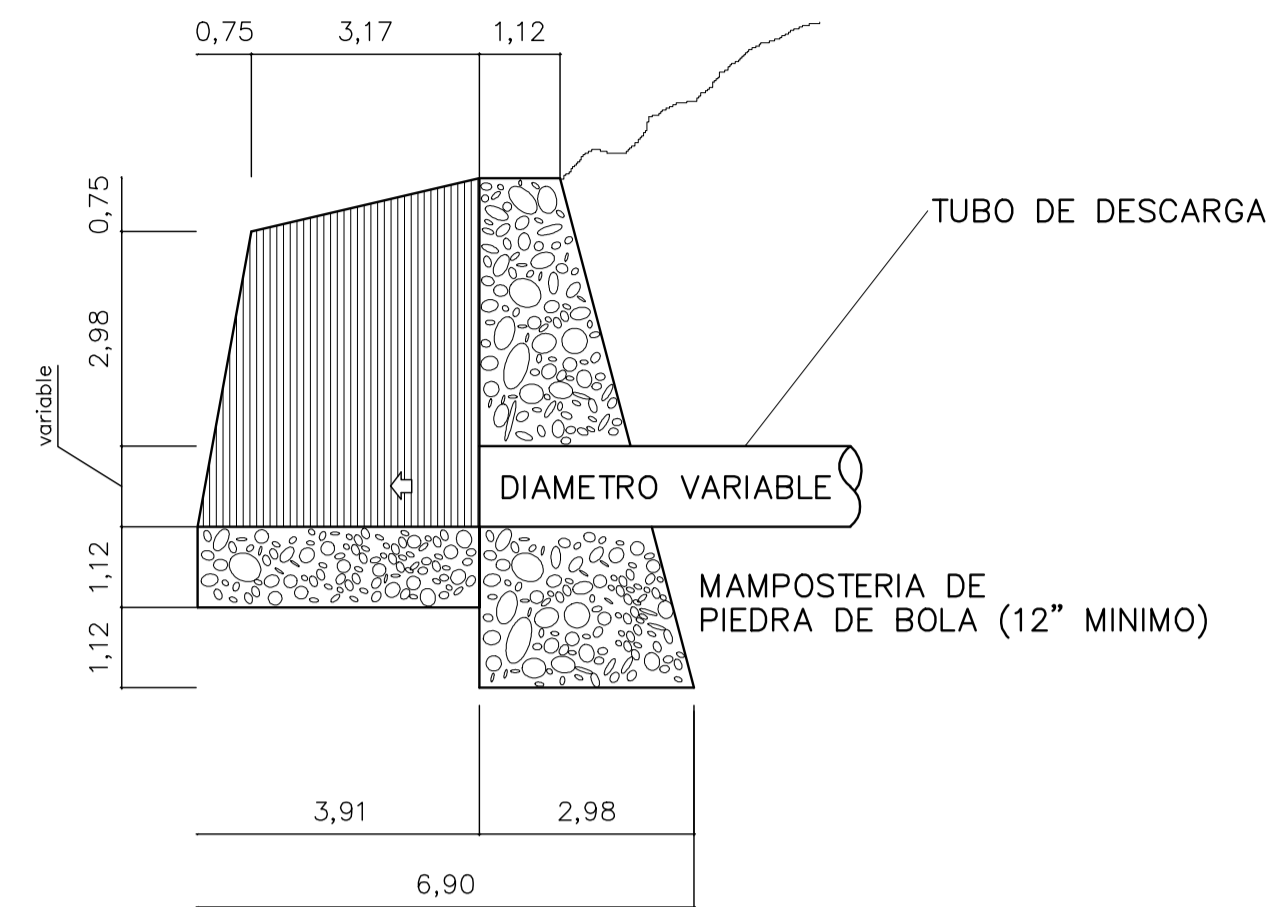


POZOS DE VISITA	
FACULTAD DE INGENIERIA – UNIDAD DE E.P.S.	
8	9

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PLANTA  
SIN ESCALA



SECCION A-A'  
SIN ESCALA



ISOMETRICO  
SIN ESCALA

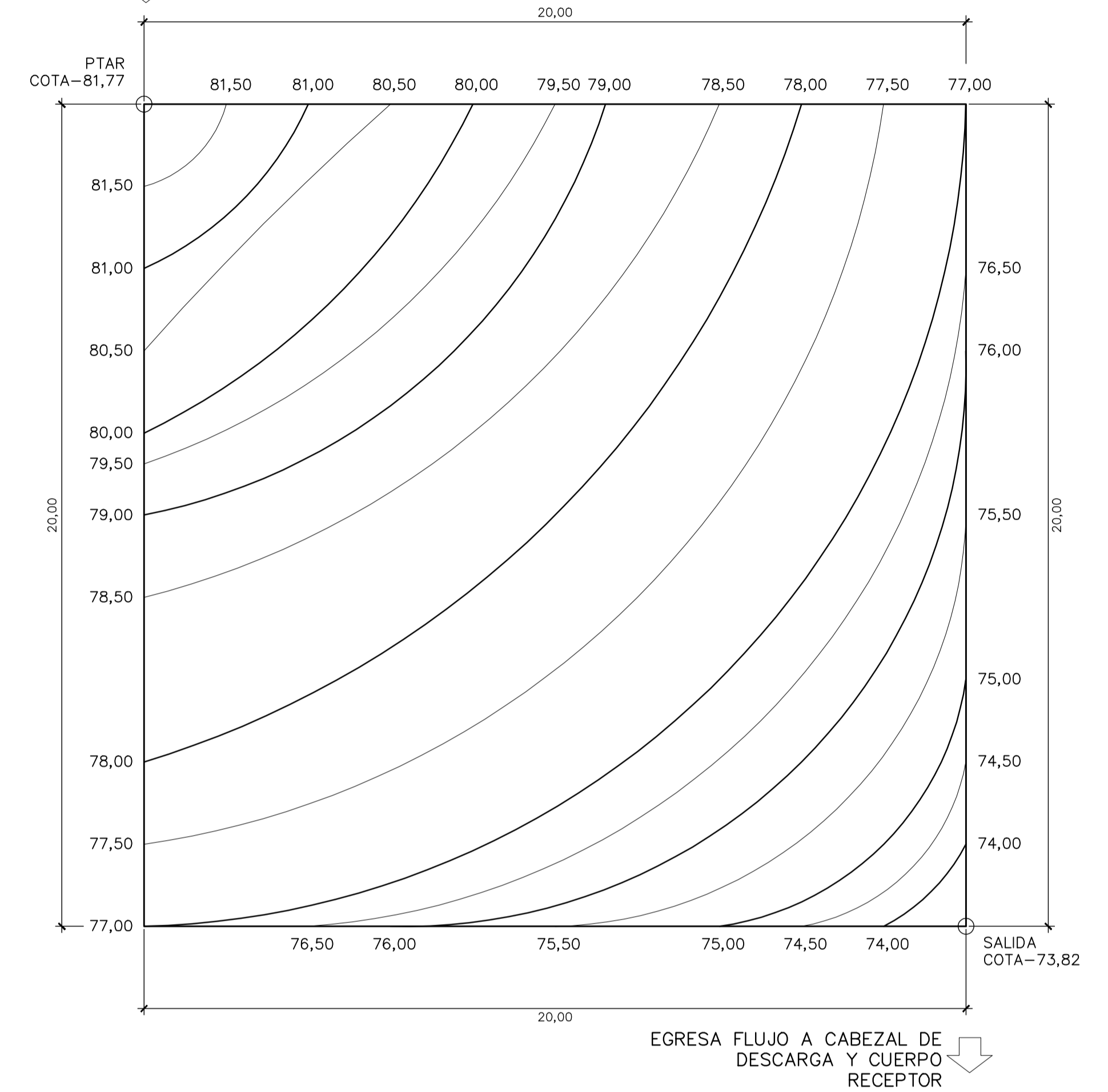
NOTA:

PARA COLECTORES MAYORES DE 900 mm DE DIAMETRO O COLECTORES DE OTRO TIPO DE SECCION CUYA PROTECCION HORIZONTAL SEA MAYOR DE 900 mm. EL VALOR MINIMO DE "X" SERA DE 0.10 mm.  
PARA COLECTORES MENORES DE 900 mm. DE DIAMETRO LA LONGITUD "Y" SERA DE 1.00 mm.

MAMPOSTERIA DE PIEDRA BOLA  
100% DEL VOLUMEN = PIEDRA BOLA (2" MINIMO)  
30% DEL VOLUMEN = MORTERO DE JUNTA

MORTERO DE JUNTA  
CEMENTO + ARENA DE RIO = PROP. 1:3

INGRESO DE FLUJO A PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



CURVAS DE NIVEL PREDIO PARA PTAR

SIN ESCALA

CABEZAL DE DESCARGA

SIN ESCALA

PROYECTO:

RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA GUAXPAC, TACTIC, A.V.

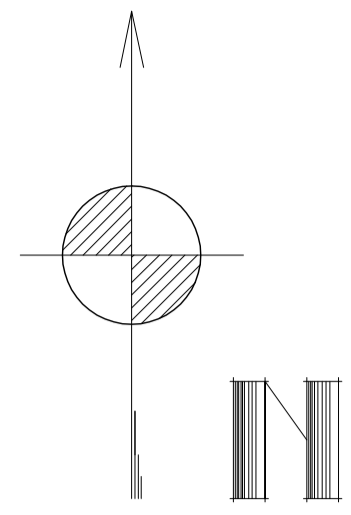
DIBUJO:	OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK
DISENO:	OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK
CALCULO:	OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK
FECHA:	OCTUBRE 2012



CABEZAL DE DESCARGA Y CURVAS DE NIVEL PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

FACULTAD DE INGENIERIA – UNIDAD DE E.P.S.

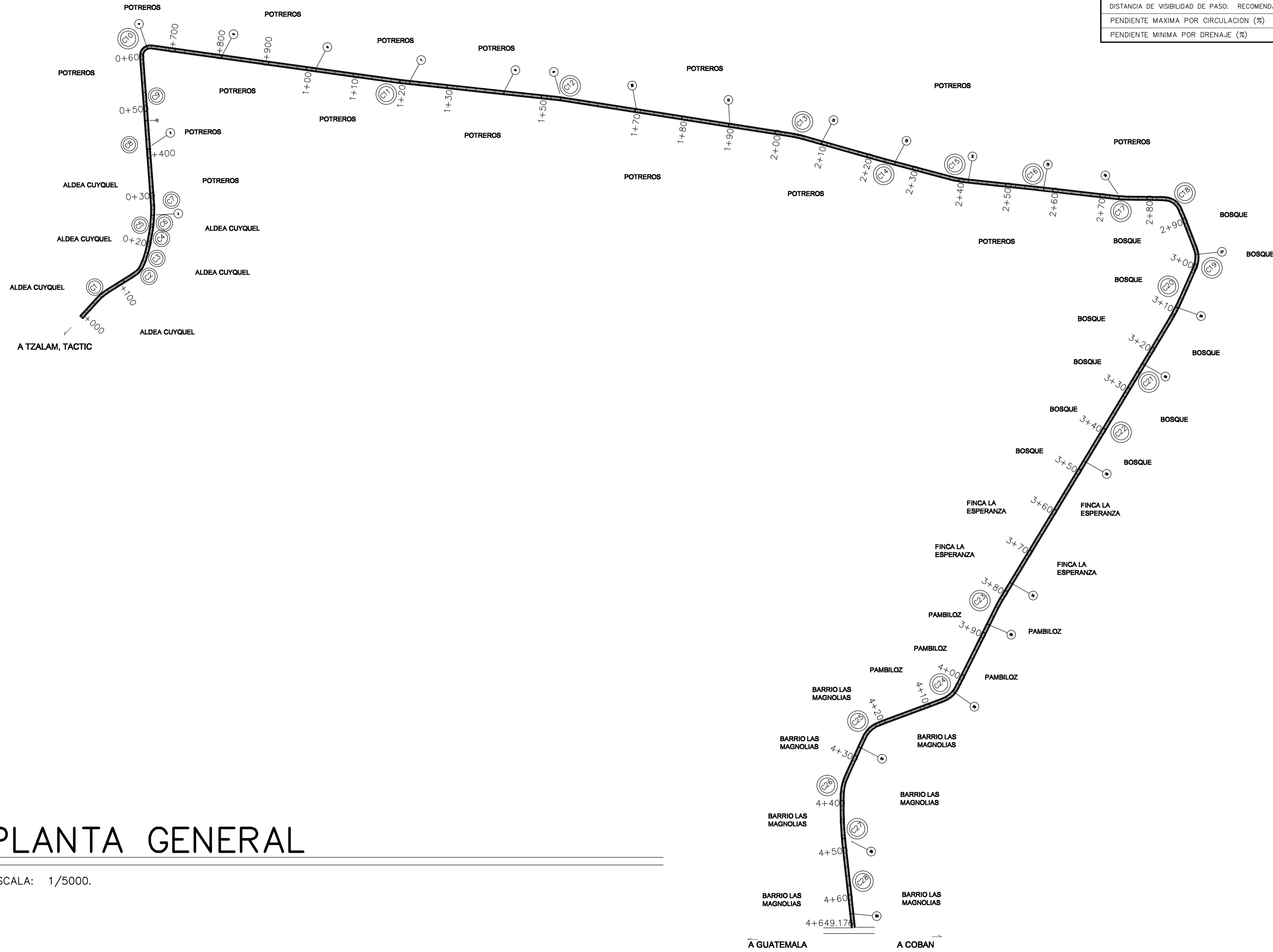
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



NOMENCLATURA			
—	PRELIMINAR	—	TRANSVERSAL PLANTA
—	CARRETERA	—	TRANSVERSAL PERFIL
0+000	ESTACIONAMIENTO O CAMINAMIENTO	—	Nº DE TRANSVERSAL (PLANTA)
⊙	INDICA CURVA HORIZONTAL	—	COTA DE TERRENO
⊙	ESPIRAL DE TRANSICIÓN	—	ESTACIÓN TOPOGRAFICA

PARAMETROS DE DISEÑO	
TRAFICO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)	0 A 100
VELOCIDAD DE DISEÑO (kms/h)	20
ANCHO DE CALZADA (m)	5,50
ANCHO DE TERRACERIA: CORTE (m)	9,50
ANCHO DE TERRACERIA: RELLENO (m)	8,50
DERECHO DE VIA (m)	15
RADIO MINIMO (m)	18
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: MINIMA (m)	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: RECOMENDADA (m)	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: MINIMA (m)	50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: RECOMENDADA (m)	100
PENDIENTE MAXIMA POR CIRCULACION (%)	14
PENDIENTE MINIMA POR DRENAJE (%)	0,5

EST.	P.O.	CAMINAMIENTO	COTA
	1	0+00	1 000,00
1	2	0+39,80	999,90
2	3	0+64,80	999,86
3	4	0+84,30	999,83
4	5	0+137,00	999,80
5	6	0+160,40	999,76
6	7	0+195,80	999,73
7	8	0+228,30	997,23
8	9	0+256,90	995,38
9	10	0+267,90	991,79
10	11	0+277,90	989,90
11	12	0+298,40	985,31
12	13	0+420,50	981,926
13	14	0+513,50	979,15
14	15	0+640,40	977,53
15	16	0+766,70	981,44
16	17	0+936,20	985,82
17	18	1+086,90	989,61
18	19	1+191,20	990,60
19	20	1+352,45	987,469
20	21	1+536,70	970,99
21	22	1+731,45	945,70
22	23	1+879,70	927,18
23	24	2+040,80	909,18
24	25	2+229,89	908,99
25	26	2+390,63	908,90
26	27	2+560,88	908,98
27	28	2+740,38	908,86
28	29	2+854,84	911,10
29	30	2+988,98	920,96
30	31	3+108,70	913,98
31	32	3+263,22	898,03
32	33	3+401,60	880,03
33	34	3+533,32	880,02
34	35	3+658,52	881,80
35	36	3+712,72	894,02
36	37	3+832,37	903,01
37	38	3+941,81	904,43
38	39	4+052,44	904,41
39	40	4+106,94	904,28
40	41	4+241,12	896,74
41	42	4+376,91	888,13
42	43	4+466,95	881,88
43	44	4+587,05	875,15
44	45	4+677,05	875,12

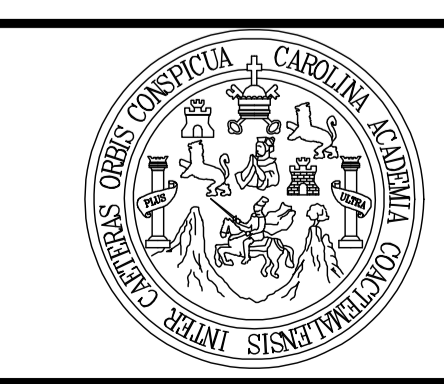


# PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/5000.

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL - CUYQUEL, TACTIC, A.V.**

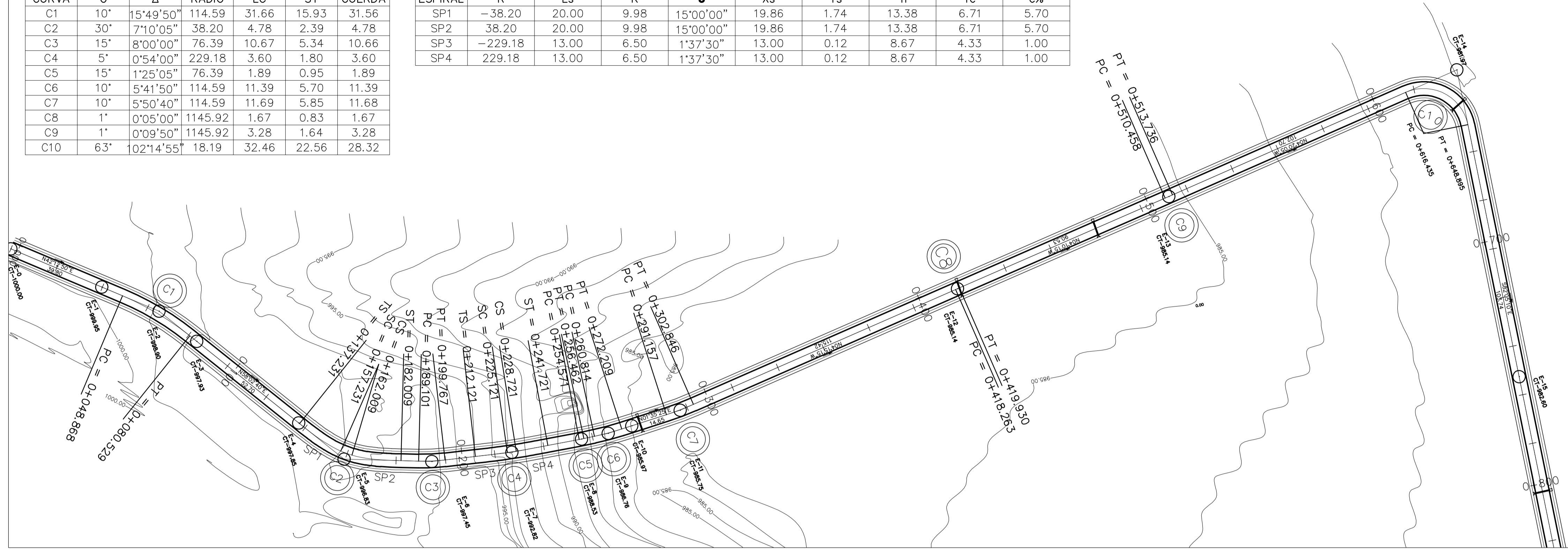
DIBUJO: OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK  
 DISEÑO: OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK  
 CALCULO: OTTO ERIWN CHAVARRIA NOACK  
 FECHA: OCTUBRE 2012



**PLANTA GENERAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA – UNIDAD DE E.P.S.  
 1  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

CURVA	G	$\Delta$	RADIO	LC	ST	CUERDA
C1	10°	15'49"50"	114.59	31.66	15.93	31.56
C2	30°	7'10"05"	38.20	4.78	2.39	4.78
C3	15°	8'00"00"	76.39	10.67	5.34	10.66
C4	5°	0'54"00"	229.18	3.60	1.80	3.60
C5	15°	1'25"05"	76.39	1.89	0.95	1.89
C6	10°	5'41"50"	114.59	11.39	5.70	11.39
C7	10°	5'50"40"	114.59	11.69	5.85	11.68
C8	1°	0'05"00"	1145.92	1.67	0.83	1.67
C9	1°	0'09"50"	1145.92	3.28	1.64	3.28
C10	63°	102'14"55"	18.19	32.46	22.56	28.32

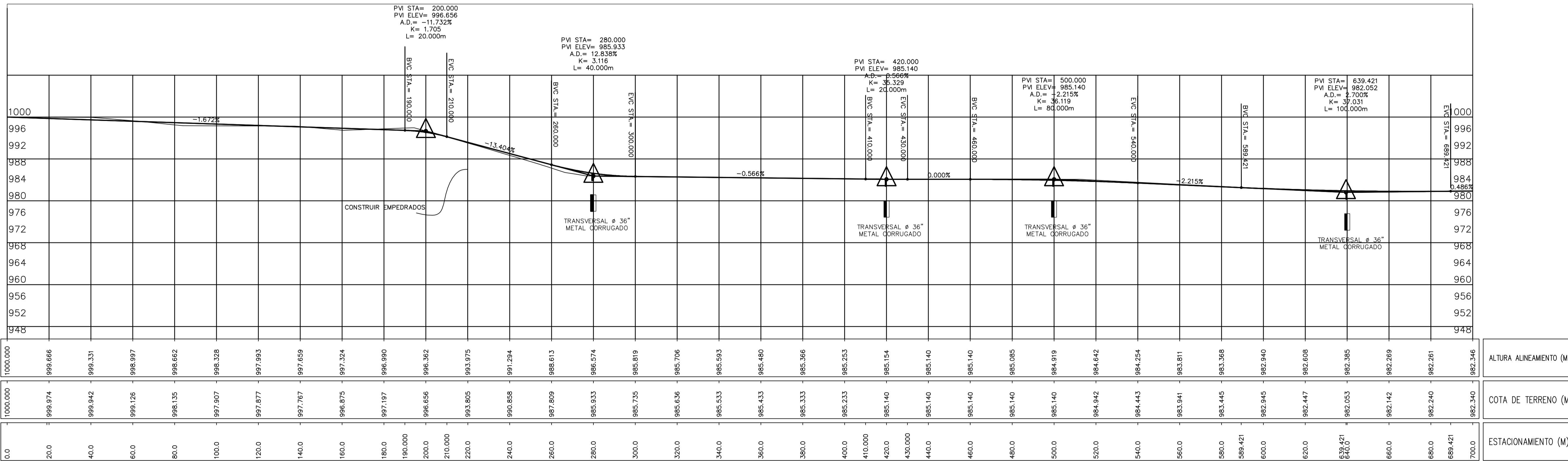
ESPIRAL	R	Ls	K	$\bullet$	Xs	Ys	Tl	Tc	e%
SP1	-38.20	20.00	9.98	15°00'00"	19.86	1.74	13.38	6.71	5.70
SP2	38.20	20.00	9.98	15°00'00"	19.86	1.74	13.38	6.71	5.70
SP3	-229.18	13.00	6.50	1°37'30"	13.00	0.12	8.67	4.33	1.00
SP4	229.18	13.00	6.50	1°37'30"	13.00	0.12	8.67	4.33	1.00



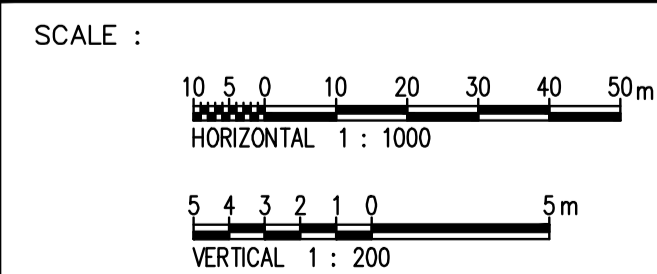
	PRELIMINAR		TRANSVERSAL PLANTA
	CARRETERA		TRANSVERSAL PERFIL
	ESTACIONAMIENTO 0		PIV - PIV INTERSECCION VERTICAL
	SMBARRAMIENTO		COTA DE TERRENO
	INDICA CURVA HORIZONTAL No CT		ESTACION DE TOPOGRAFIA
	ESPIRAL DE TRANSICION		

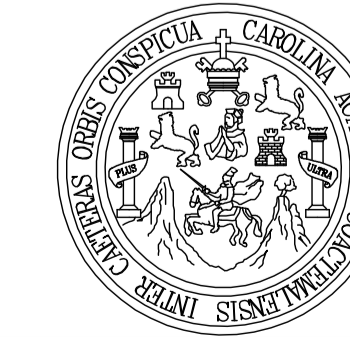
TRAFICO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)	0 A 100
VELOCIDAD DE DISEÑO (kms/h)	20
ANCHO DE CALZADA (m)	5.50
ANCHO DE TERRACERA: CORTE (m)	9.50
ANCHO DE TERRACERA: RELLENO (m)	8.50
DECRECHO DE VA (m)	15
RADIO MINIMO (m)	18
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: MINIMA (m)	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: RECOMENDADA (m)	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: MINIMA (m)	50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: RECOMENDADA (m)	100
PENDIENTE MAXIMA POR CIRCULACION (%)	14
PENDIENTE MINIMA POR DRENAJE (%)	0.5



PROYECTO:  
**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**



DIBUJO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
OCTUBRE 2012.

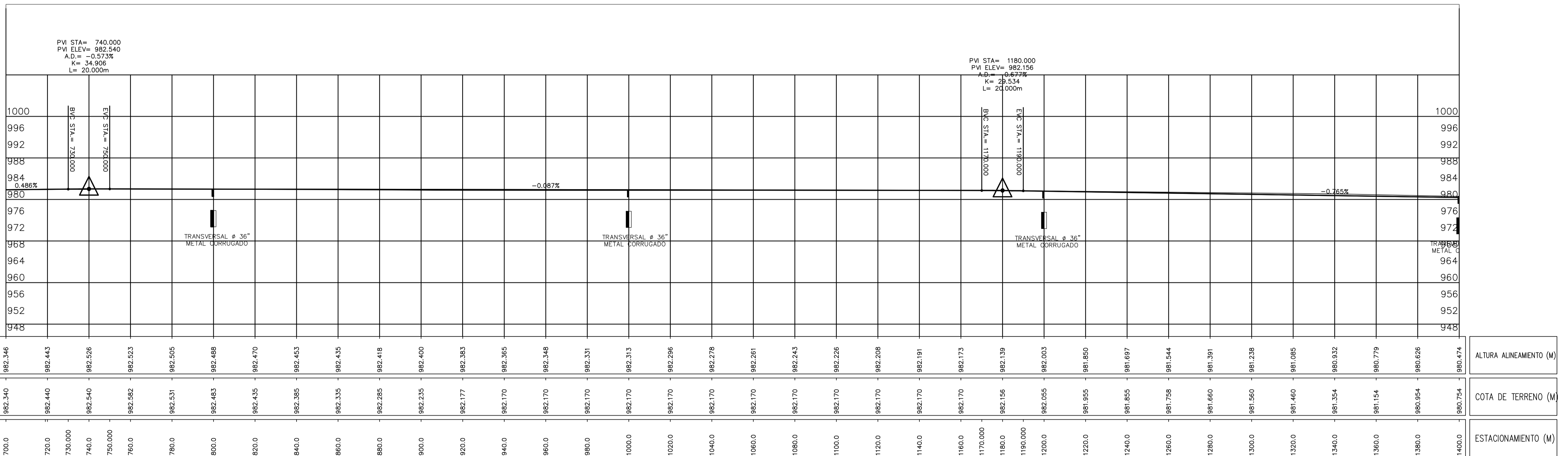
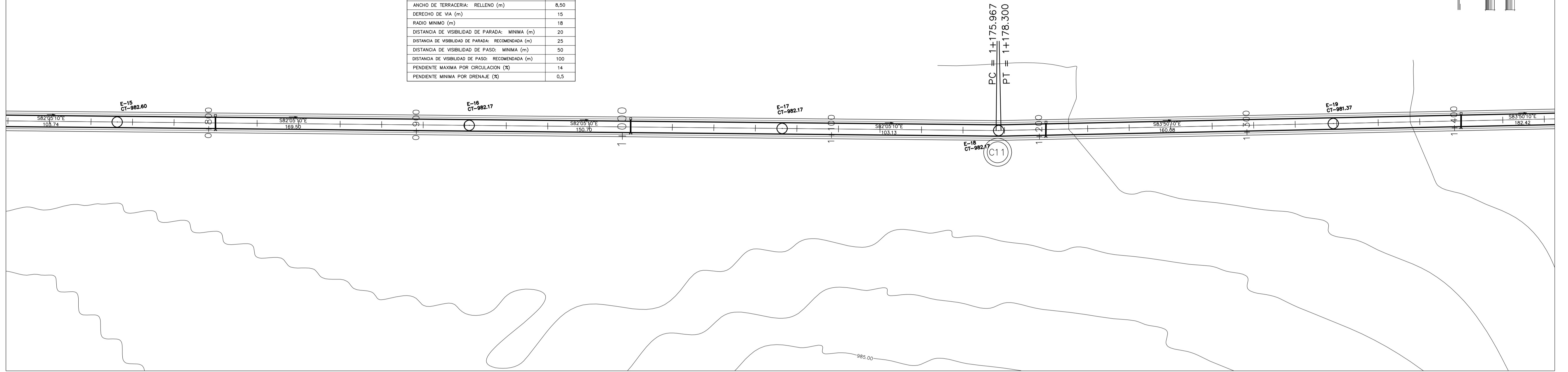
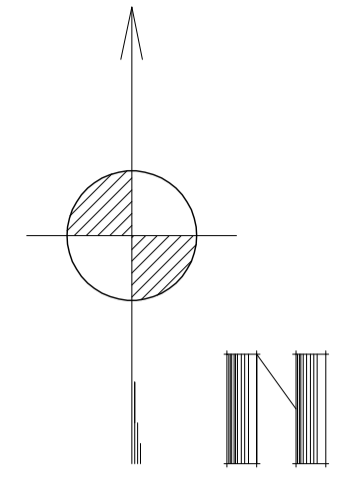


PLANTA - PERFIL TRAMO 0+000 A 0+700  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

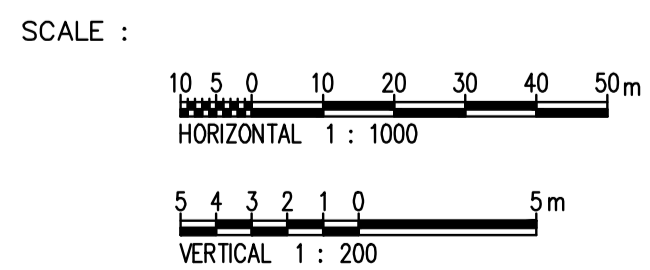
TABLAS DE CURVAS						
CURVA	G	Δ	RADIO	LC	ST	CUERDA
C11	15°	1°45'00"	76.39	2.33	1.17	2.33

NOMENCLATURA	
—	PRELIMINAR
—	CARRETERA
—	ESTACIONAMIENTO '0'
—	CAMINAMIENTO
—	INDICA CURVA HORIZONTAL N.º
—	ESPIRAL DE TRANSICIÓN
—	TRANSVERSAL PLANTA
—	TRANSVERSAL PERFIL
—	PVI - PIV. INTERSECCION VERTICAL
—	COTA DE TERRENO
—	ESTACION DE TOPOGRAFIA

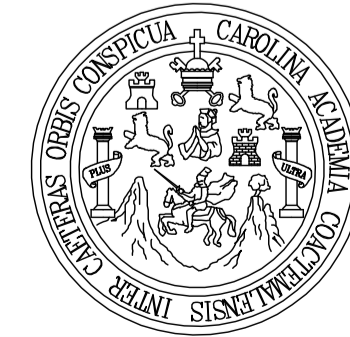
PARAMETROS DE DISEÑO	
TRAFICO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)	0 A 100
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	20
ANCHO DE CALZADA (m)	5,50
ANCHO DE TERRACERA: CORTE (m)	9,50
ANCHO DE TERRACERA: RELLENO (m)	8,50
DERECHO DE VIA (m)	15
RADIO MINIMO (m)	18
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: MINIMA (m)	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: RECOMENDADA (m)	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: MINIMA (m)	50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: RECOMENDADA (m)	100
PENDIENTE MAXIMA POR CIRCULACION (R)	14
PENDIENTE MINIMA POR DRENAJE (S)	0,5



PROYECTO:  
**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**



DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



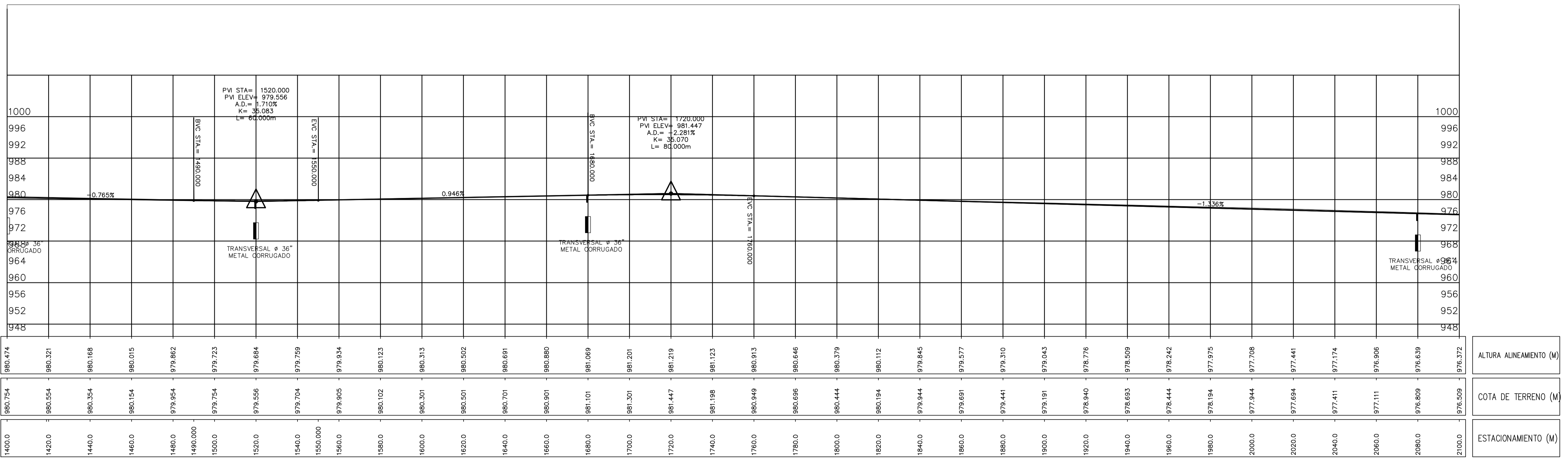
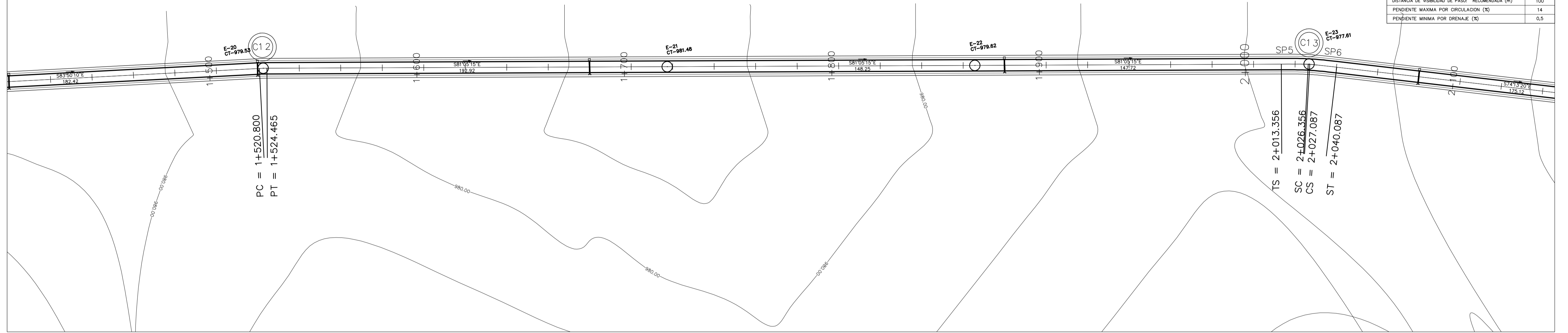
PLANTA - PERFIL TRAMO 0+700 A 1+400  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

CURVA	G	Δ	RADIO	LC	ST	CUERDA
C12	15°	2°44'55"	76.39	3.66	1.83	3.66
C13	10°	0°21'55"	114.59	0.73	0.37	0.73

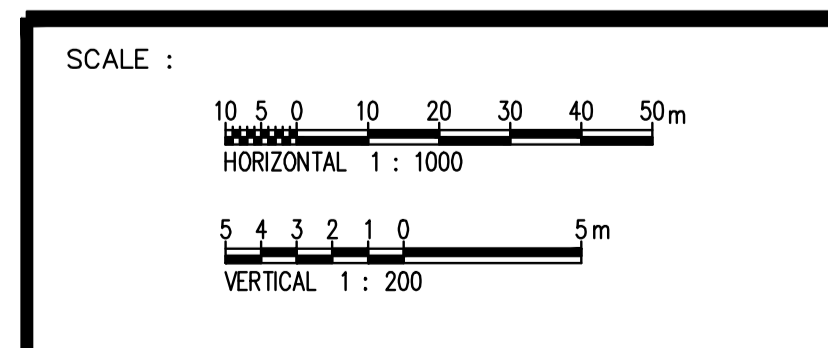
ESPIRAL	R	Ls	K	●	Xs	Ys	Tl	Tc	e%
SP5	114.59	13.00	6.50	3°15'00"	13.00	0.25	8.67	4.33	1.90
SP6	-114.59	13.00	6.50	3°15'00"	13.00	0.25	8.67	4.33	1.90

PRELIMINAR	TRANSVERSAL PLANTA
CARRETERA	TRANSVERSAL PERFIL
ESTACIONAMIENTO 0	PVI = PIV. INTERSECCION VERTICAL
CAMBIA MIENTO	▲
INDICA CURVA HORIZONTAL No. CT	COTA DE TERRENO
ESPIRAL DE TRANSICION	ESTACION DE TOPOGRAFIA

TRAFICO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)	0 A 100
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	20
ANCHO DE CALZADA (m)	5.50
ANCHO DE TERRACERA: CORTE (m)	5.50
ANCHO DE TERRACERA: RELLENO (m)	8.50
DERECHO DE VIA (m)	15
RADIO MINIMO (m)	18
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: MINIMA (m)	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: RECOMENDADA (m)	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: MINIMA (m)	50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: RECOMENDADA (m)	100
PENDIENTE MAXIMA POR CIRCULACION (%)	14
PENDIENTE MINIMA POR DRENAJE (%)	0.5



PROYECTO:  
**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 – CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**

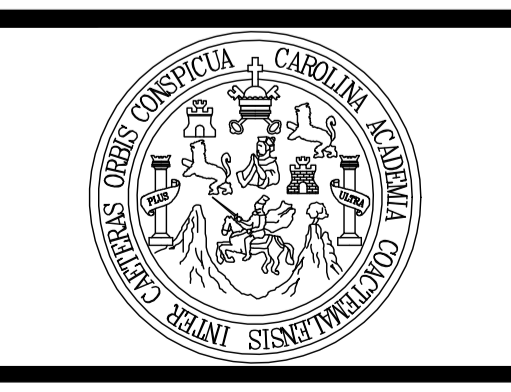


DIBUJO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

DISEÑO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

CALCULO:  
OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

FECHA:  
OCTUBRE 2012.



PLANTA – PERFIL TRAMO 1+400 A 2+100

FACULTAD DE INGENIERIA – UNIDAD DE EPS

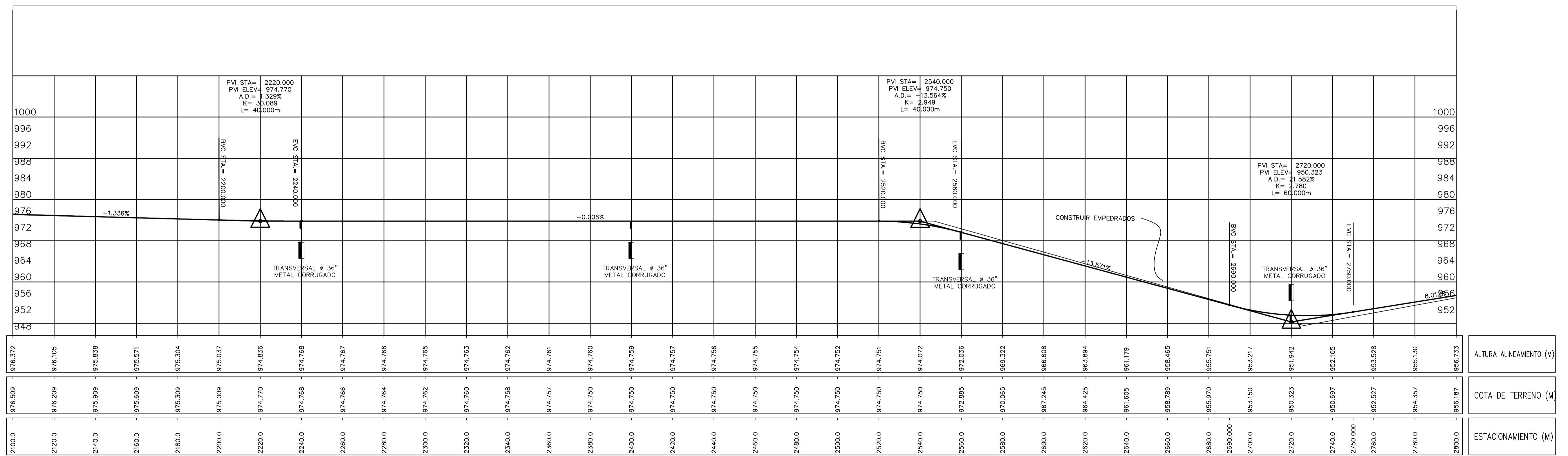
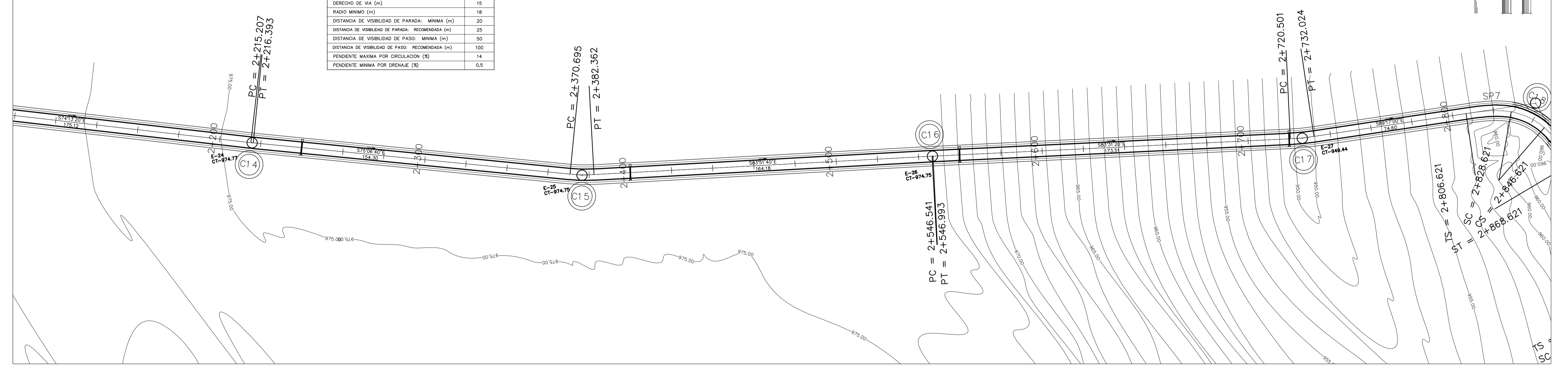
ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

NOMENCLATURA	
PRELIMINAR	TRANSVERSAL PLANTA
CARRETERA	TRANSVERSAL PERFIL
ESTACIONAMIENTO 0	PVI - PTO INTERSECCION VERTICAL
INDICA CURVA HORIZONTAL No	CT - COTA DE TERRENO
ESPIRAL DE TRANSICION	ESTACION DE TOPOGRAFIA

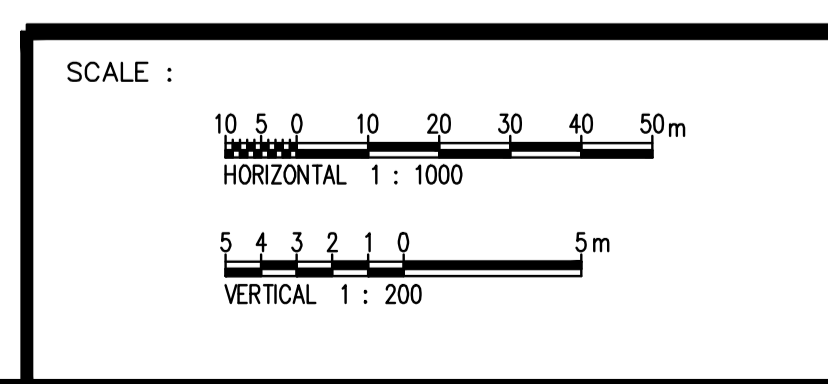
PARAMETROS DE DISEÑO	
TRAFICO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)	0 A 100
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	20
ANCHO DE CALZADA (m)	5,50
ANCHO DE TERRACERIA: CORTE (m)	9,50
ANCHO DE TERRACERIA: RELLENO (m)	8,50
DESECHO DE VA (m)	15
RADIO MINIMO (m)	18
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: MINIMA (m)	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: RECOMENDADA (m)	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: MINIMA (m)	50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: RECOMENDADA (m)	100
PENDIENTE MAXIMA POR CIRCULACION (%)	14
PENDIENTE MINIMA POR DRENAJE (%)	0,5

TABLAS DE CURVAS						
CURVA	G	Δ	RADIO	LC	ST	CUERDA
C14	15°	0°53'20"	76.39	1.19	0.59	1.19
C15	15°	8°45'00"	76.39	11.67	5.84	11.66
C16	15°	0°20'20"	76.39	0.45	0.23	0.45
C17	10°	5°45'40"	114.59	11.52	5.77	11.52
C18	34°	30°36'00"	33.70	18.00	9.22	17.79

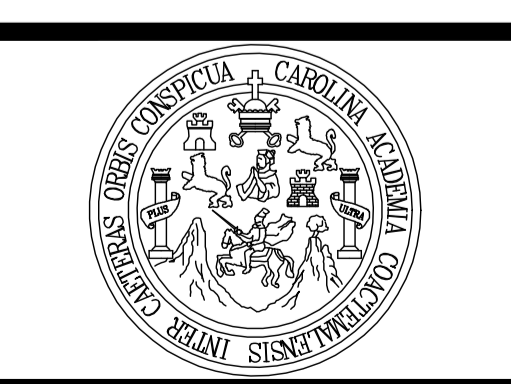
TABLA DE ESPIRALES									
ESPIRAL	R	Ls	K	●	Xs	Ys	Tl	Tc	e%
SP7	33.70	22.00	10.96	18°42'00"	21.77	2.38	14.75	7.41	5.60
SP8	-33.70	22.00	10.96	18°42'00"	21.77	2.38	14.75	7.41	5.60



PROYECTO:  
**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**



DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



PLANTA - PERFIL TRAMO 2+100 A 2+800  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



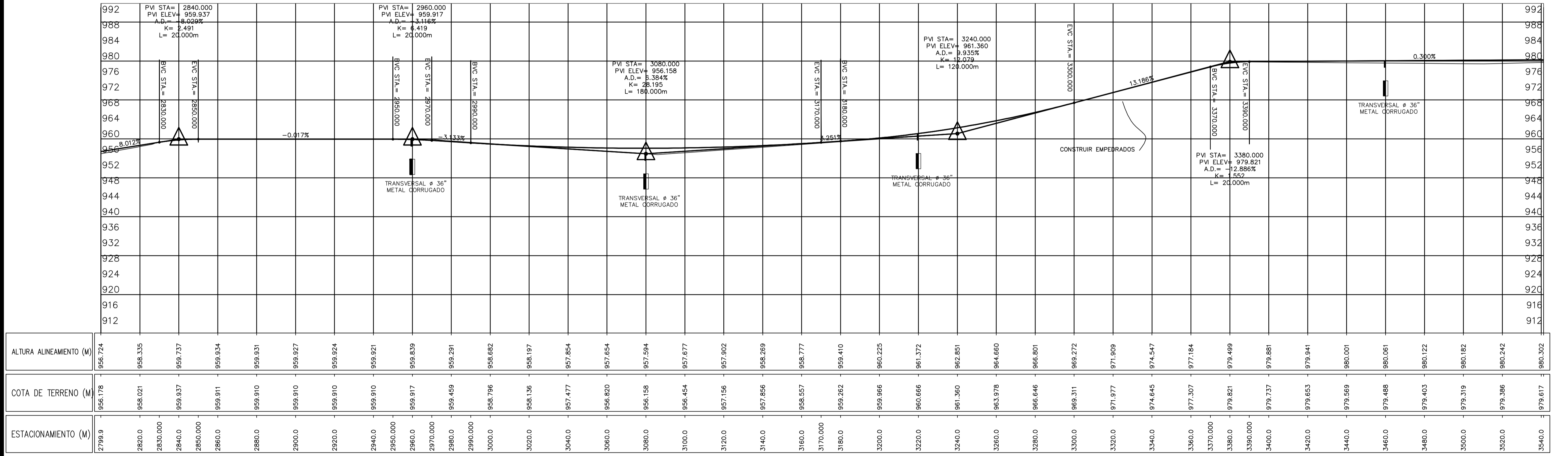
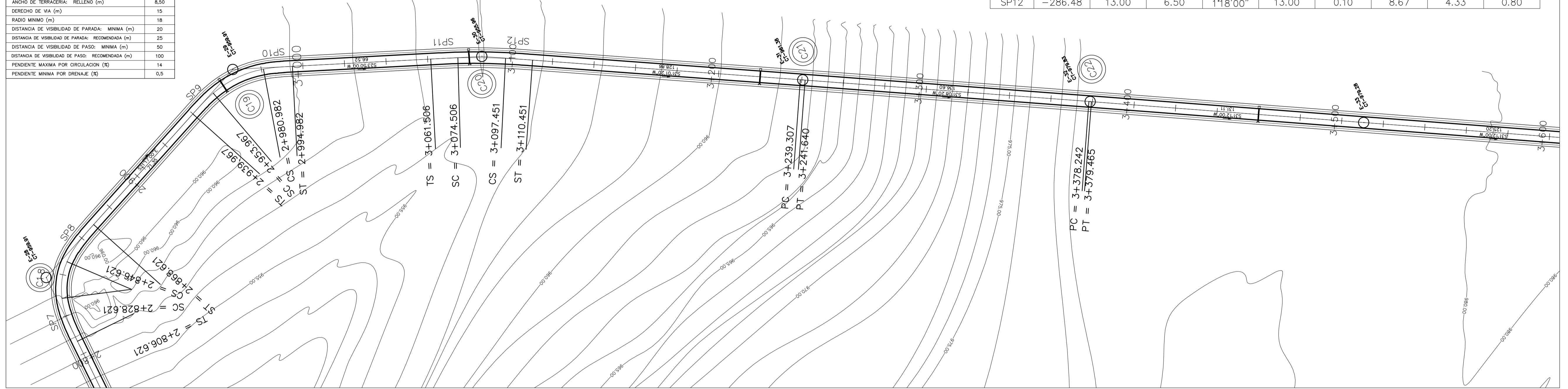
NOMENCLATURA	
—	PRELIMINAR
—	CARRETERA
+	ESTACIONAMIENTO D
+	ESTACIONAMIENTO
+	INDICA CURVA HORIZONTAL No
+	ESTACION DE TOPOGRAFIA
—	TRANSVERSAL PLANTA
—	TRANSVERSAL PERFIL
+	PVI - PIV. INTERSECCION VERTICAL
+	COTA DE TERRENO

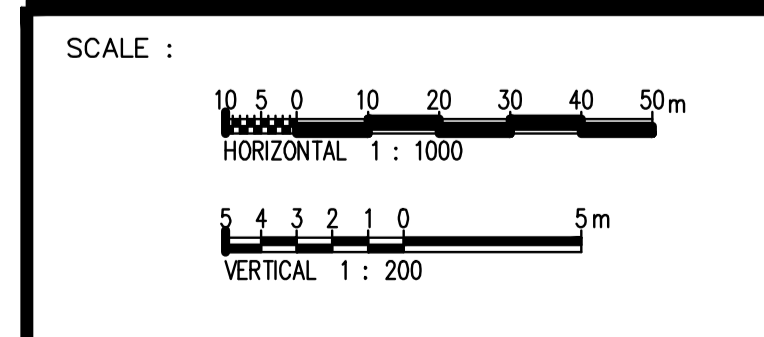
PARAMETROS DE DISEÑO	
TRAFICO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)	0 A 100
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	20
ANCHO DE CALZADA (m)	5.50
ANCHO DE TERRACERAS: CORTE (m)	9.50
ANCHO DE TERRACERAS: RELLENO (m)	8.50
DERECHO DE VIA (m)	15
RADIO MINIMO (m)	18
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: MINIMA (m)	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: RECOMENDADA (m)	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: MINIMA (m)	50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: RECOMENDADA (m)	100
PENDIENTE MAXIMA POR CIRCULACION (%)	14
PENDIENTE MINIMA POR DRENAJE (%)	0.5

CURVA	G	Δ	RADIO	LC	ST	CUERDA
C18	34°	30°36'00"	33.70	18.00	9.22	17.79
C19	22°	29°43'00"	52.09	27.02	13.82	26.71
C20	4°	4°35'20"	286.48	22.94	11.48	22.94
C21	1°	0°07'00"	1145.92	2.33	1.17	2.33
C22	1°	0°03'40"	1145.92	1.22	0.61	1.22

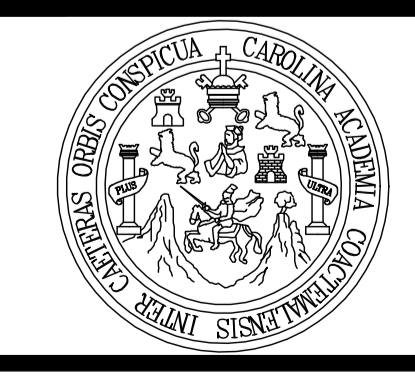
ESPIRAL	R	Ls	K	●	Xs	Ys	Tl	Tc	e%
SP7	33.70	22.00	10.96	18°42'00"	21.77	2.38	14.75	7.41	5.60
SP8	-33.70	22.00	10.96	18°42'00"	21.77	2.38	14.75	7.41	5.60
SP9	52.09	14.00	7.00	7°42'00"	13.97	0.63	9.34	4.67	3.90
SP10	-52.09	14.00	7.00	7°42'00"	13.97	0.63	9.34	4.67	3.90
SP11	286.48	13.00	6.50	1°18'00"	13.00	0.10	8.67	4.33	0.80
SP12	-286.48	13.00	6.50	1°18'00"	13.00	0.10	8.67	4.33	0.80



PROYECTO:  
**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**



DIBUJO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA: OCTUBRE 2012.



PLANTA - PERFIL TRAMO 2+800 A 3+500  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

**TABLAS DE CURVAS**

CURVA	G	Δ	RADIO	LC	ST	CUERDA
C23	10°	4°43'40"	114.59	9.46	4.73	9.45
C24	22°	27°45'25"	52.09	25.23	12.87	24.99
C25	23°	27°48'20"	49.82	24.18	12.33	23.94

**TABLA DE ESPIRALES**

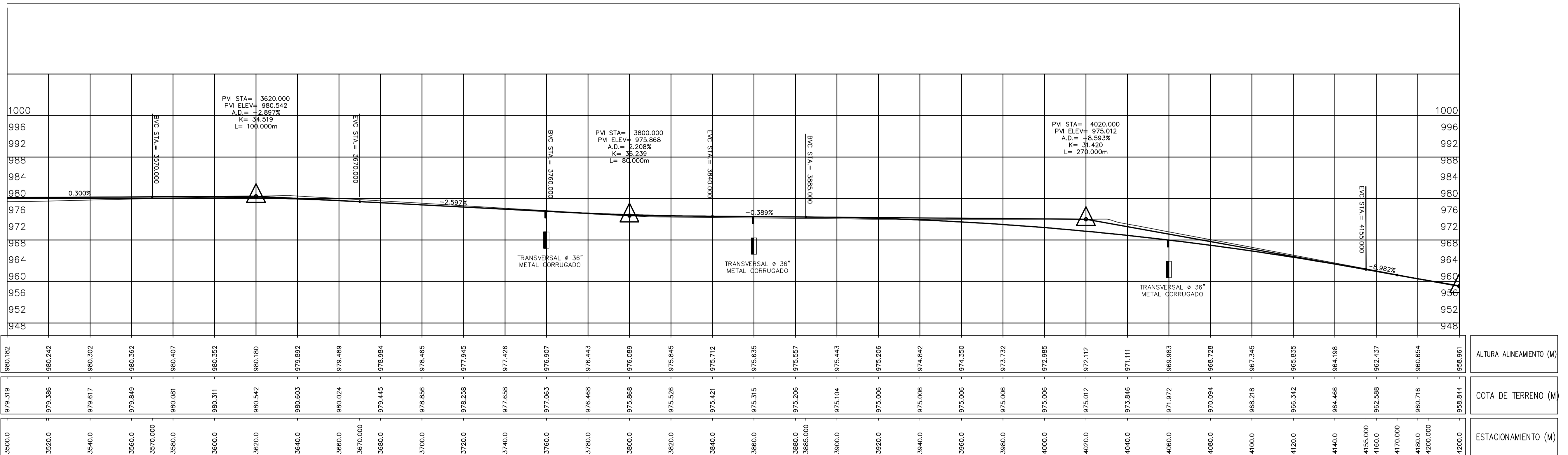
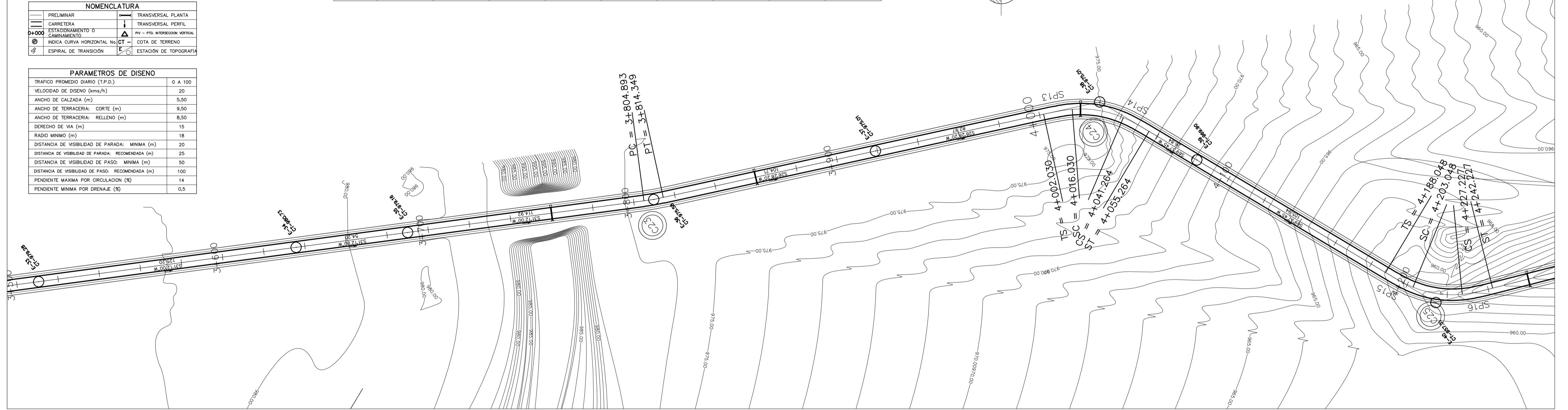
ESPIRAL	R	Ls	K	●	Xs	Ys	Tl	Tc	e%
SP13	52.09	14.00	7.00	7°42'00"	13.97	0.63	9.34	4.67	3.90
SP14	-52.09	14.00	7.00	7°42'00"	13.97	0.63	9.34	4.67	3.90
SP15	-49.82	15.00	7.49	8°37'30"	14.97	0.75	10.01	5.01	4.00
SP16	49.82	15.00	7.49	8°37'30"	14.97	0.75	10.01	5.01	4.00

**NOMENCLATURA**

PRELIMINAR	TRANSVERSAL PLANTA
CARRETERA	TRANSVERSAL PERFIL
ESTACIONAMIENTO 0	PVI - PIV. INTERSECCION VERTICAL
Δ	INDICA CURVA HORIZONTAL
CT	COTA DE TERRENO
ESPIRAL DE TRANSICION	ESTACION DE TOPOGRAFIA

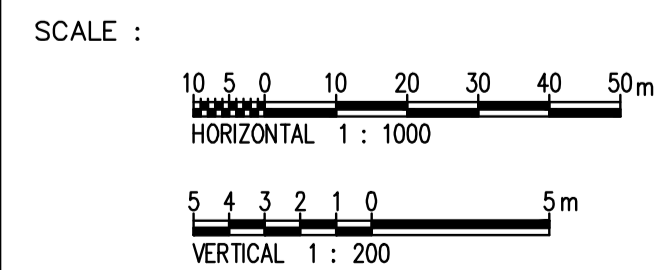
**PARAMETROS DE DISEÑO**

TRAFICO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)	0 A 100
VELOCIDAD DE DISEÑO (kms/h)	20
ANCHO DE CALZADA (m)	5,50
ANCHO DE TERRACERIA: CORTE (m)	9,50
ANCHO DE TERRACERIA: RELLENO (m)	8,50
DERECHO DE VIA (m)	15
RADIO MINIMO (m)	18
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: MINIMA (m)	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: RECOMENDADA (m)	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: MINIMA (m)	50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: RECOMENDADA (m)	100
PENDIENTE MAXIMA POR CIRCULACION (R)	14
PENDIENTE MINIMA POR DRENAJE (X)	0,5

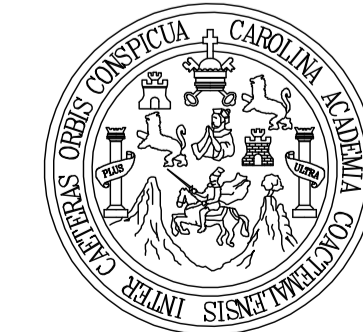


**PROYECTO:**

**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
- CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**



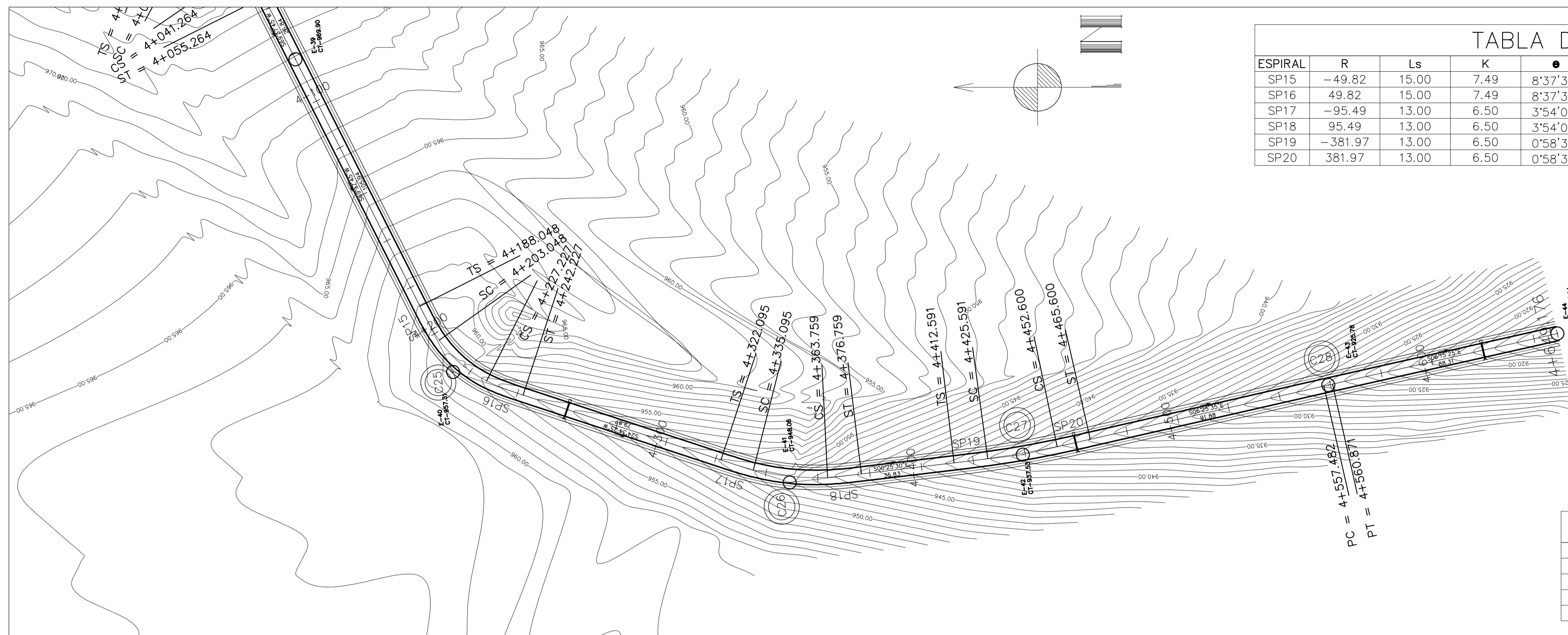
DIBUJO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
DISEÑO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
CALCULO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
FECHA: OCTUBRE 2012.



**PLANTA - PERFIL TRAMO 3+500 A 4+200**

**FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS**

ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



### TABLA DE ESPIRALES

ESPIRAL	R	Ls	K	●	Xs	Ys	Ti	Tc	e%
SP15	-49.82	15.00	7.49	8°37'30"	14.97	0.75	10.01	5.01	4.00
SP16	49.82	15.00	7.49	8°37'30"	14.97	0.75	10.01	5.01	4.00
SP17	-95.49	13.00	6.50	3°54'00"	12.99	0.29	8.67	4.34	2.20
SP18	95.49	13.00	6.50	3°54'00"	12.99	0.29	8.67	4.34	2.20
SP19	-381.97	13.00	6.50	0°58'30"	13.00	0.07	8.67	4.33	0.60
SP20	381.97	13.00	6.50	0°58'30"	13.00	0.07	8.67	4.33	0.60

#### NOMENCLATURA

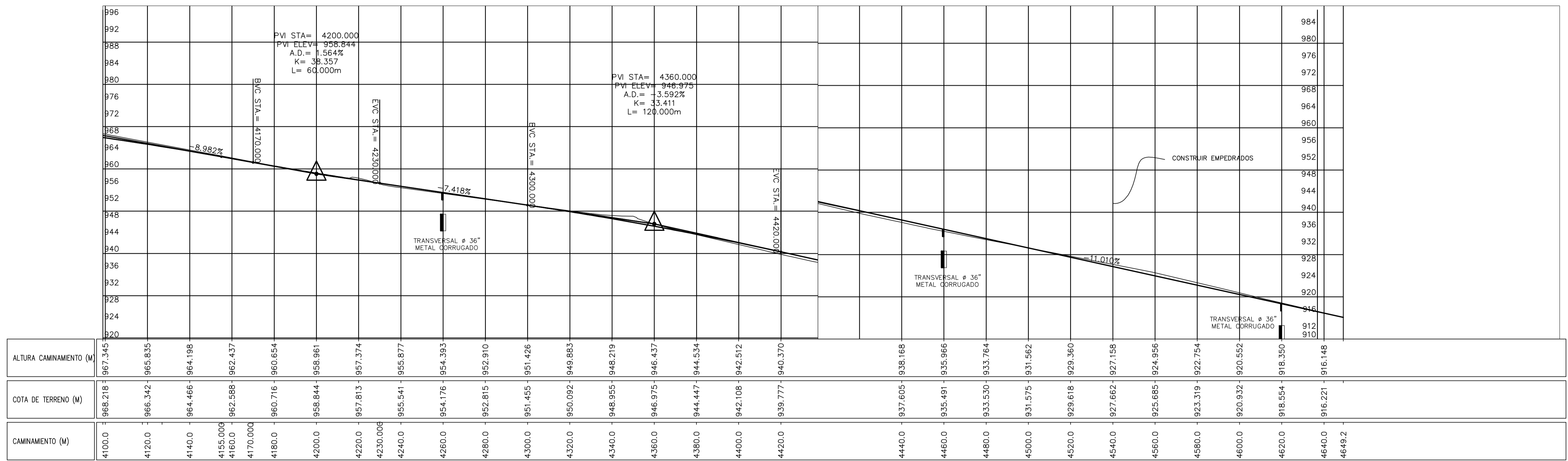
	PRELIMINAR		TRANSVERSAL PLANTA
	CARRETERA		TRANSVERSAL PERFIL
	ESTACIONAMIENTO 0+000		PV - PIV. VERTICAL
	INDICA CURVA HORIZONTAL No. CT		COTA DE TERRENO
	ESPIRAL DE TRANSICIÓN		ESTACION DE TOPOGRAFIA

#### PARAMETROS DE DISEÑO

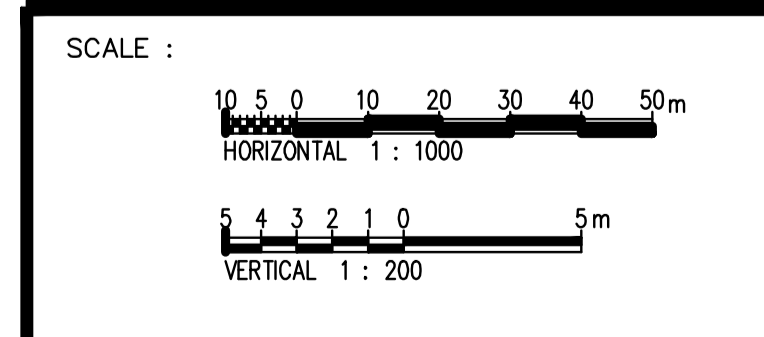
TRAFICO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)	0 A. 100
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	20
ANCHO DE CALZADA (m)	5.50
ANCHO DE TERRACERIA: CORTE (m)	9.50
ANCHO DE TERRACERIA: RELLENO (m)	8.50
DERECHO DE VIA (m)	15
RADIO MINIMO (m)	18
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: MINIMA (m)	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: RECOMENDADA (m)	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: MINIMA (m)	50
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO: RECOMENDADA (m)	100
PENDIENTE MAXIMA POR CIRCULACION (%)	14
PENDIENTE MINIMA POR DRENAJE (%)	0,5

### TABLAS DE CURVAS

CURVA	G	Δ	RADIO	LC	ST	CUERDA
C25	23°	27°48'20"	49.82	24.18	12.33	23.94
C26	12°	17°11'55"	95.49	28.66	14.44	28.56
C27	3°	4°03'05"	381.97	27.01	13.51	27.00
C28	1°	0°10'10"	1145.92	3.39	1.69	3.39



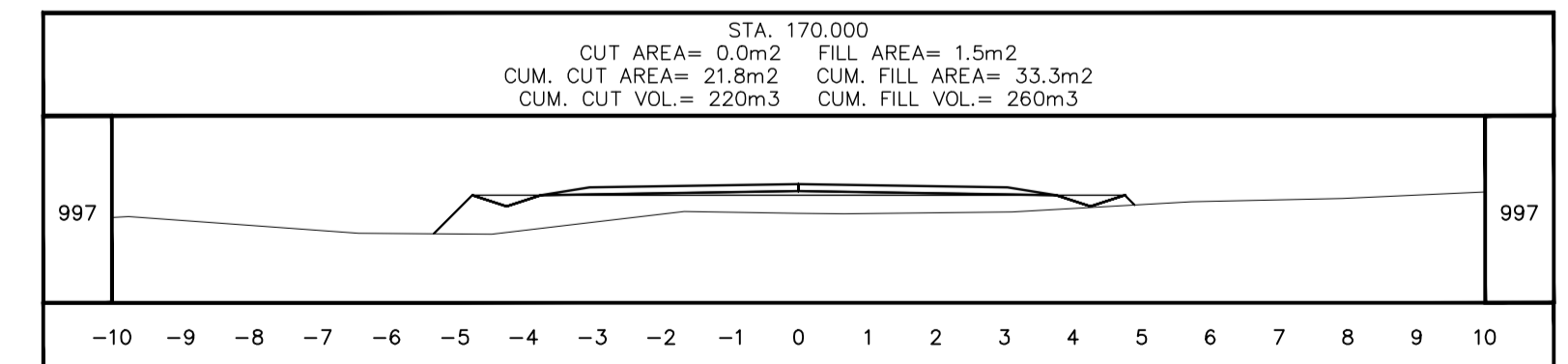
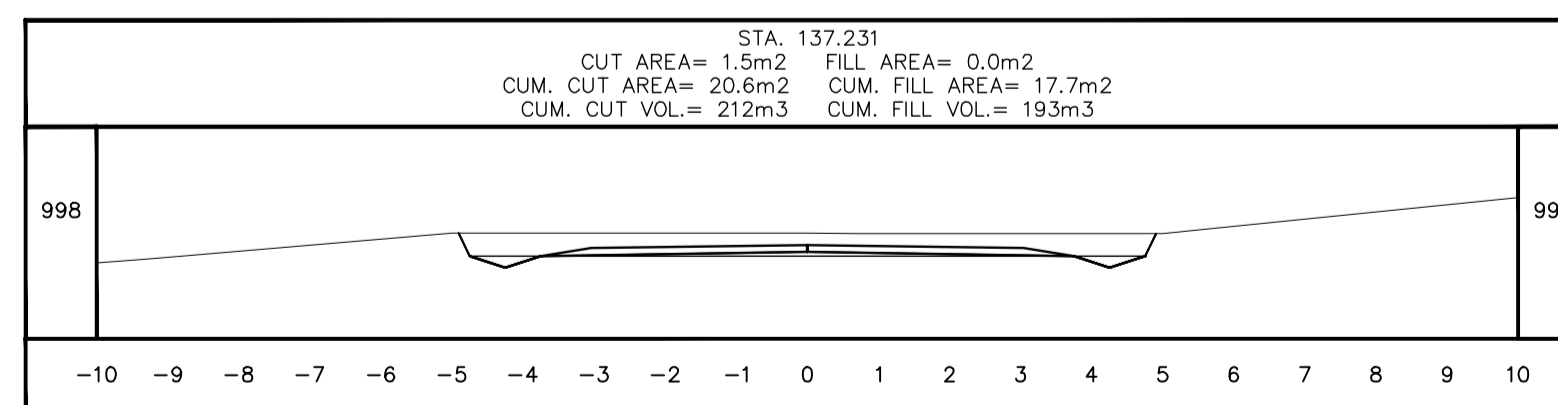
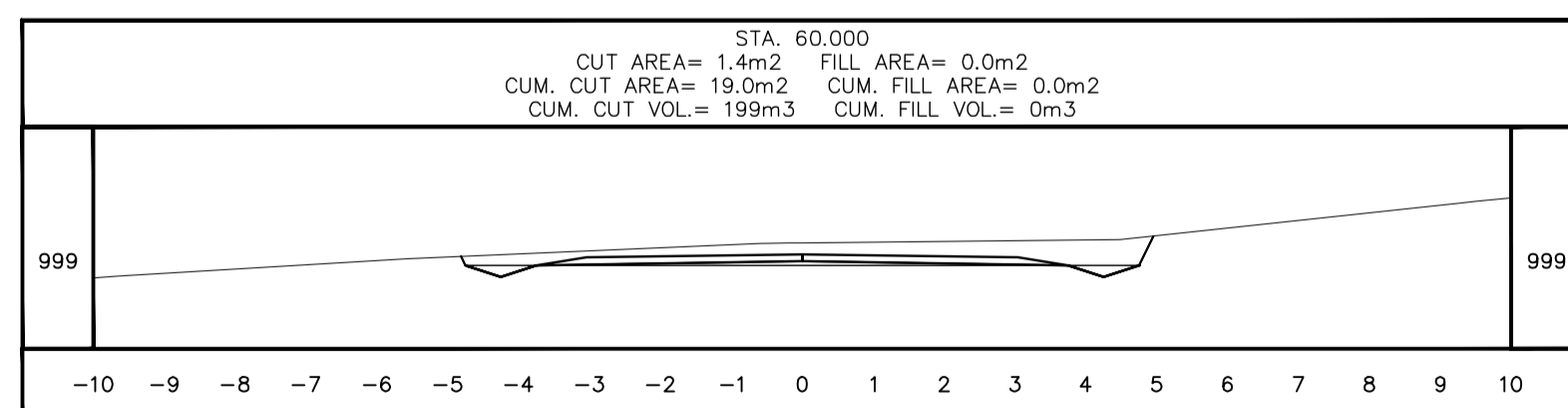
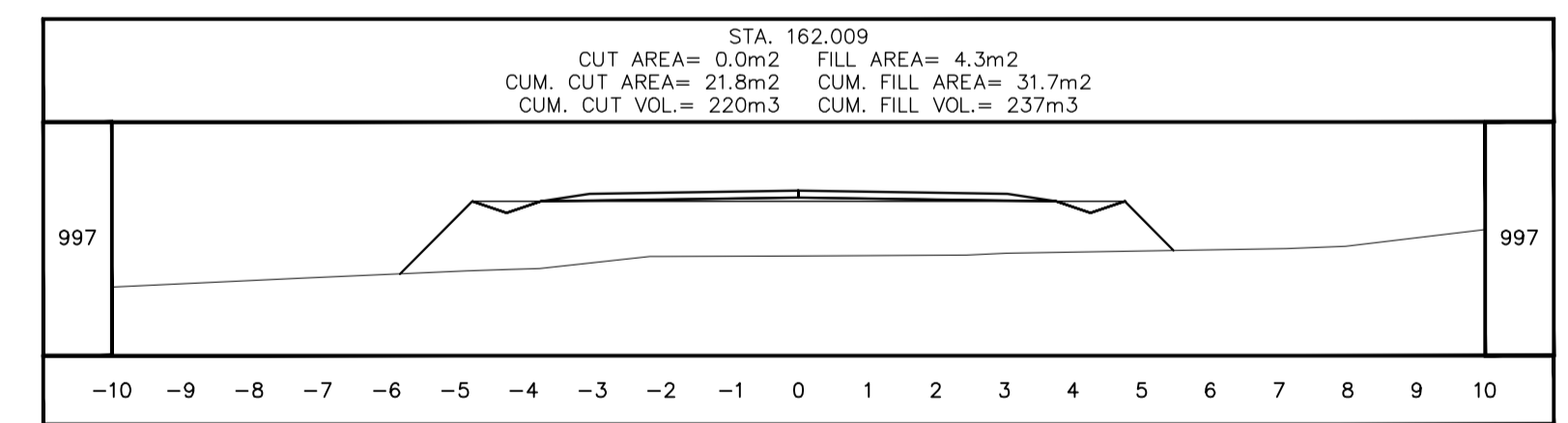
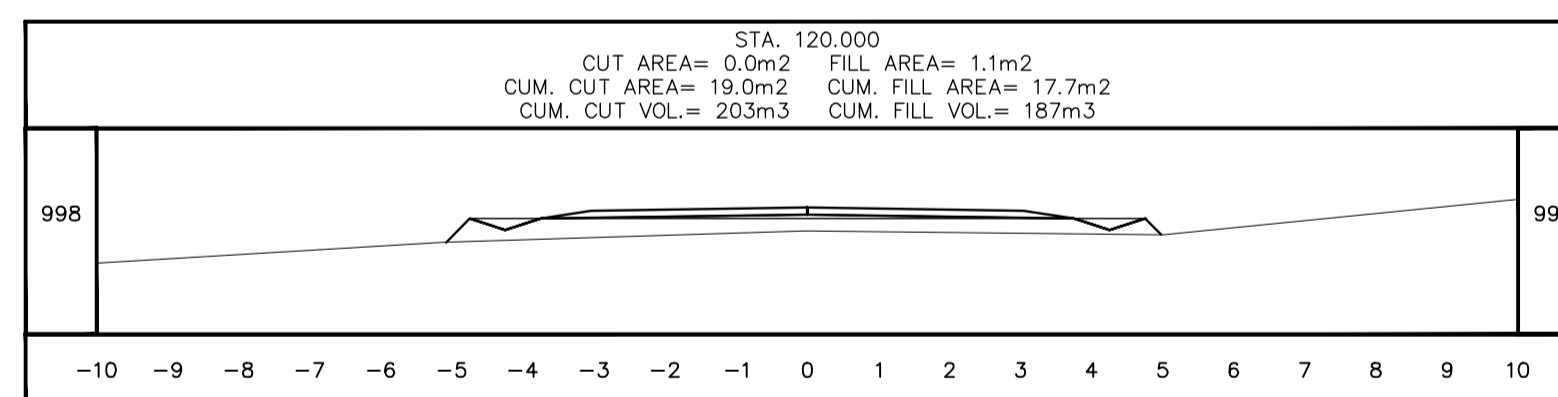
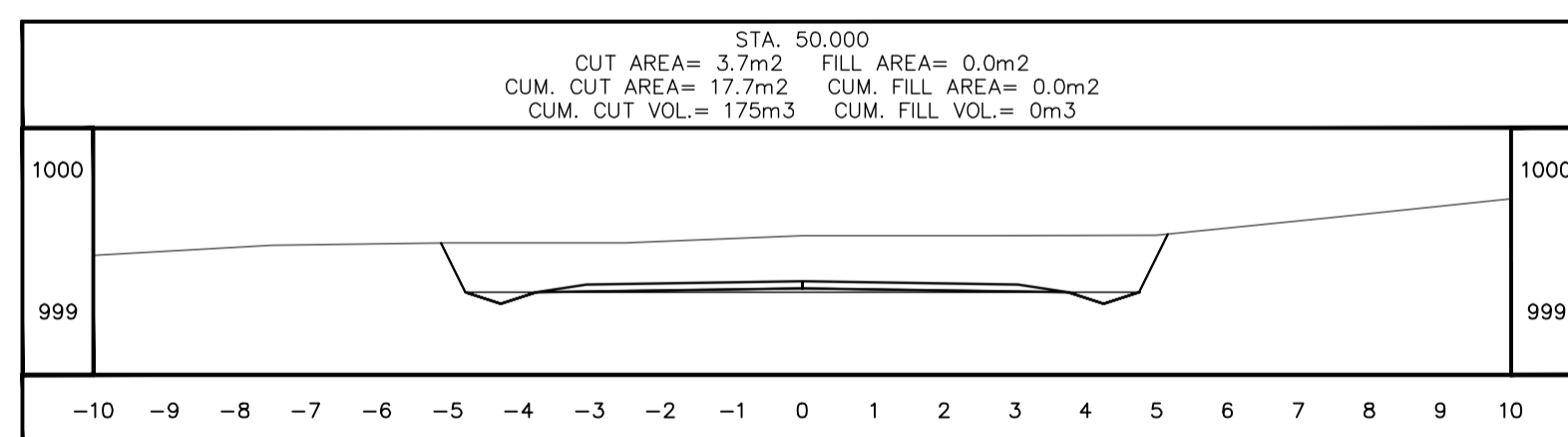
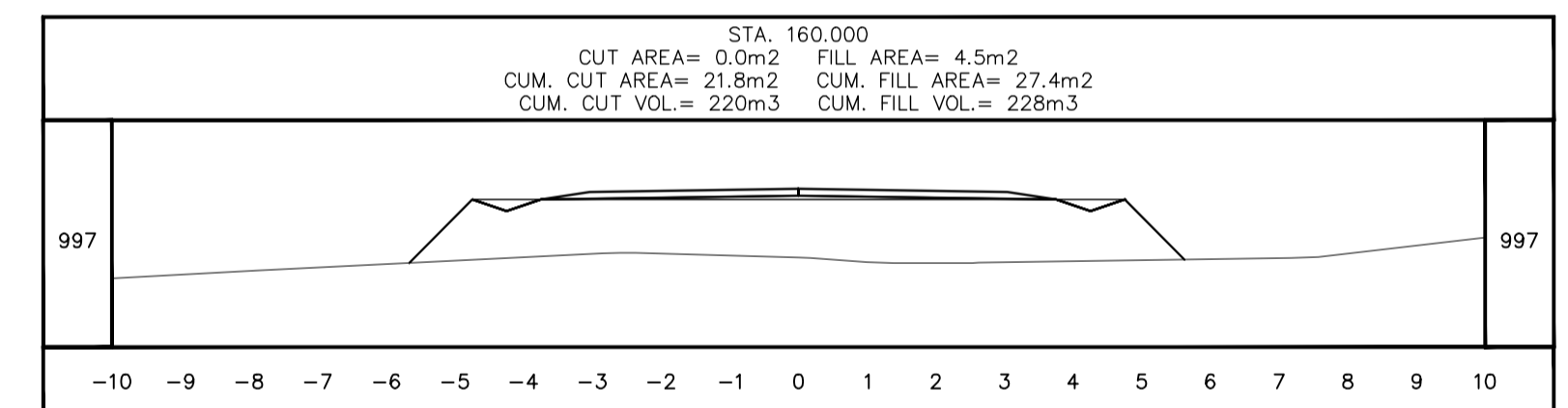
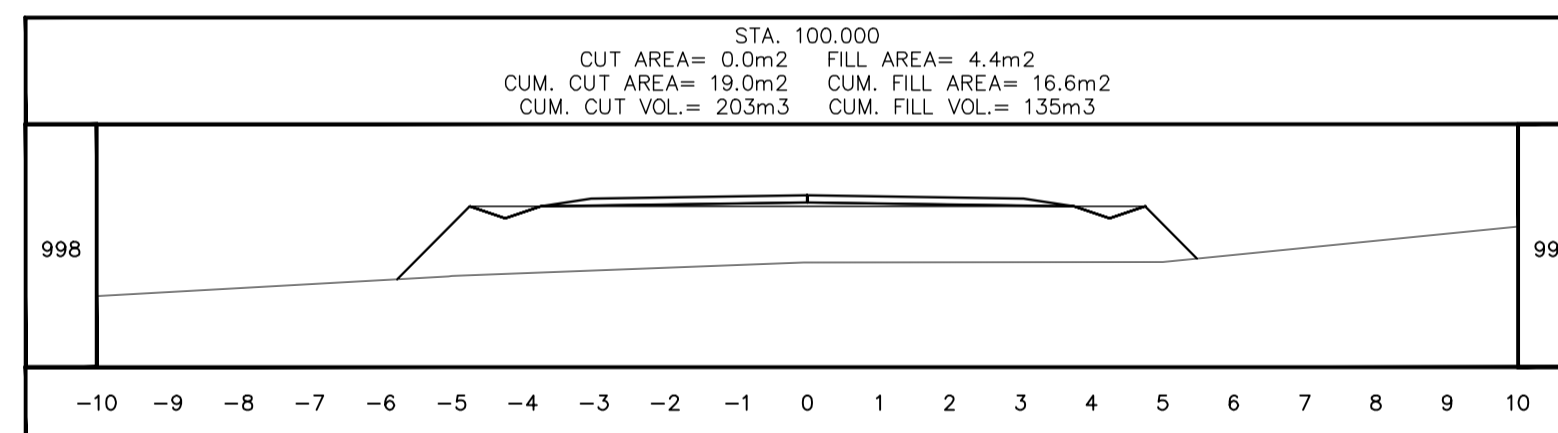
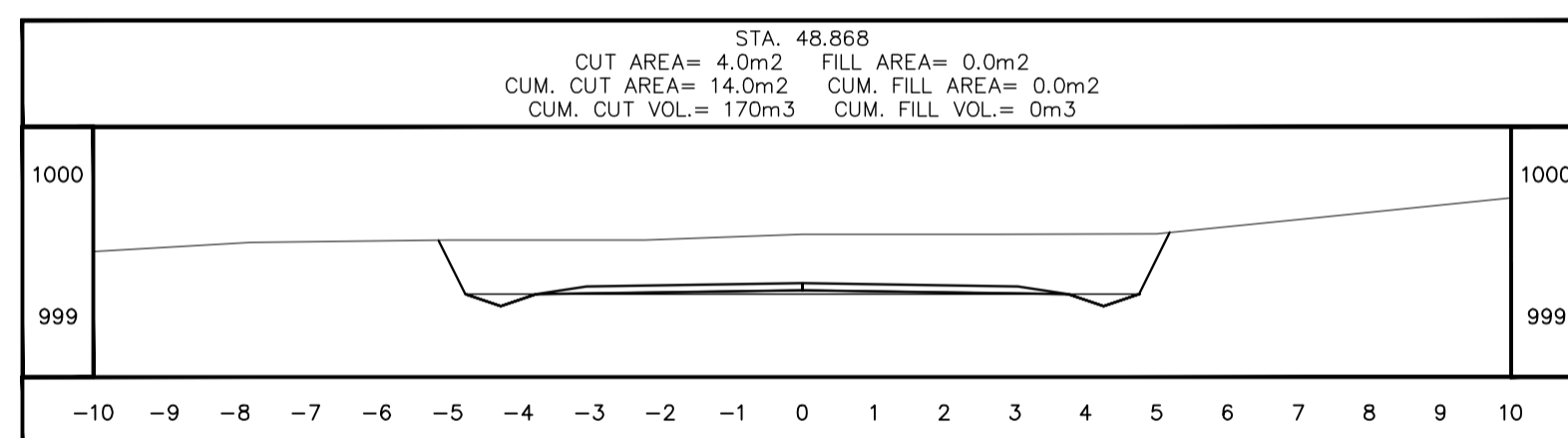
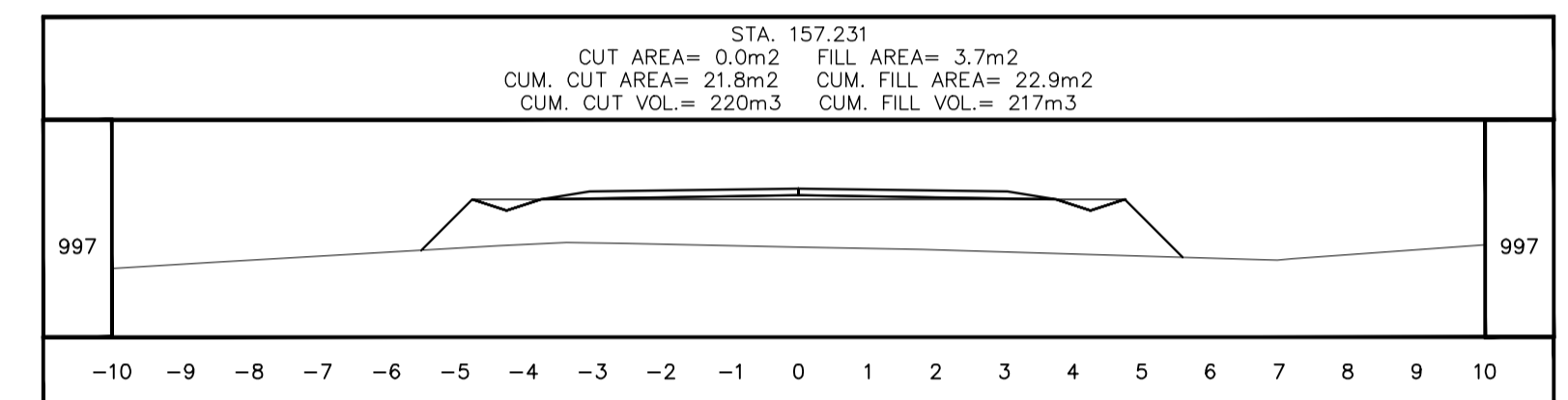
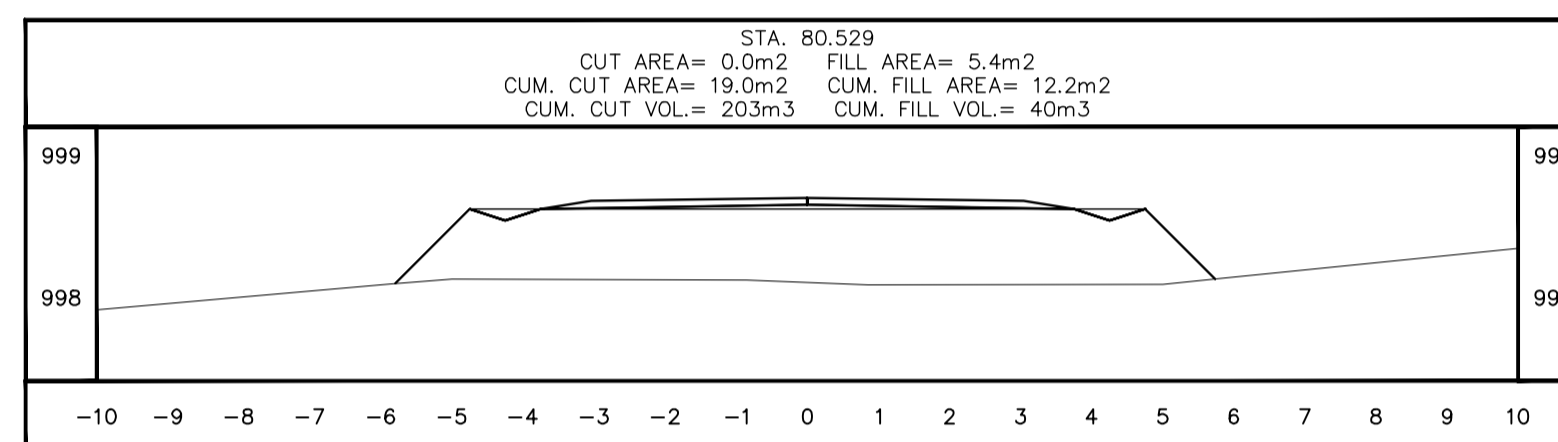
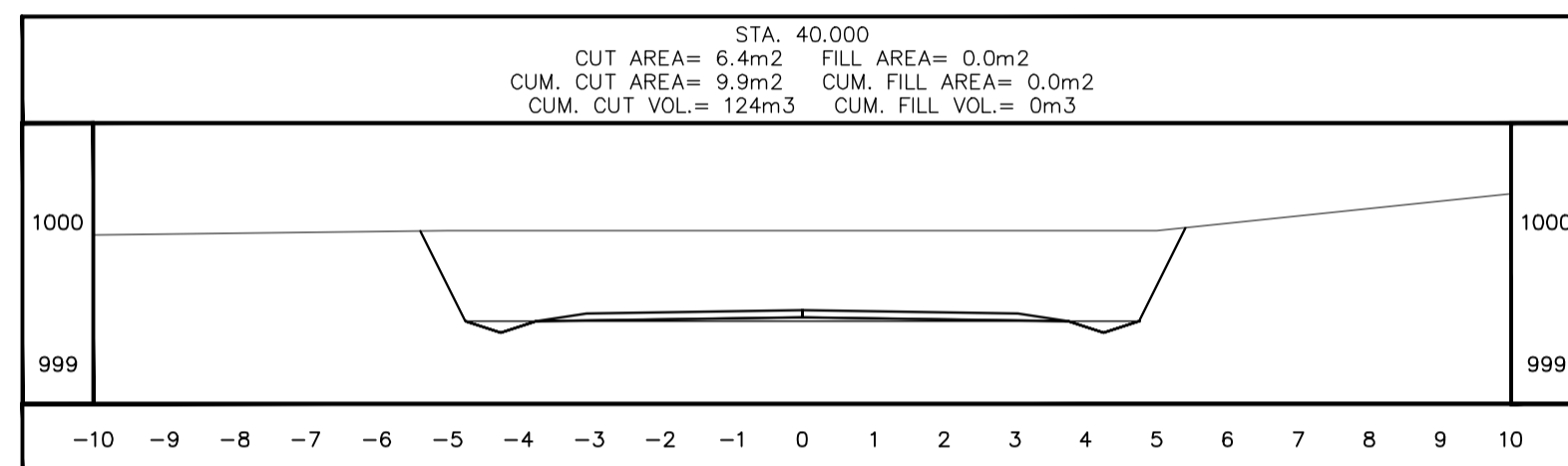
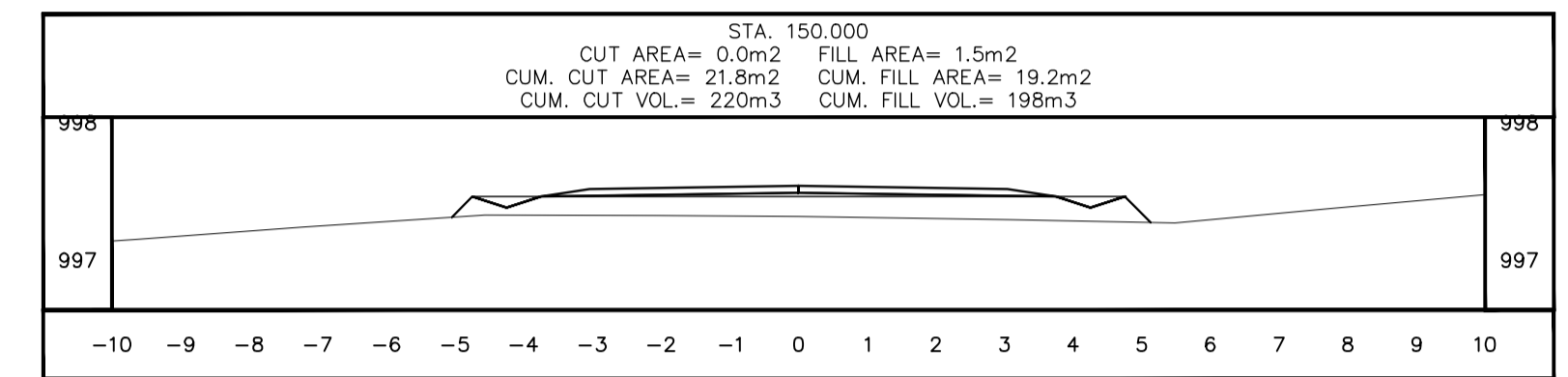
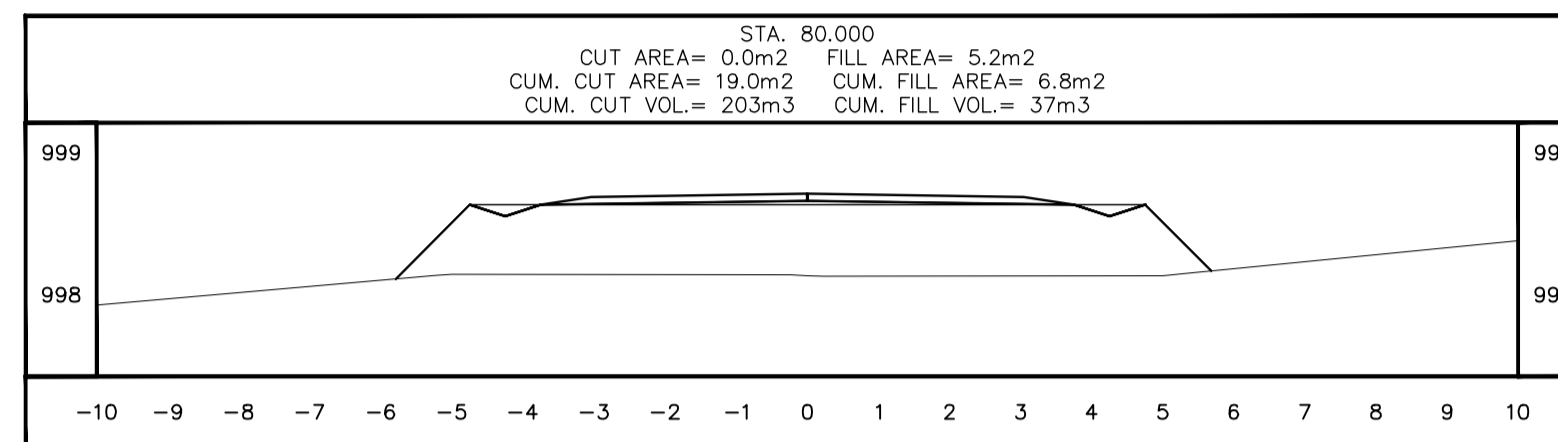
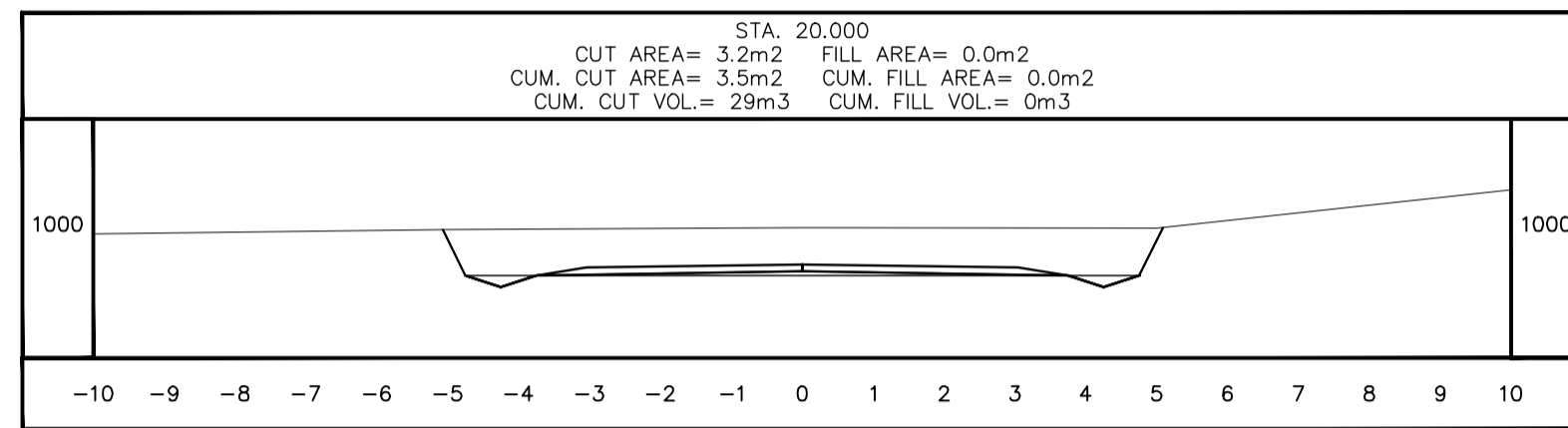
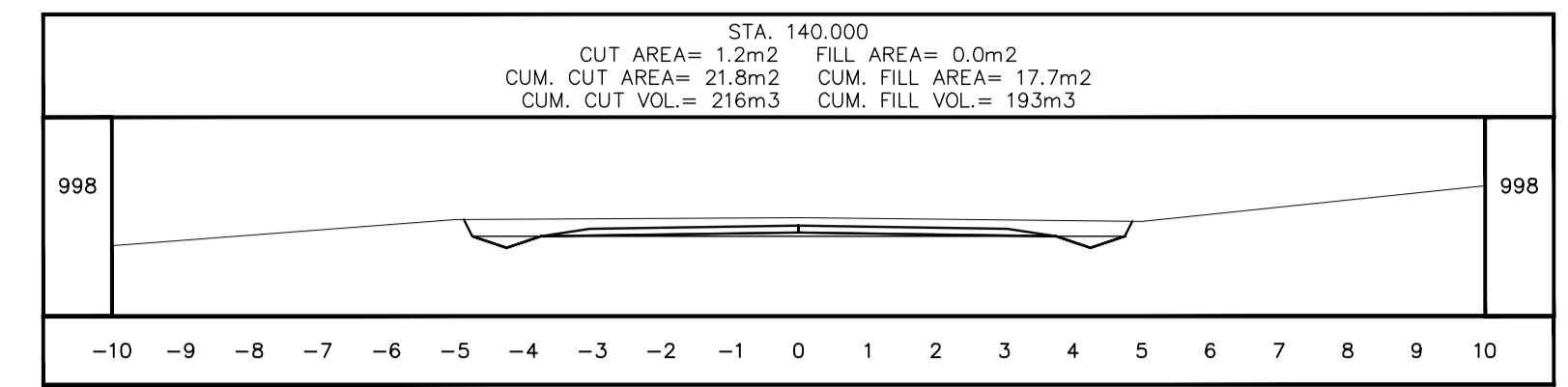
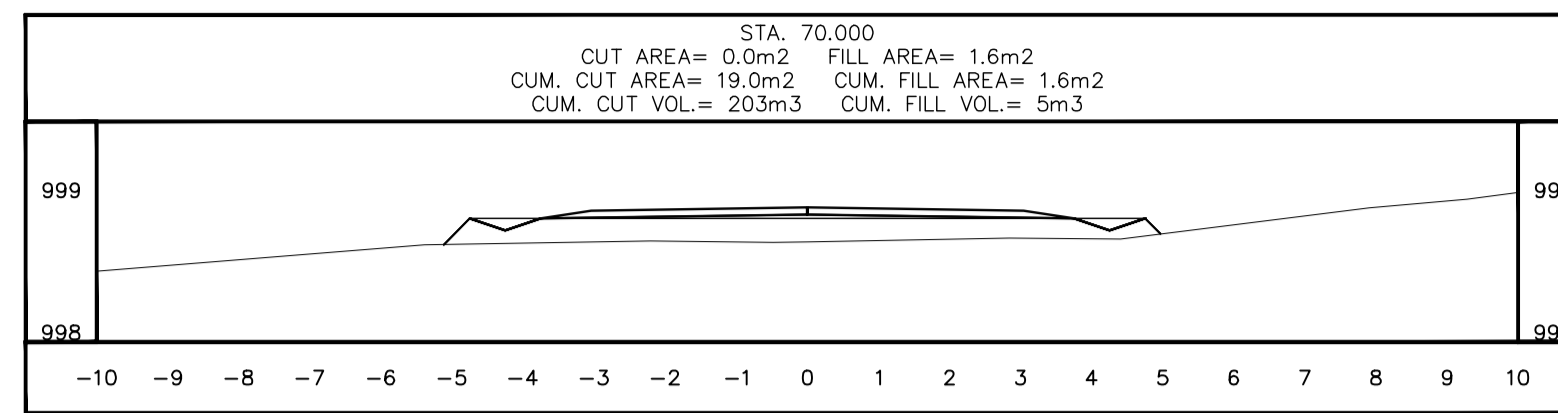
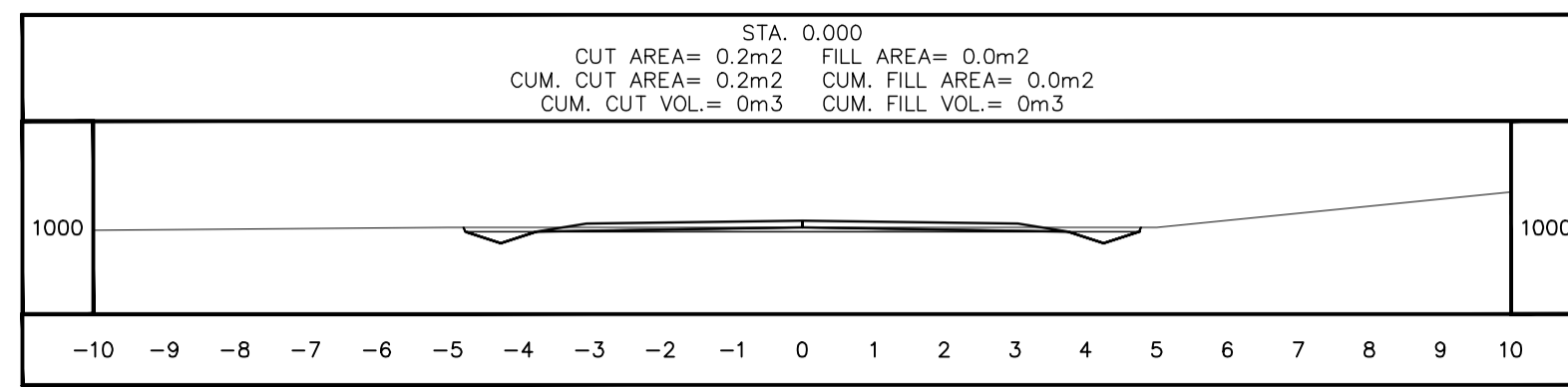
**PROYECTO:**  
**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL**  
**- CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**



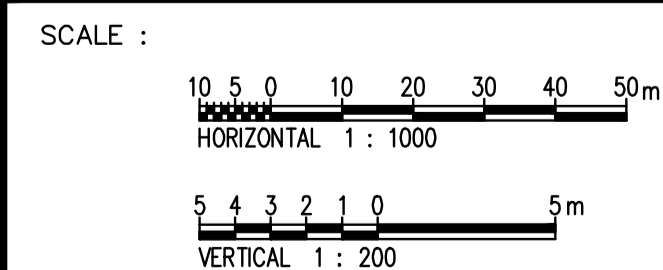
DIBUJO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO: OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA: OCTUBRE 2012.



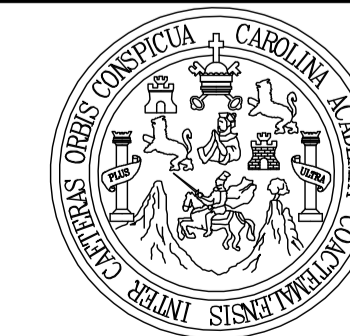
PLANTA - PERFIL TRAMO 4+200 A 4+649  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



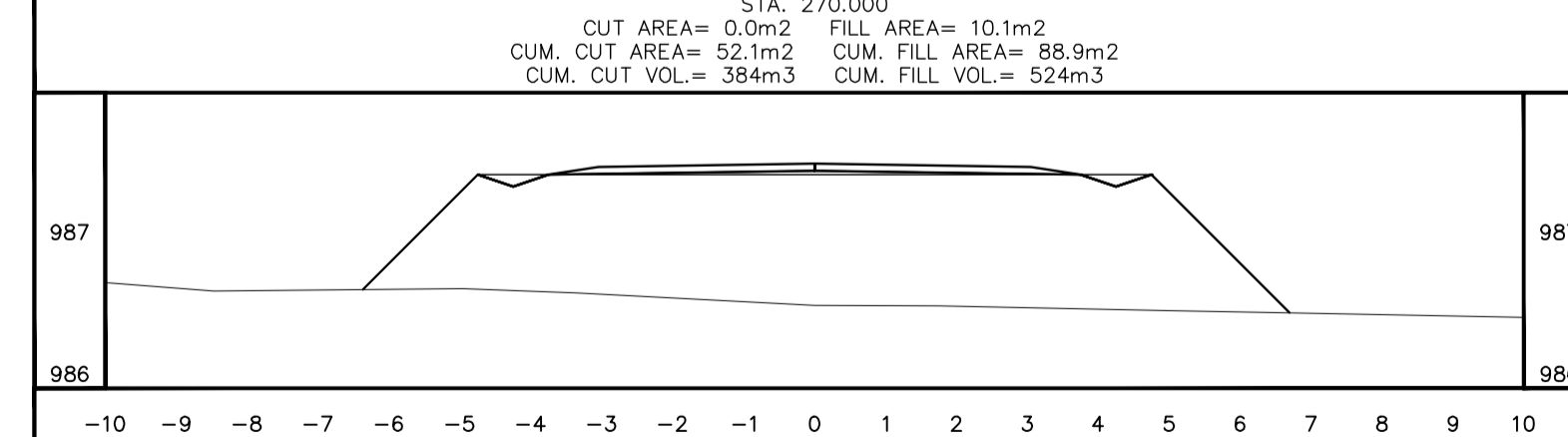
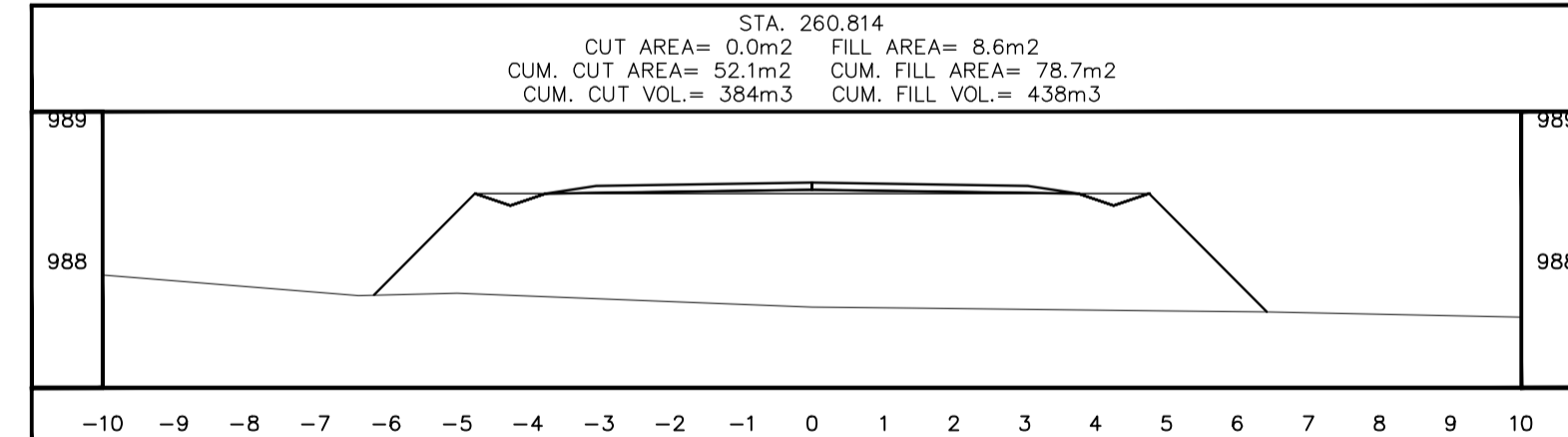
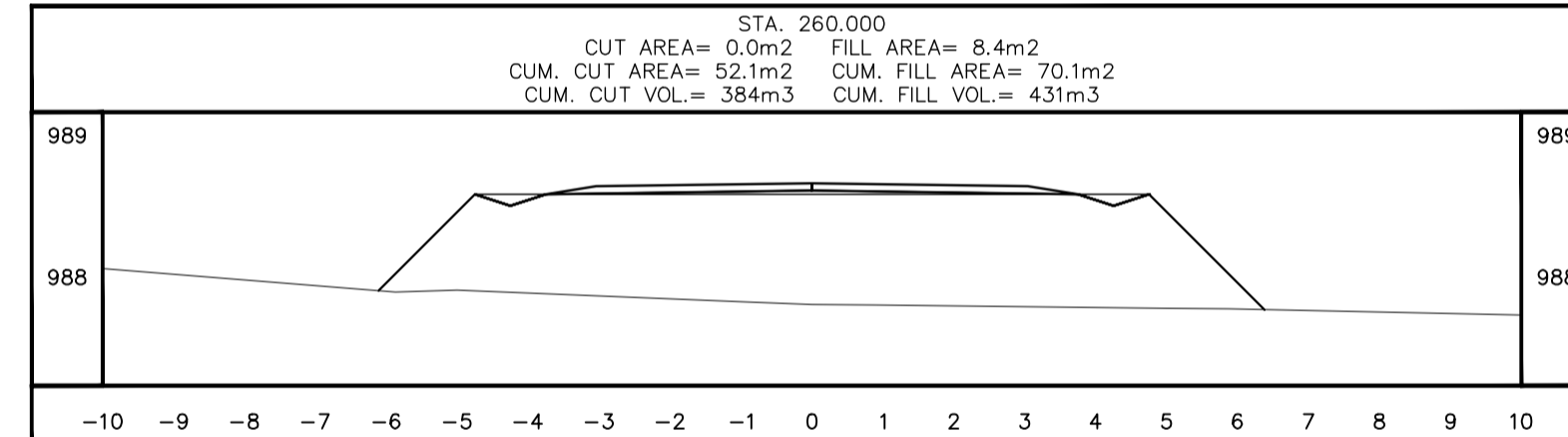
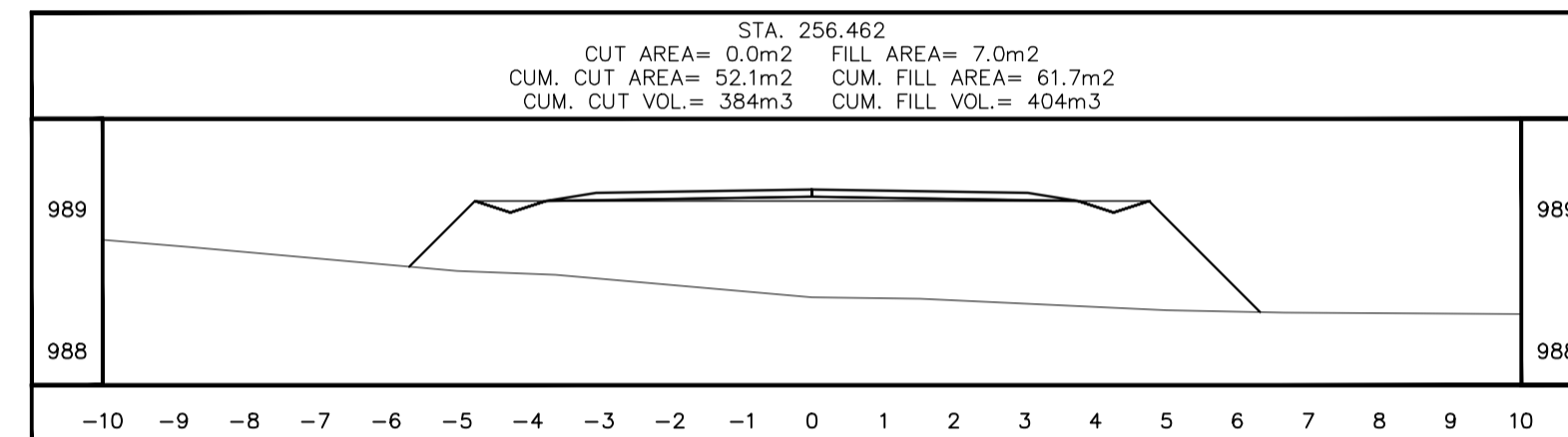
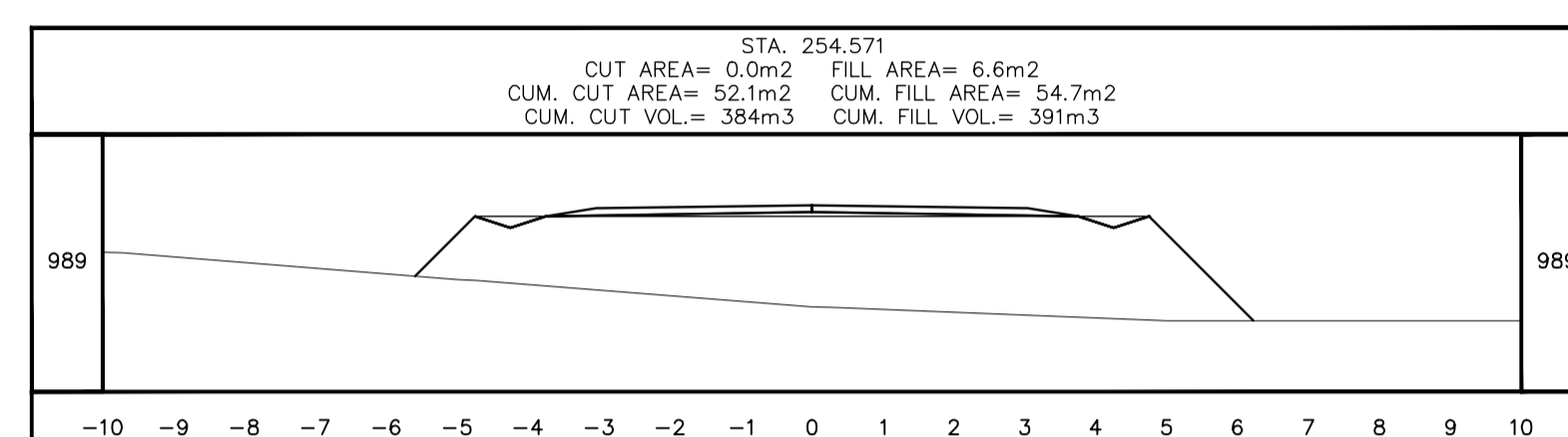
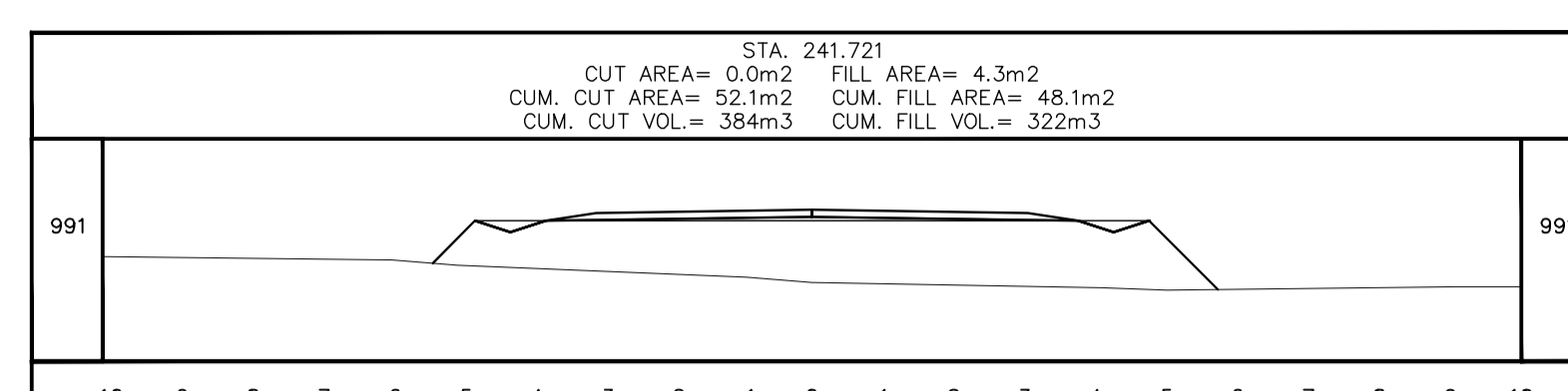
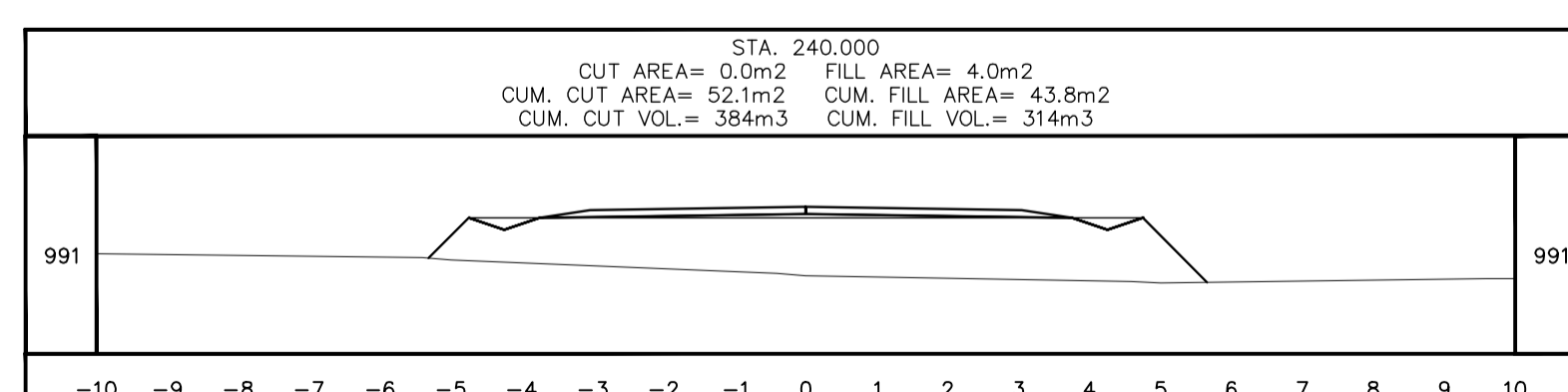
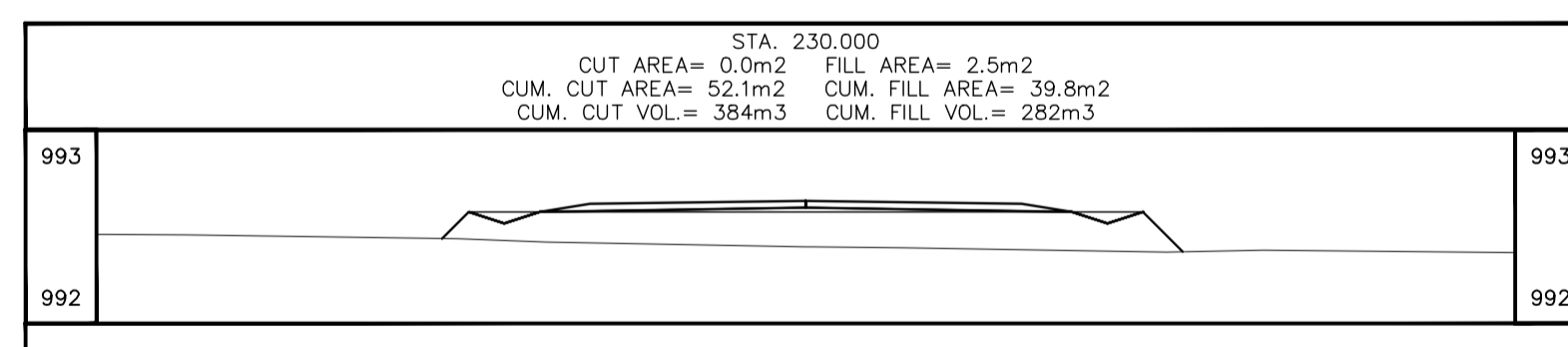
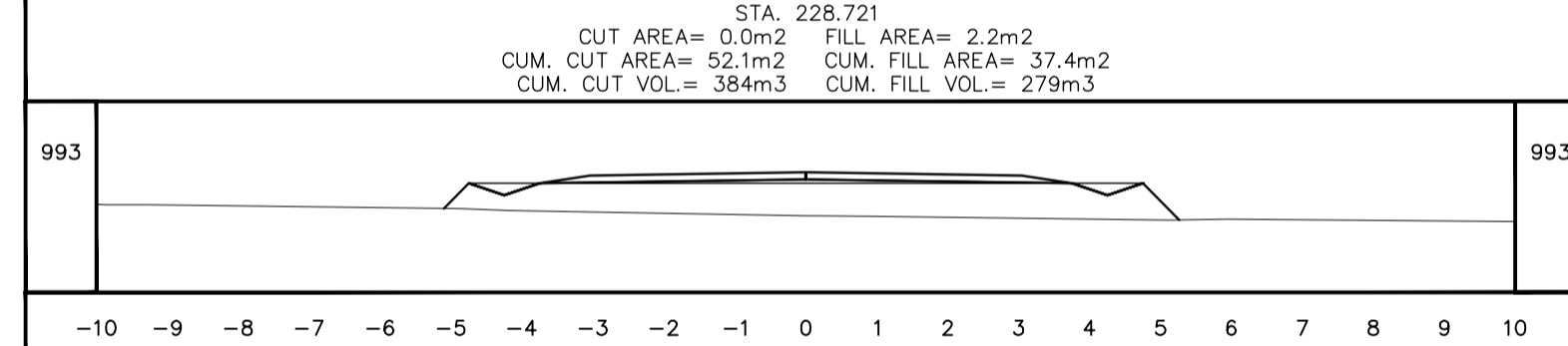
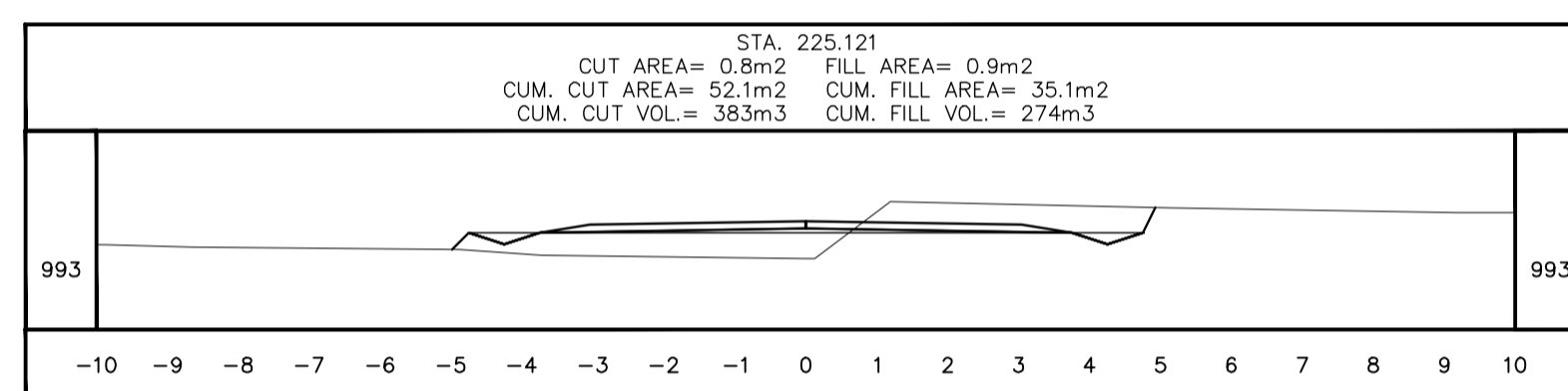
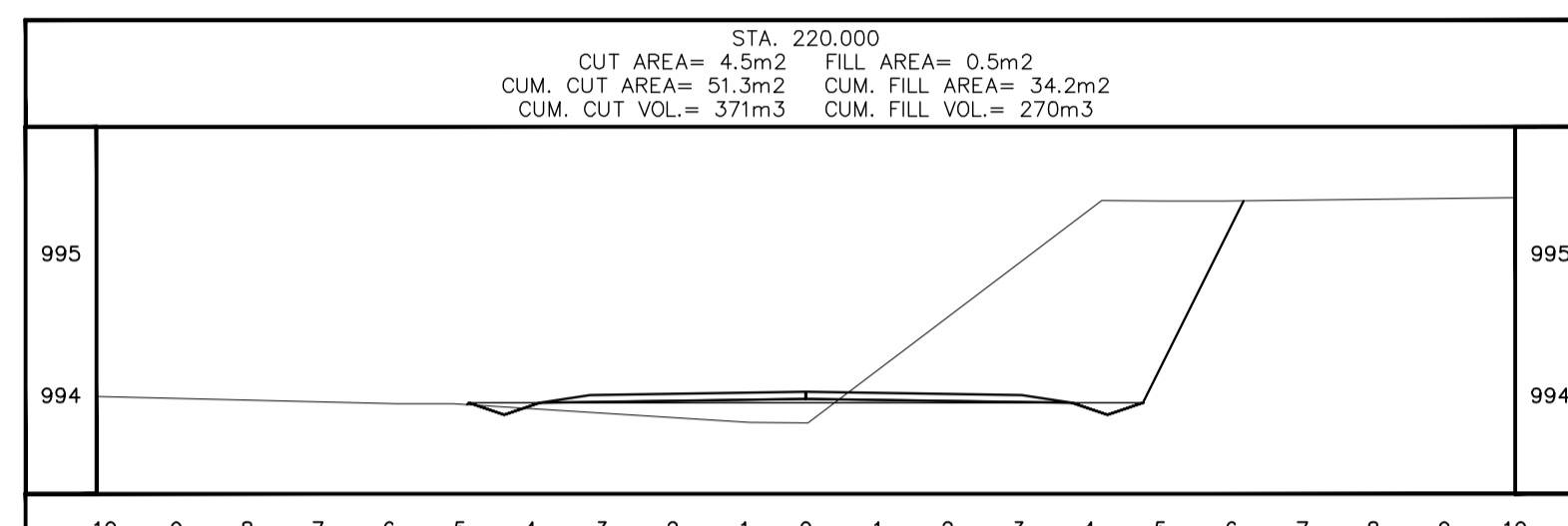
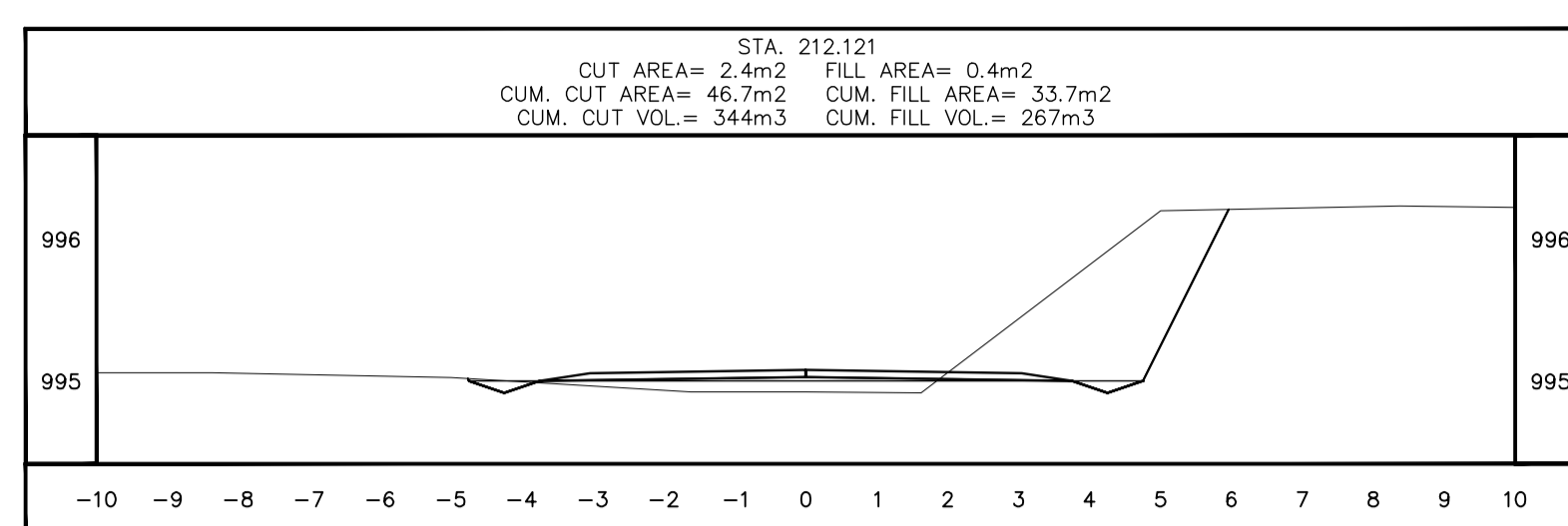
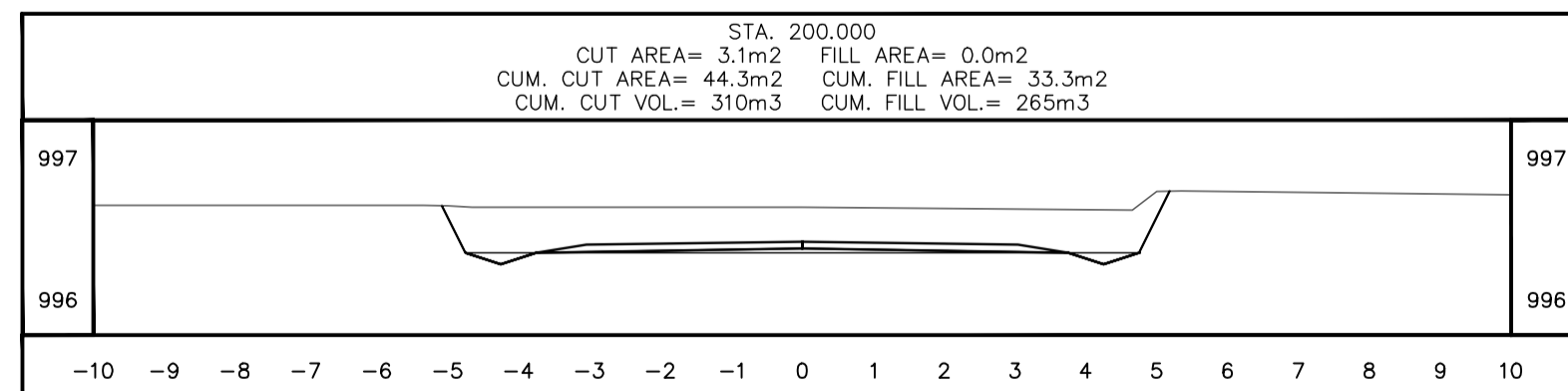
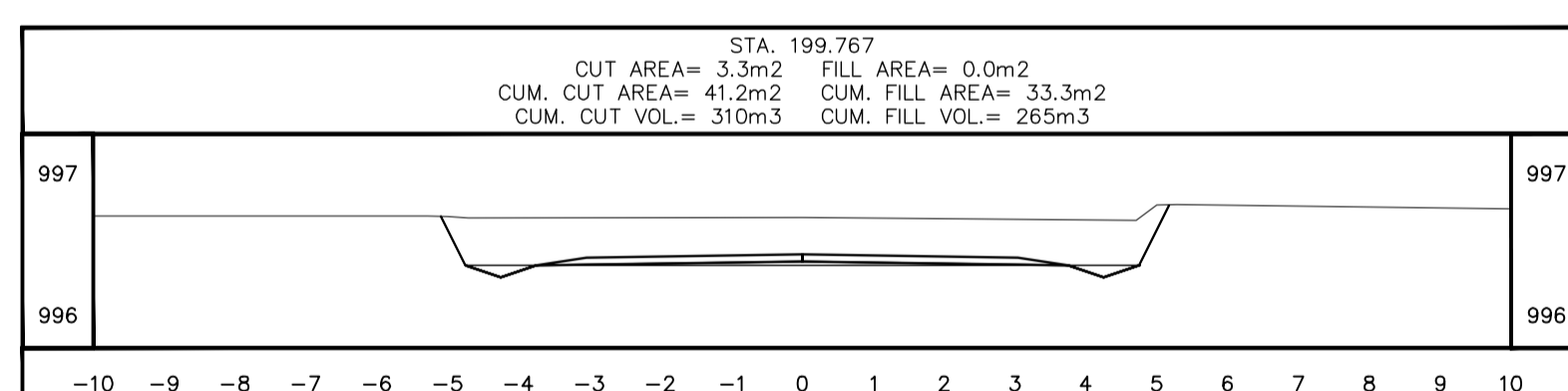
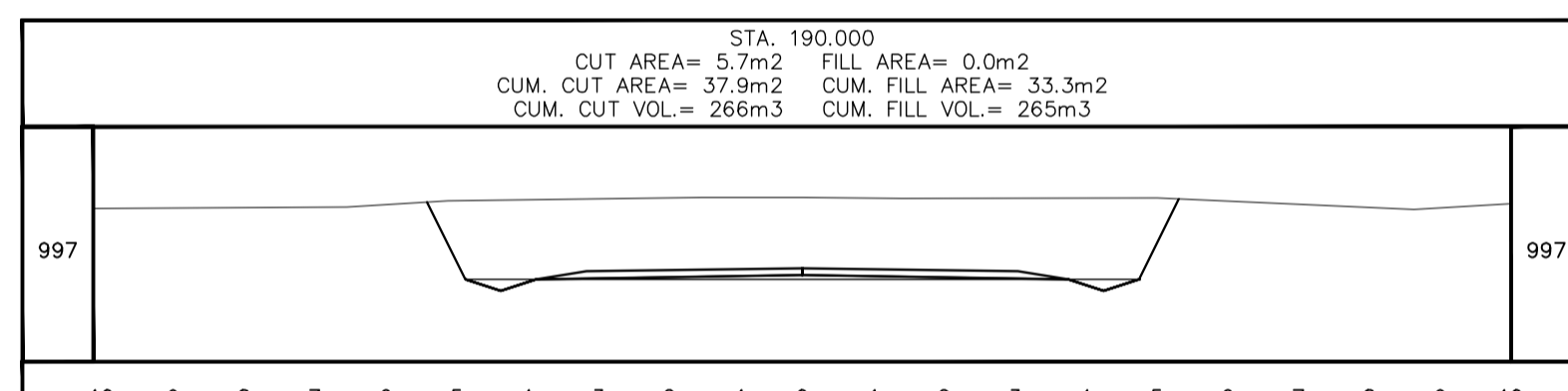
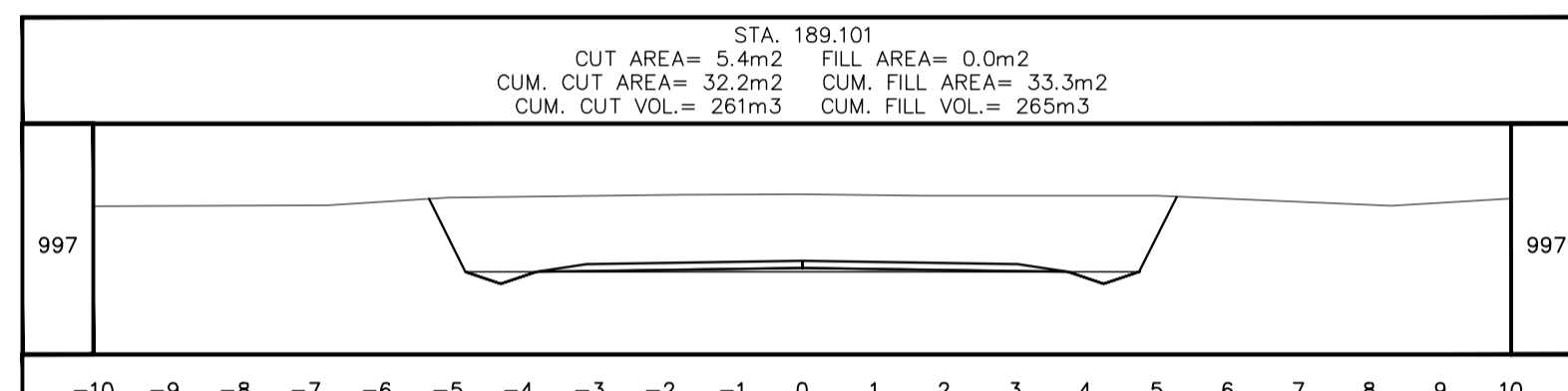
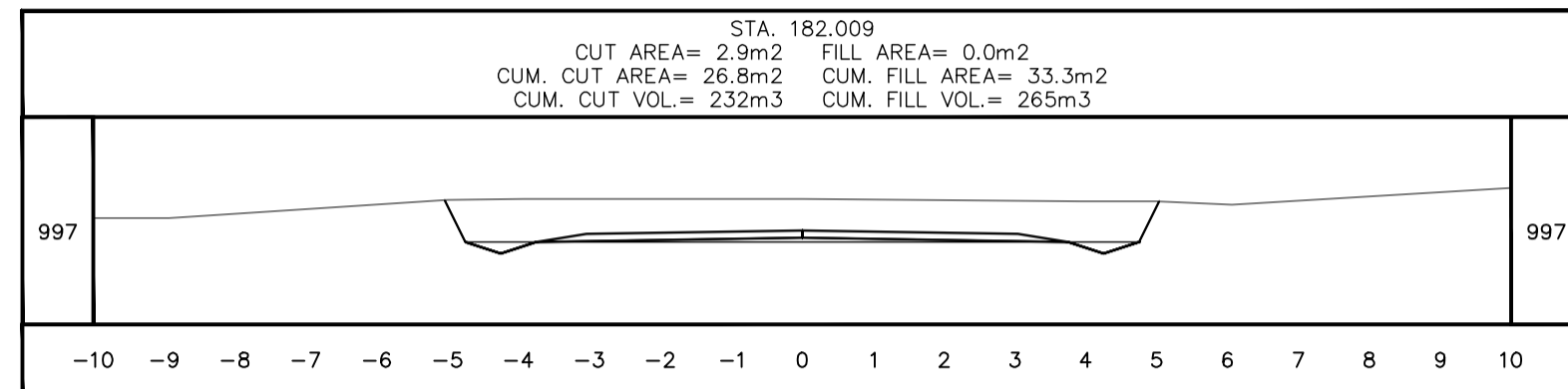
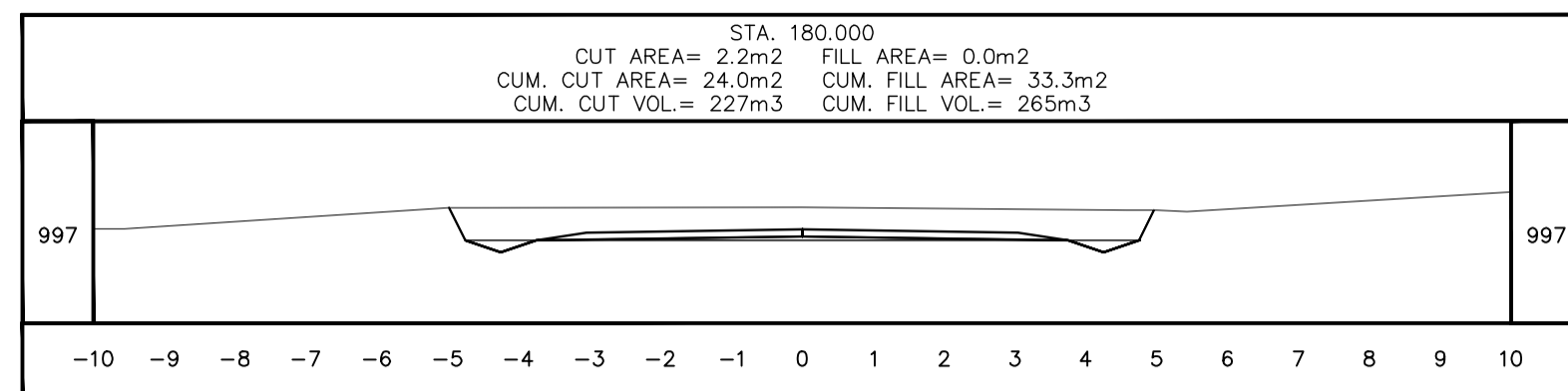
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



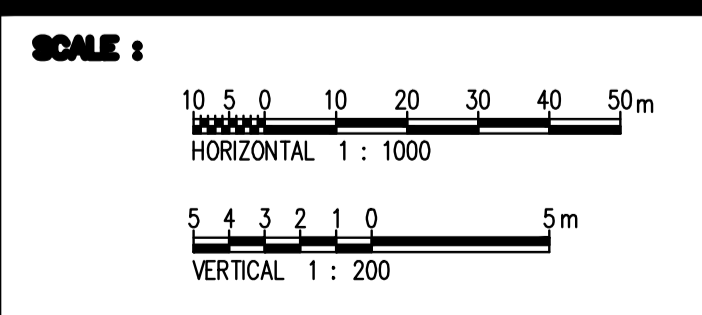
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



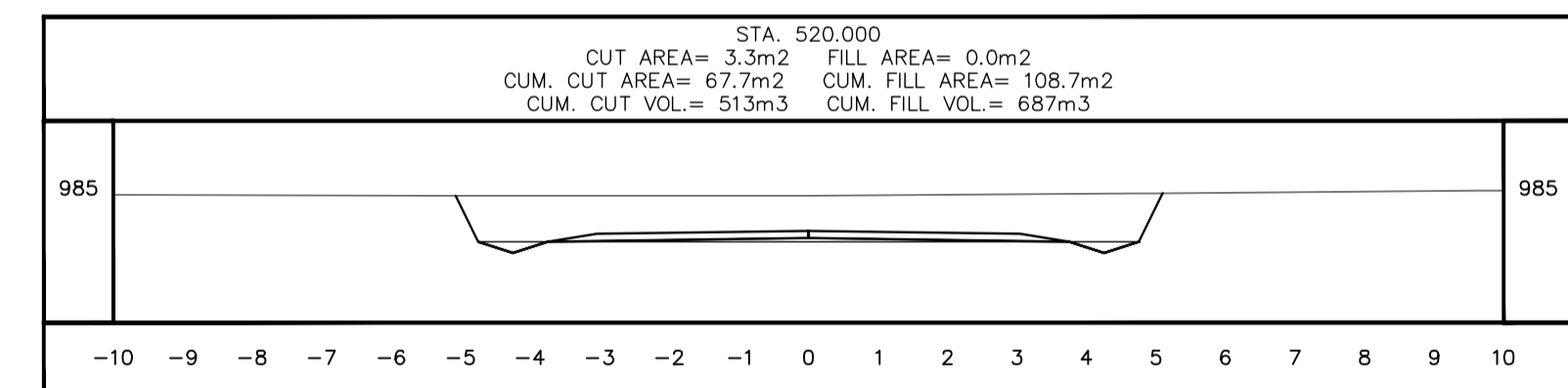
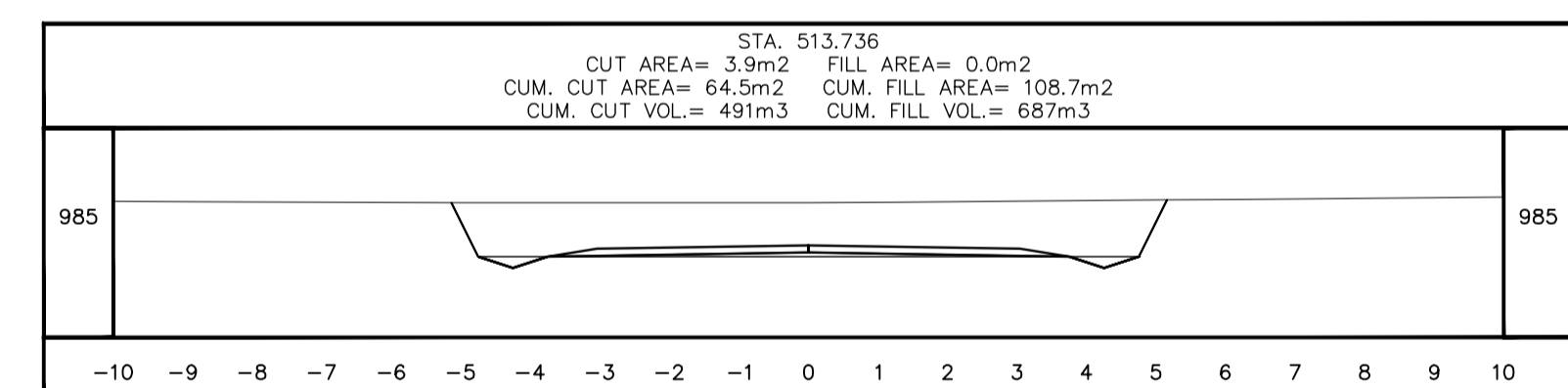
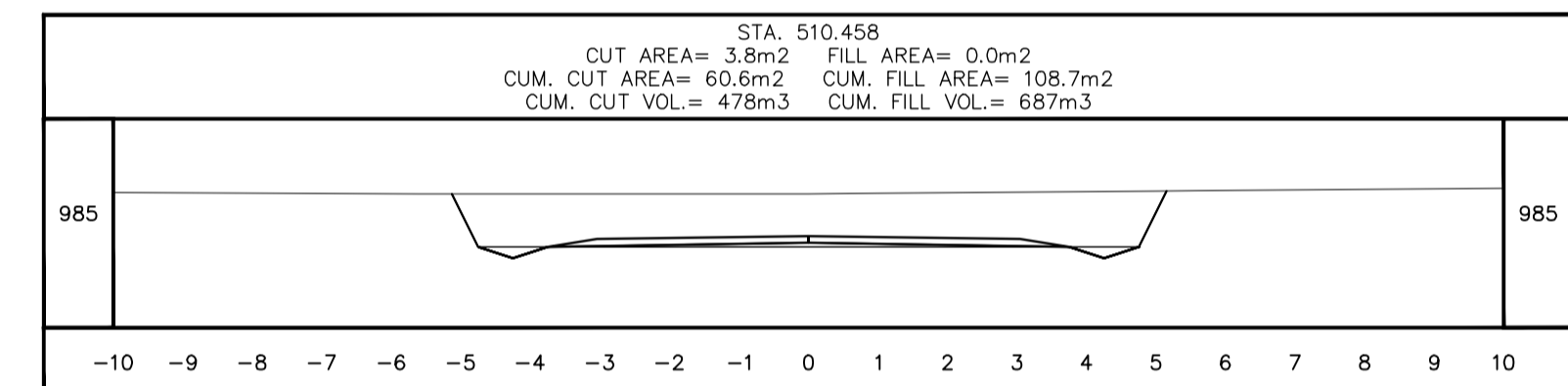
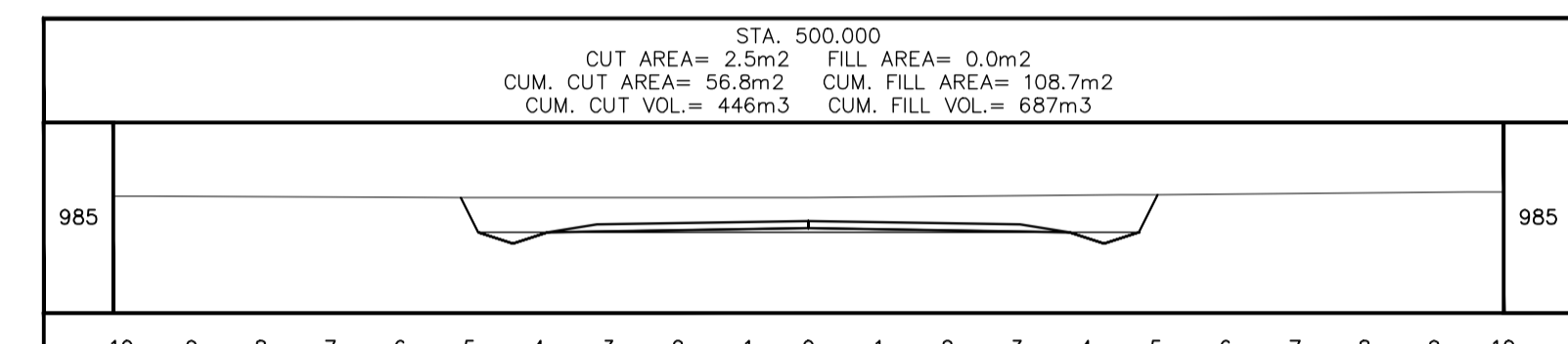
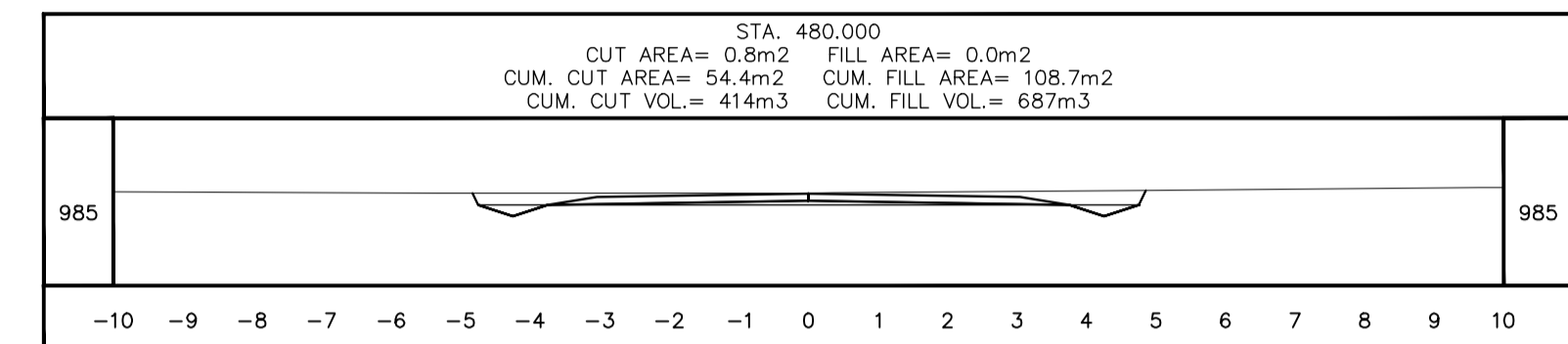
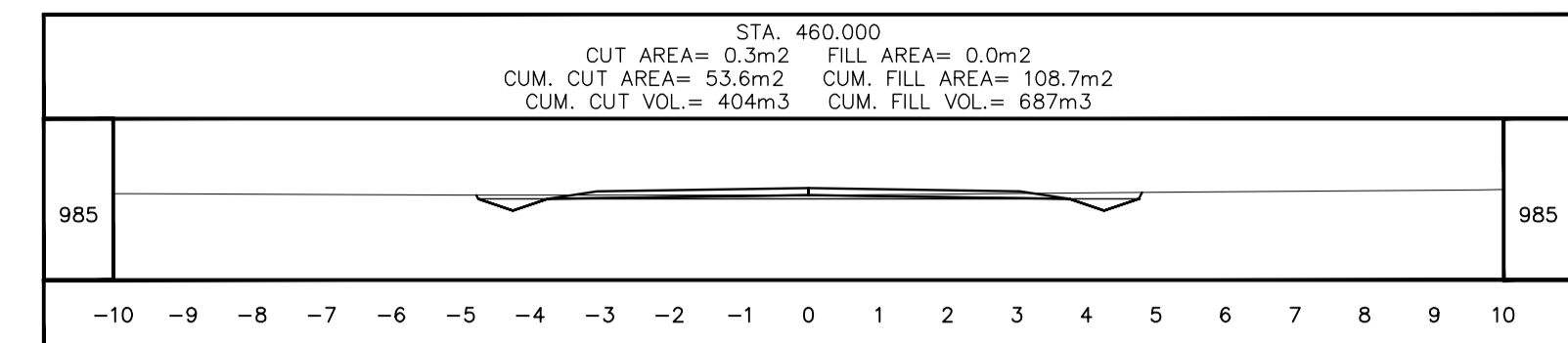
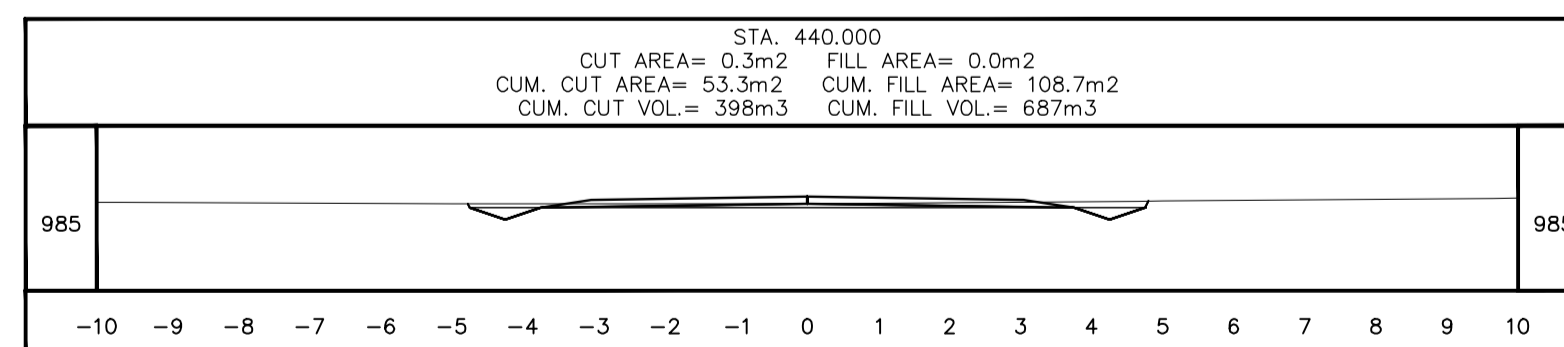
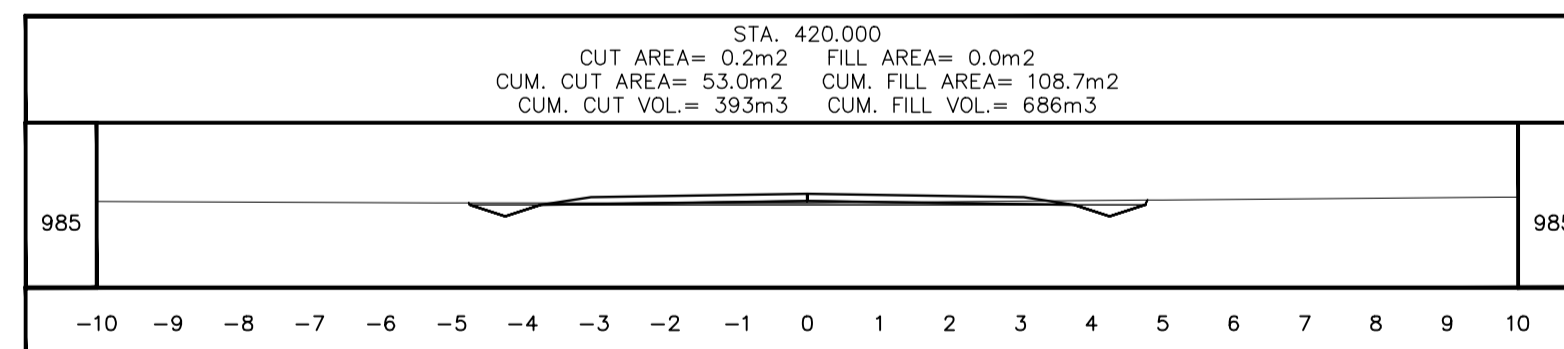
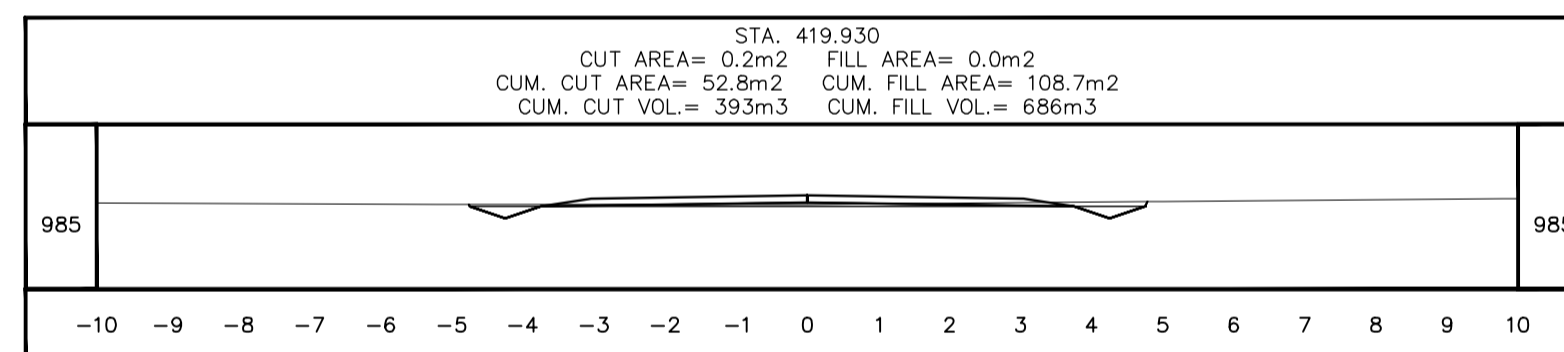
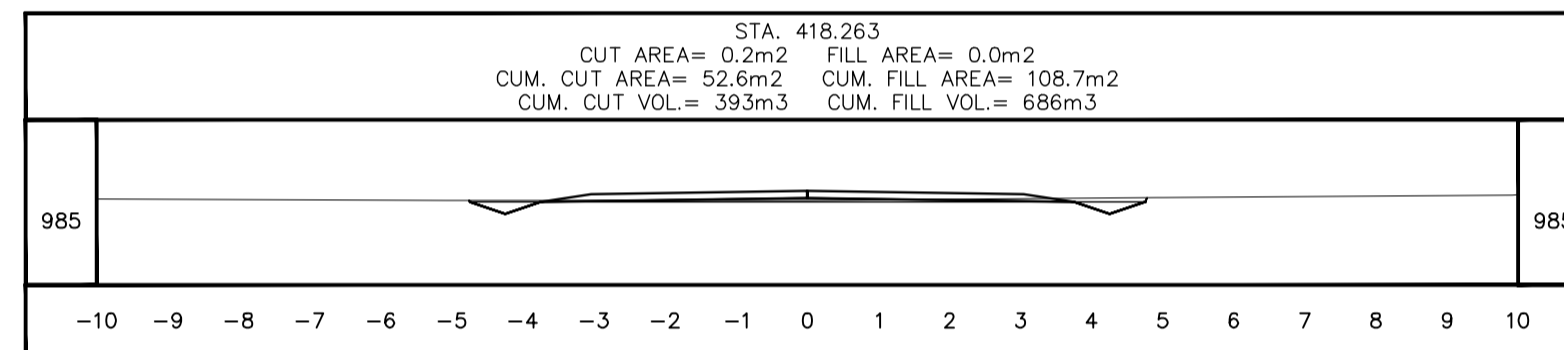
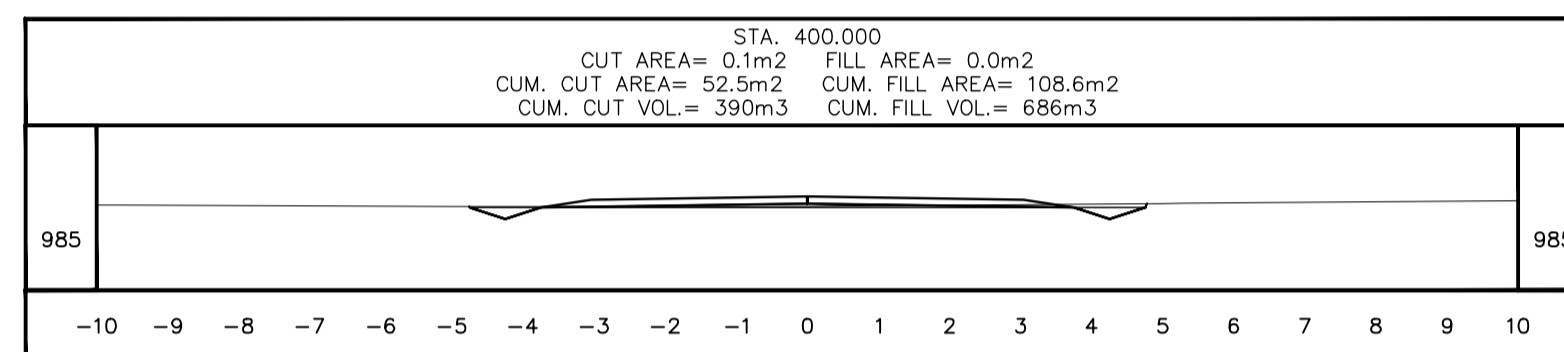
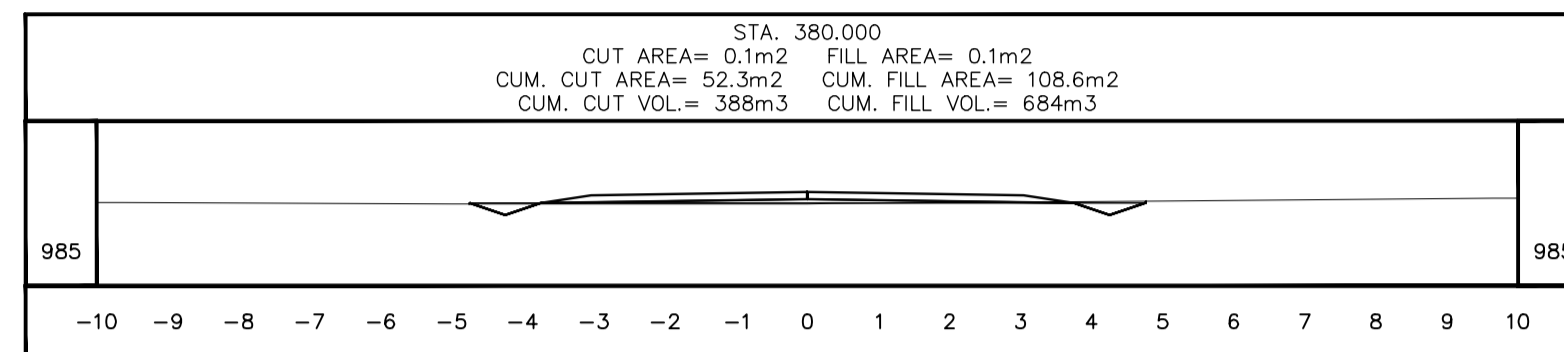
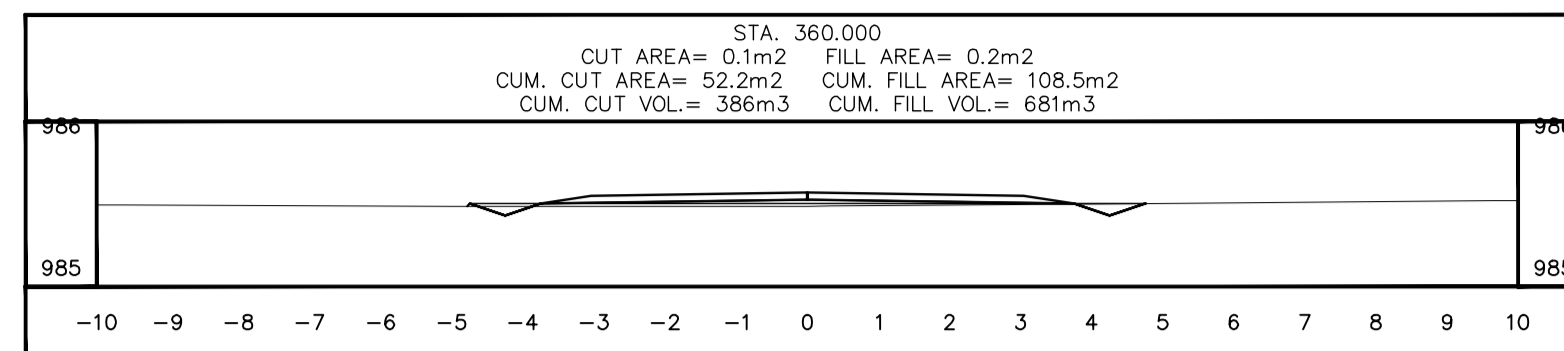
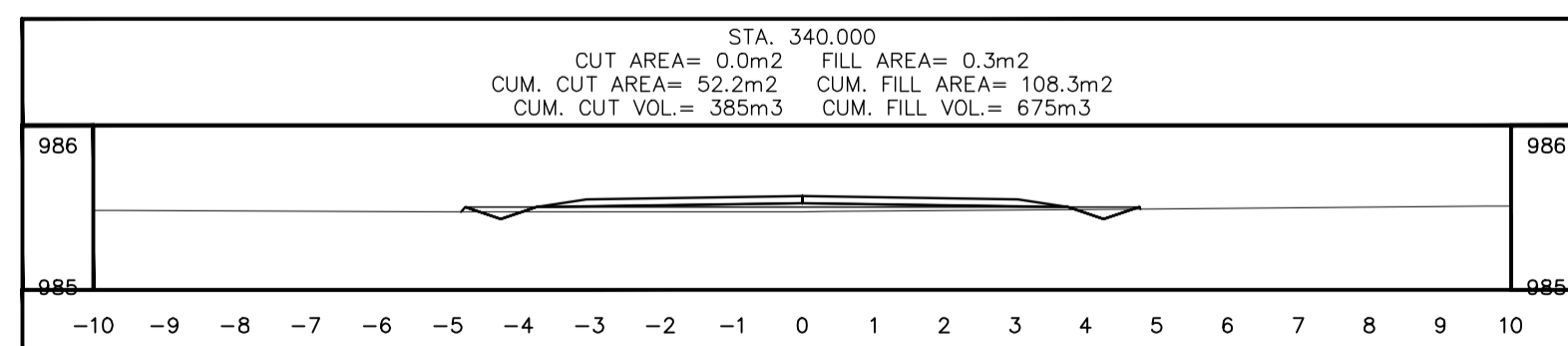
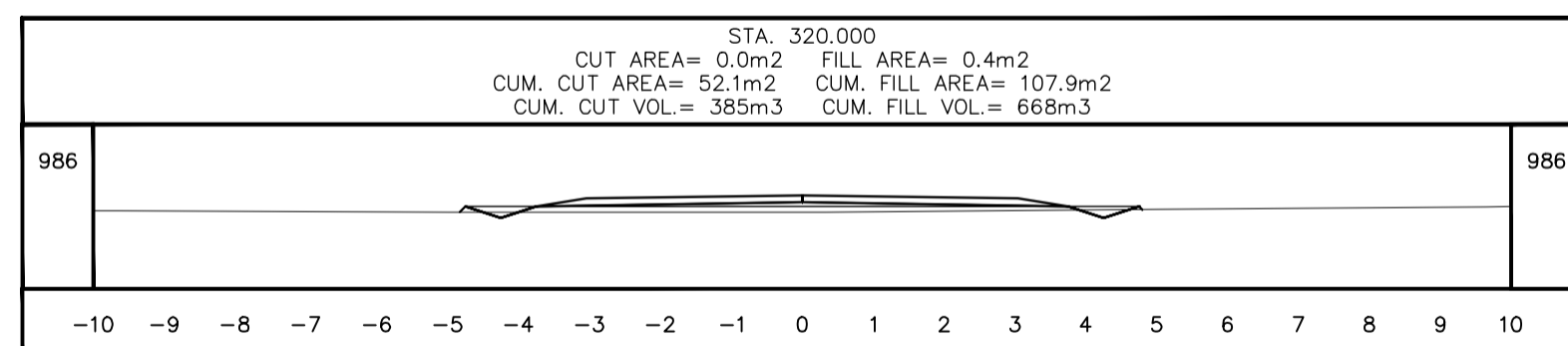
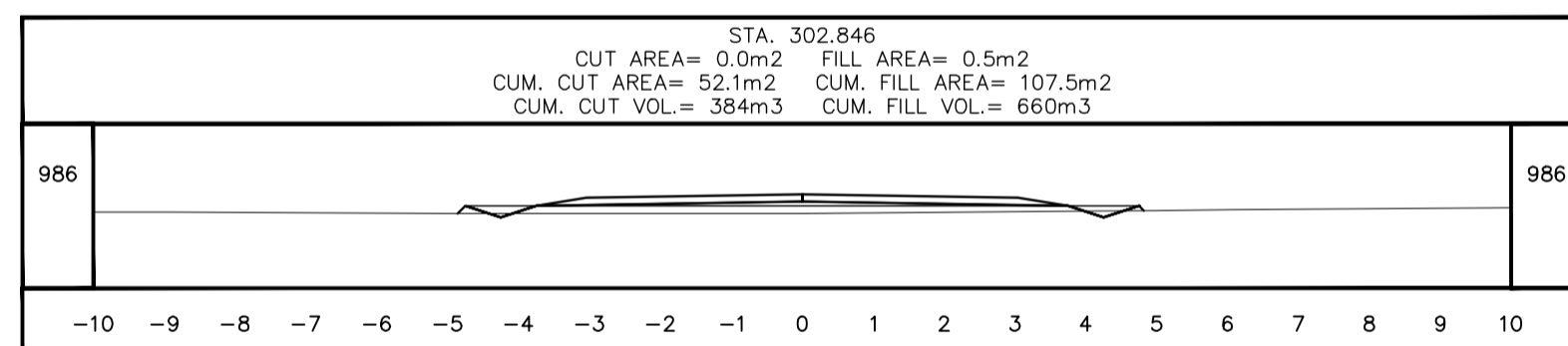
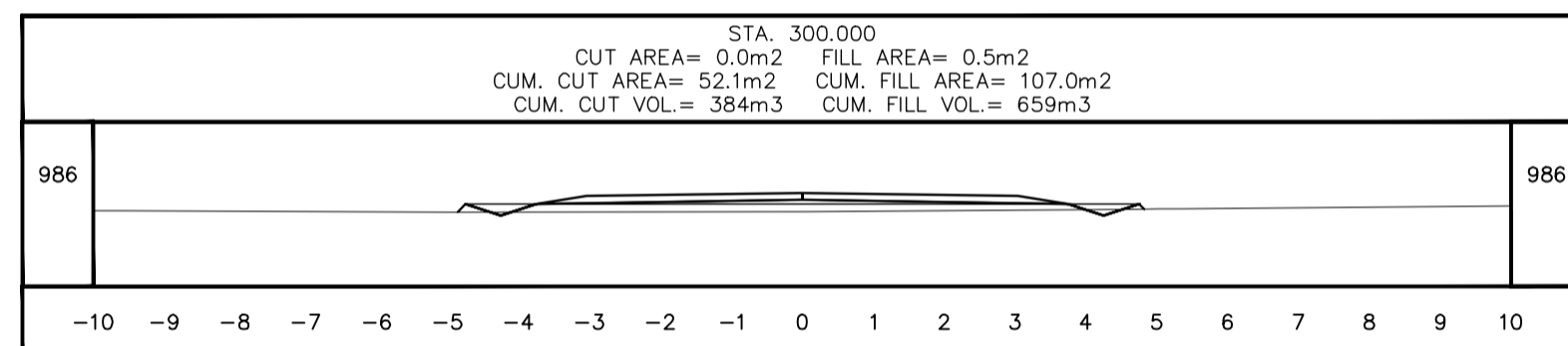
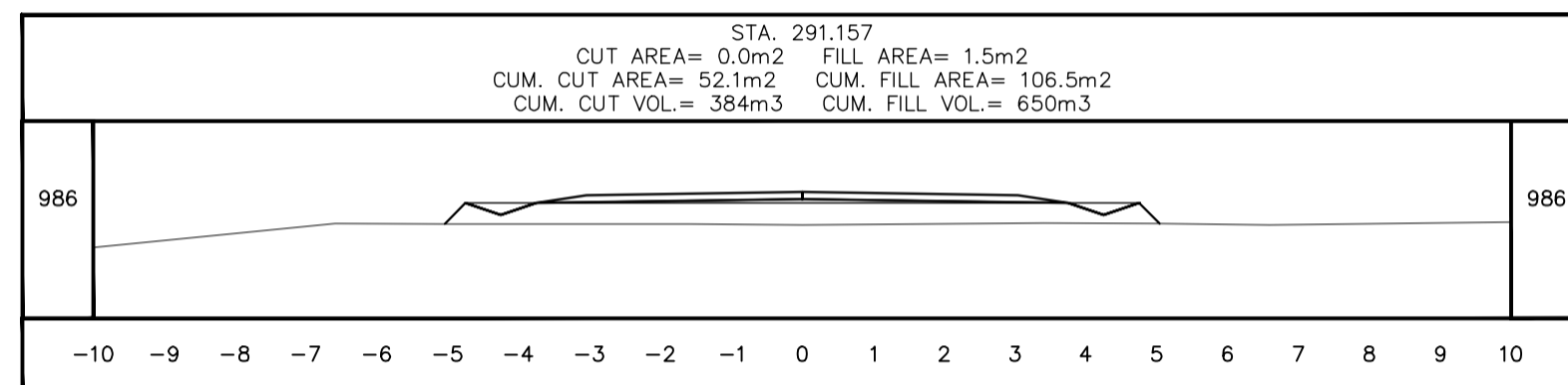
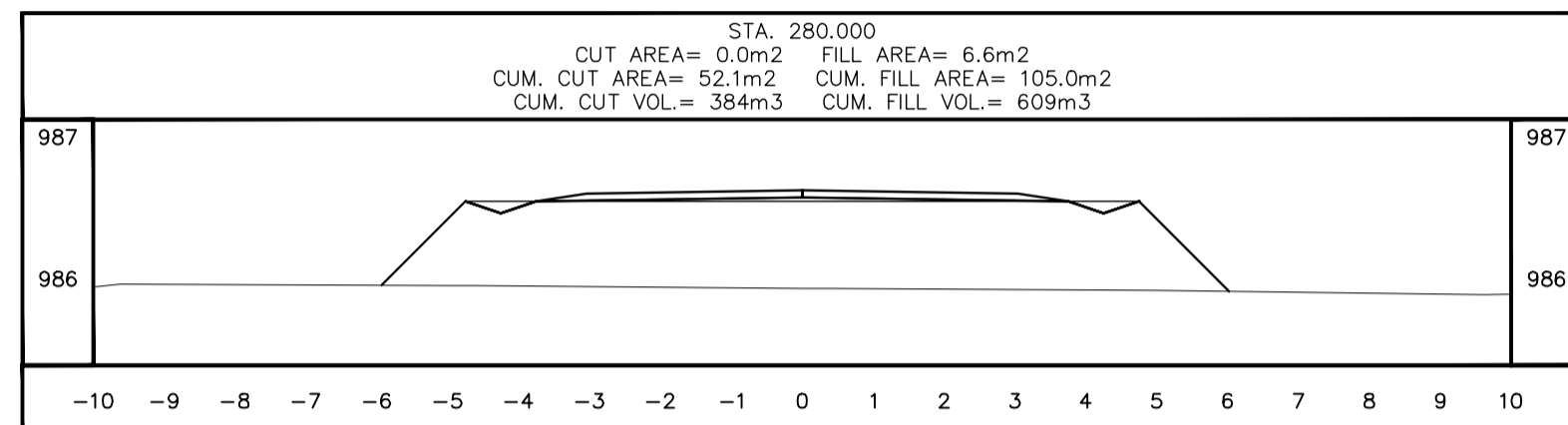
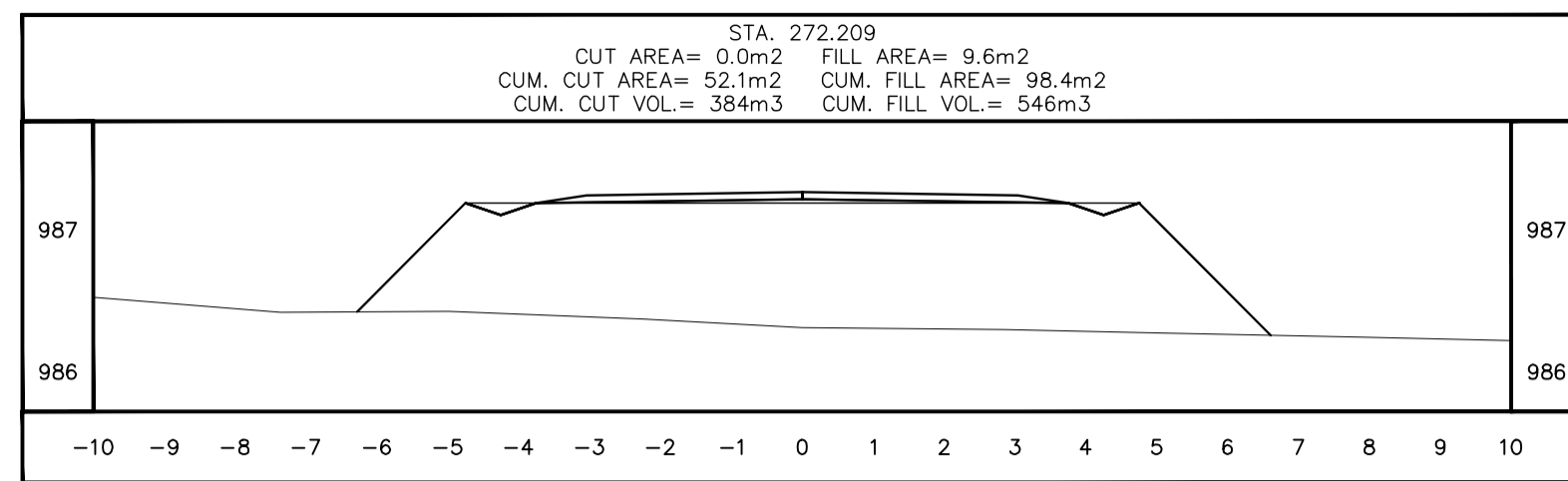
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



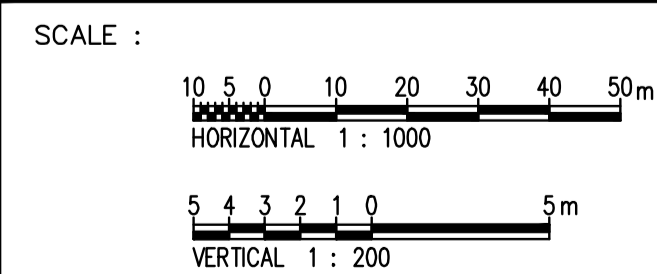
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



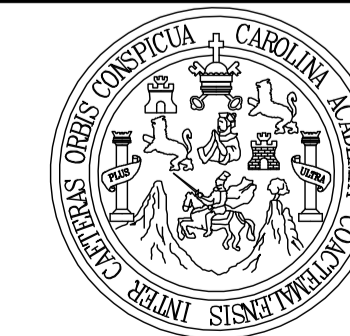
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



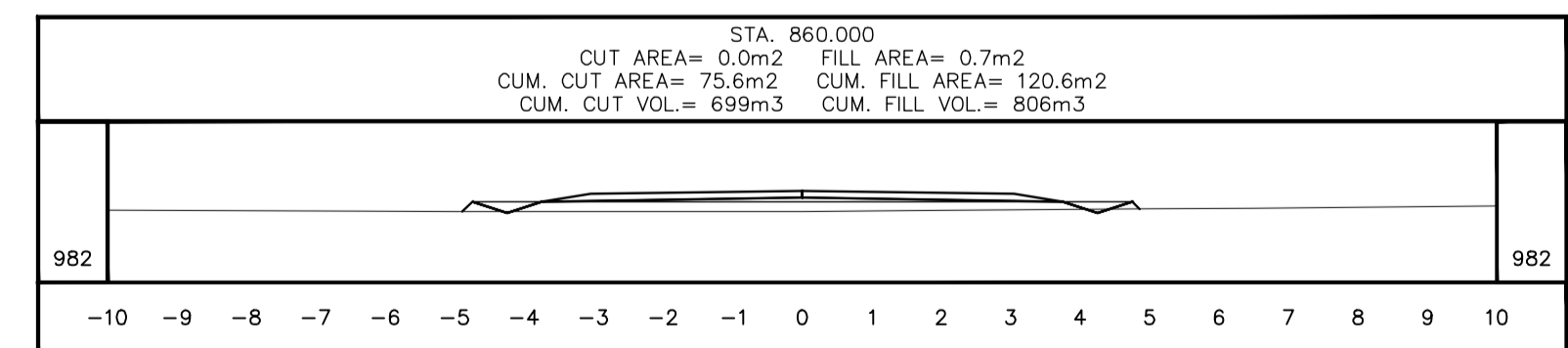
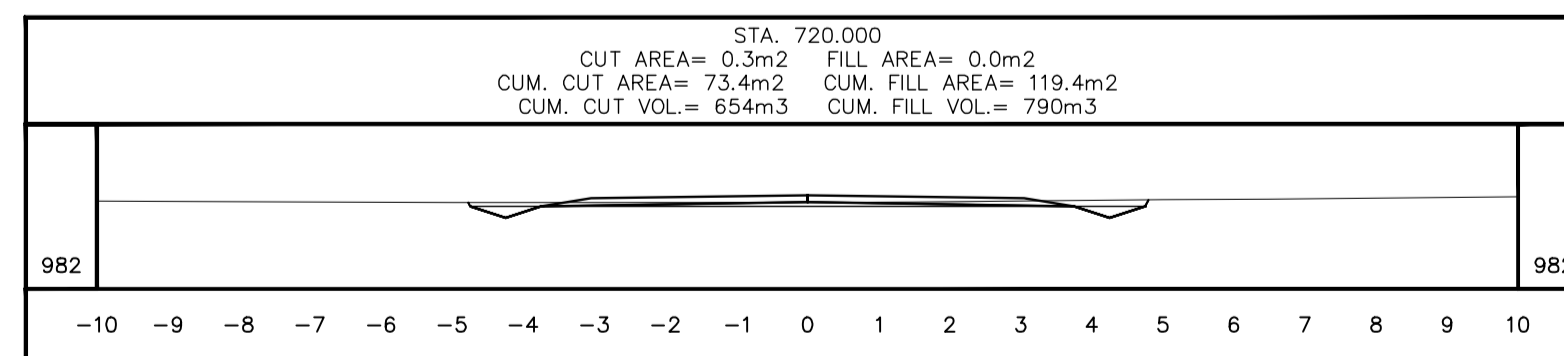
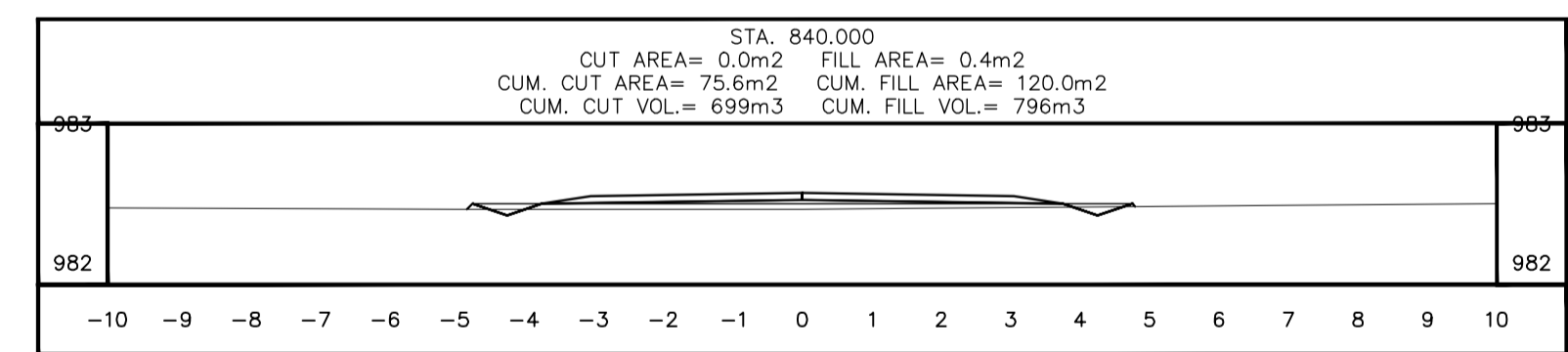
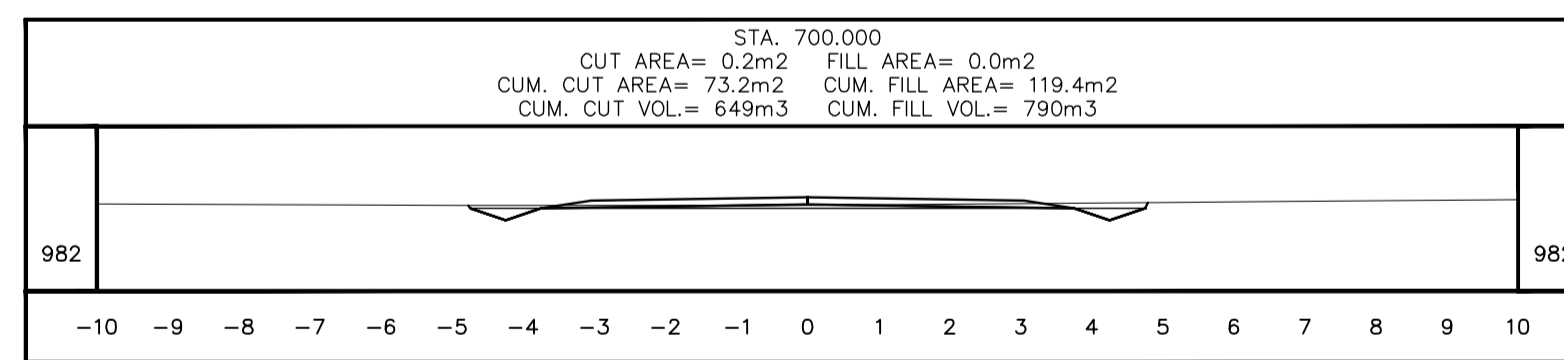
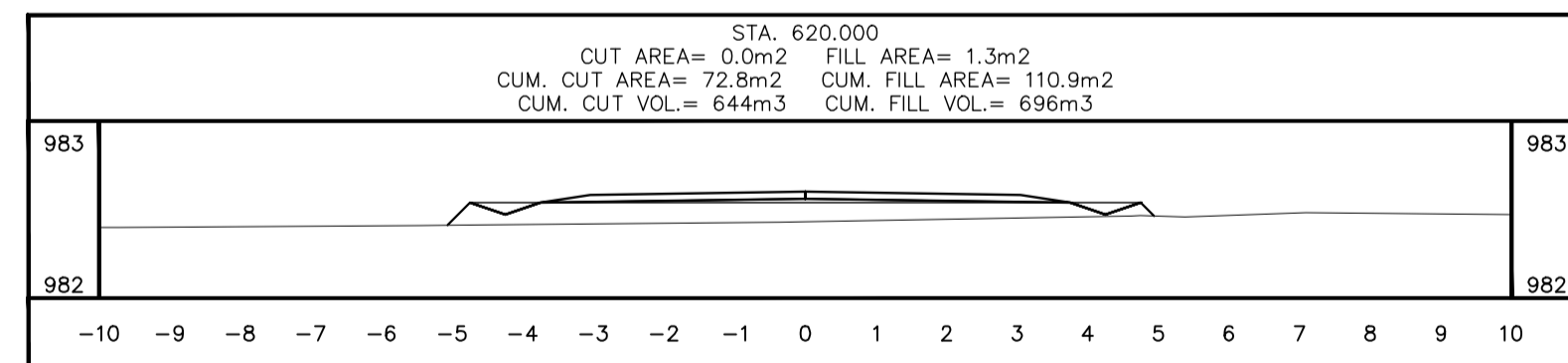
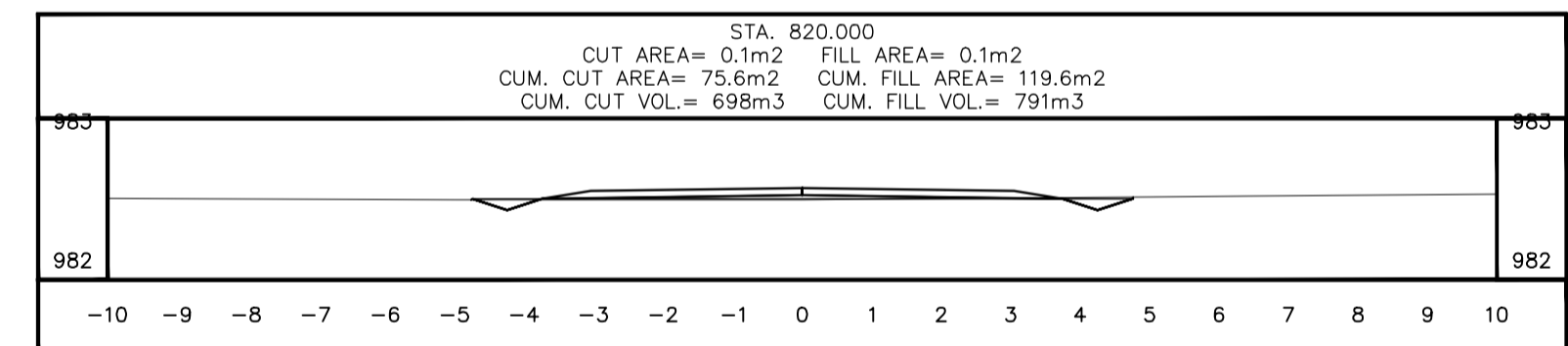
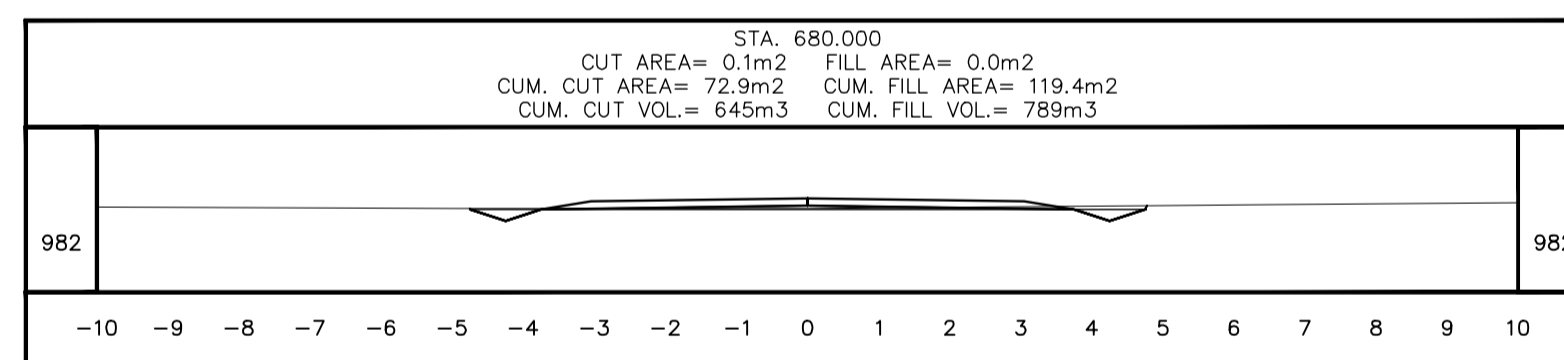
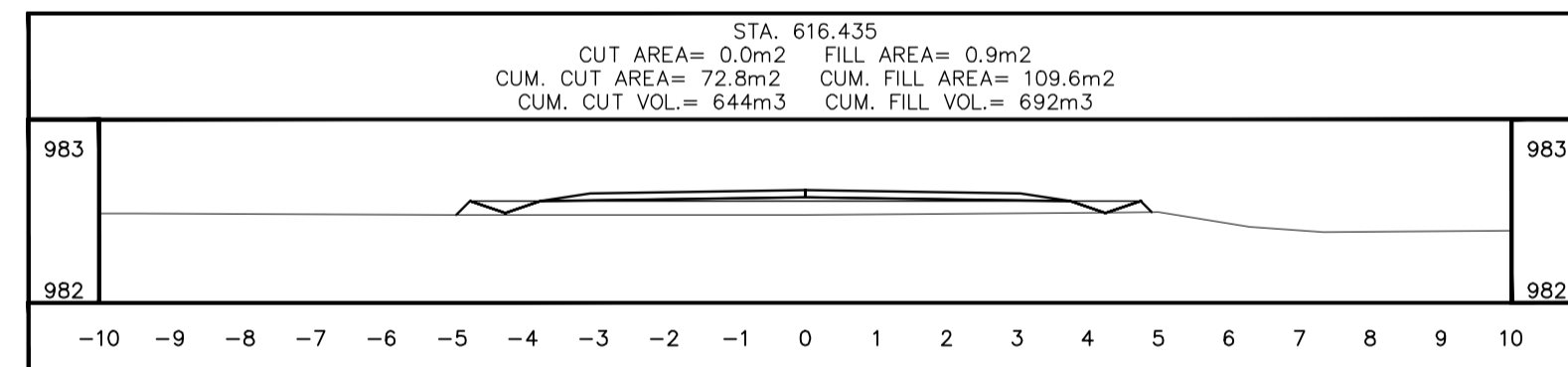
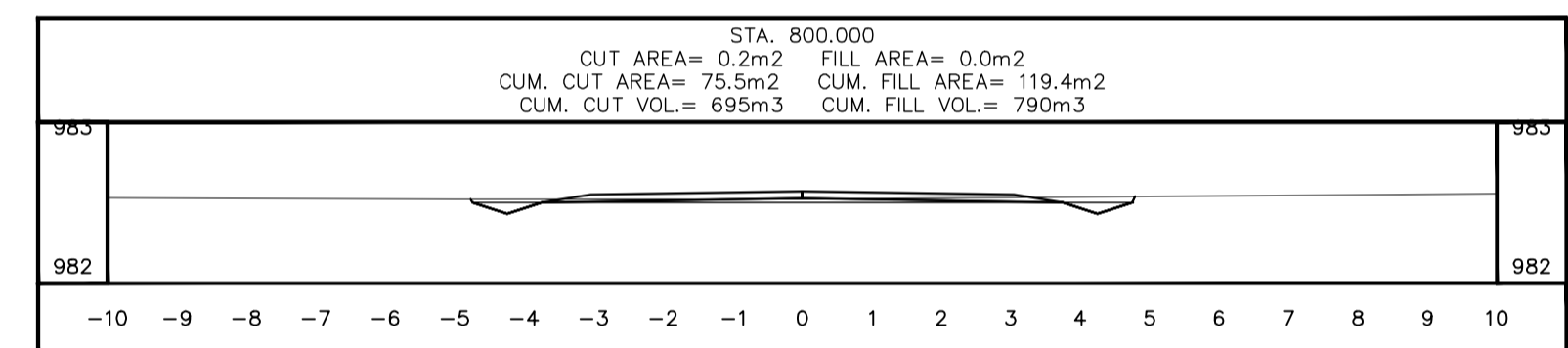
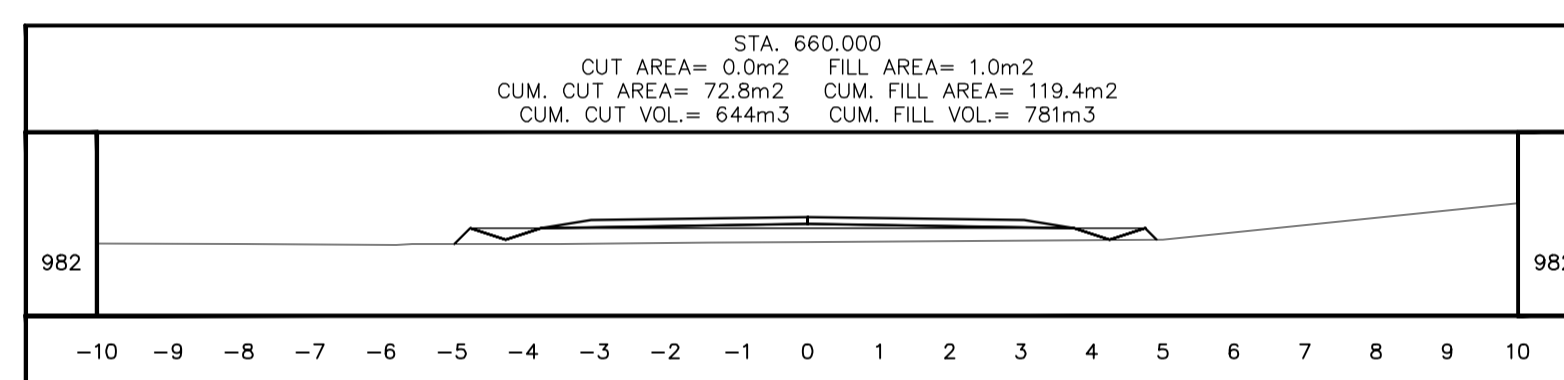
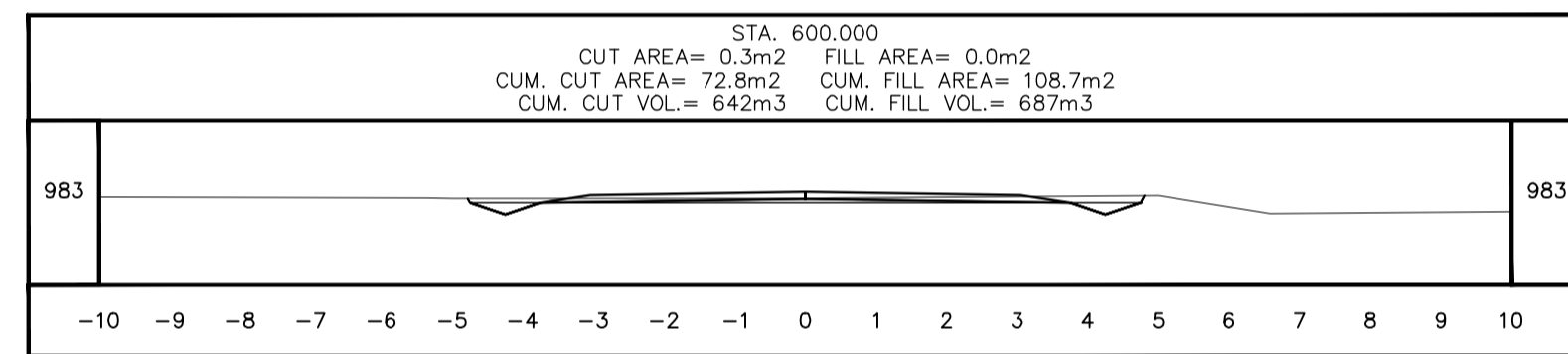
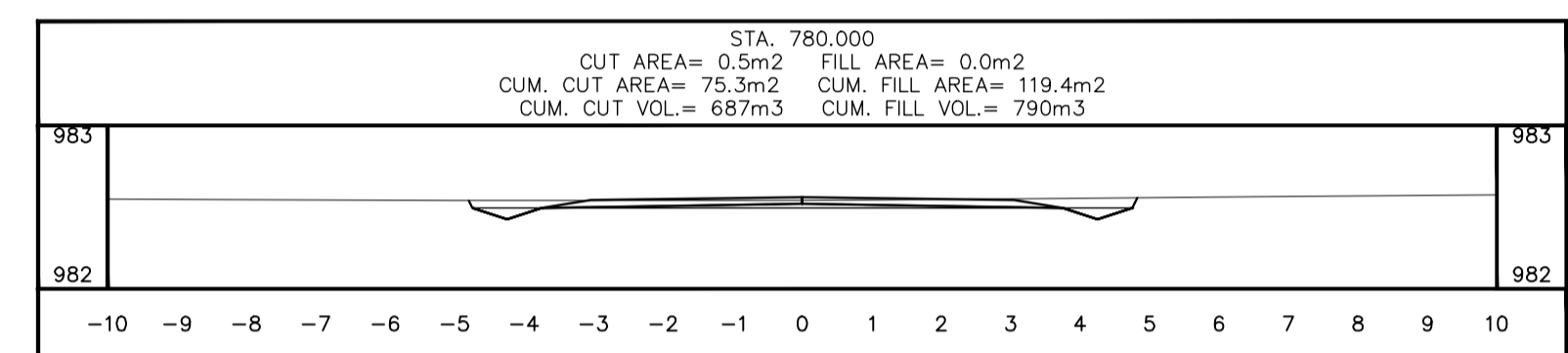
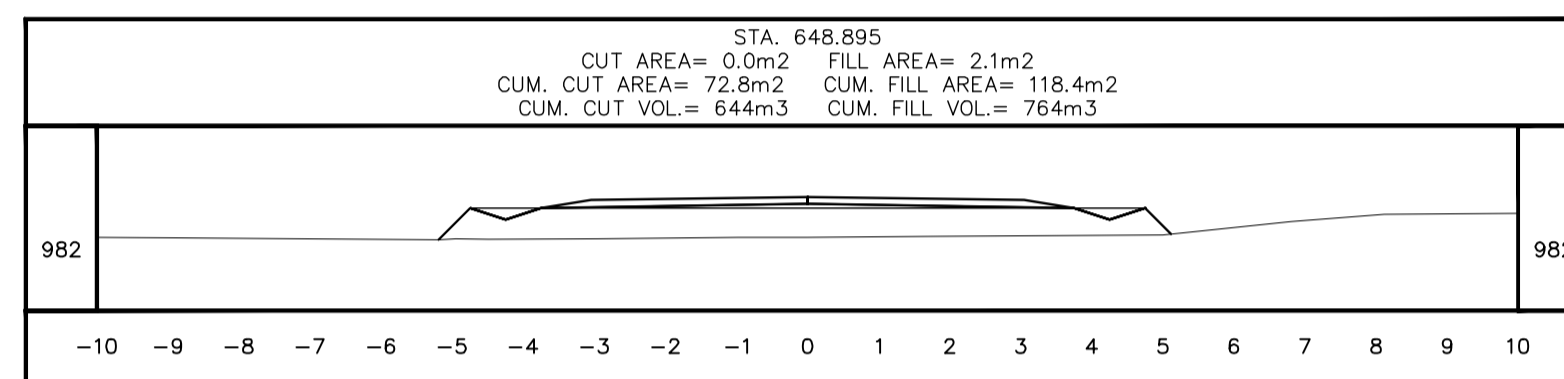
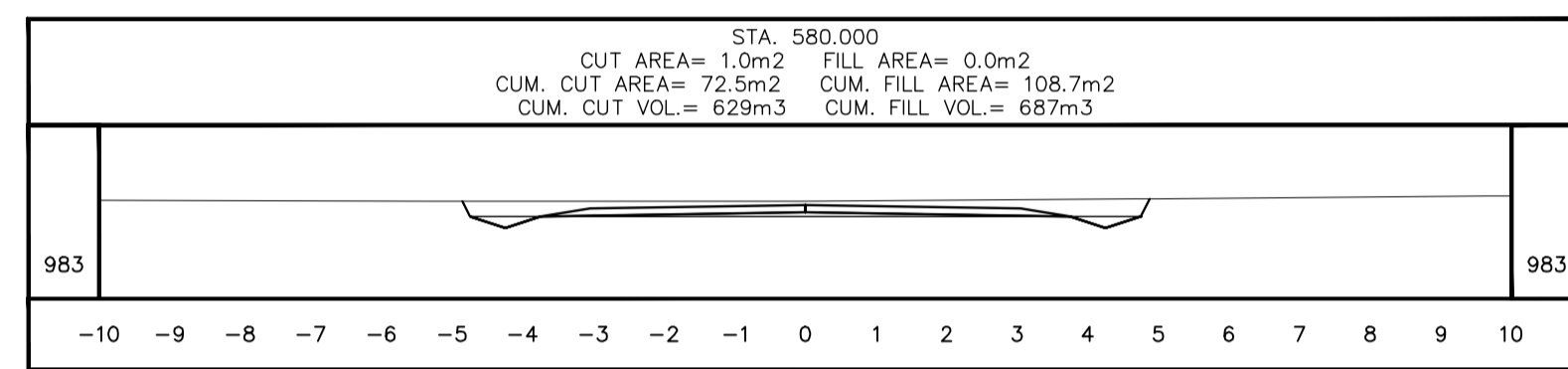
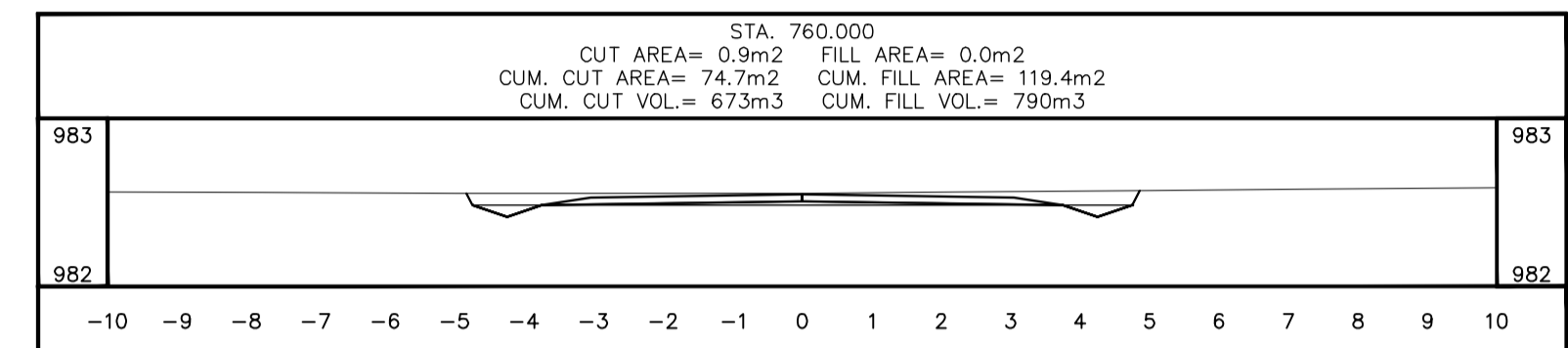
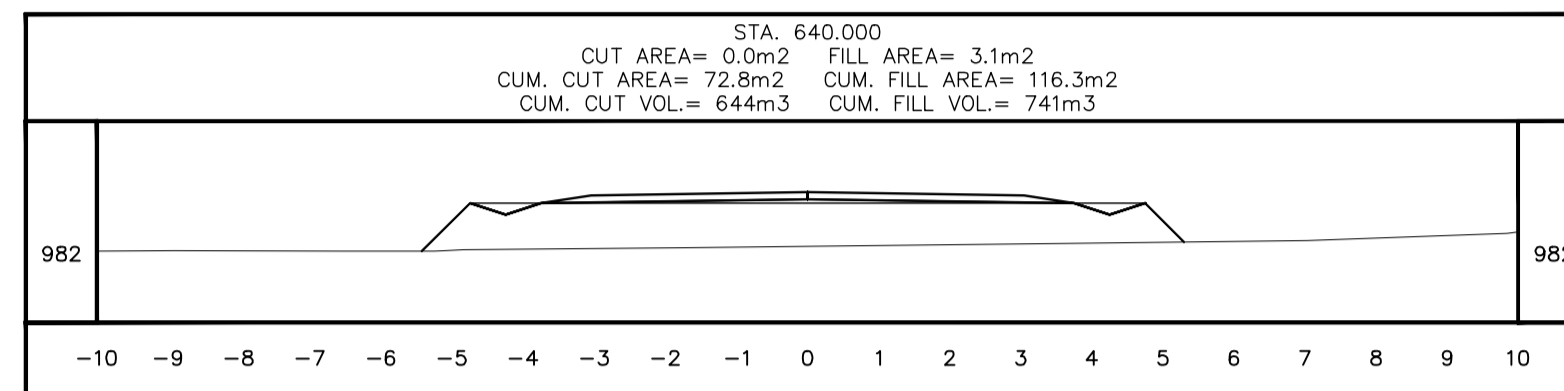
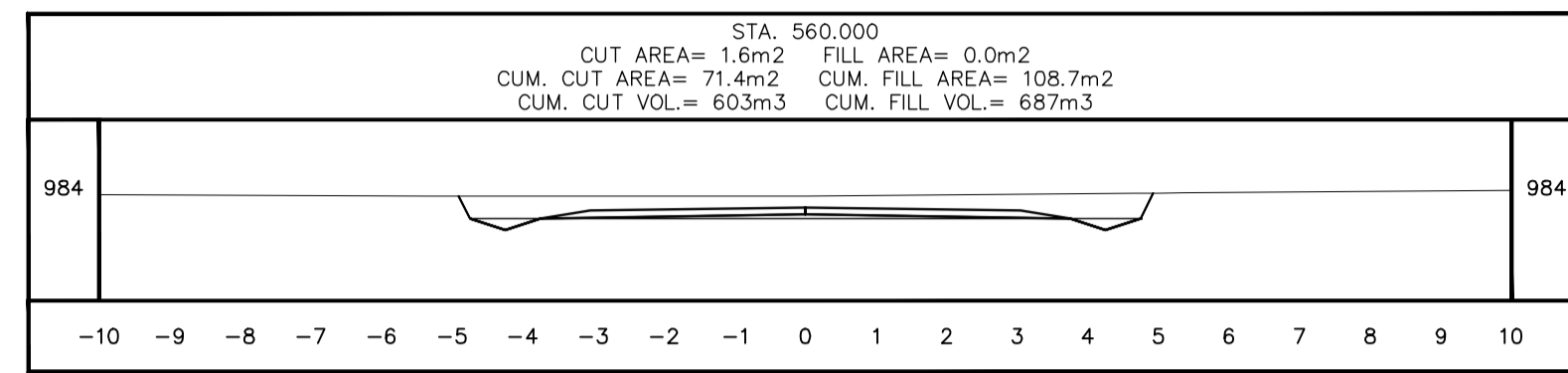
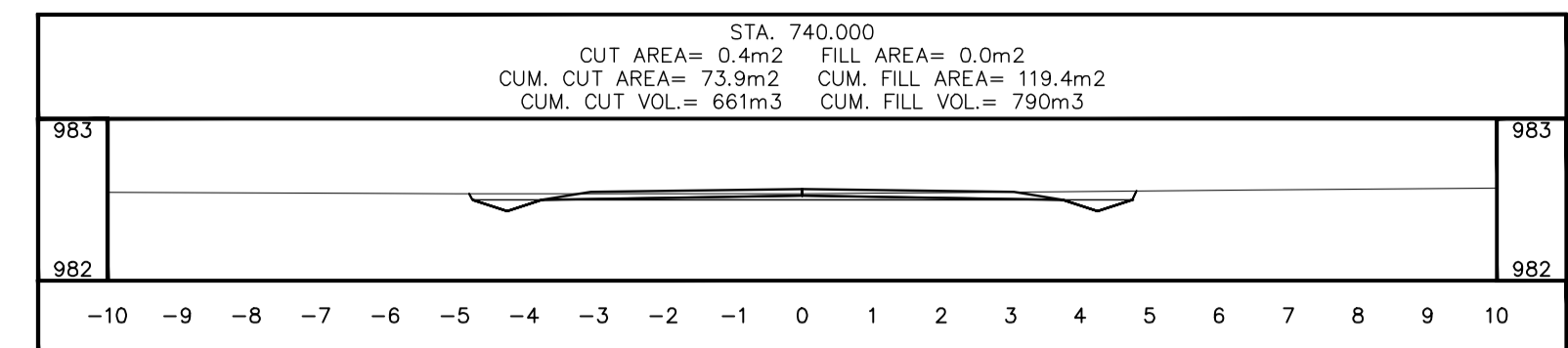
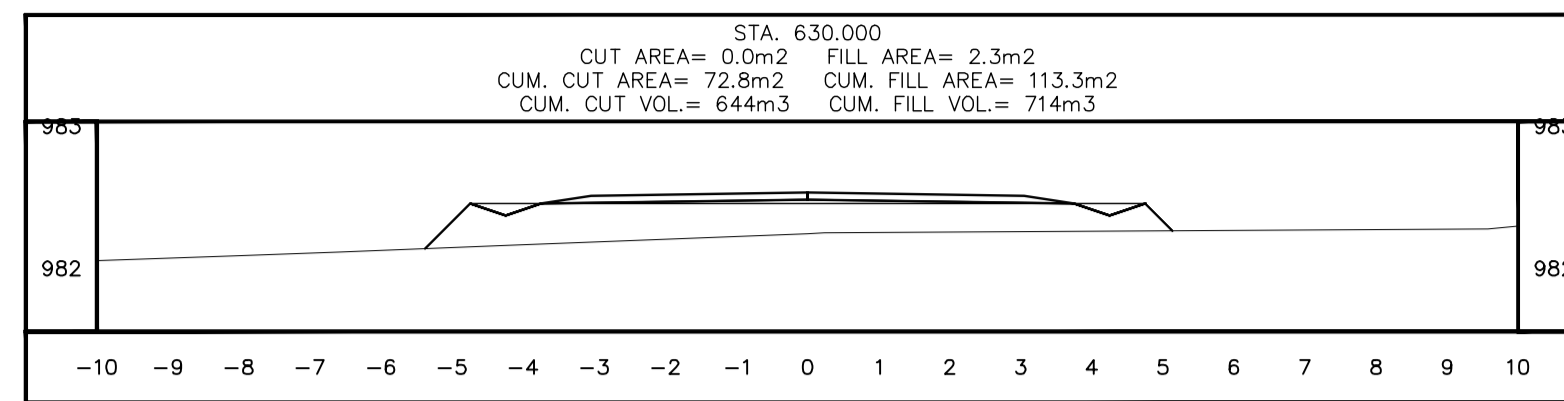
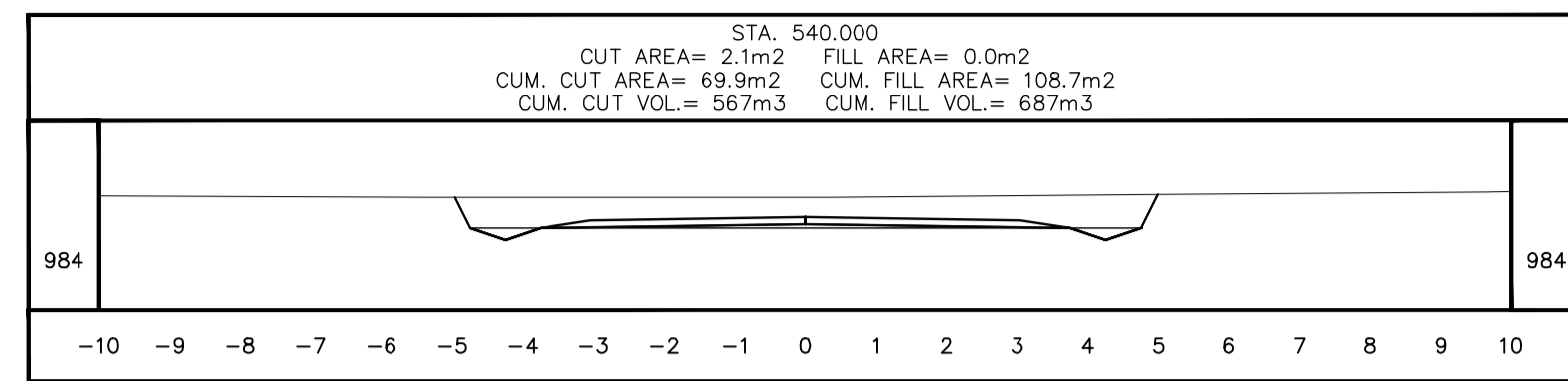
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



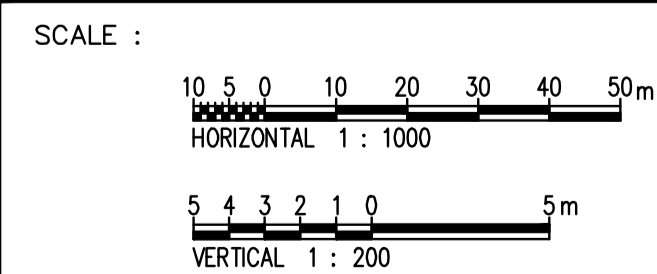
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



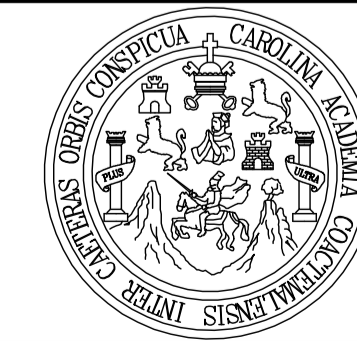
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



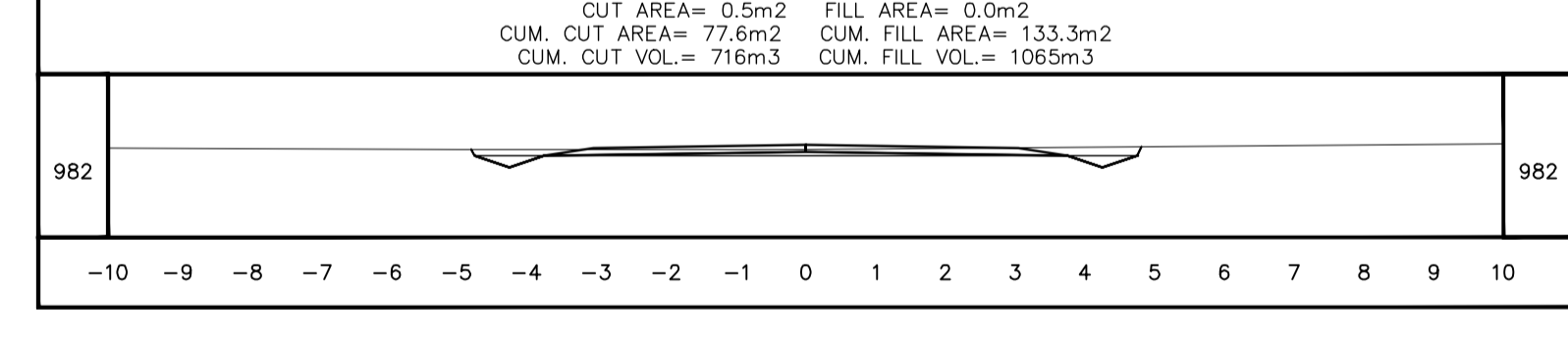
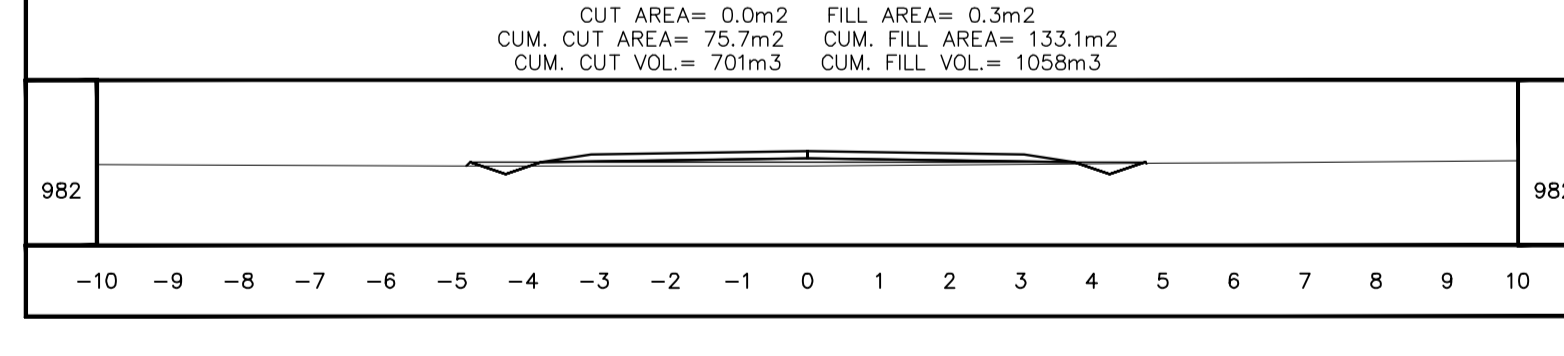
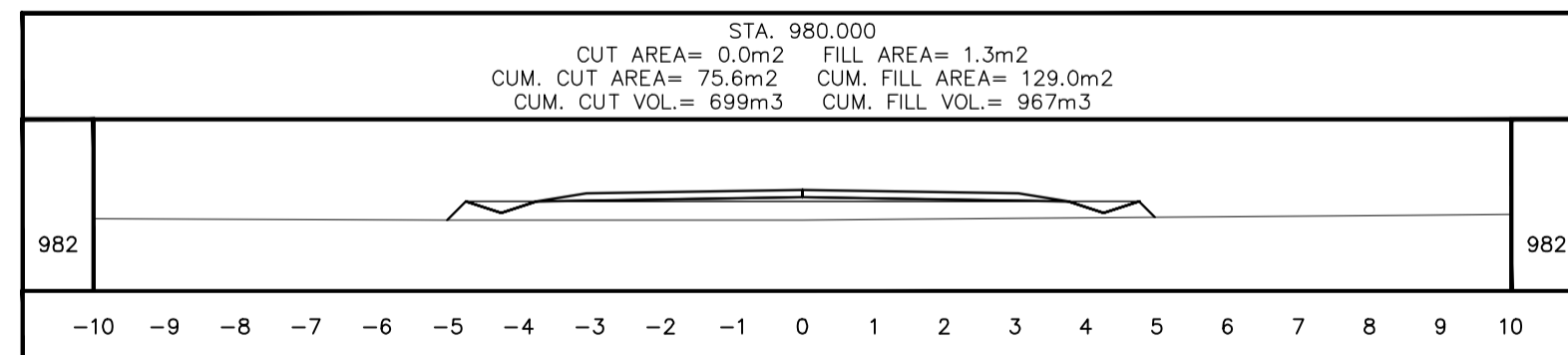
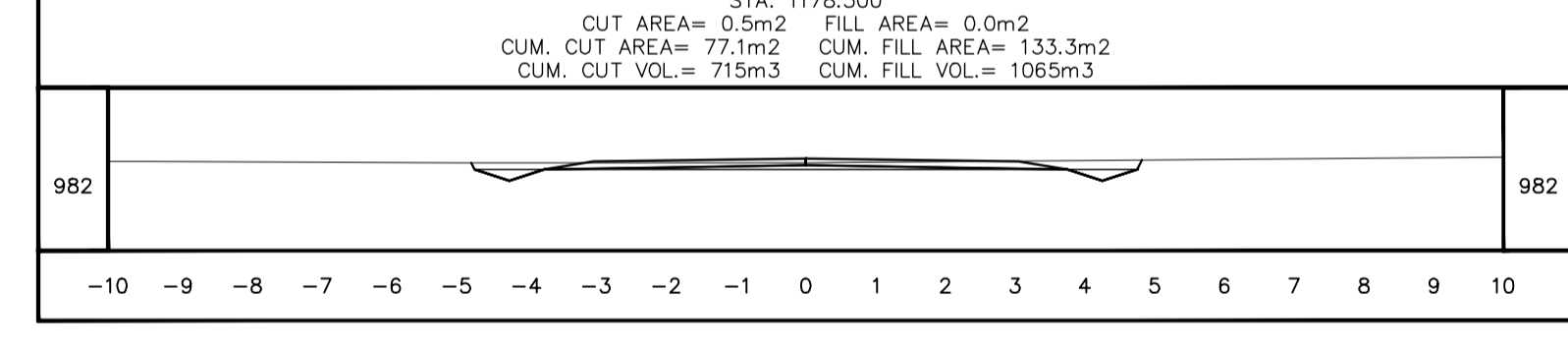
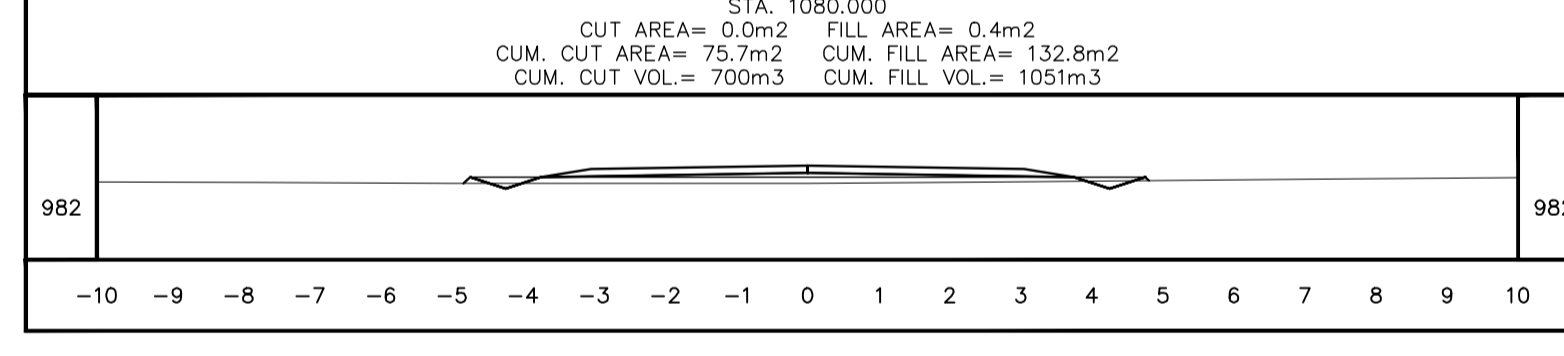
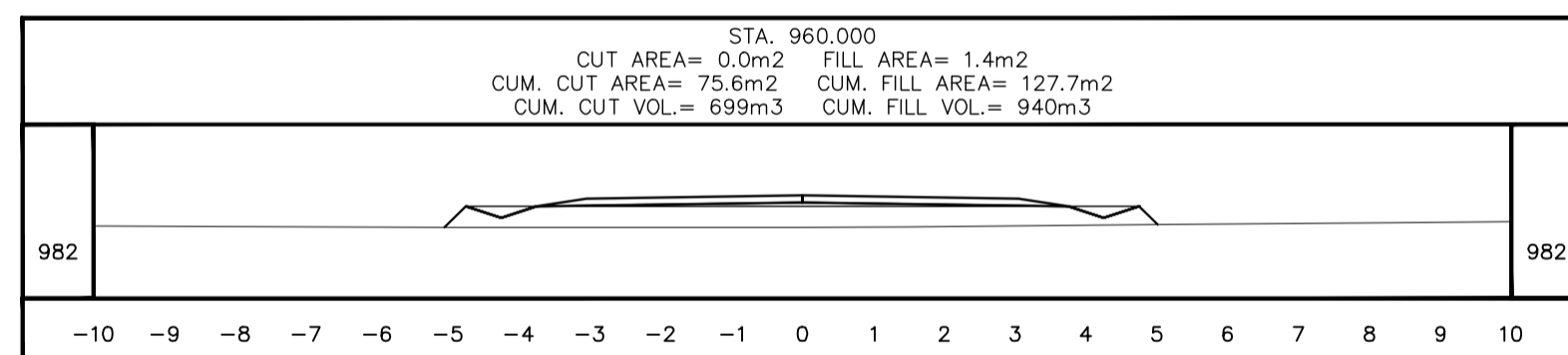
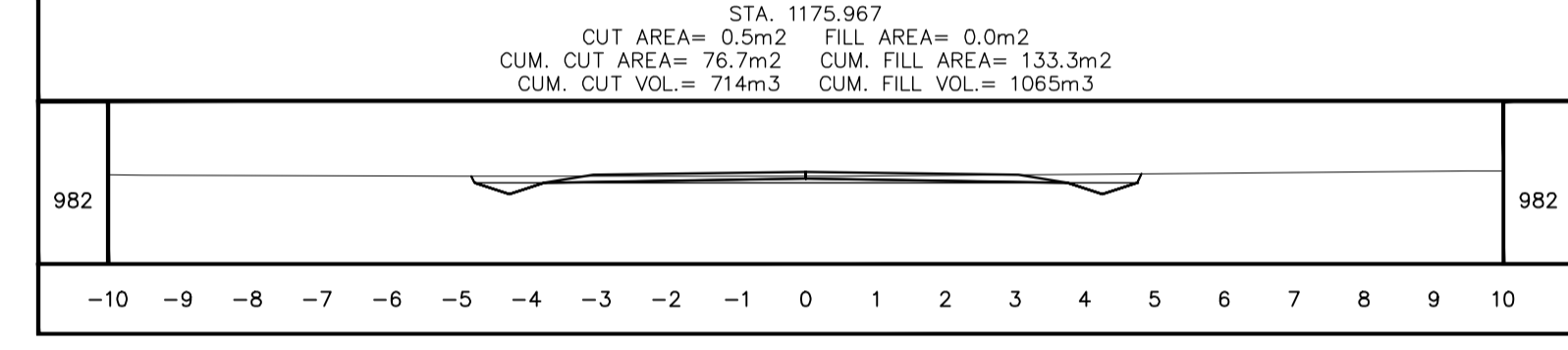
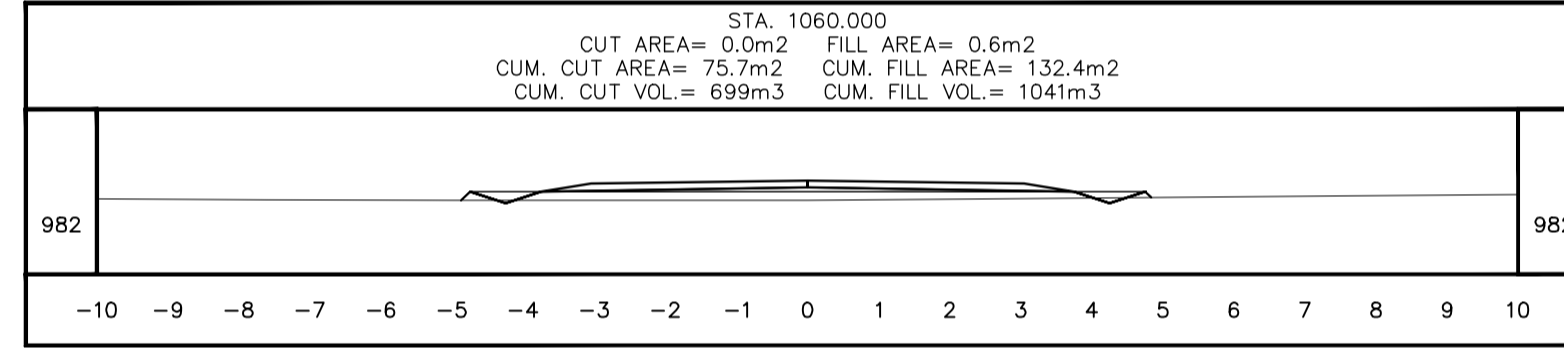
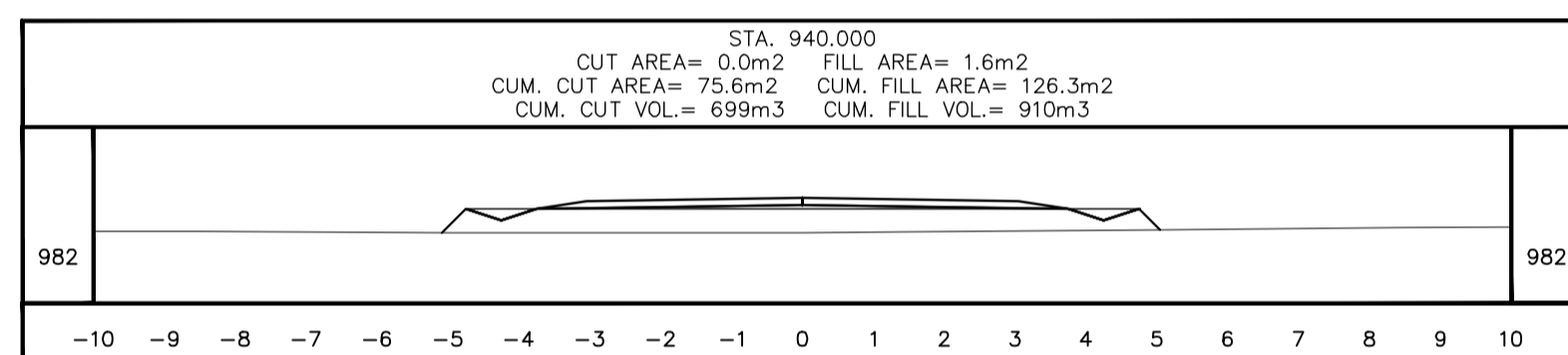
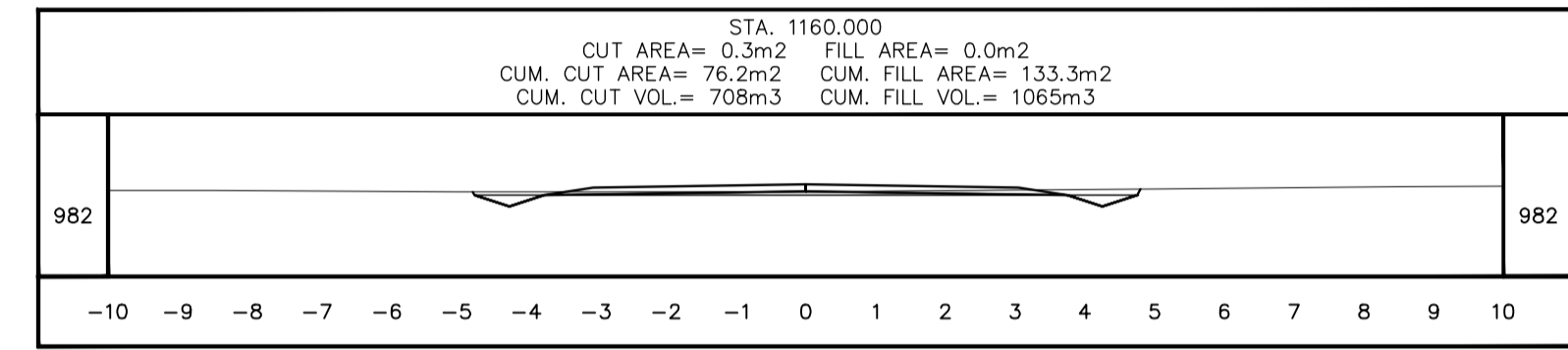
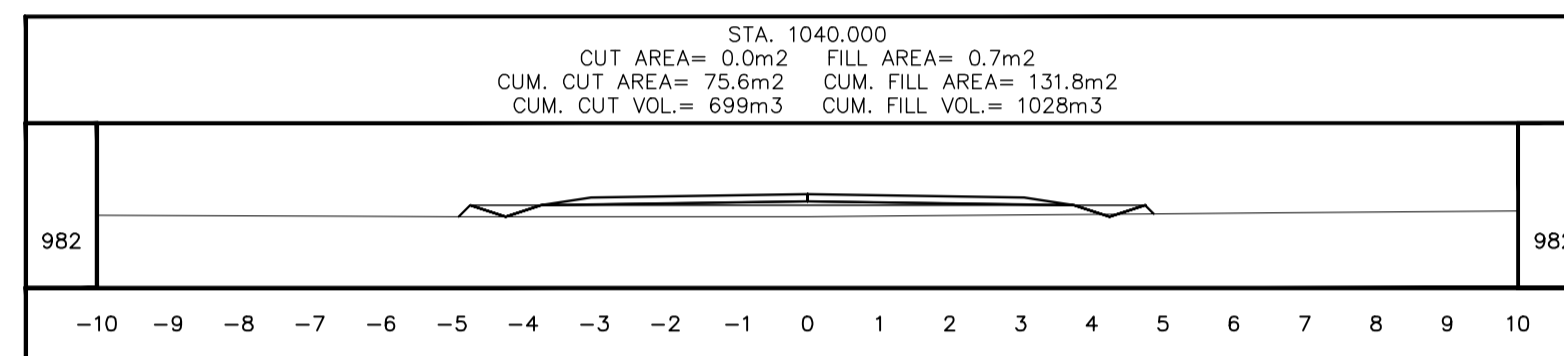
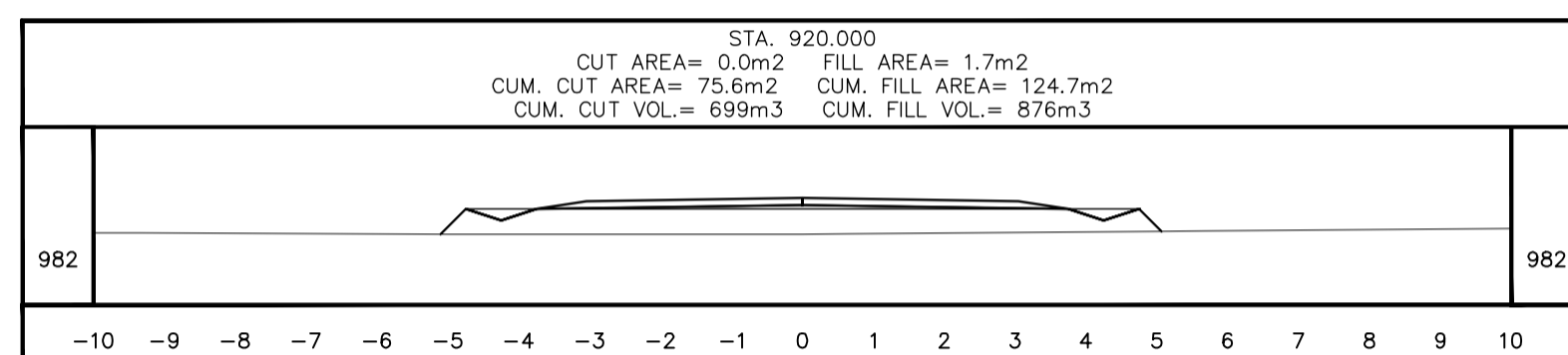
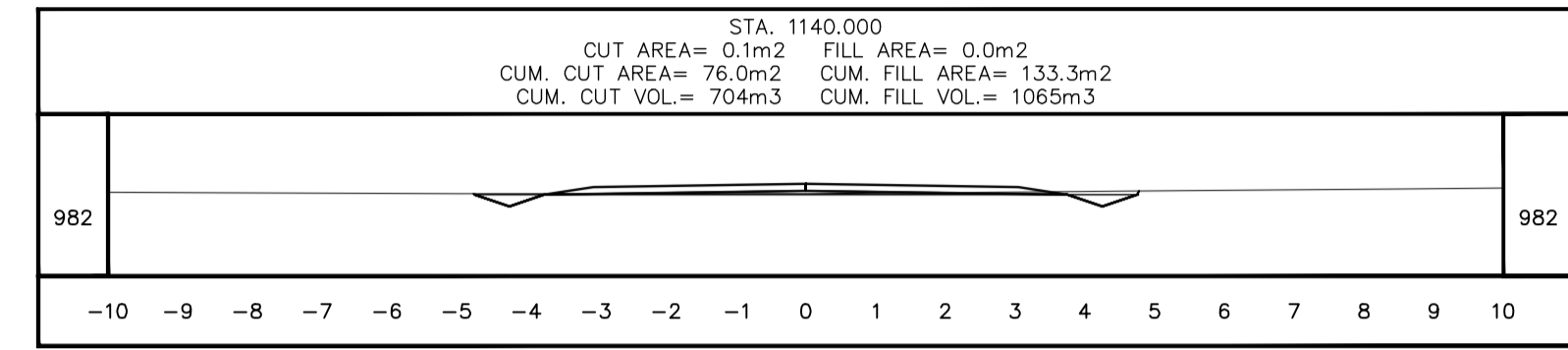
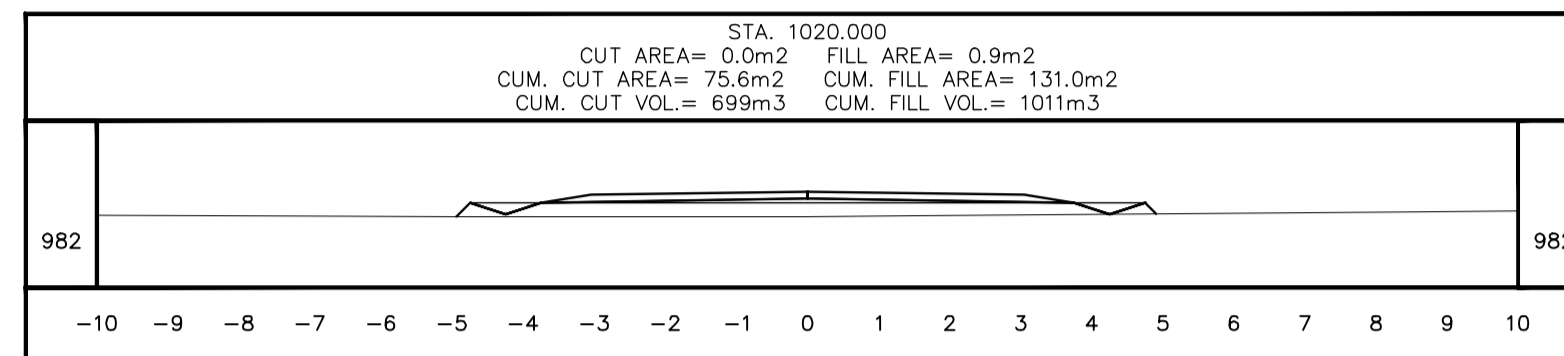
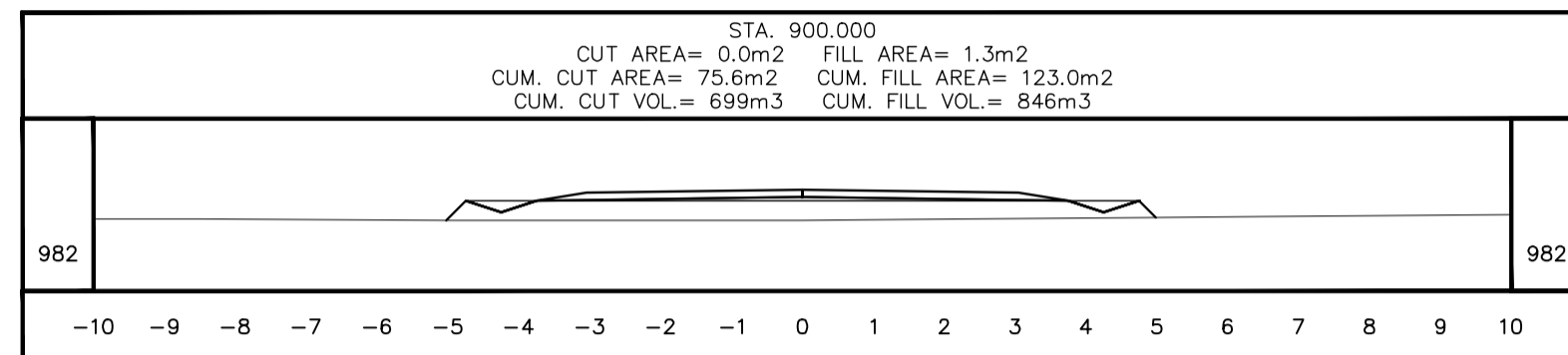
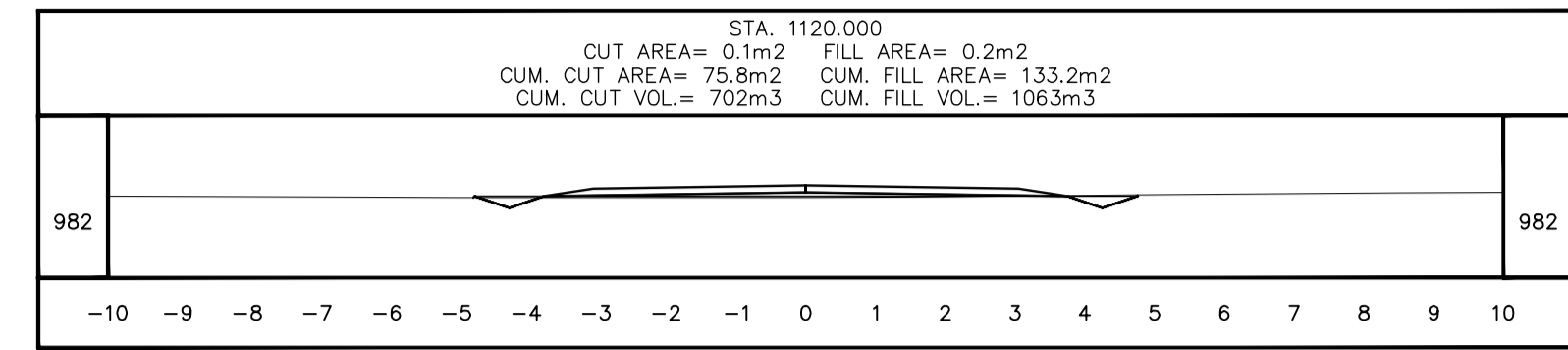
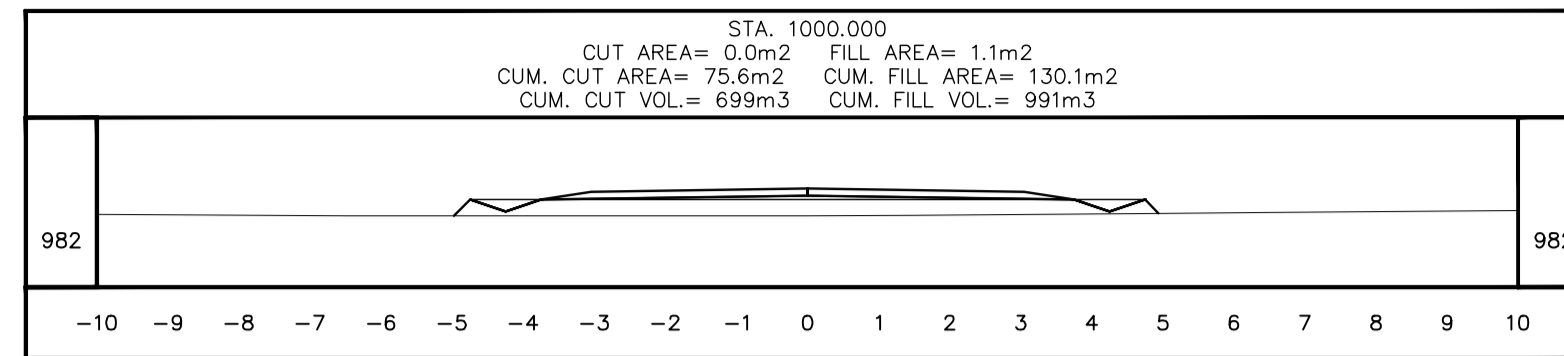
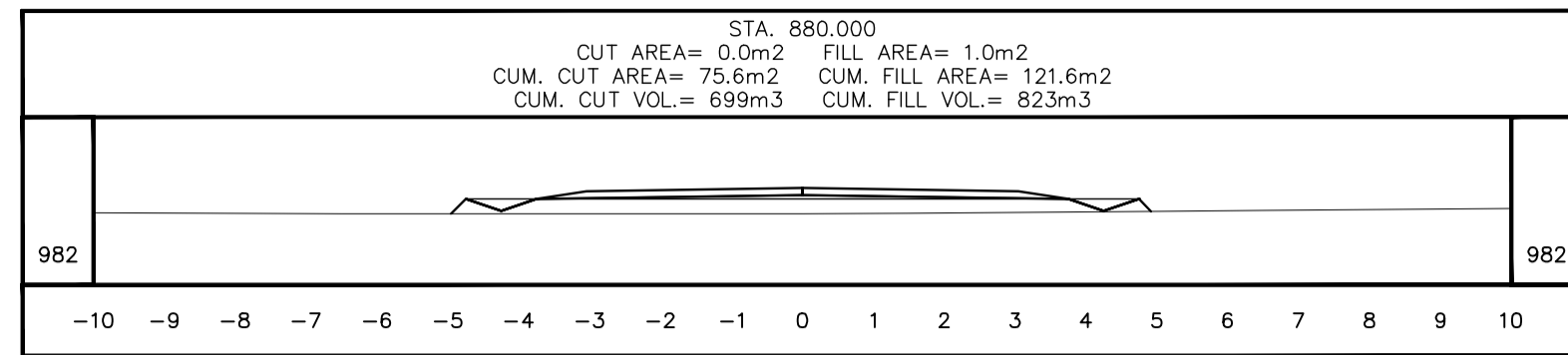
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



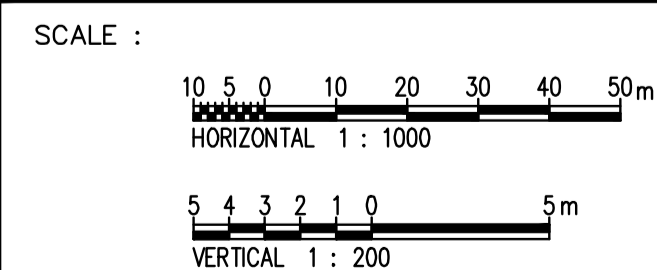
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



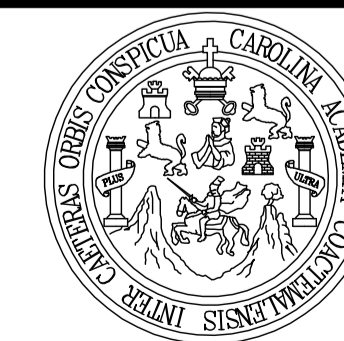
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ

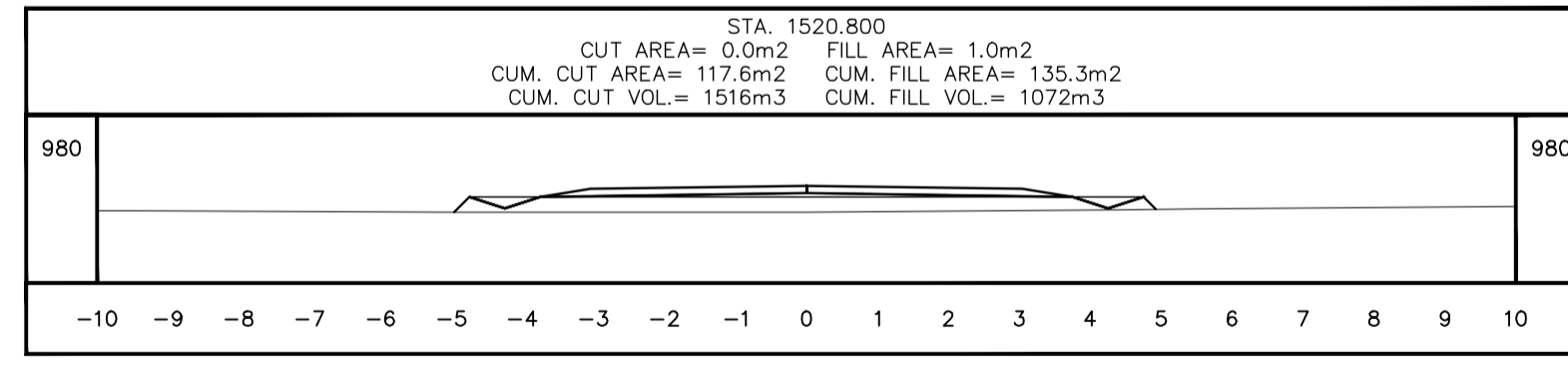
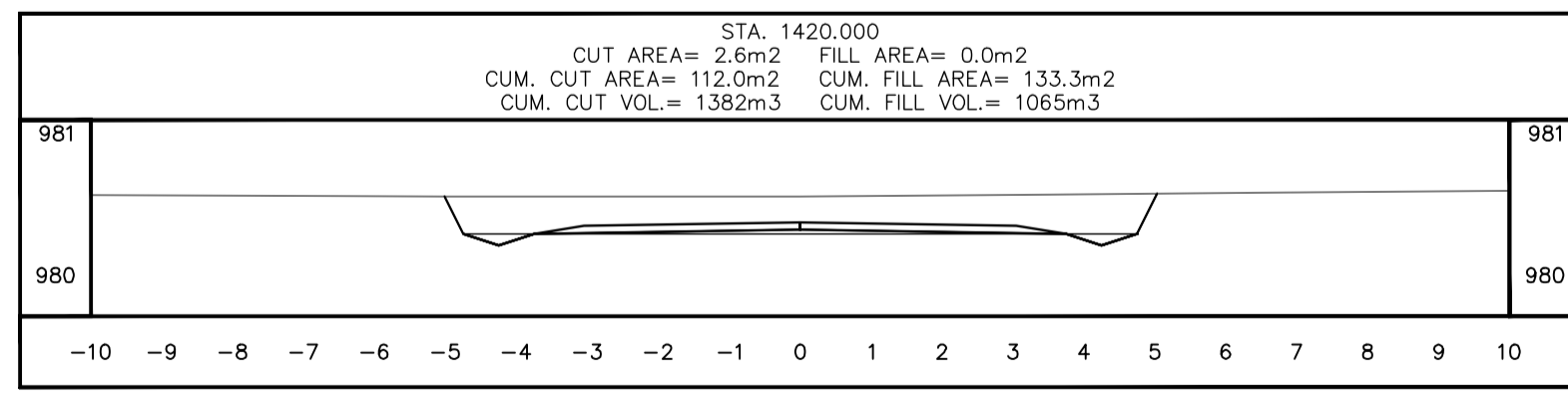
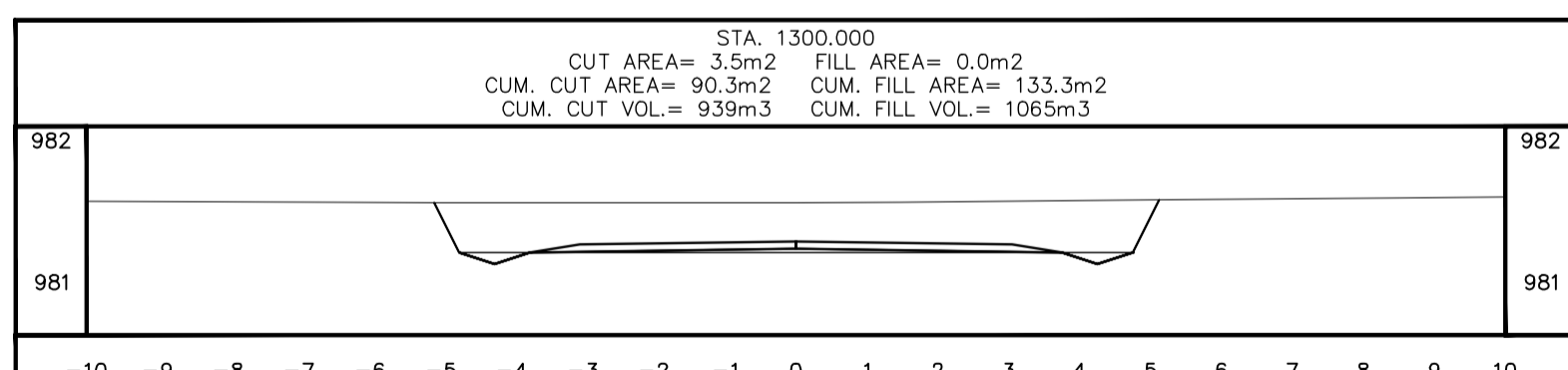
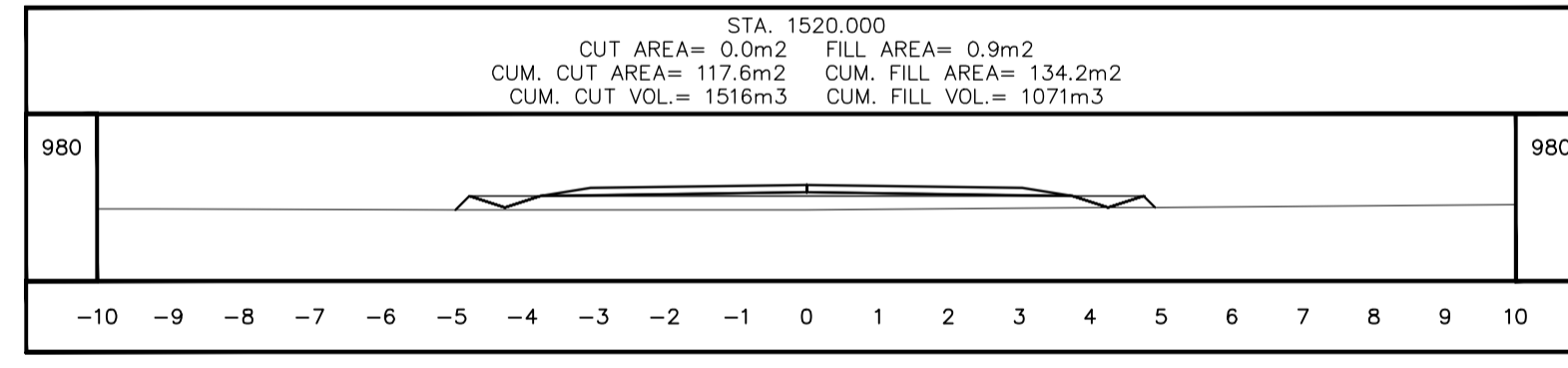
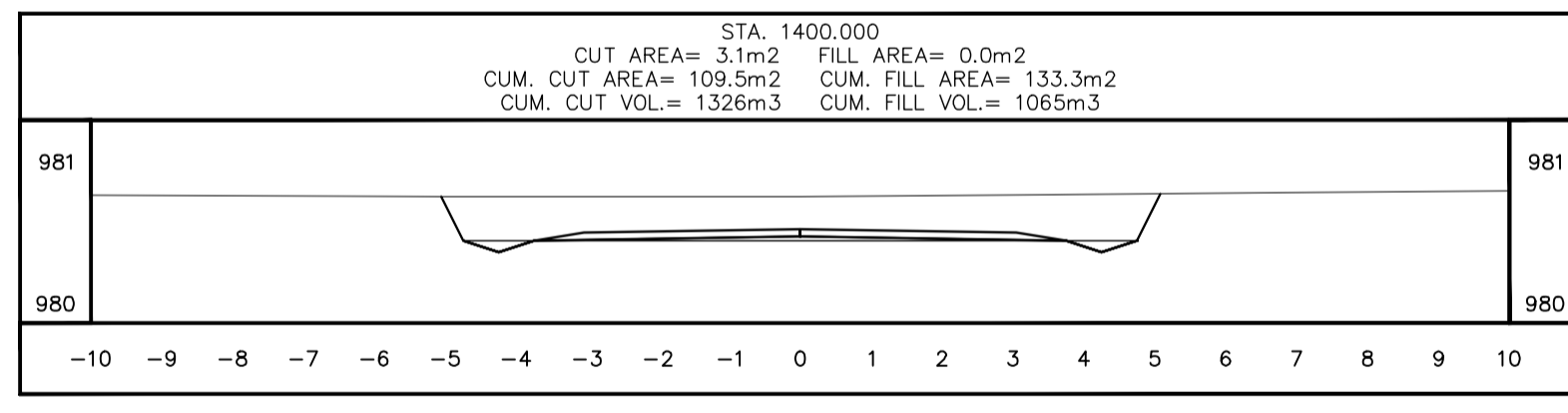
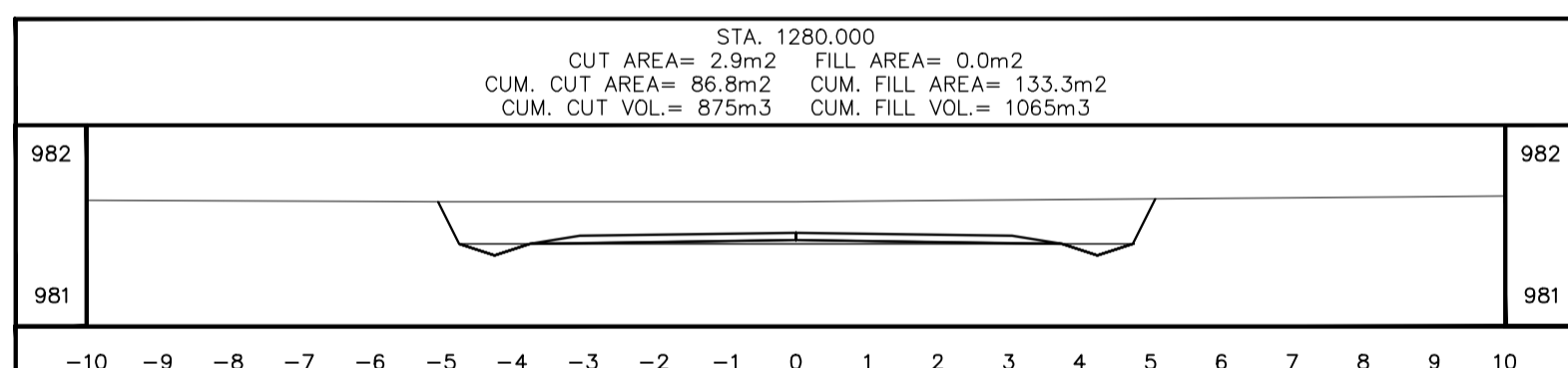
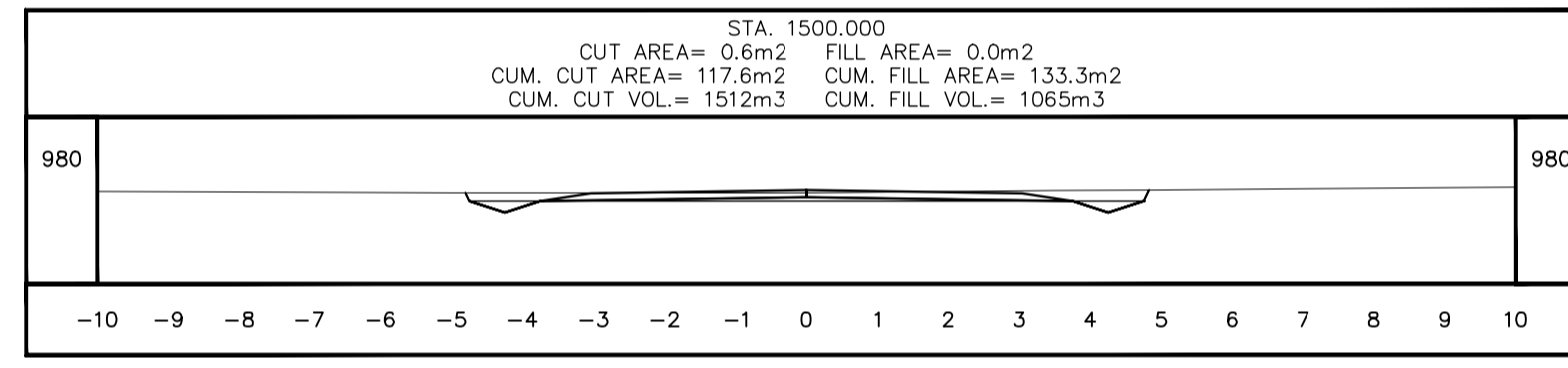
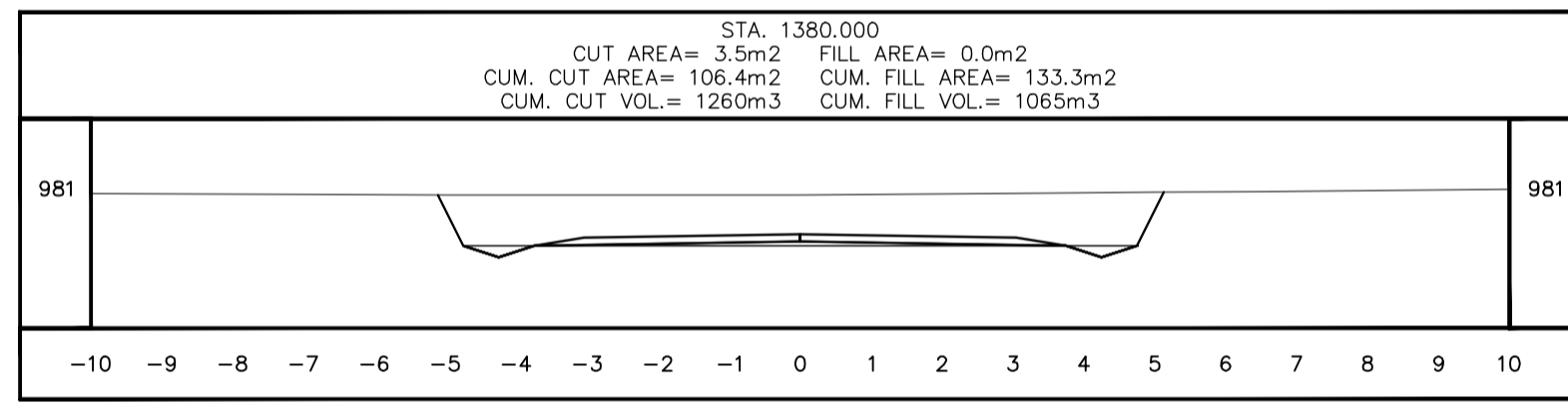
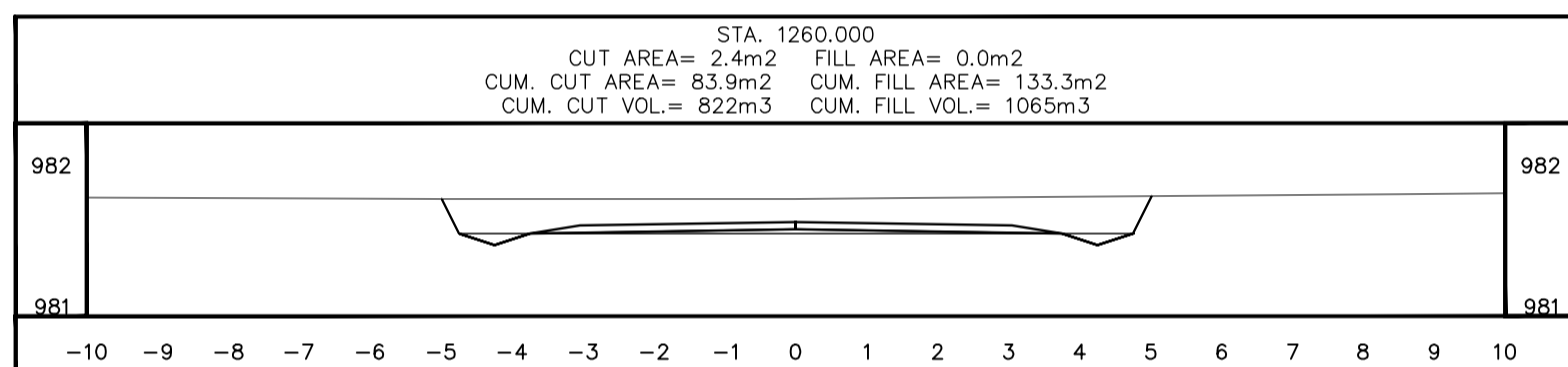
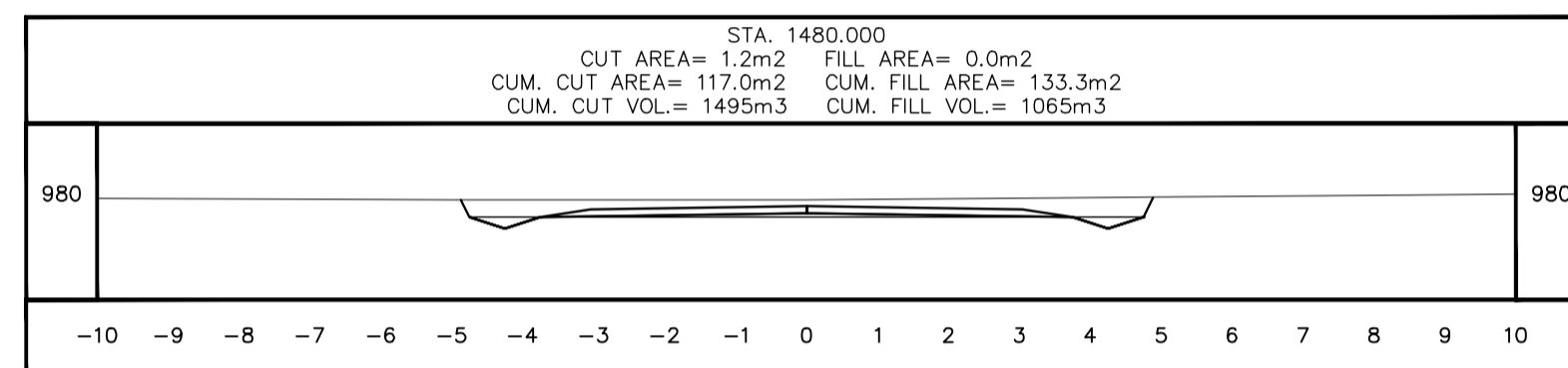
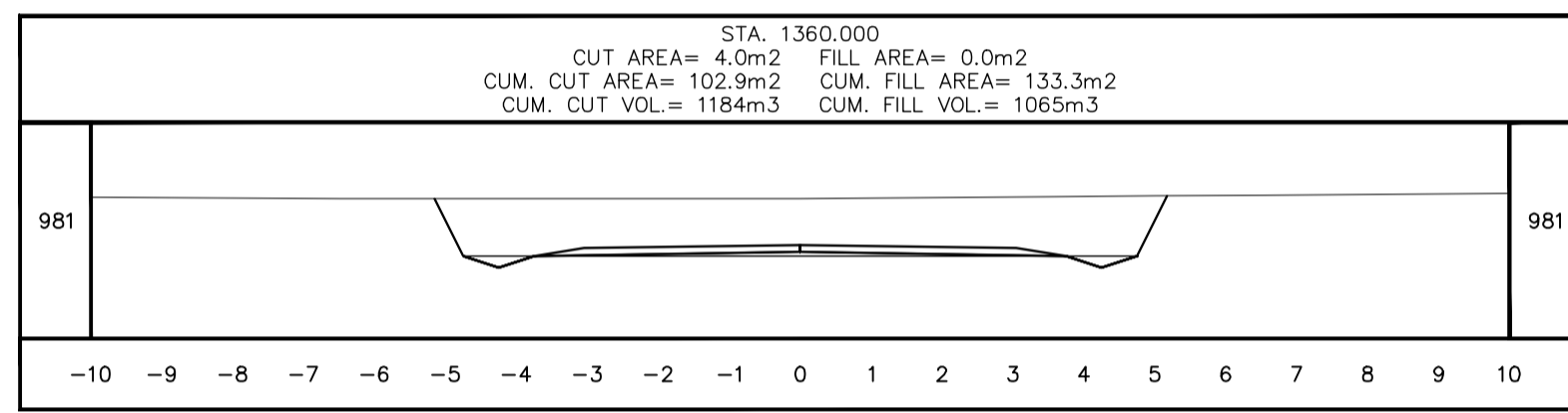
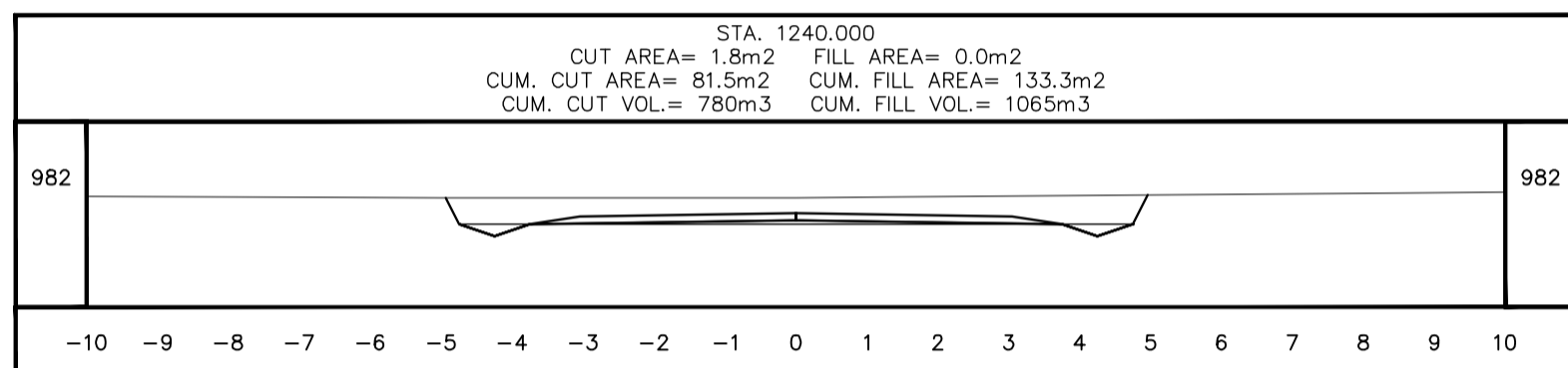
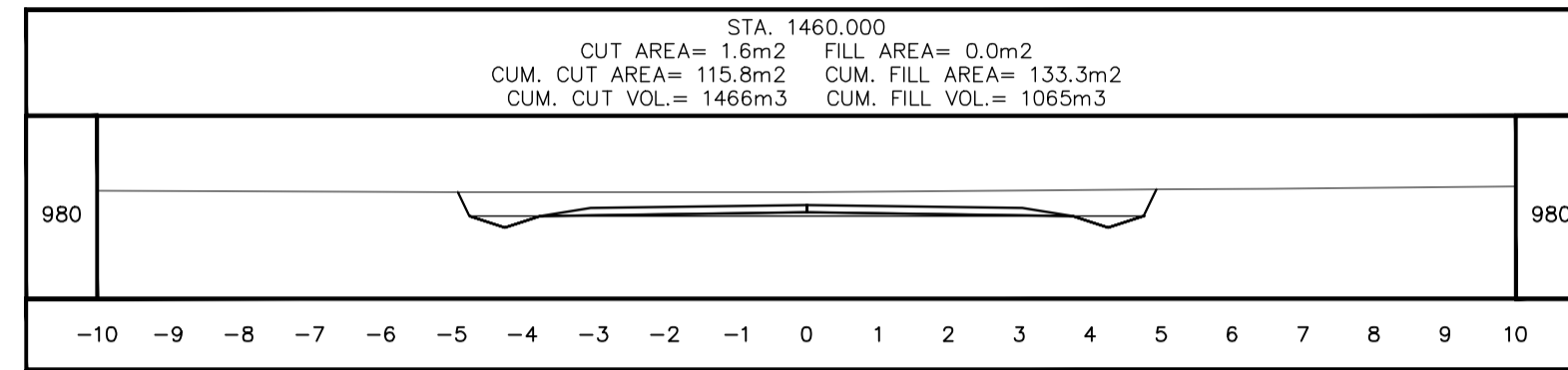
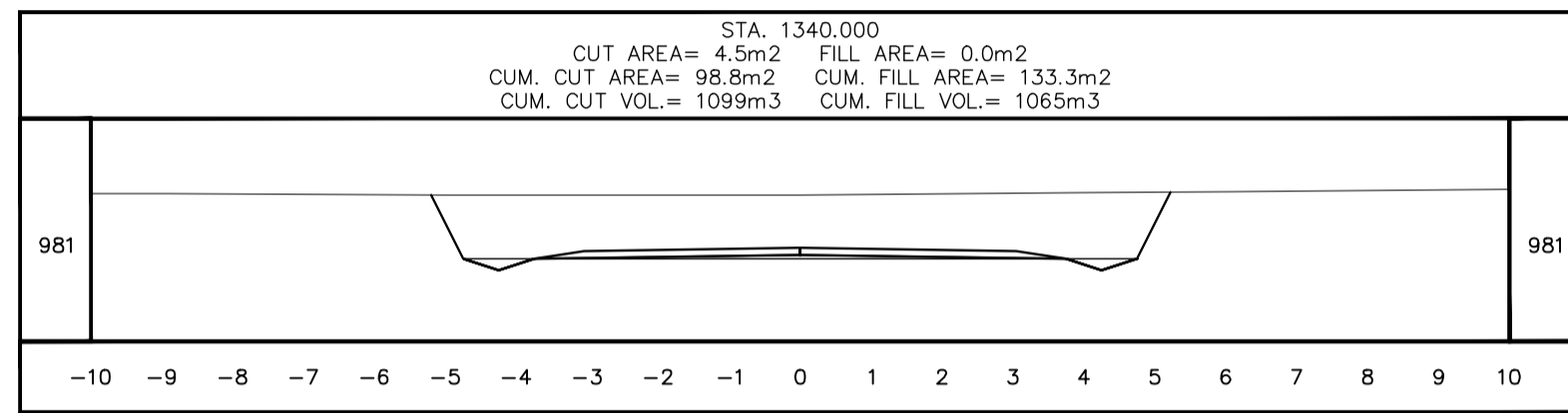
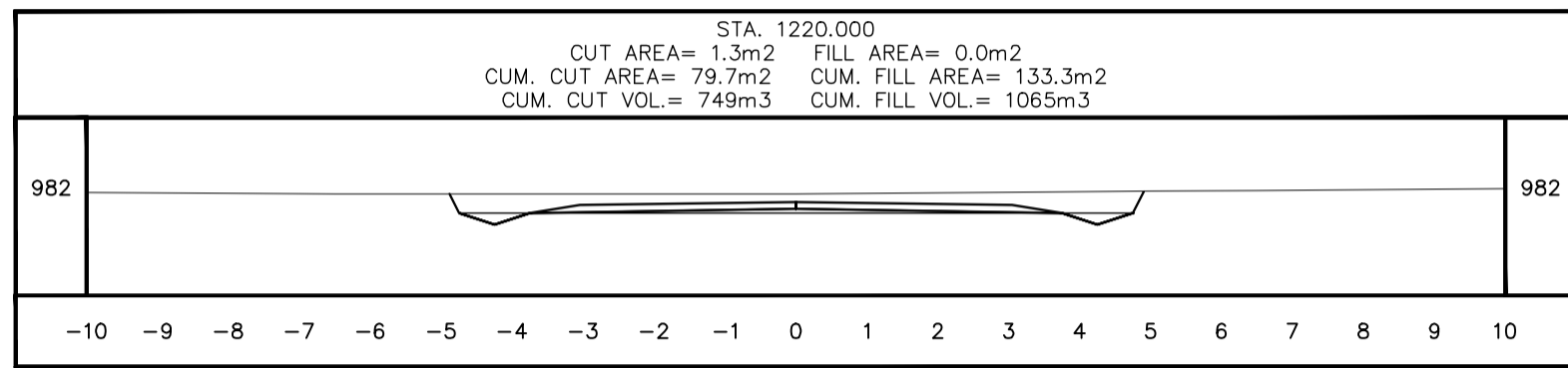
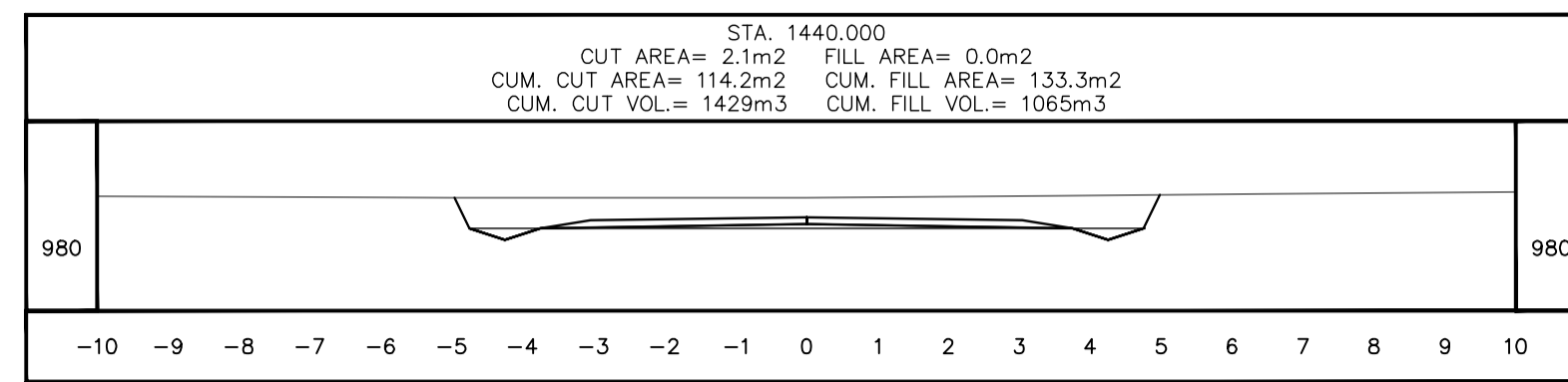
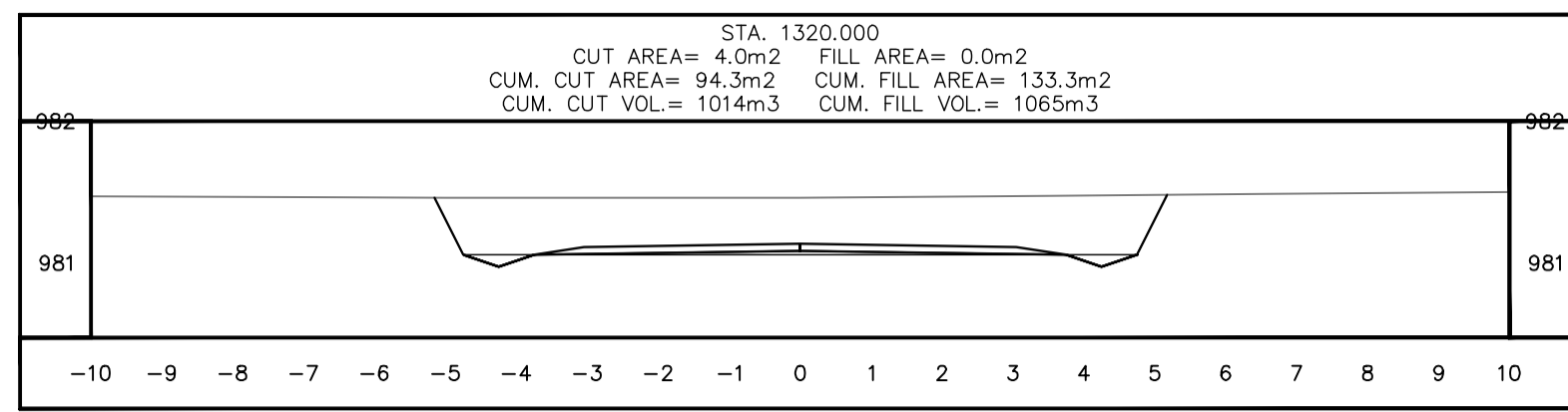
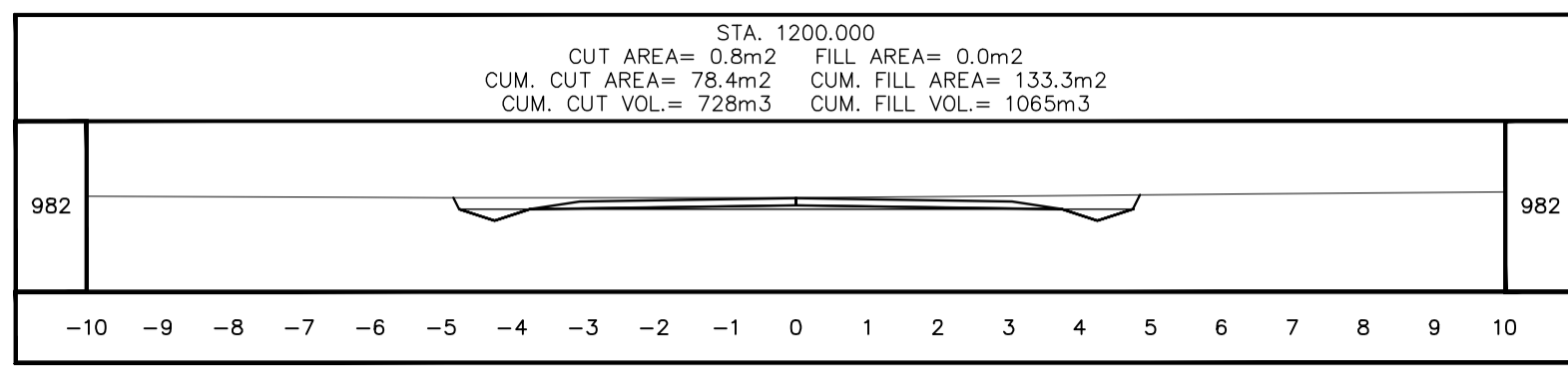


DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.

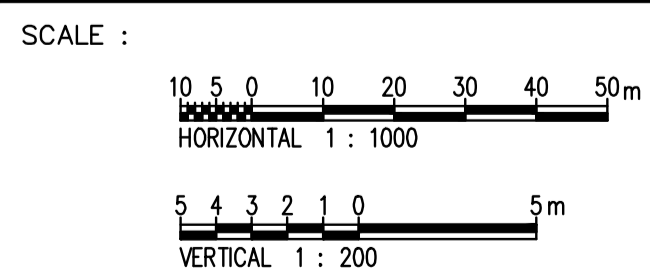


SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

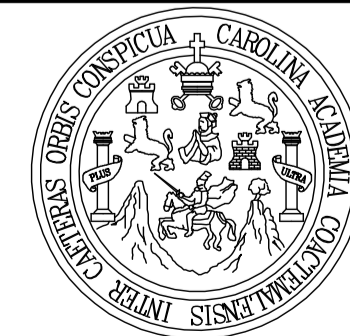




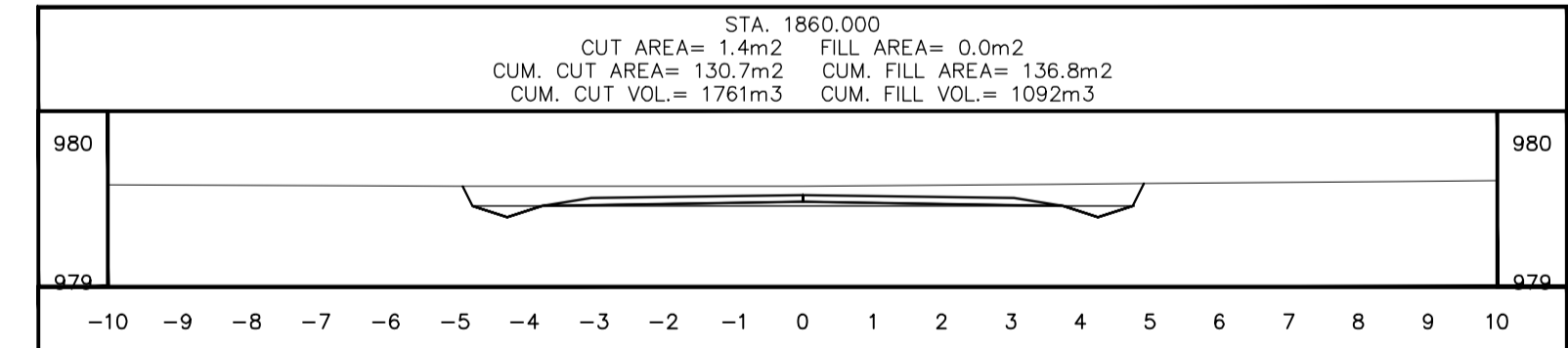
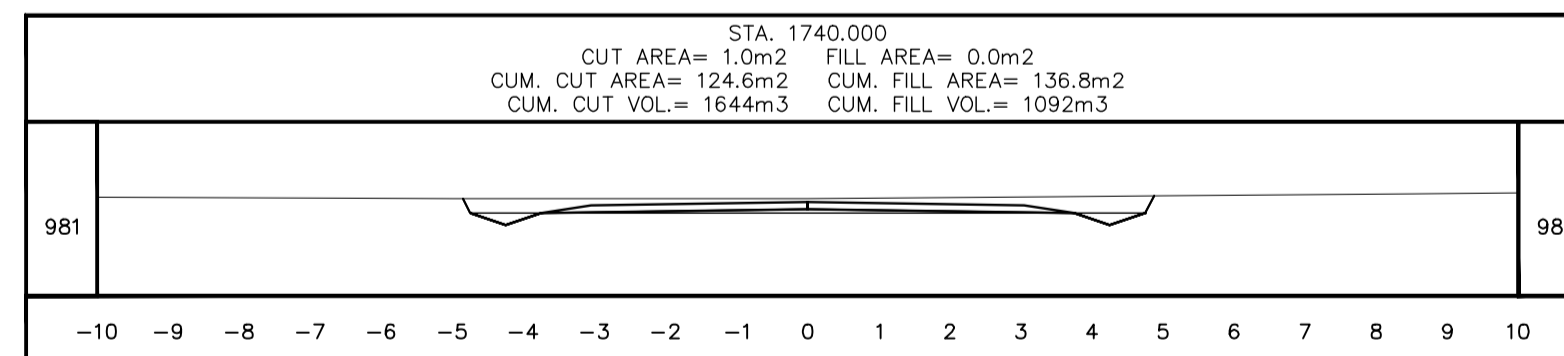
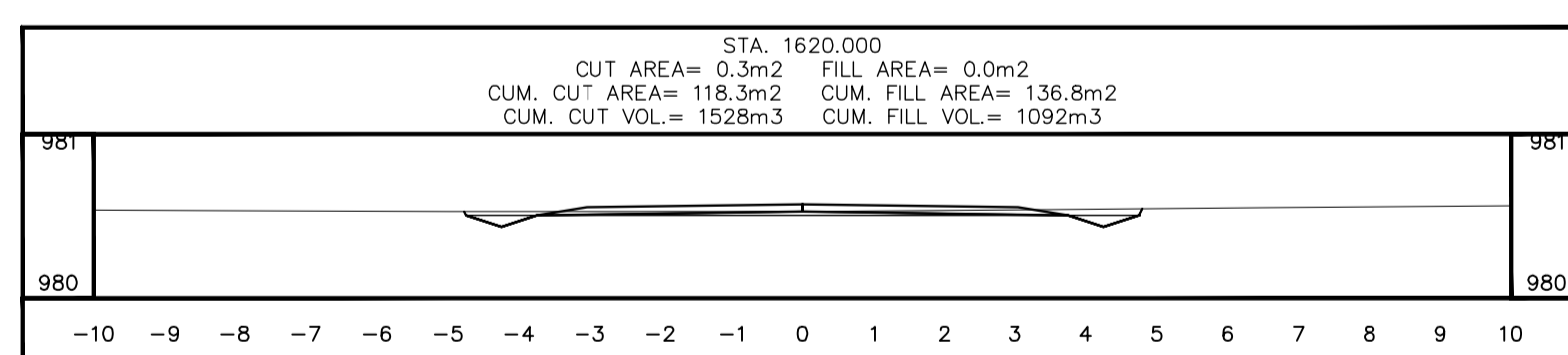
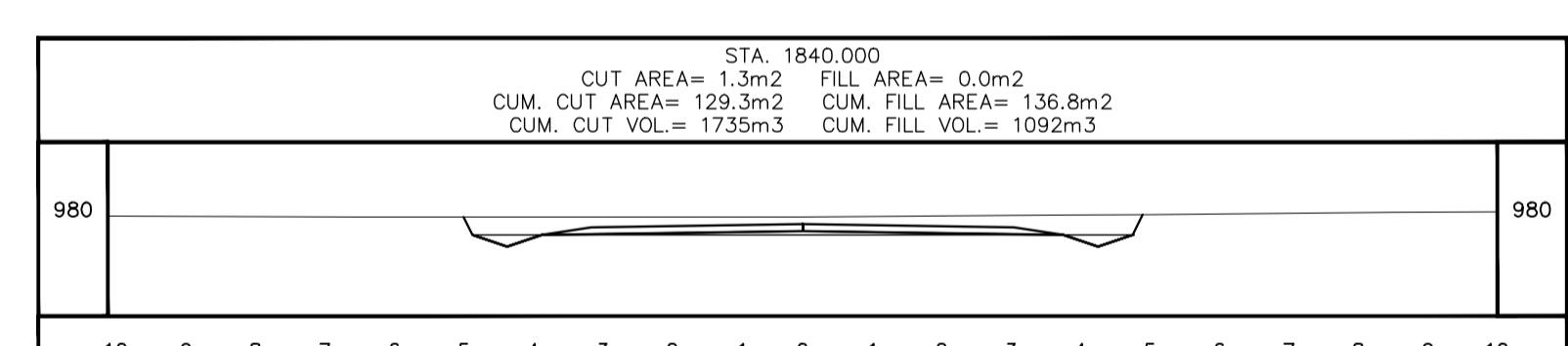
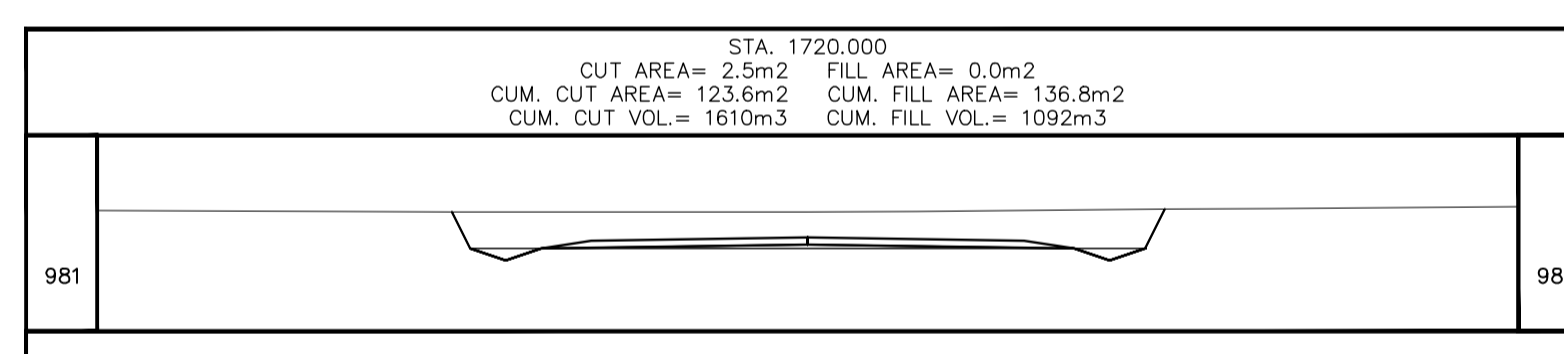
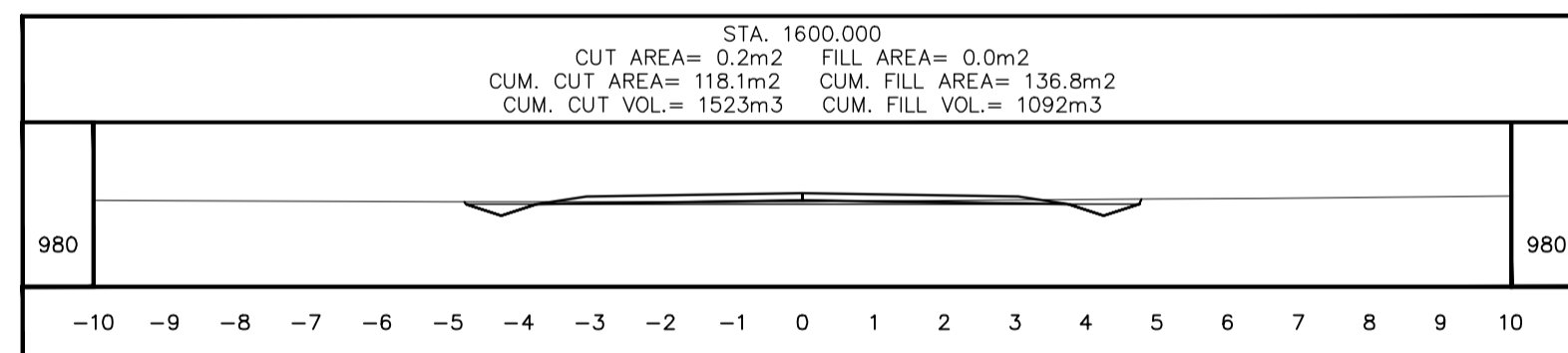
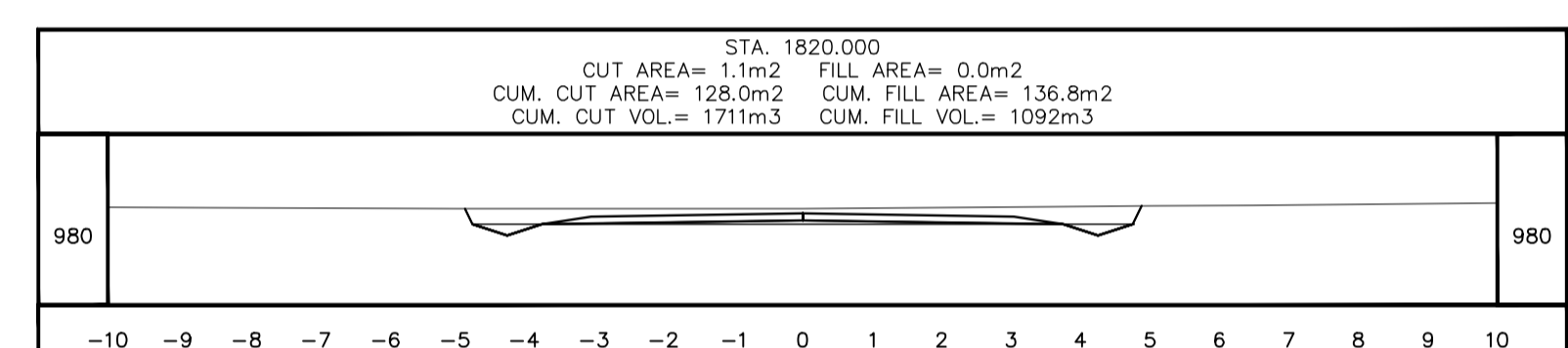
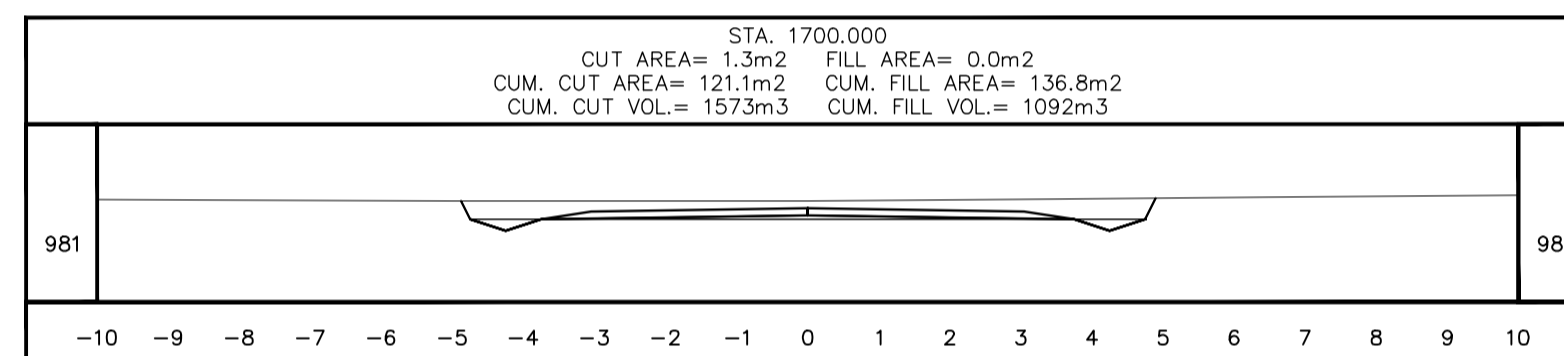
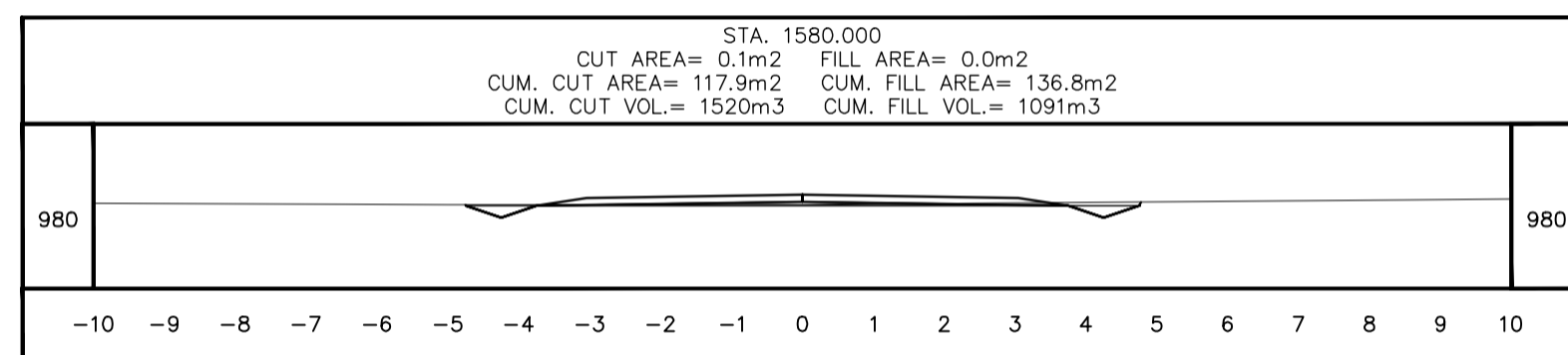
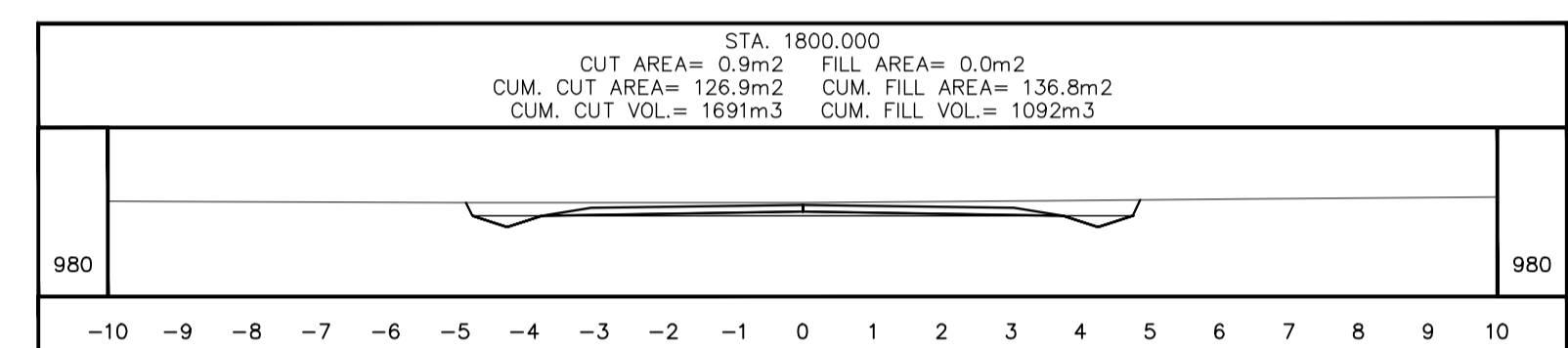
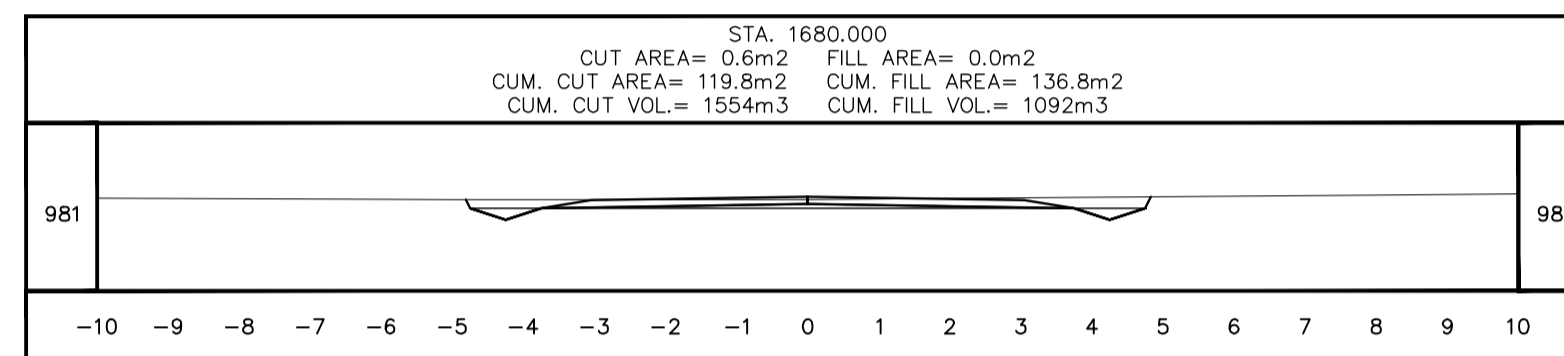
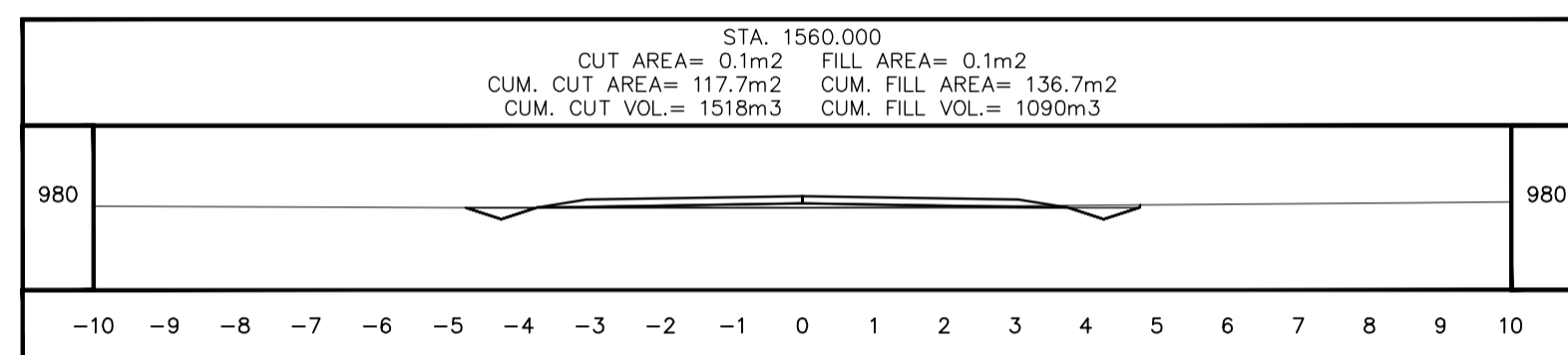
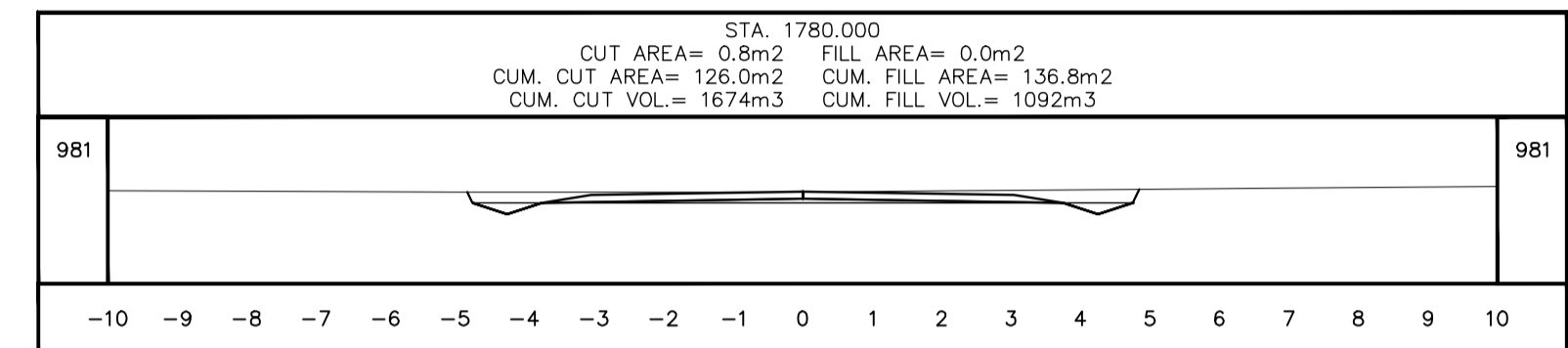
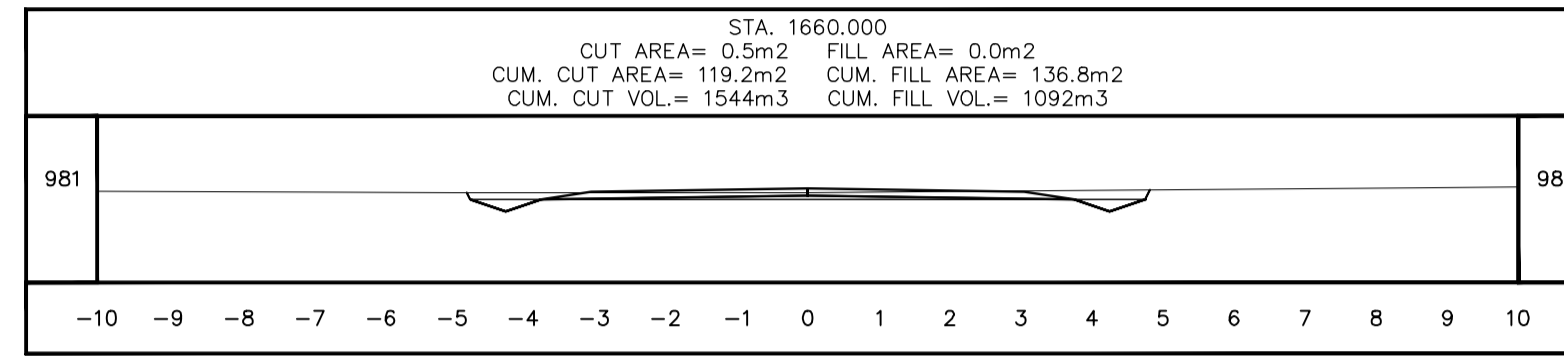
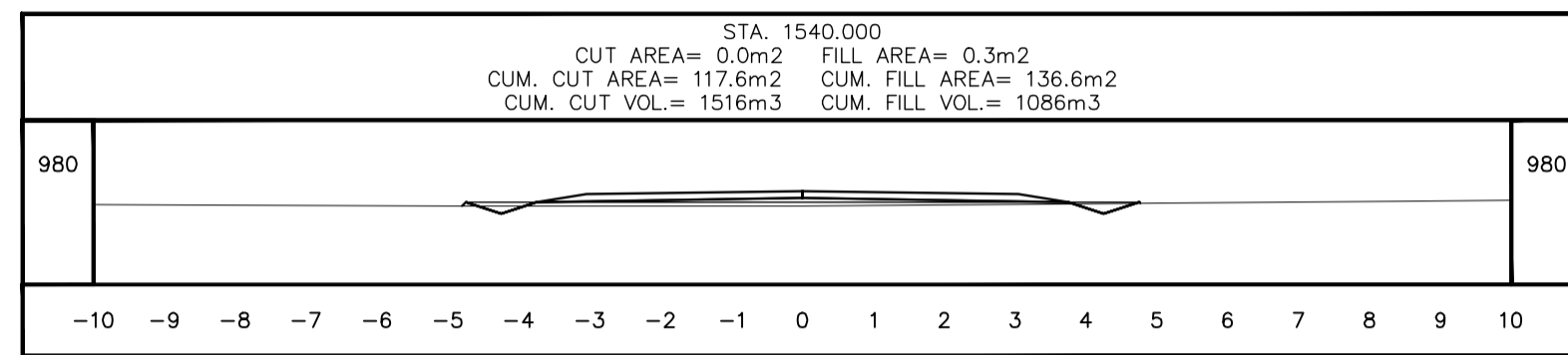
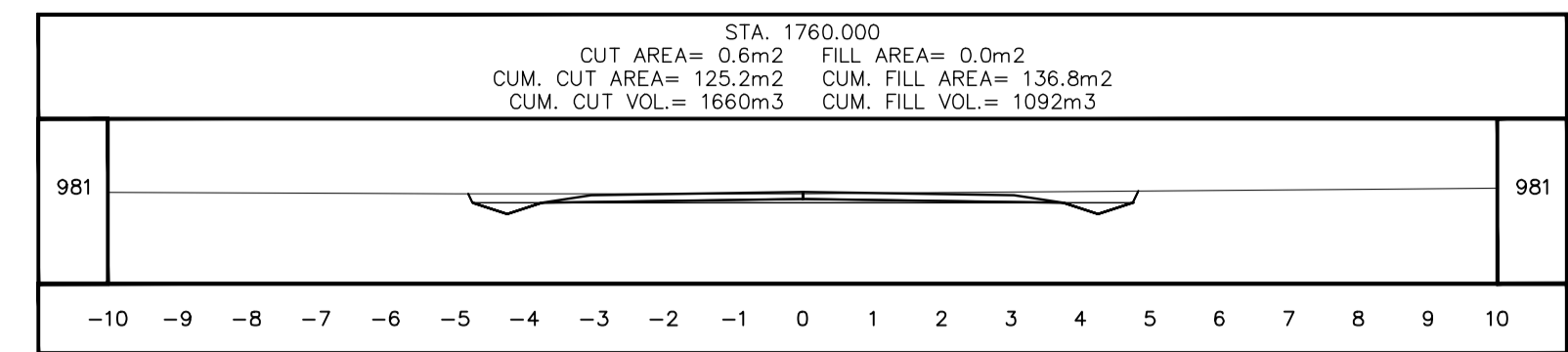
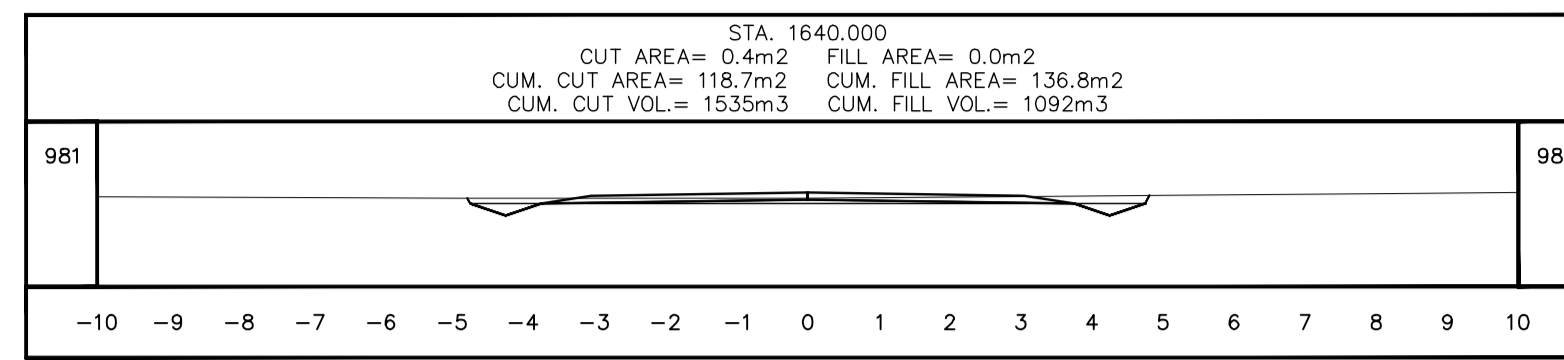
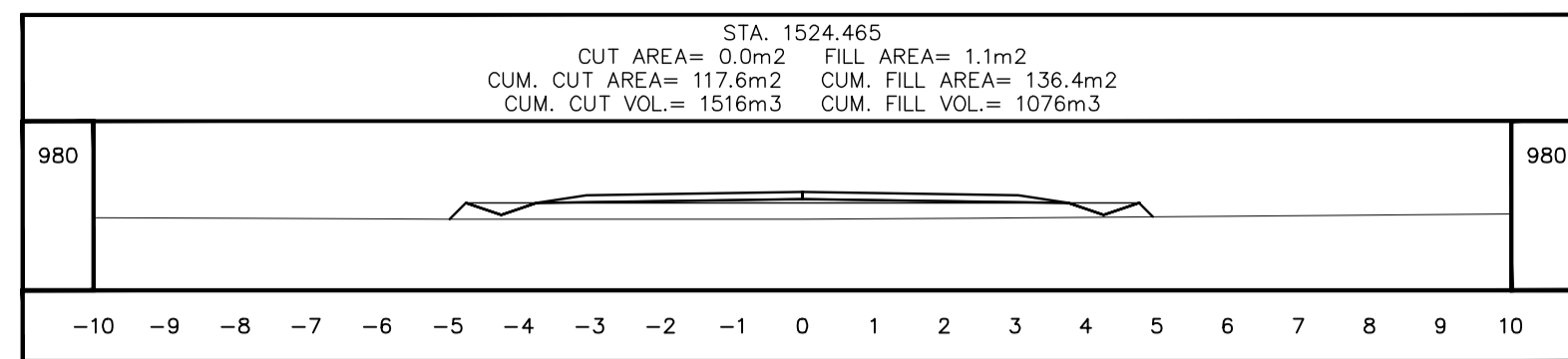
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



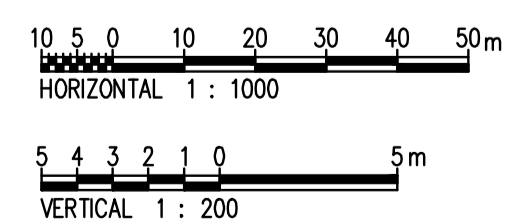
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PROYECTO:

CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ

SCALE :

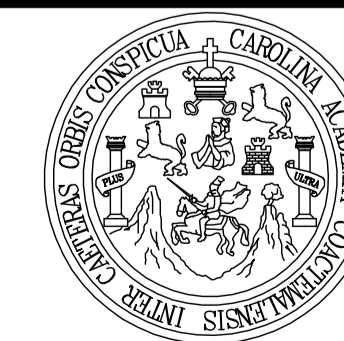


DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

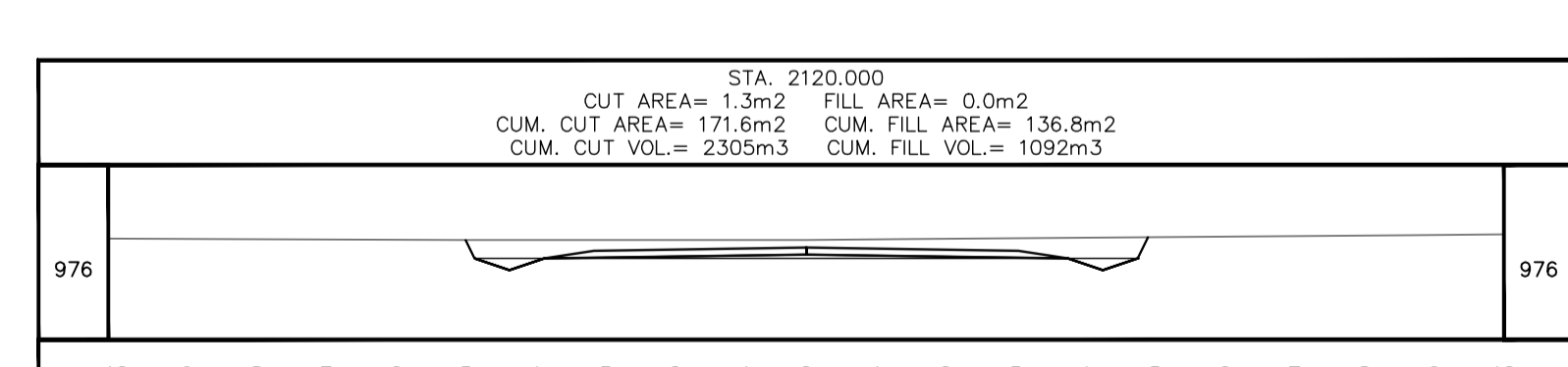
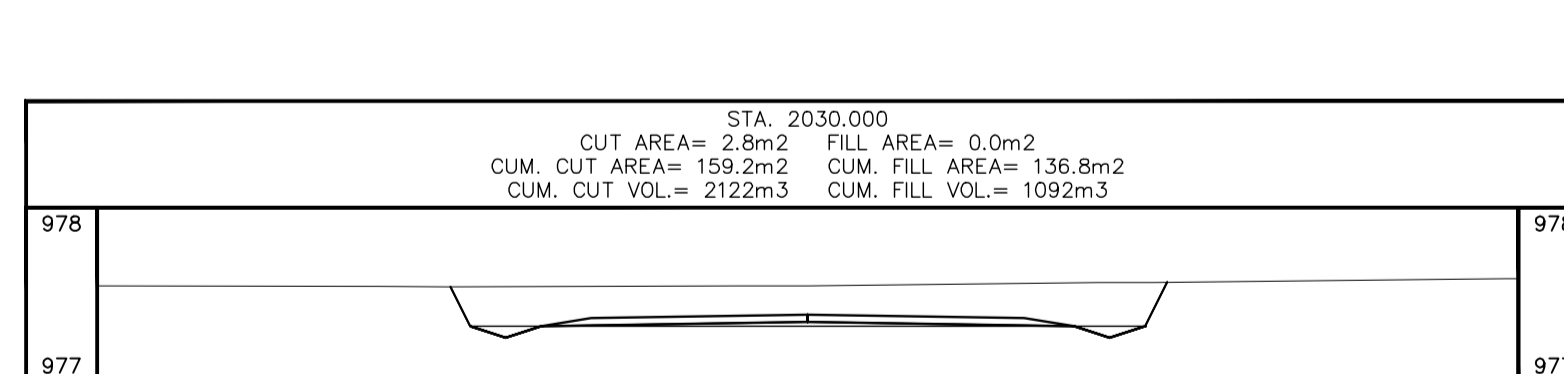
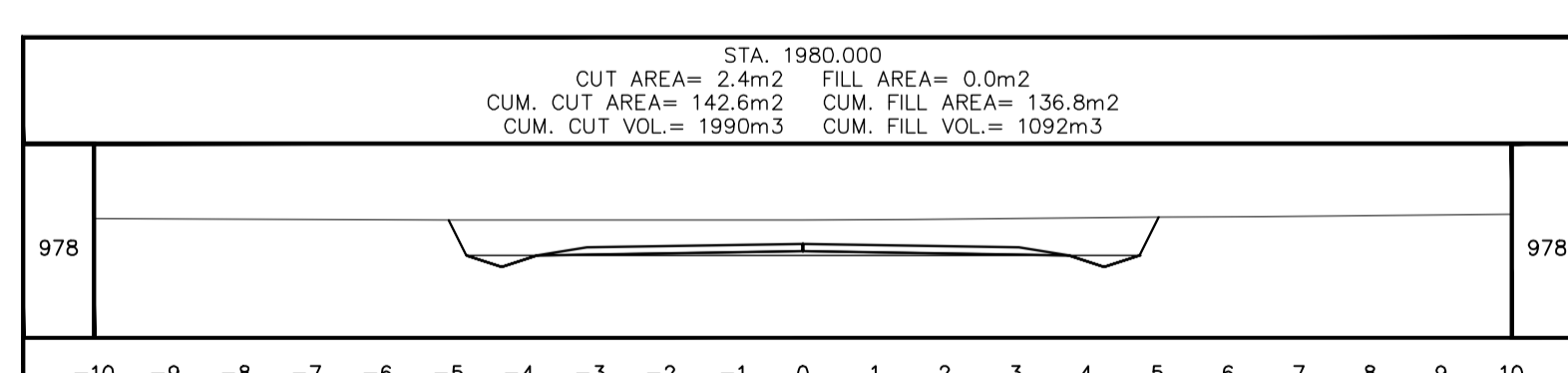
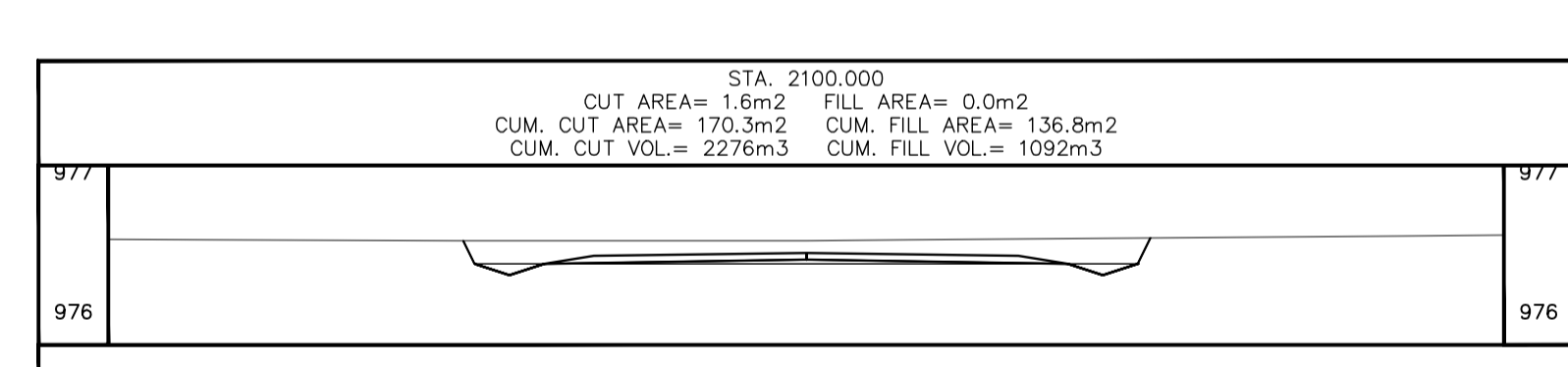
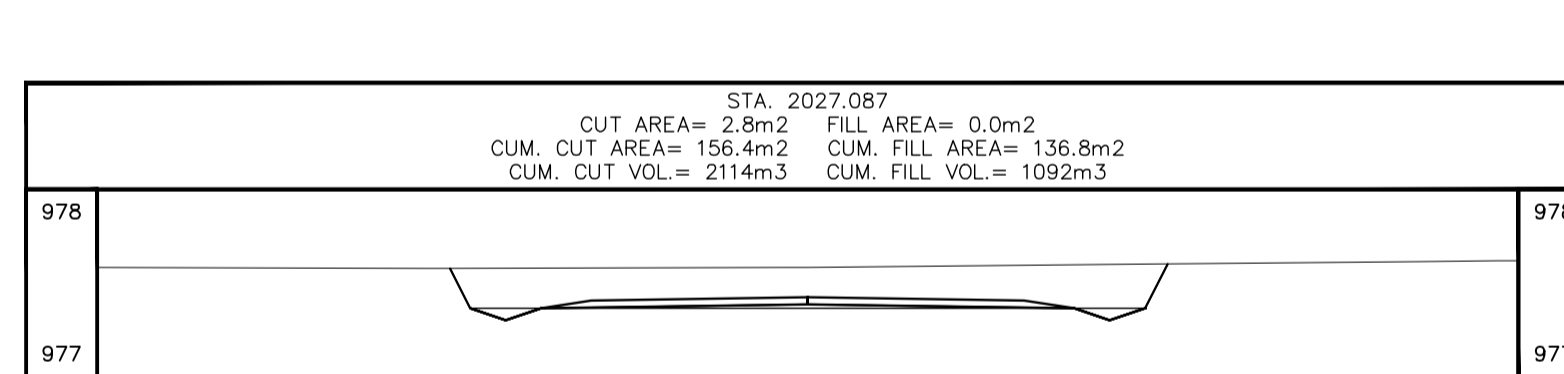
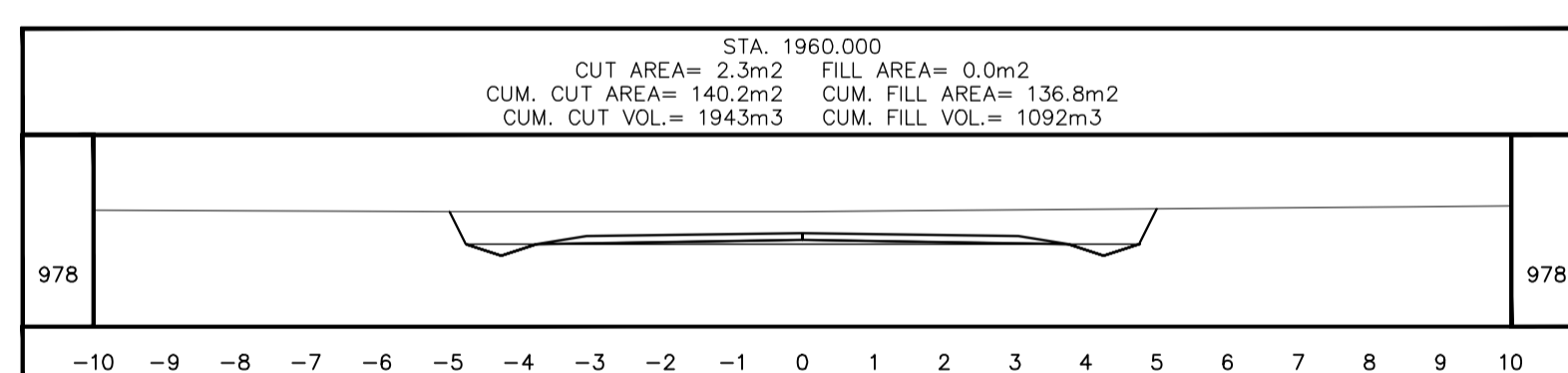
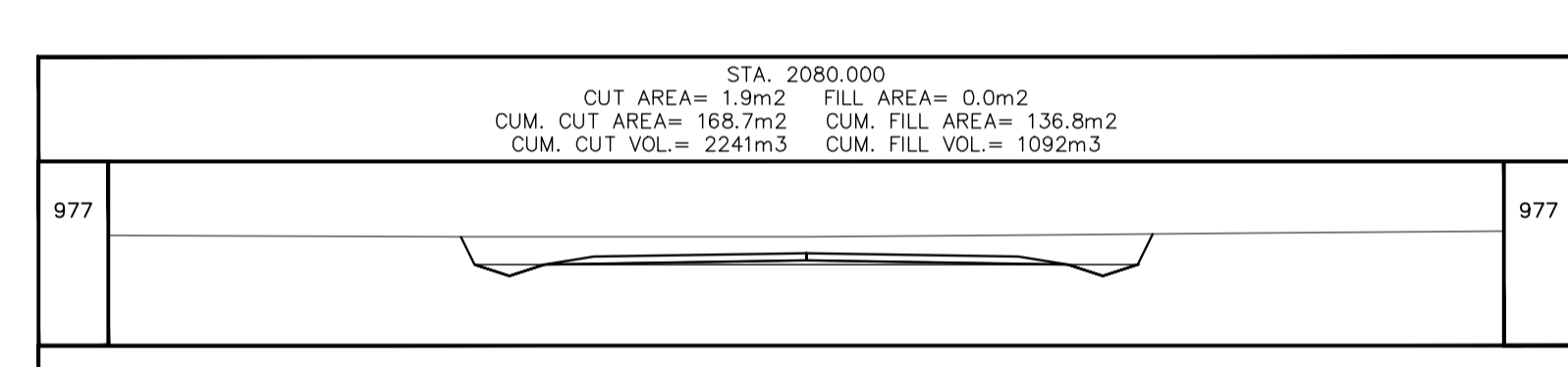
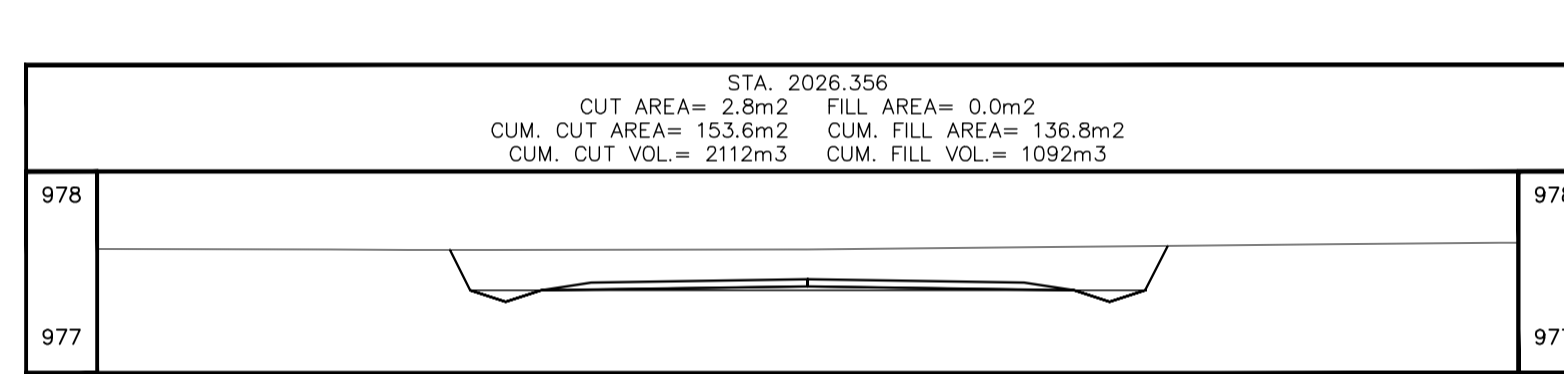
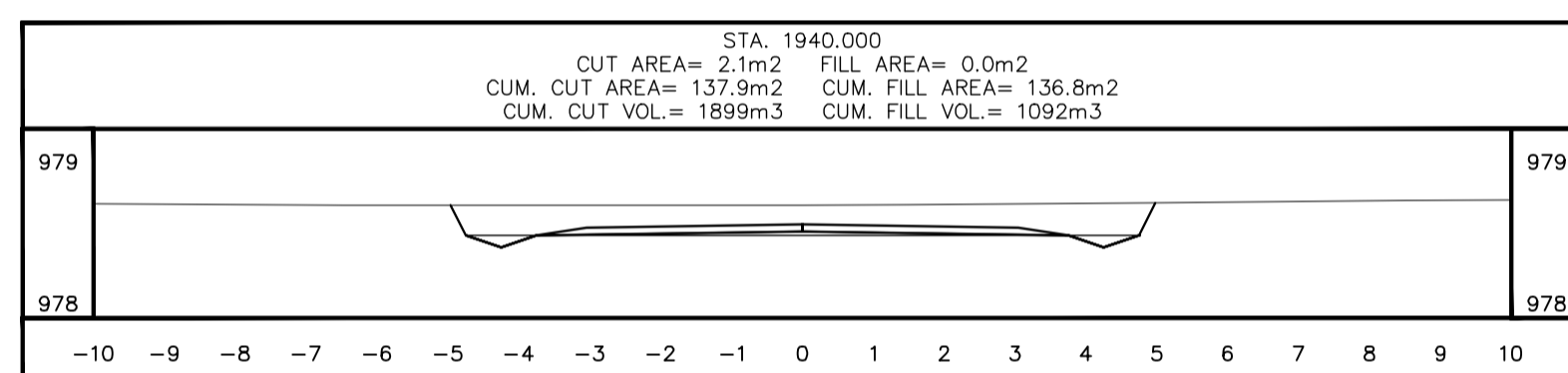
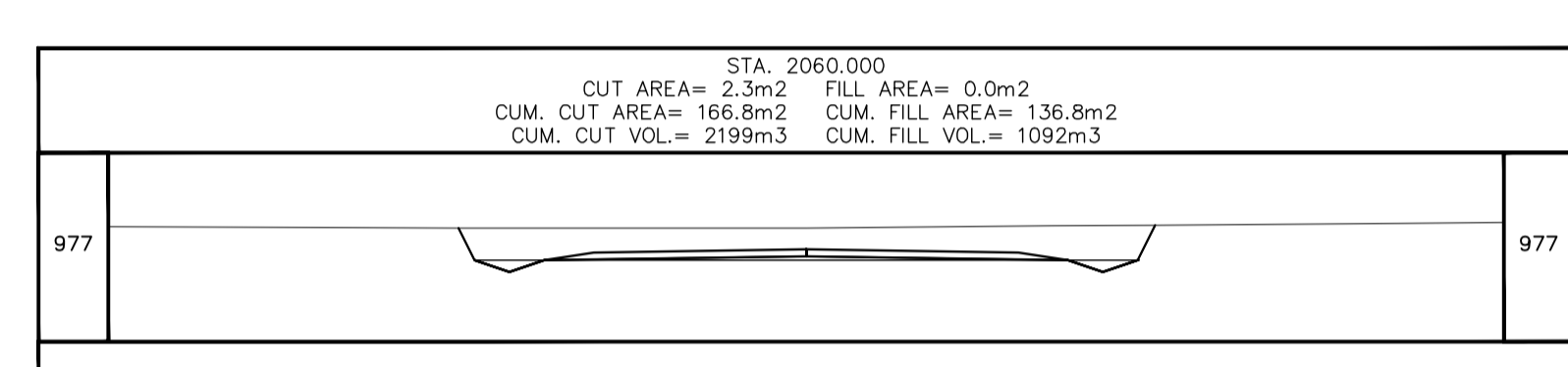
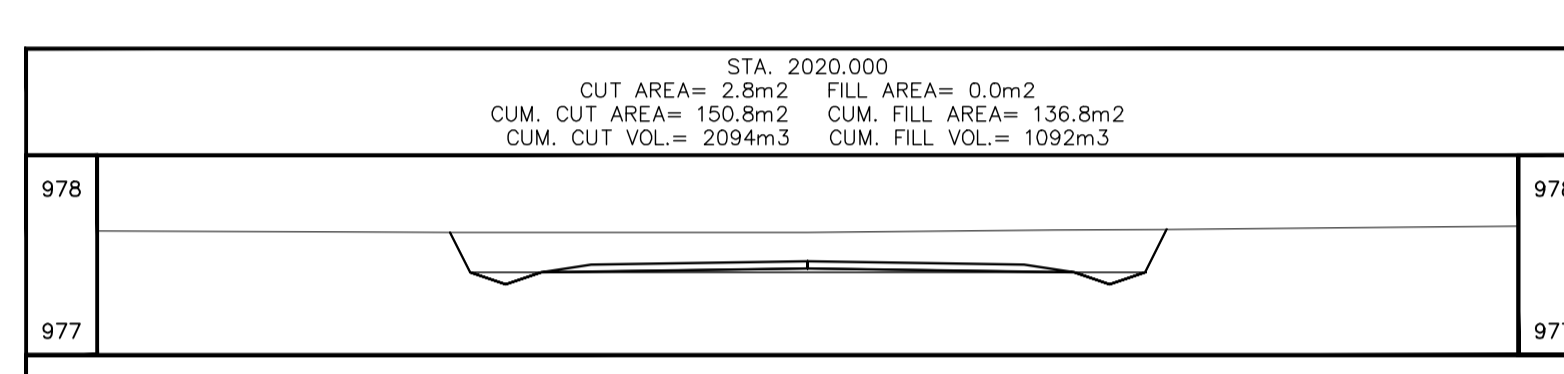
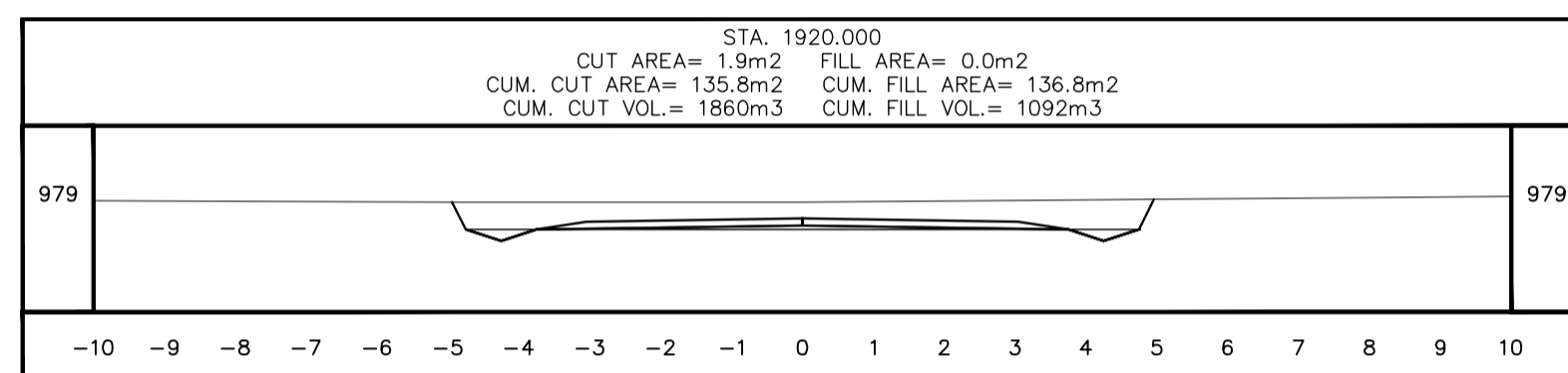
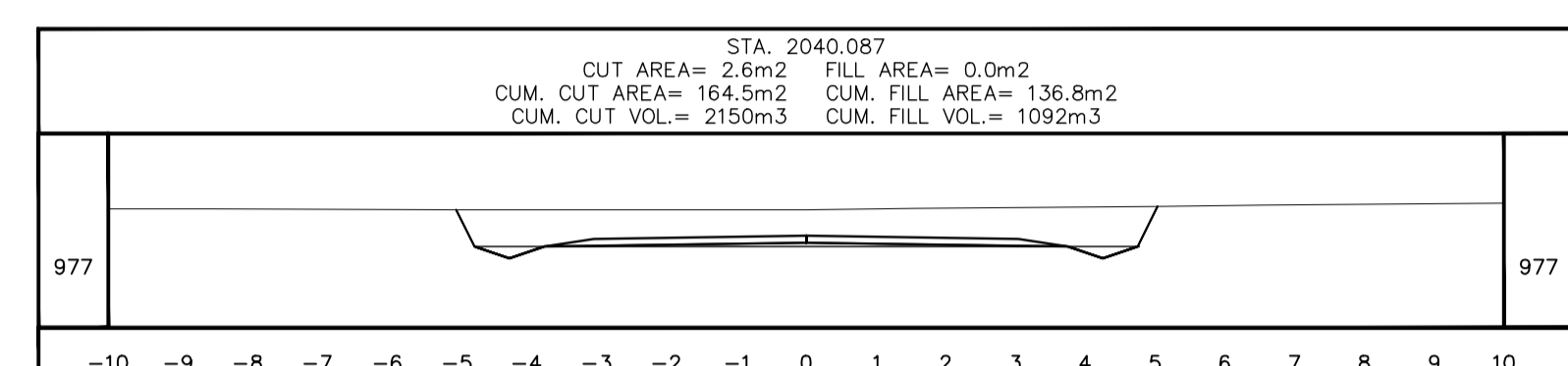
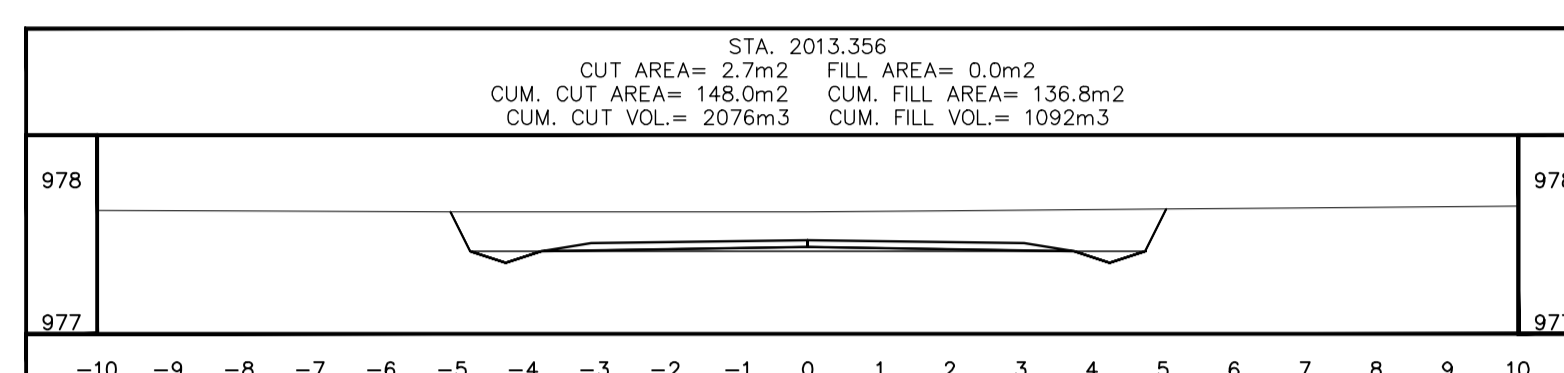
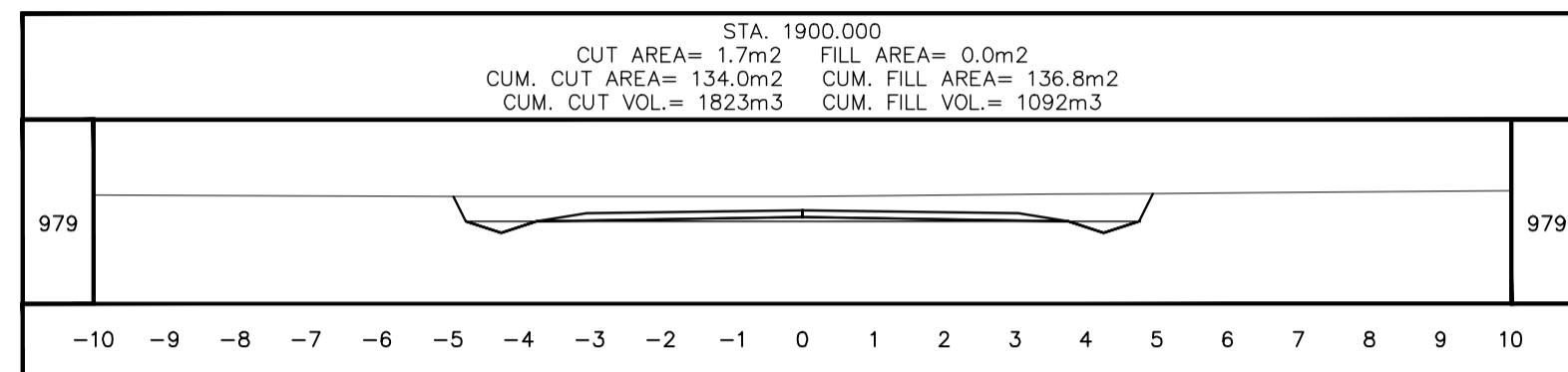
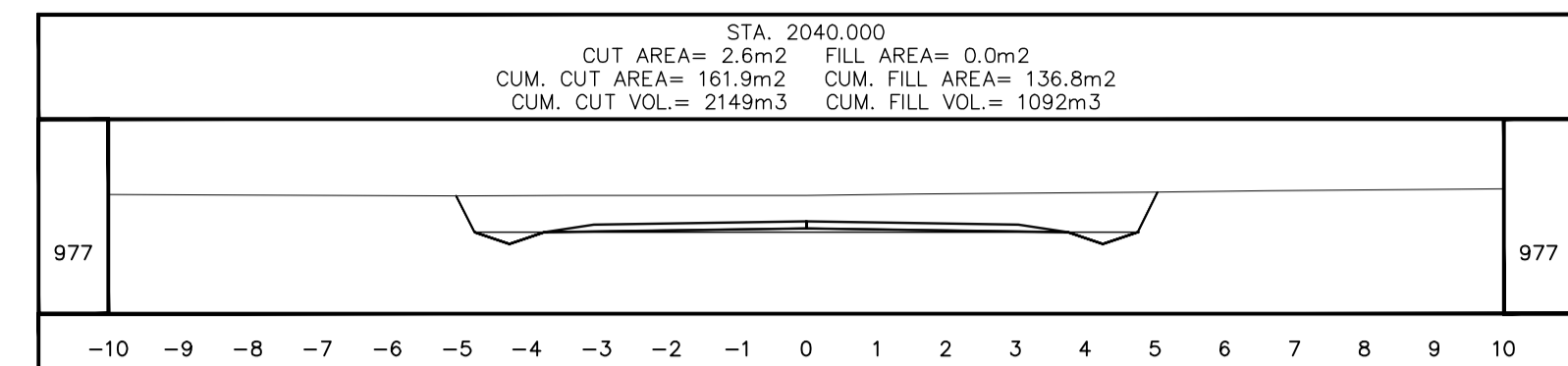
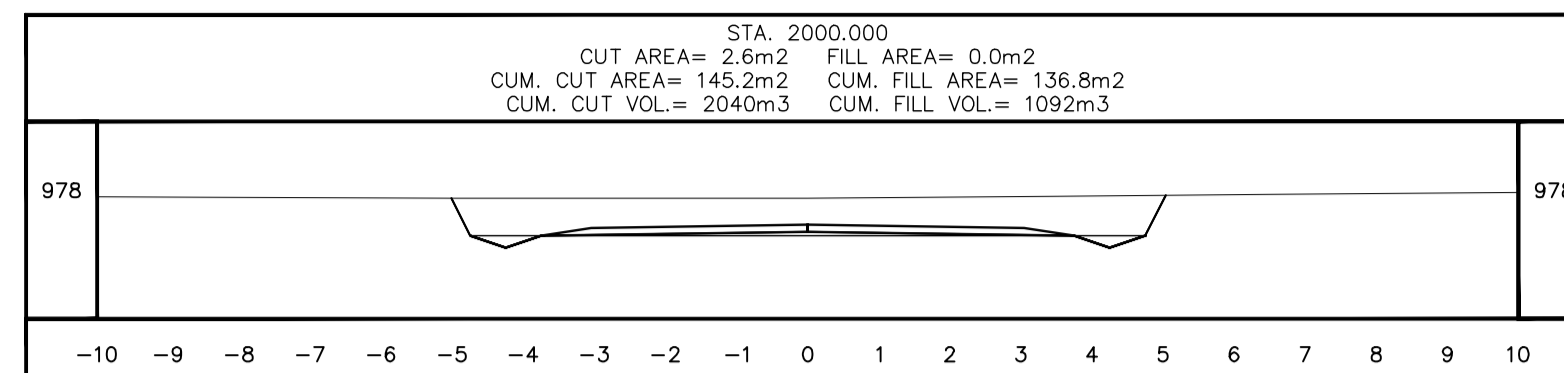
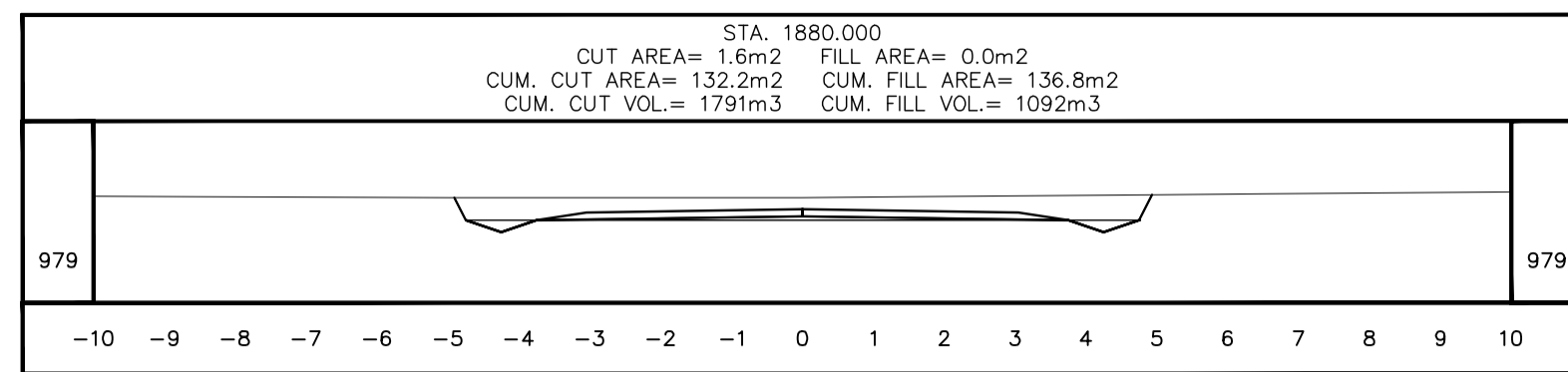
FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



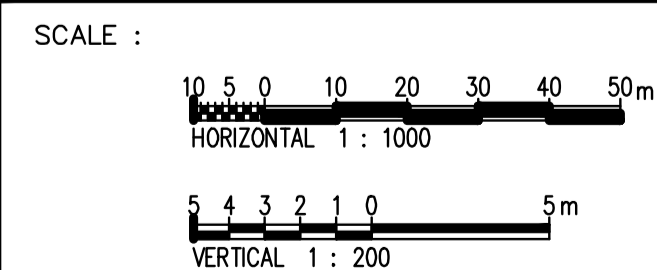
SECCIONES TRANSVERSALES

FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

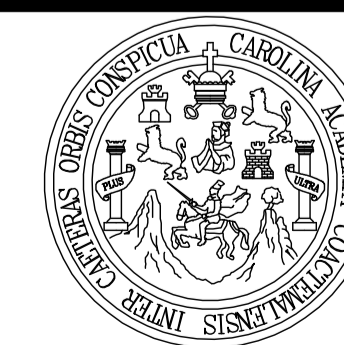
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



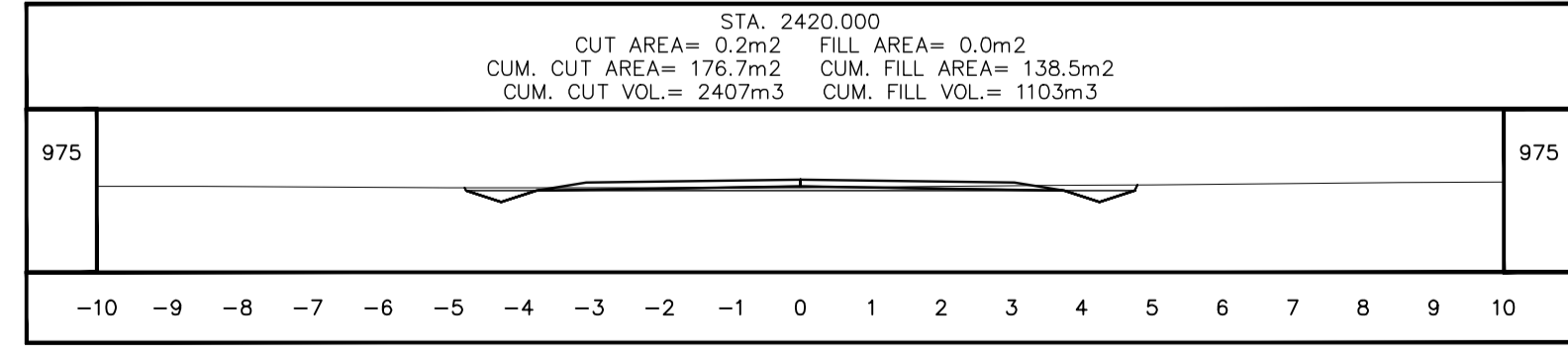
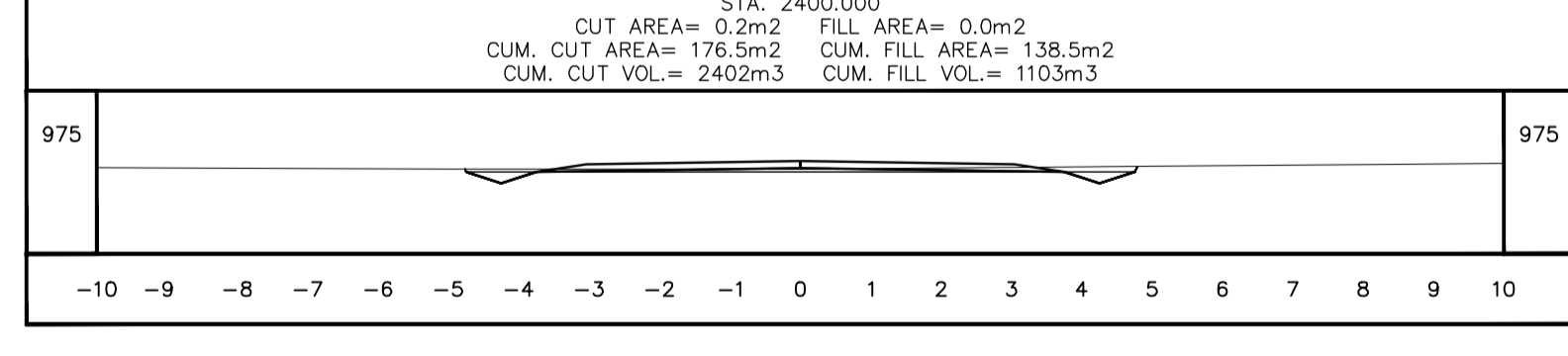
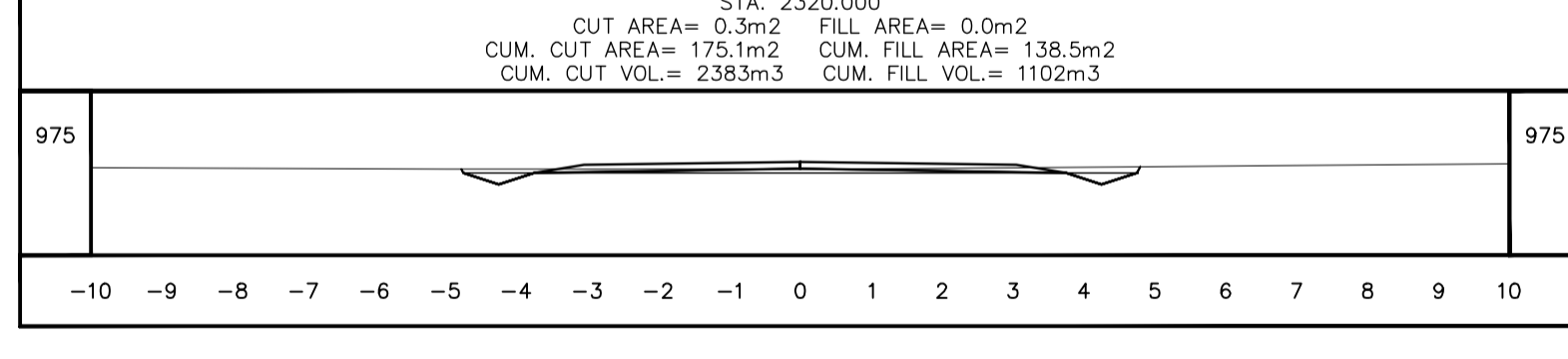
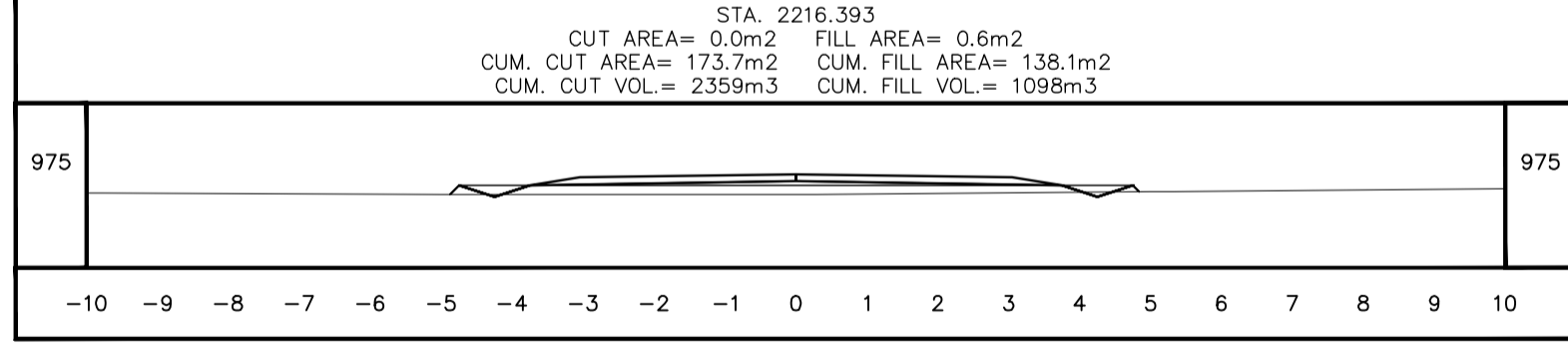
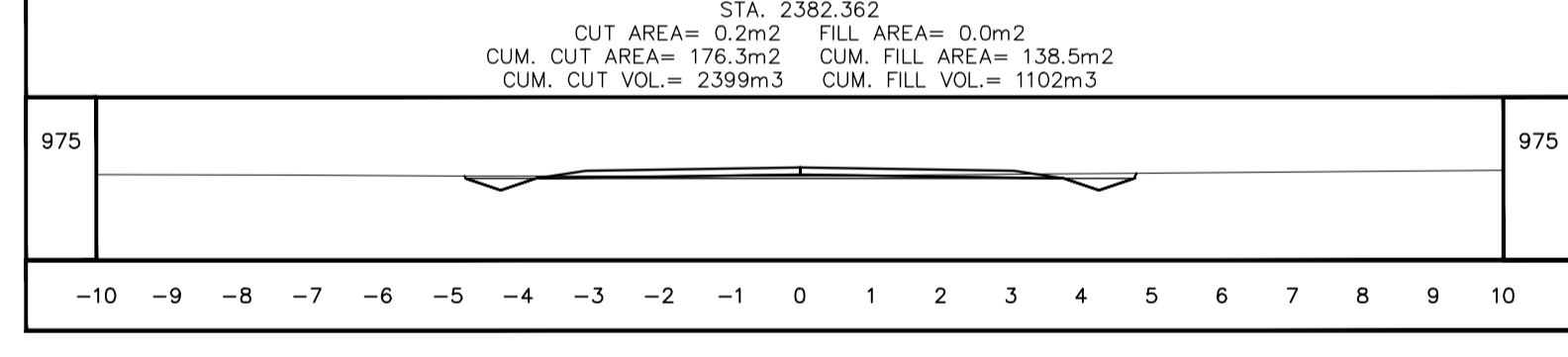
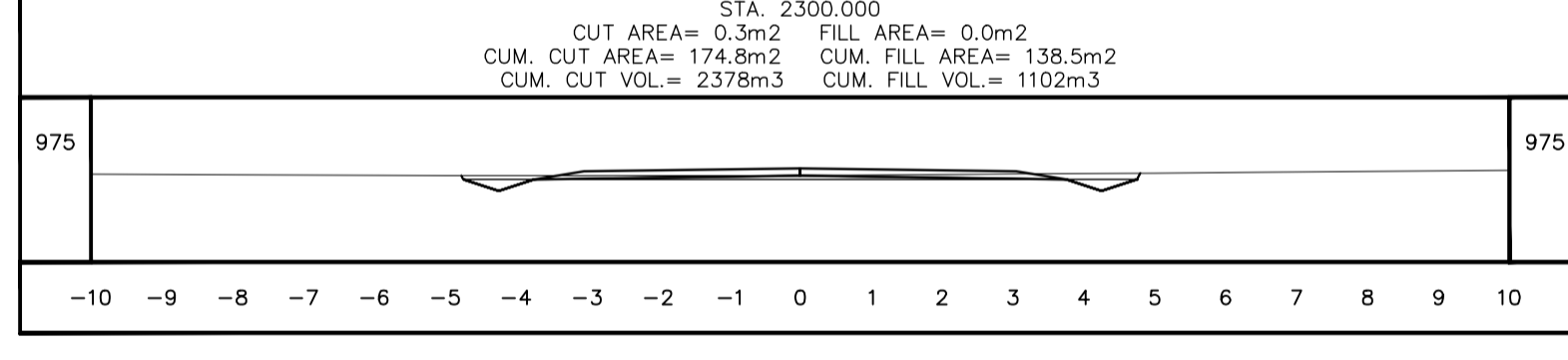
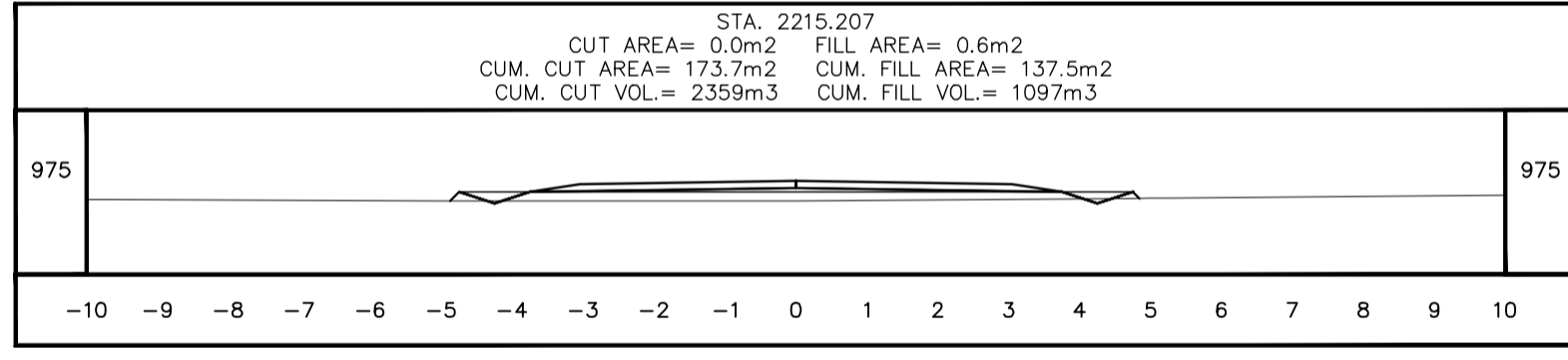
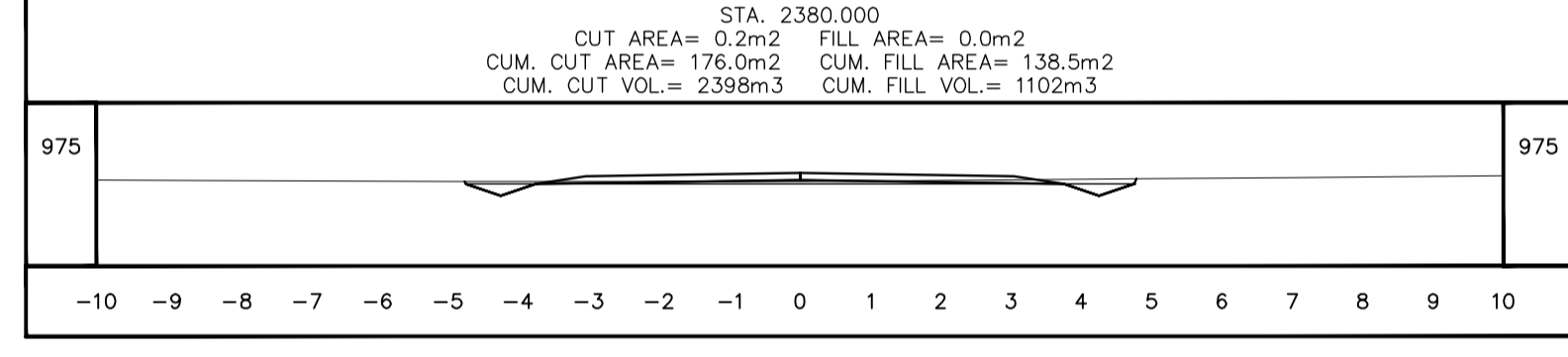
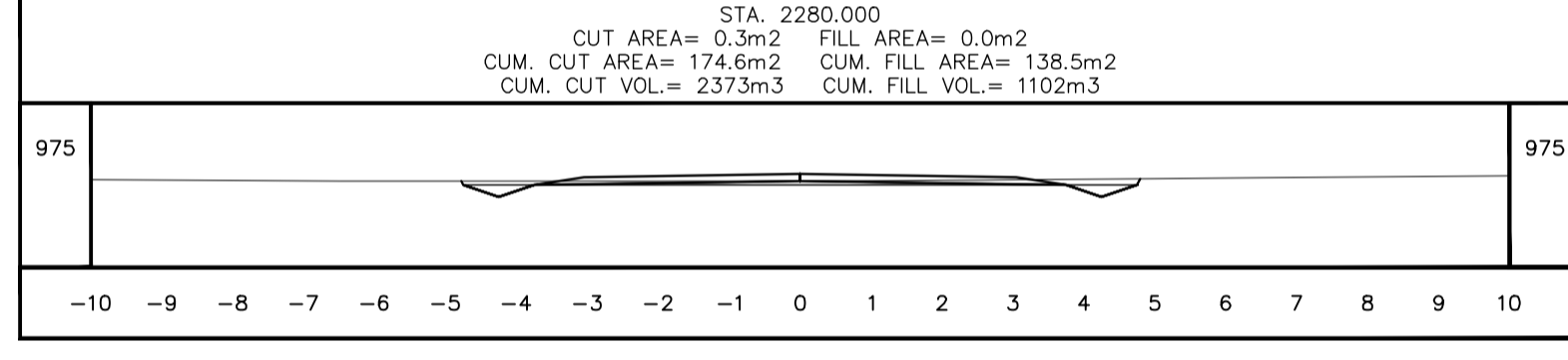
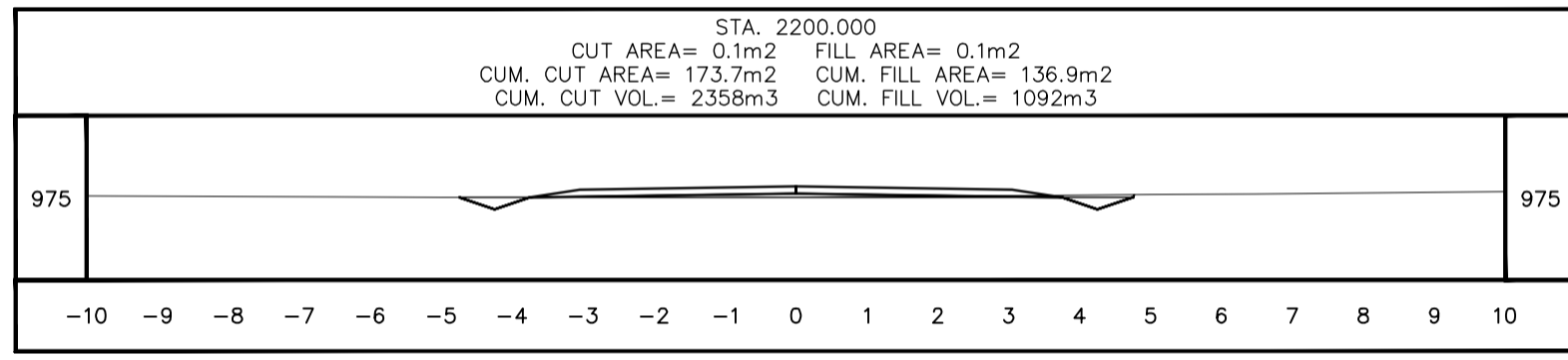
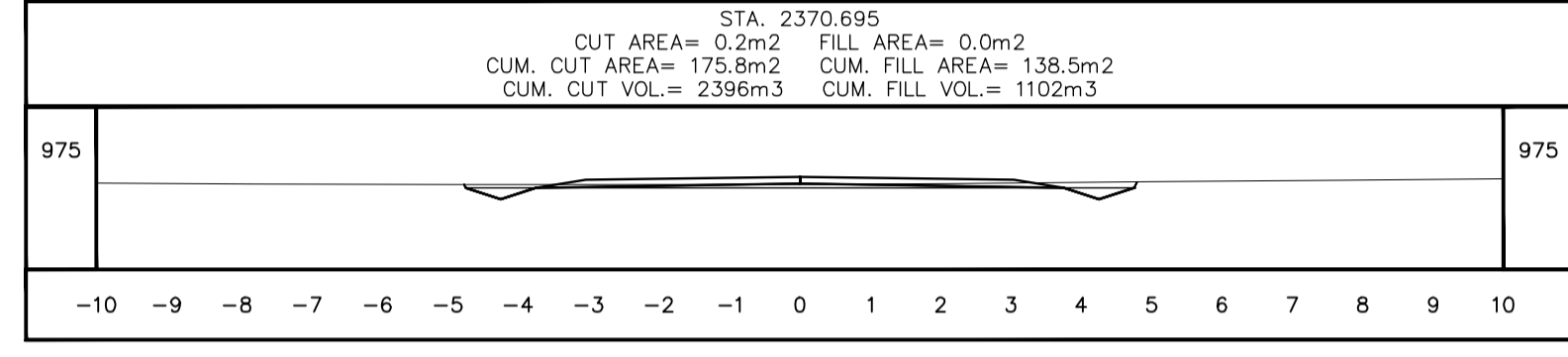
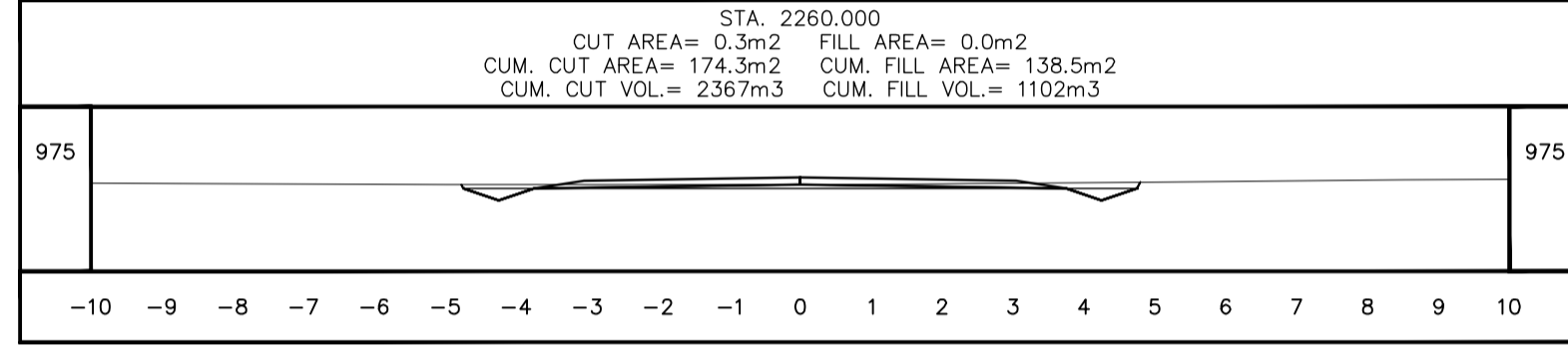
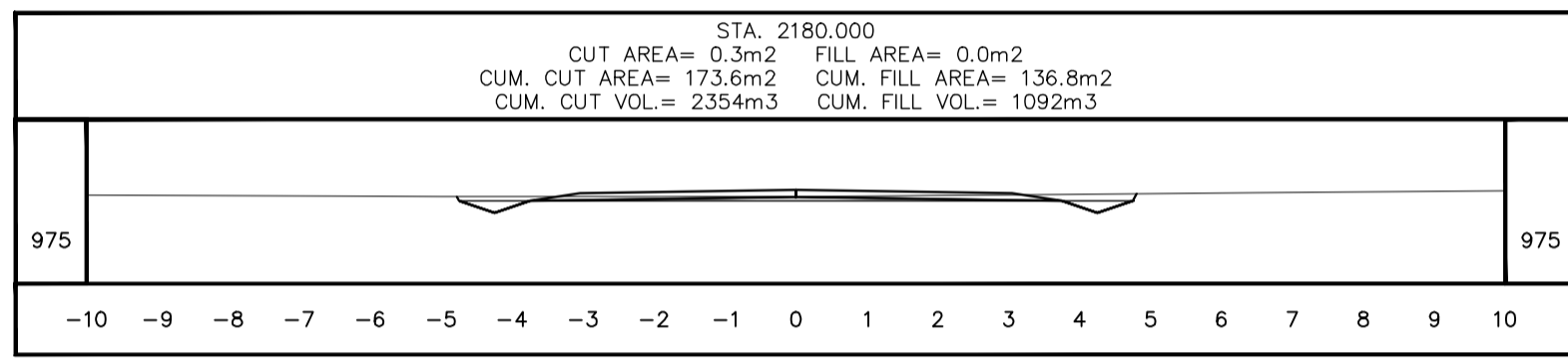
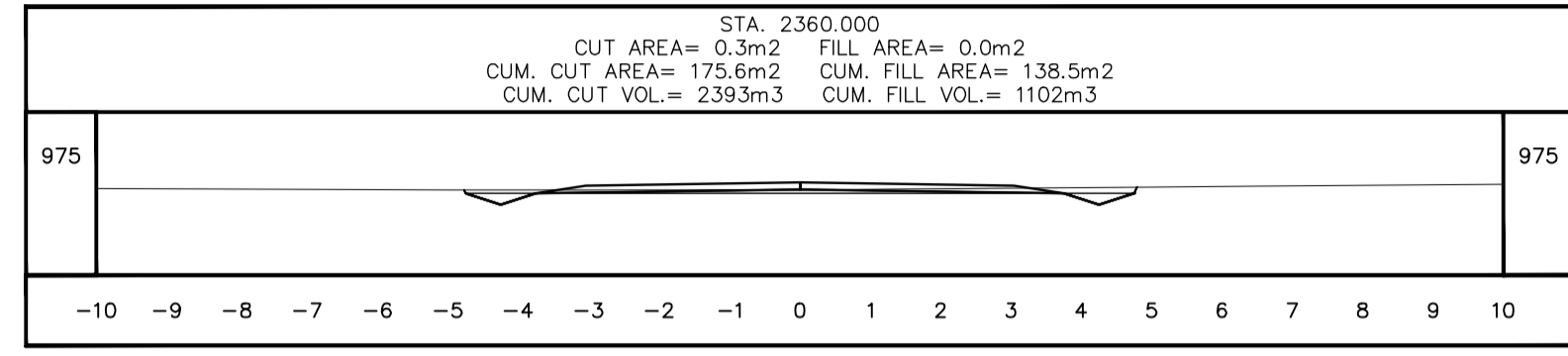
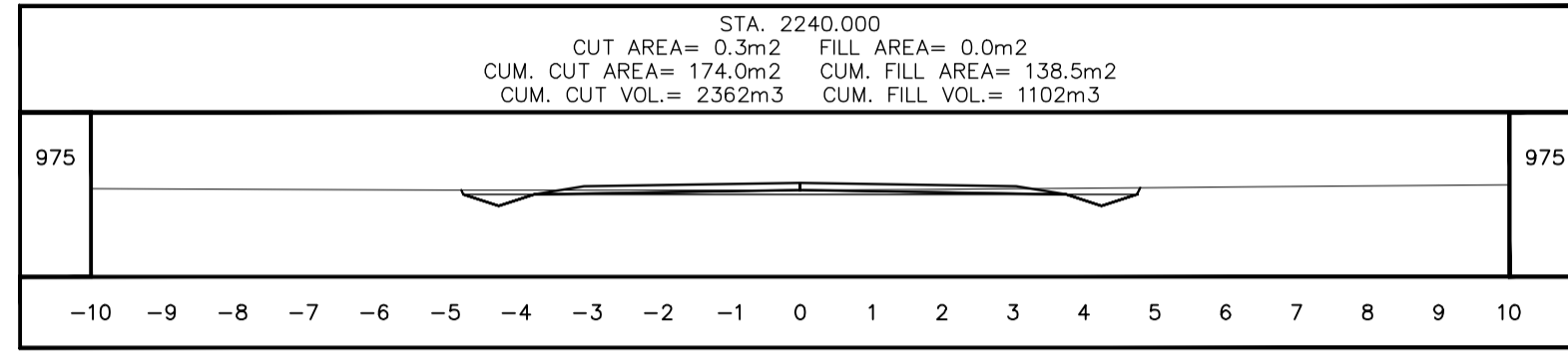
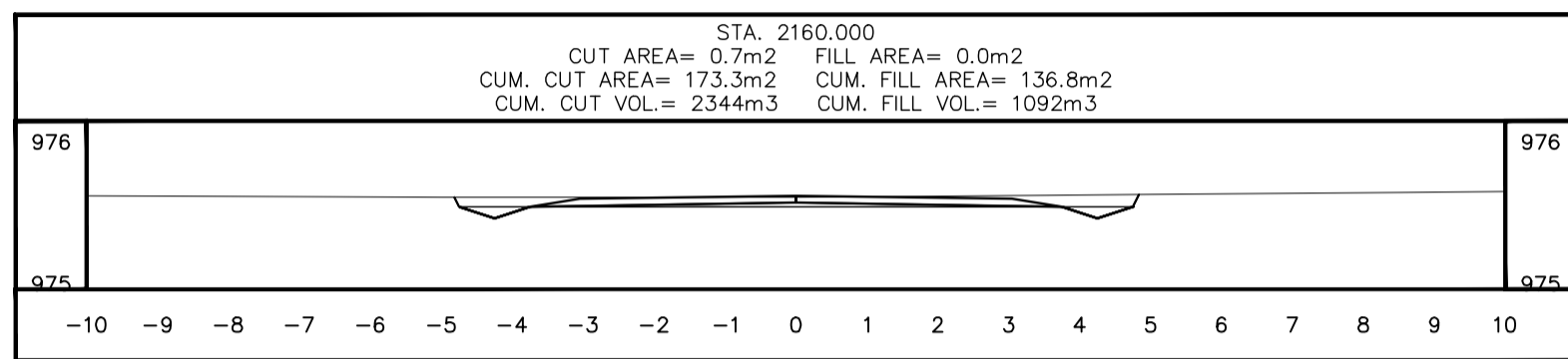
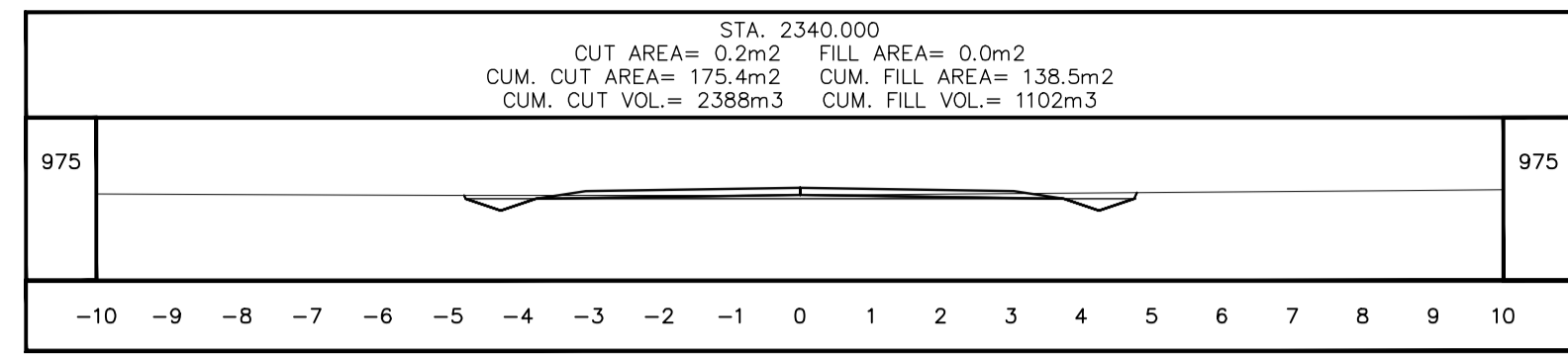
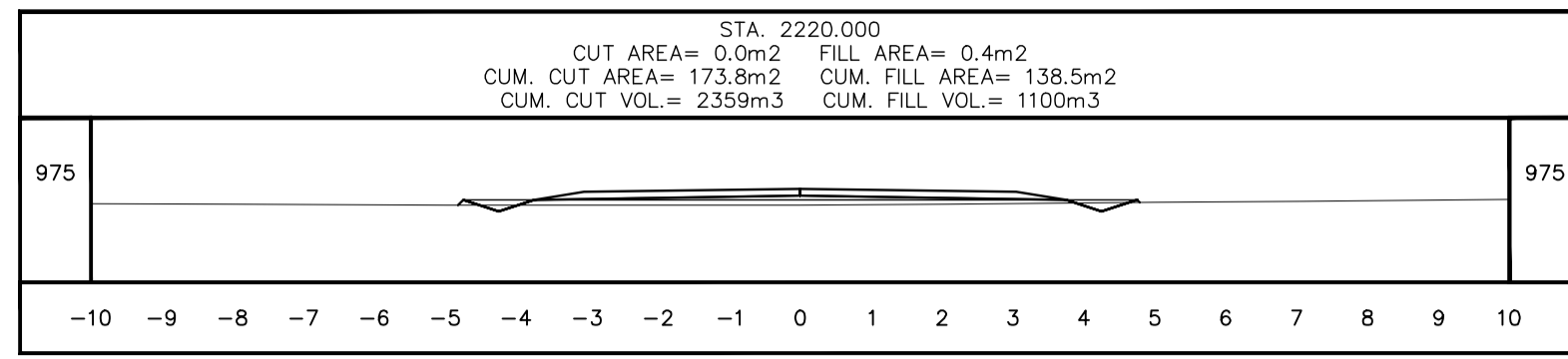
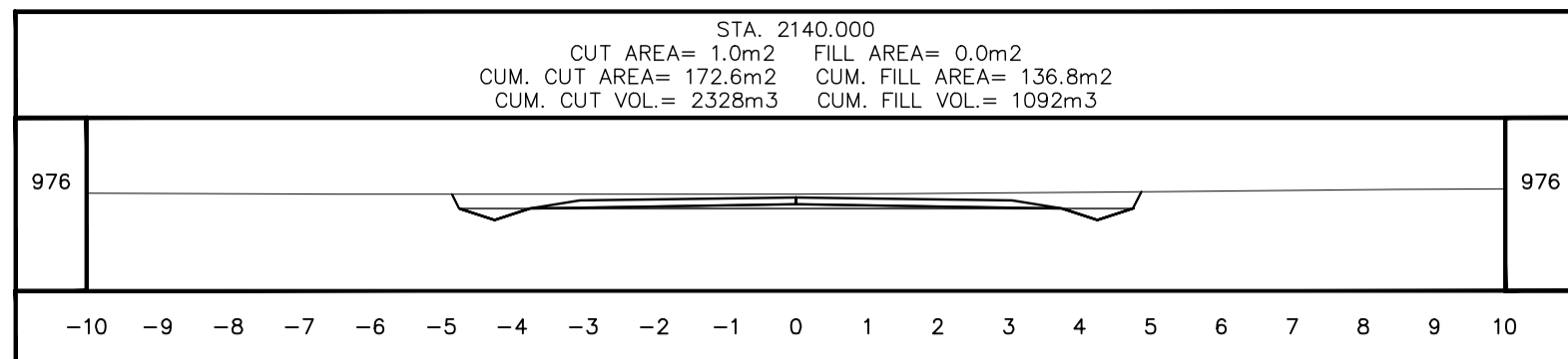
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



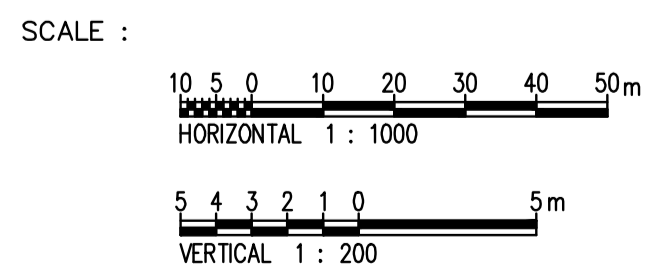
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



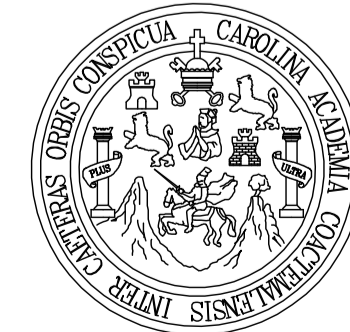
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ  
 16 31



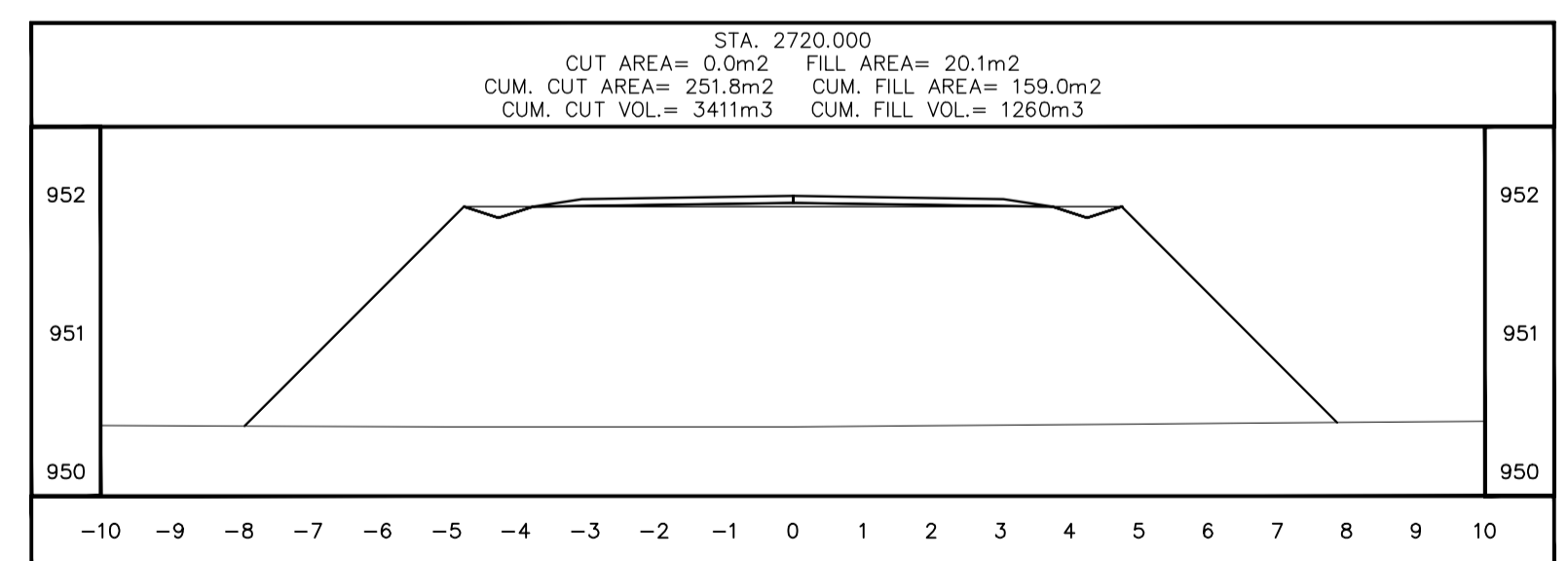
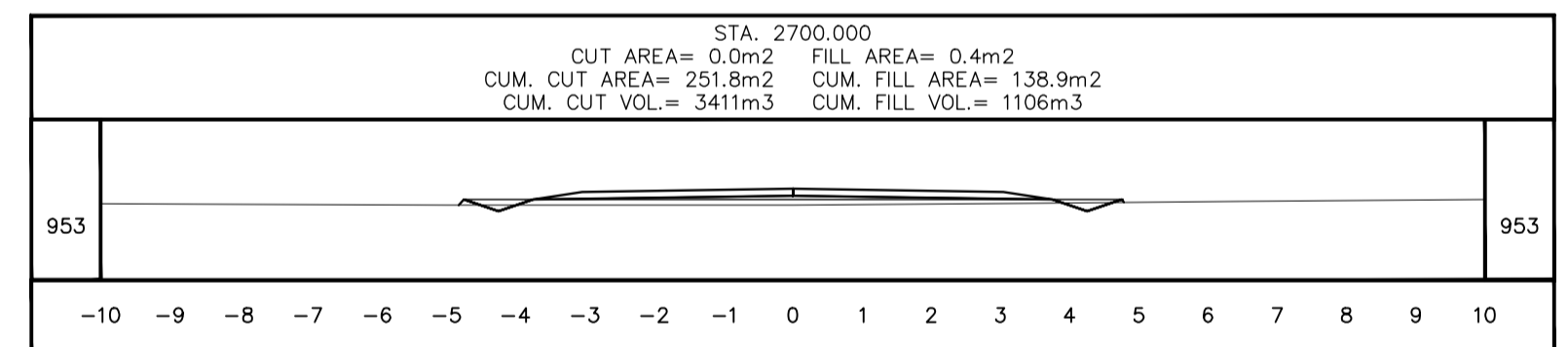
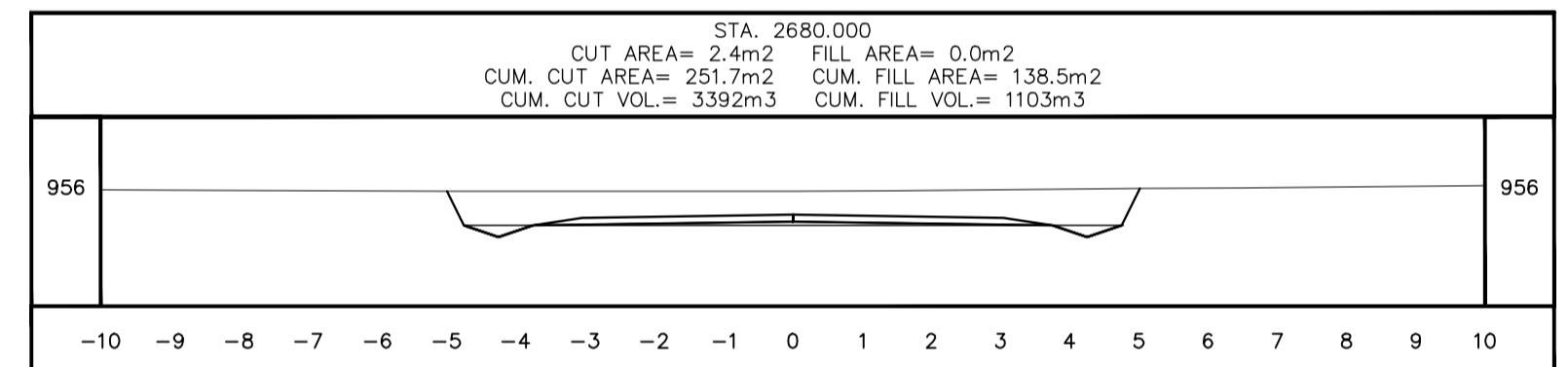
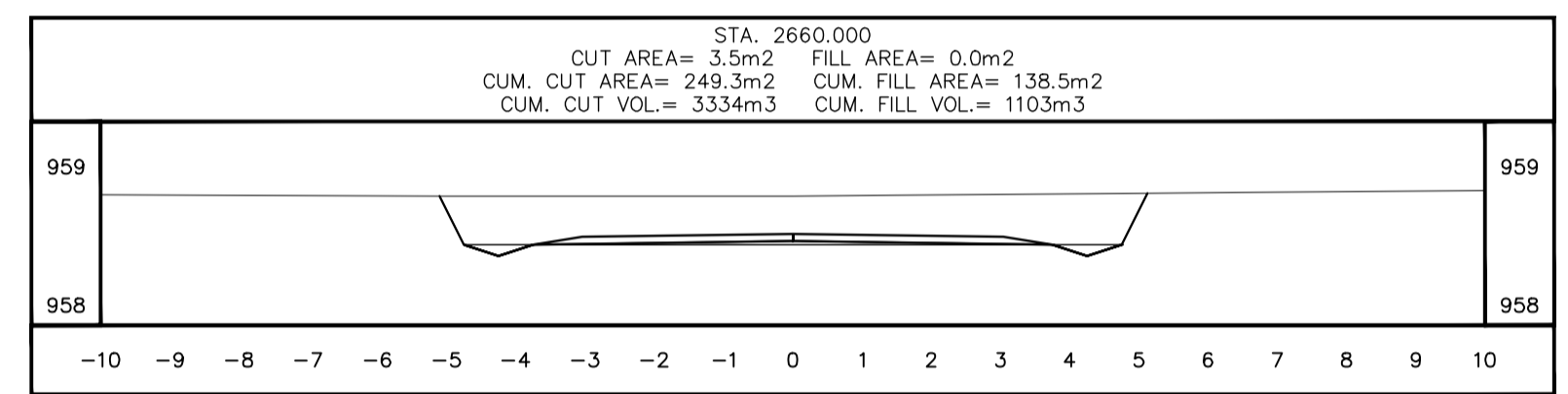
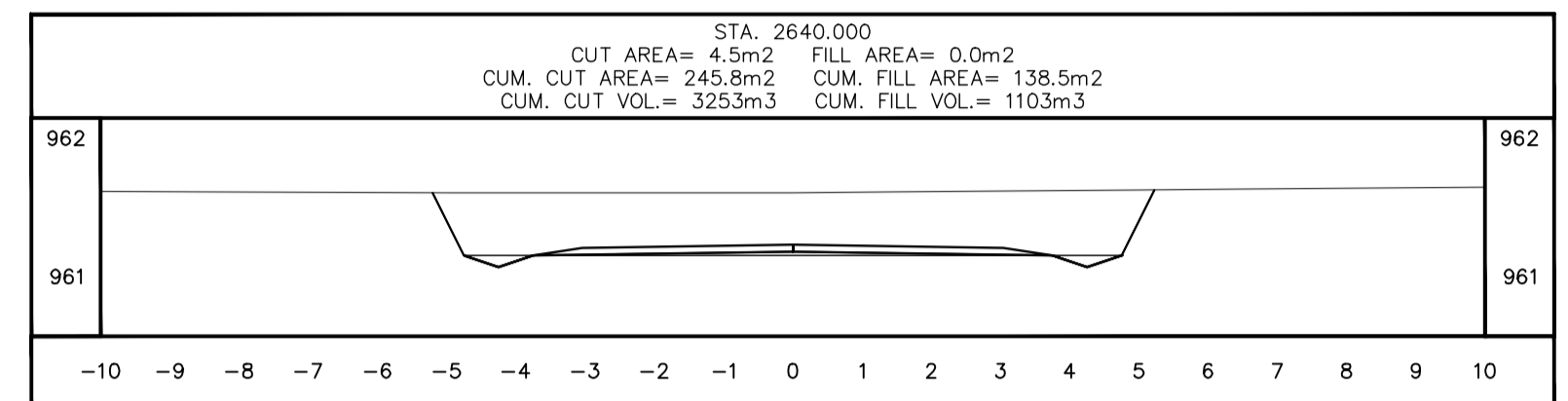
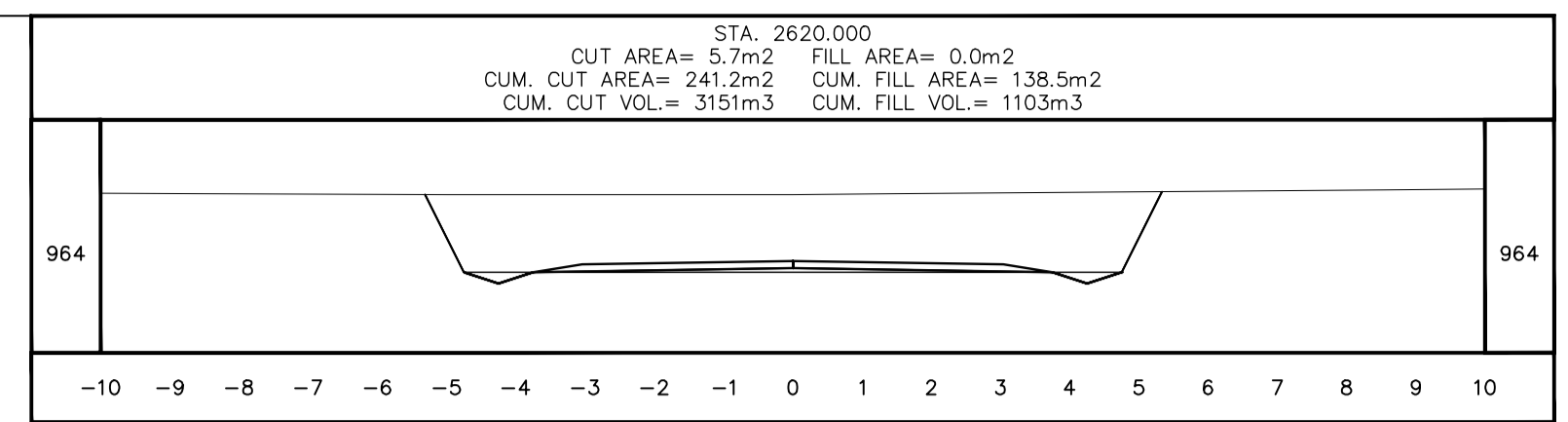
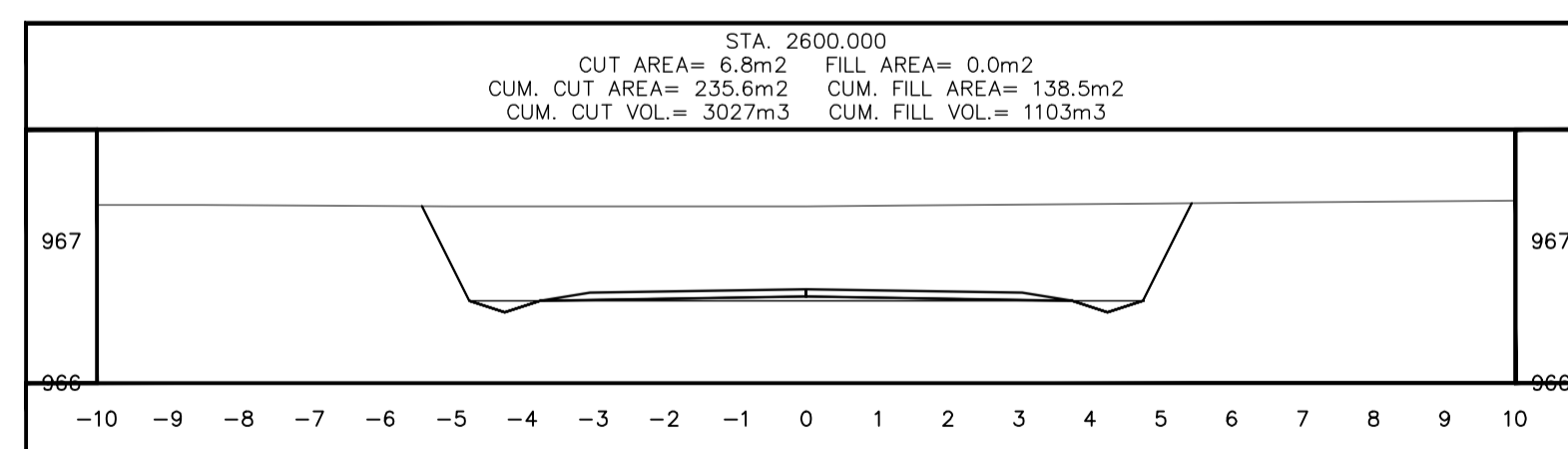
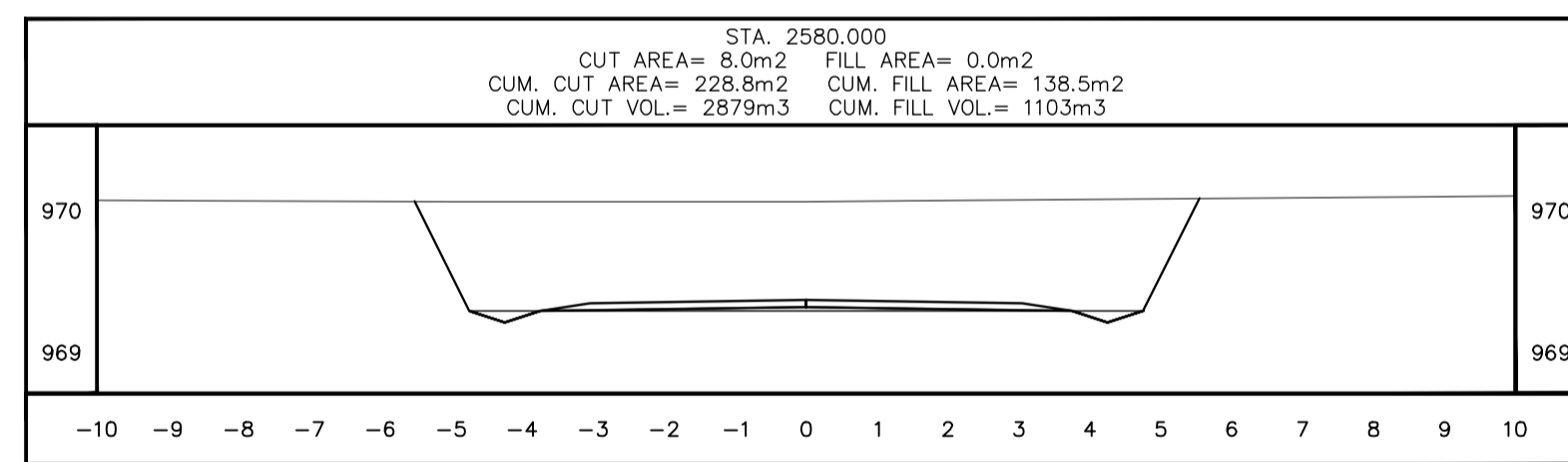
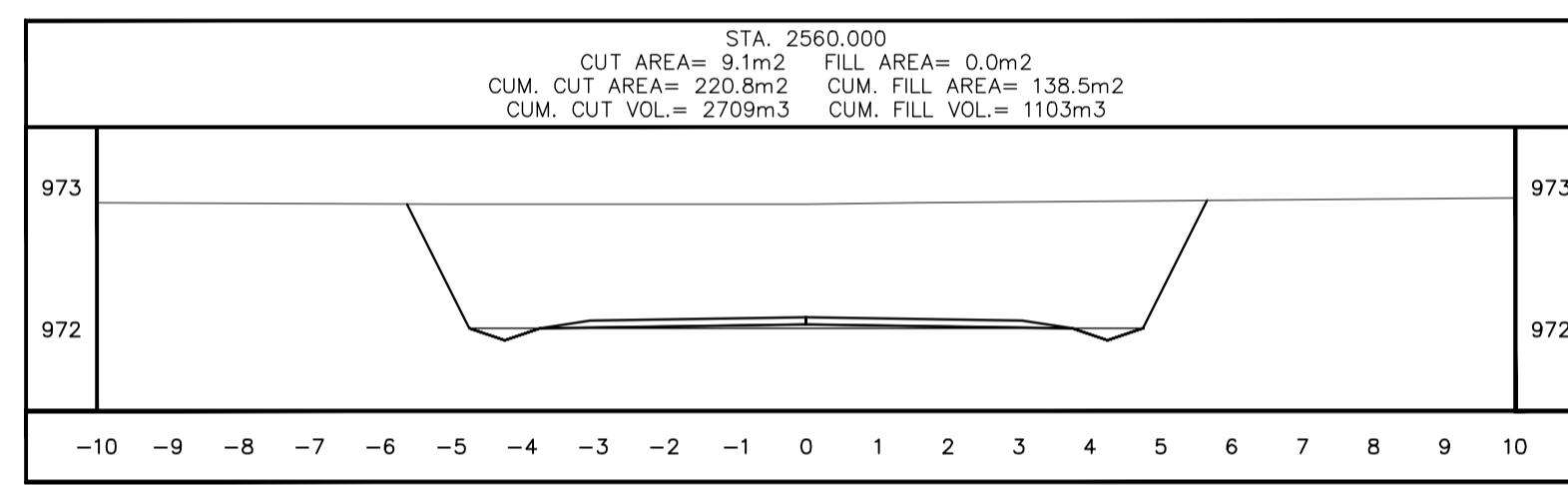
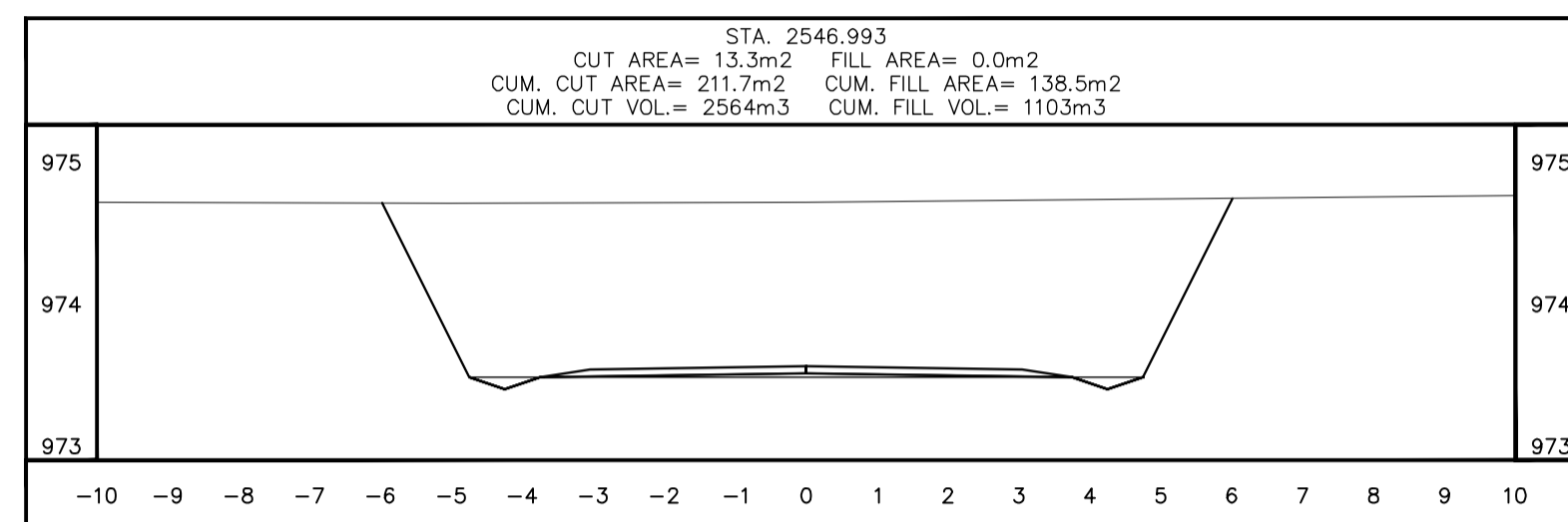
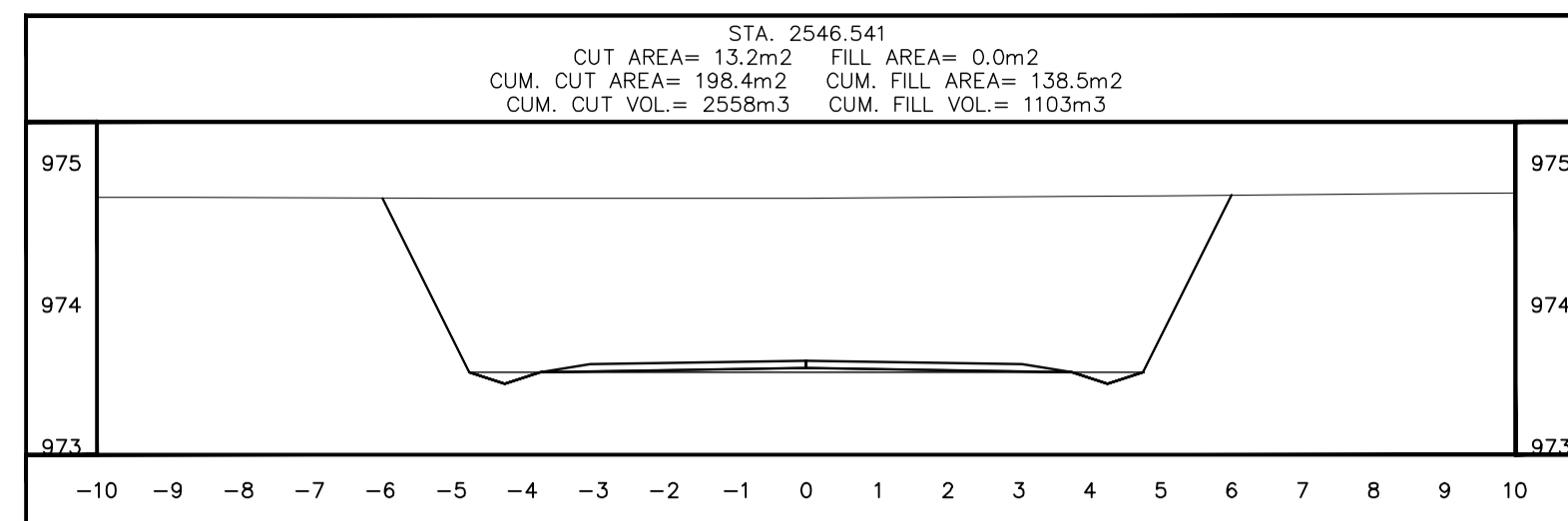
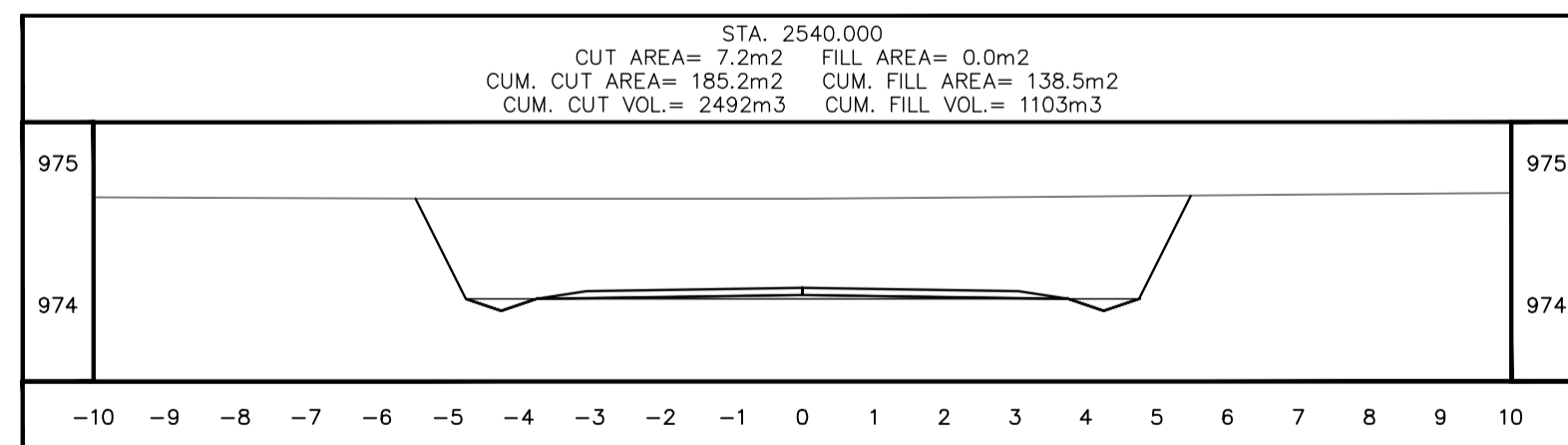
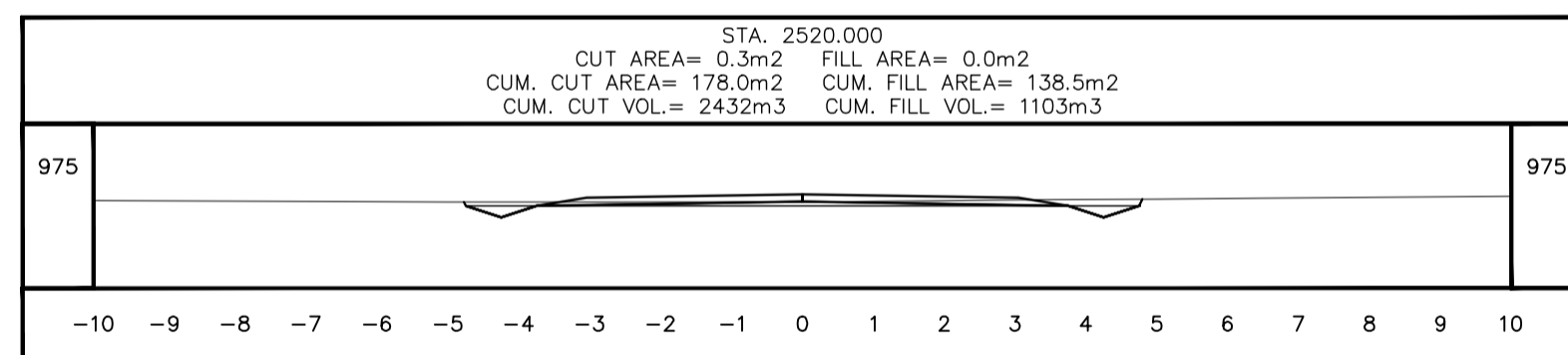
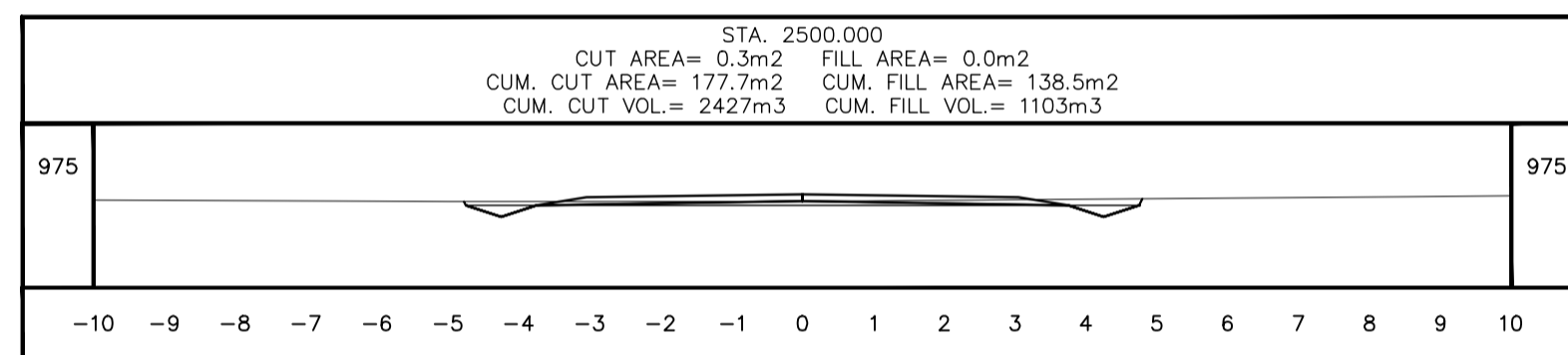
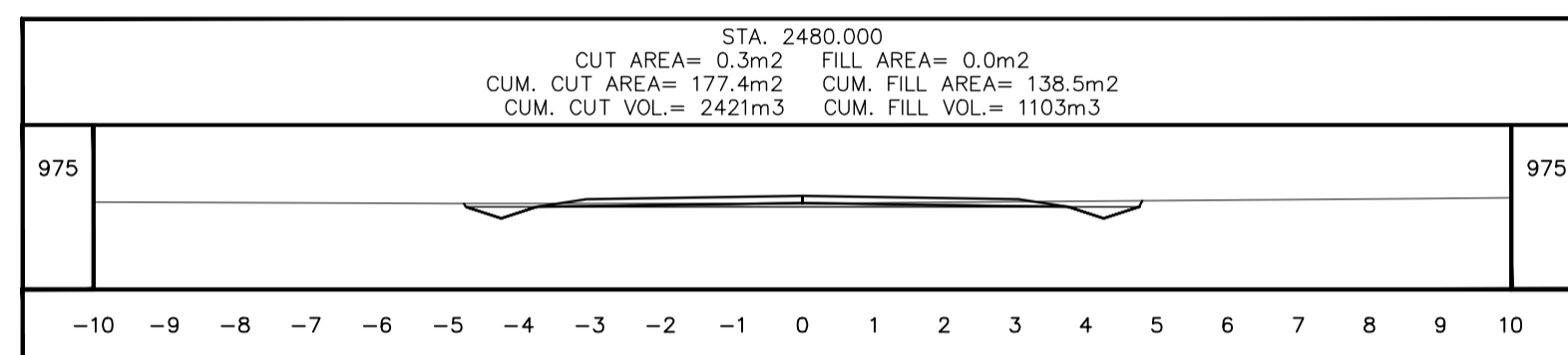
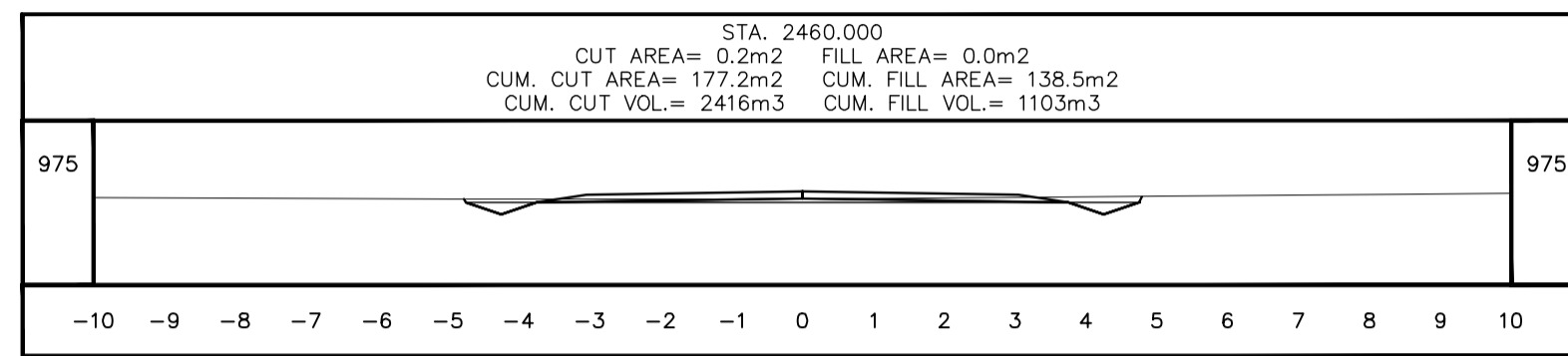
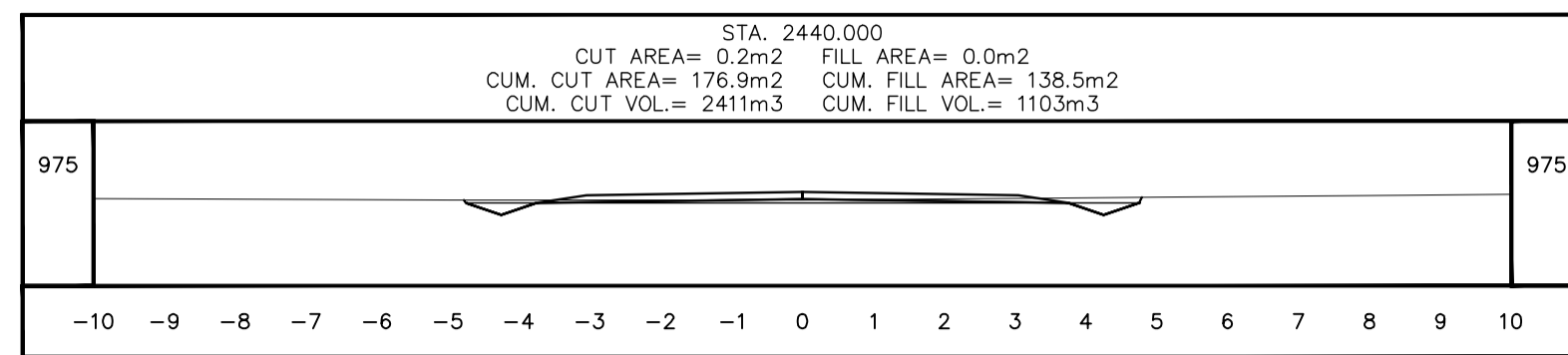
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



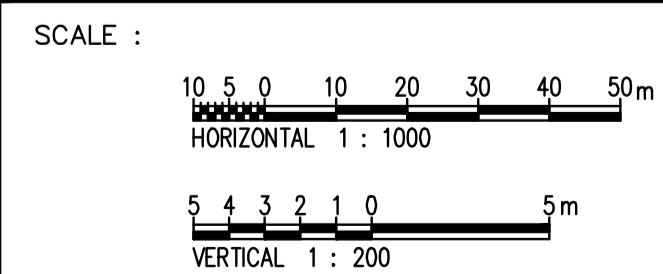
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



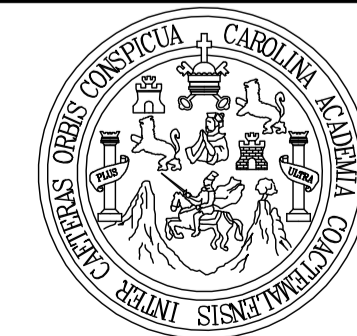
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



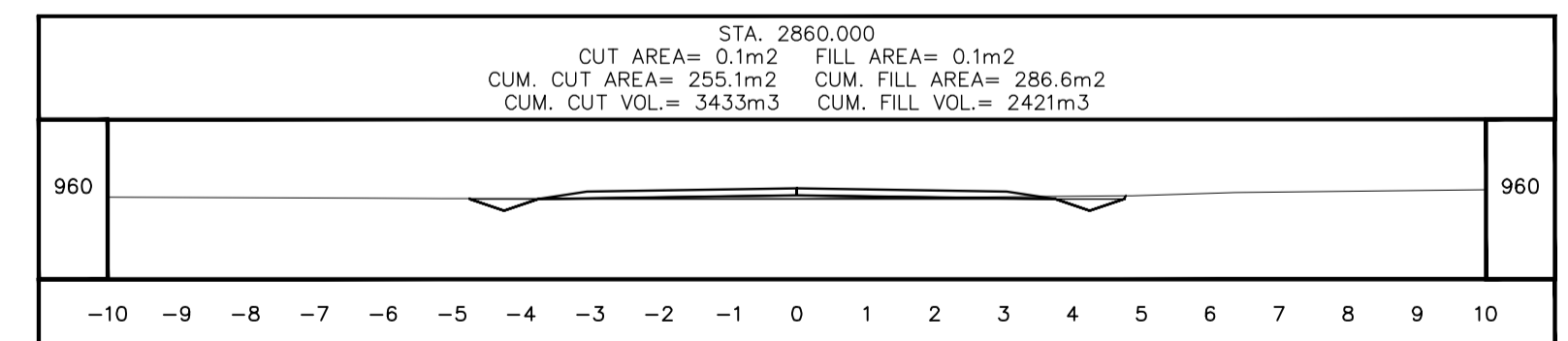
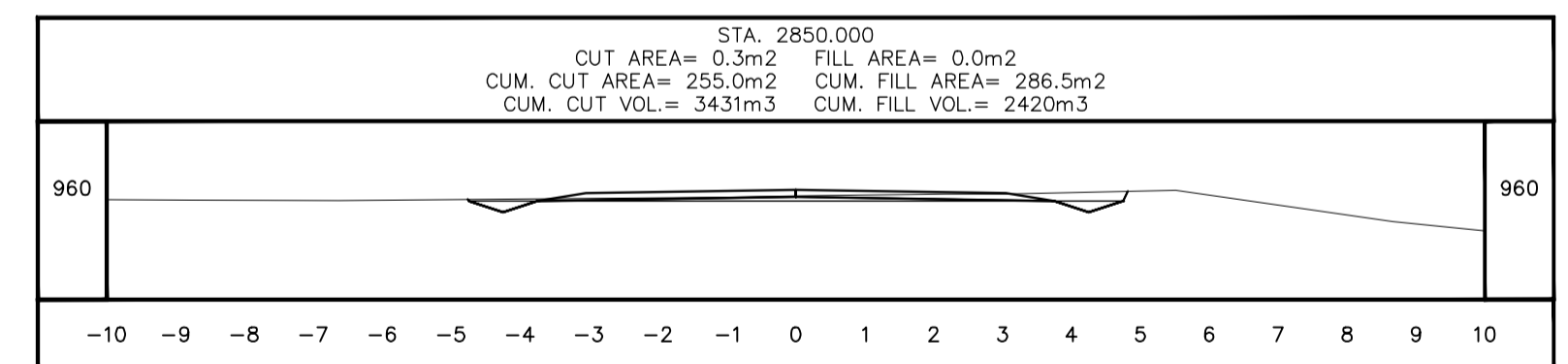
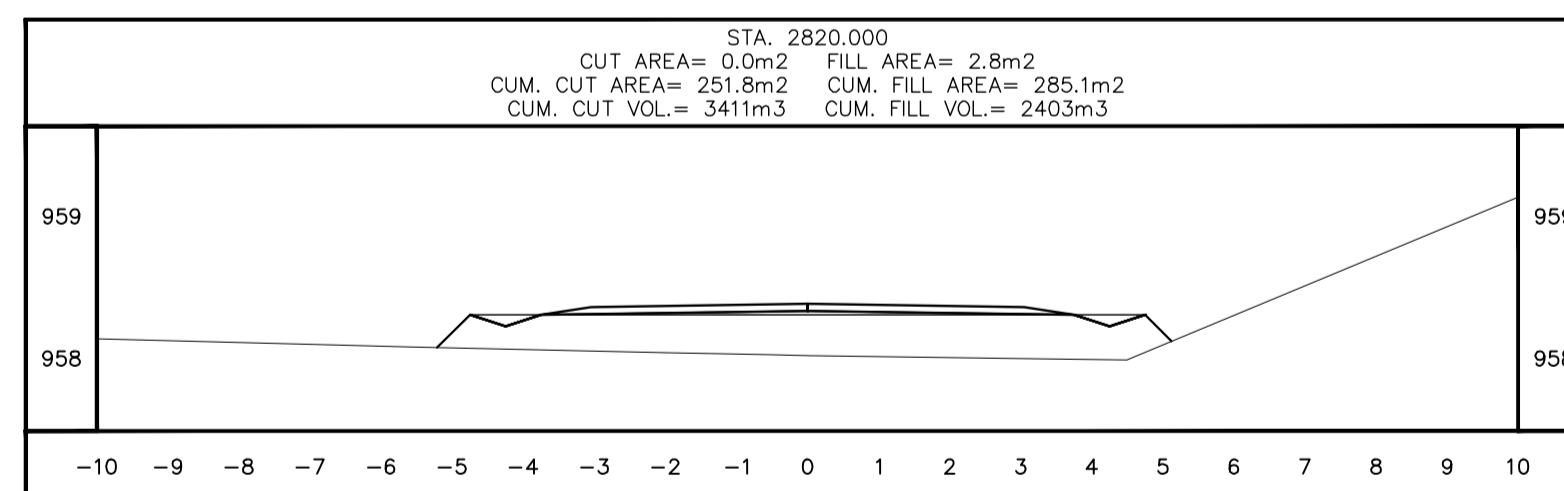
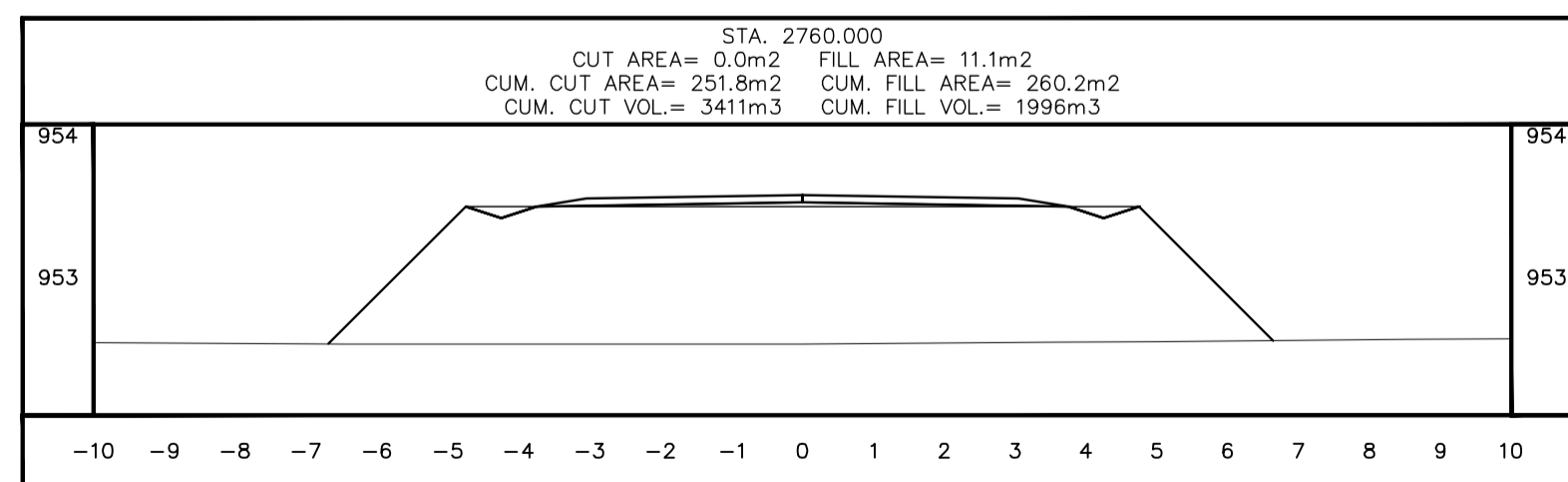
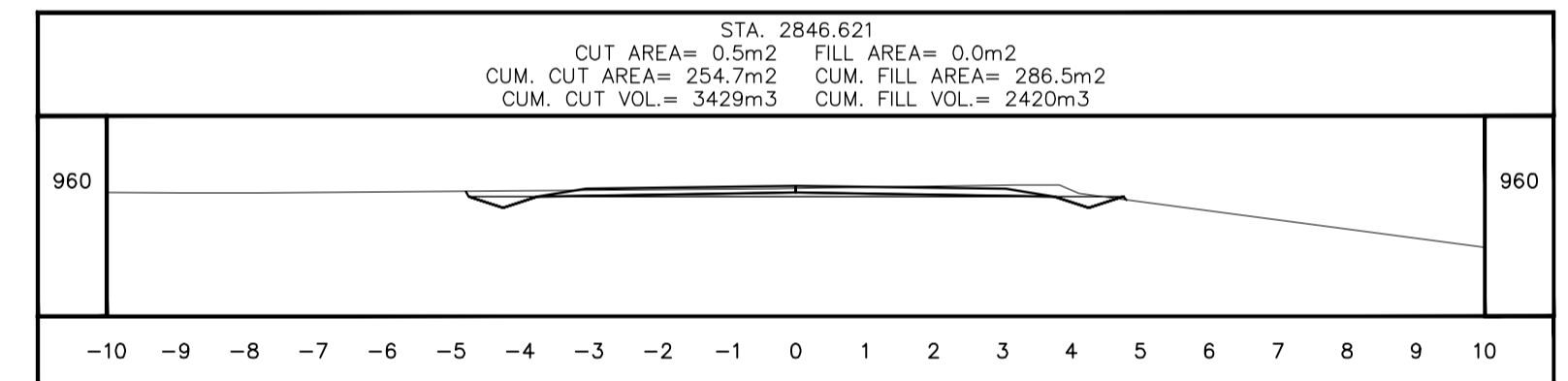
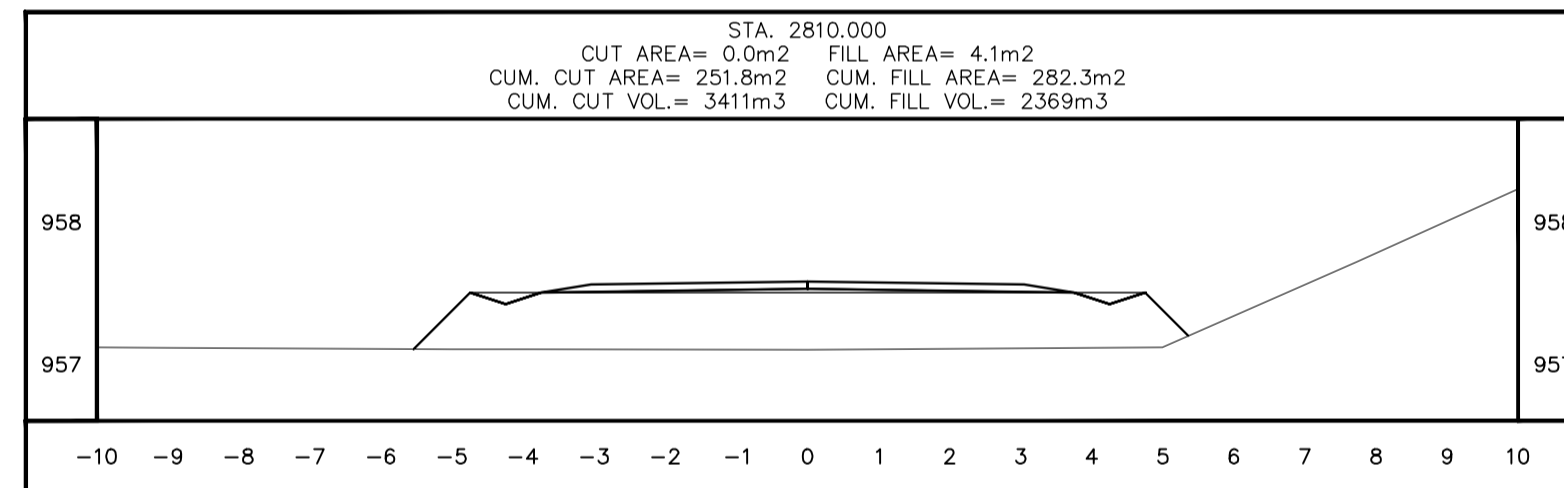
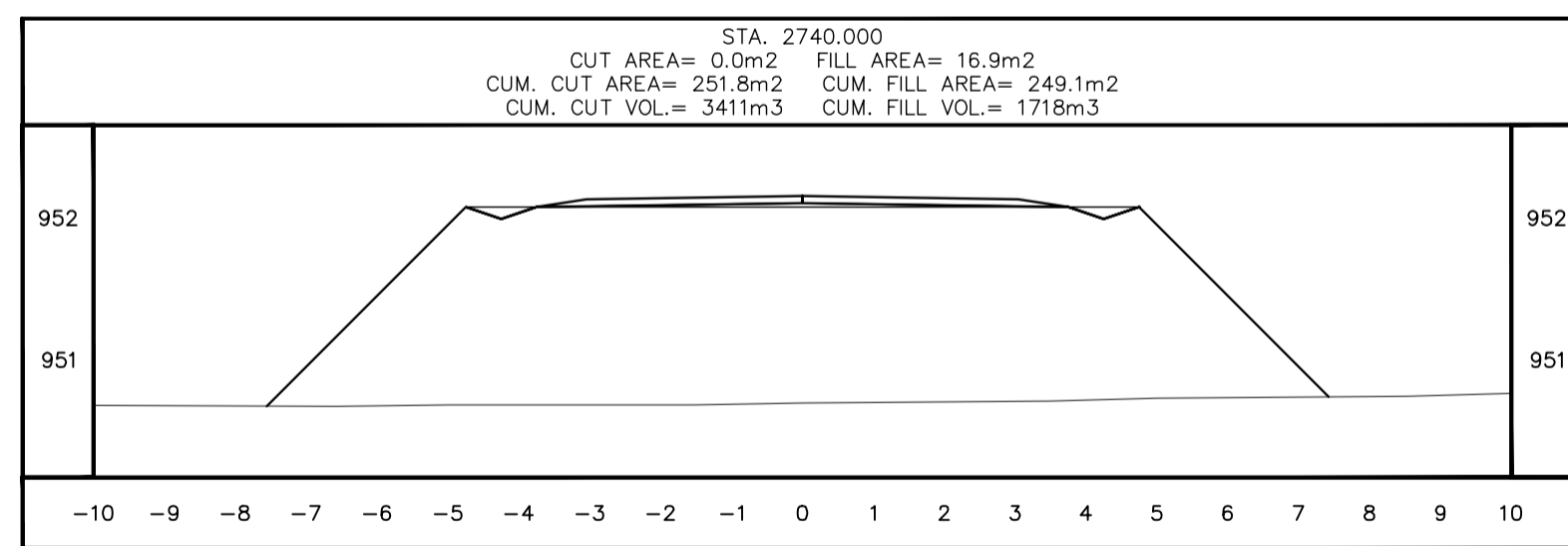
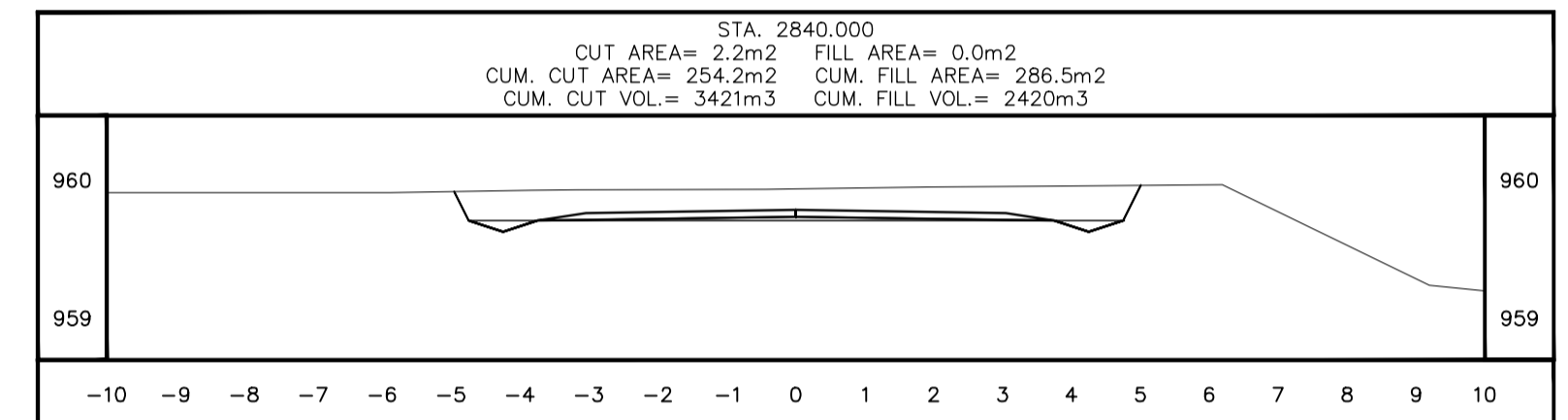
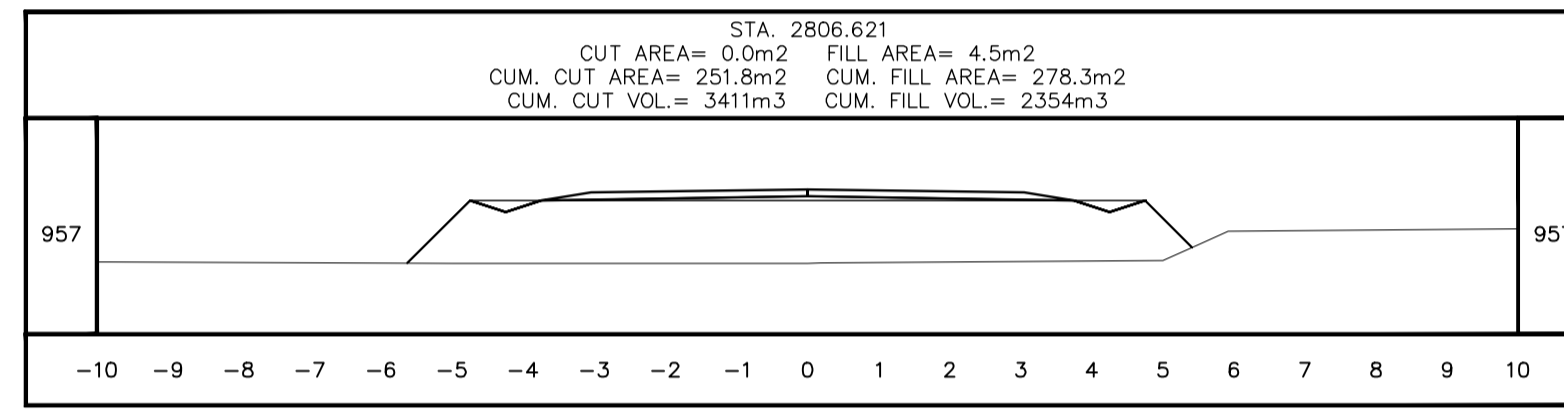
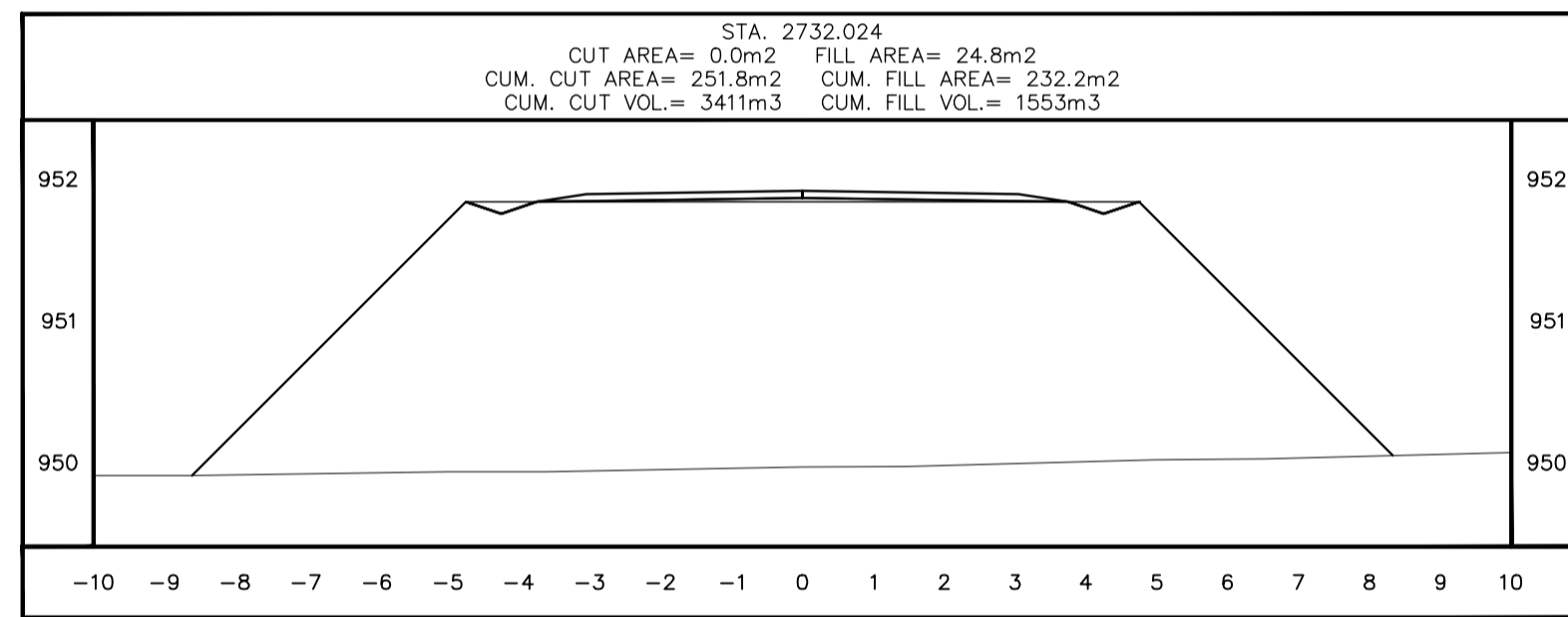
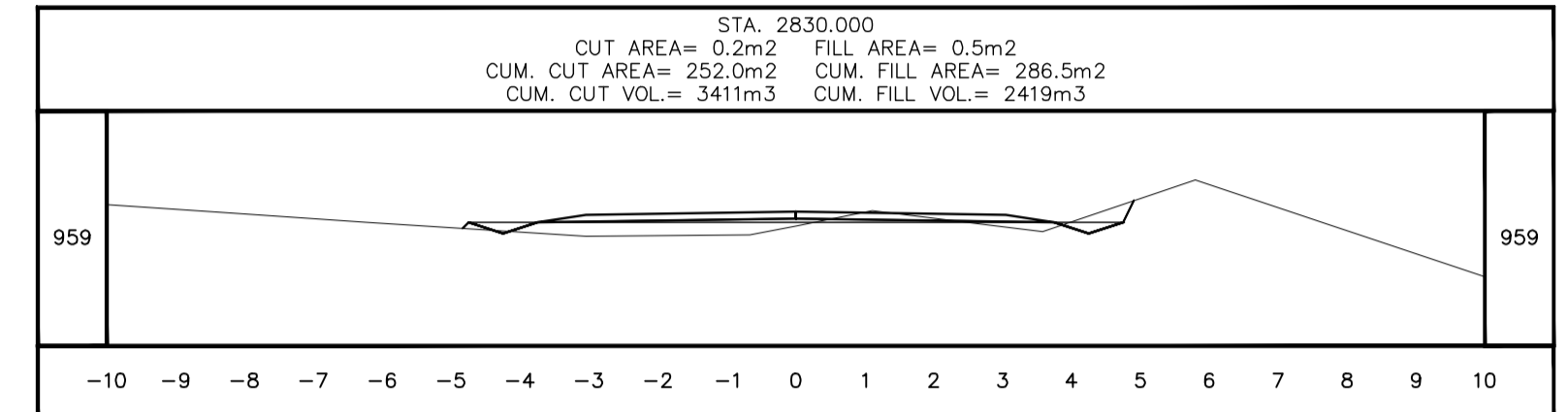
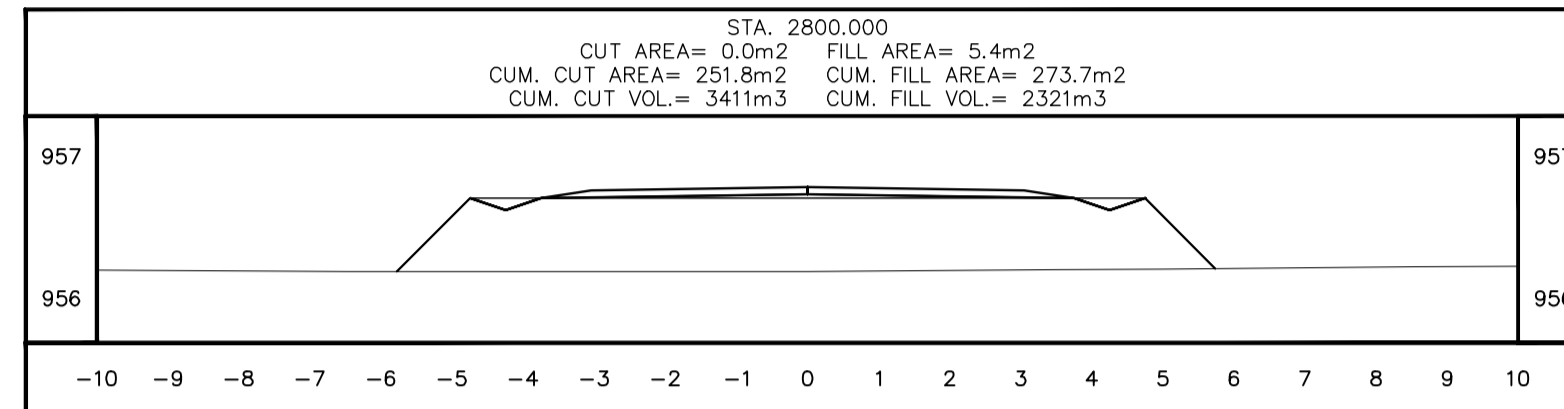
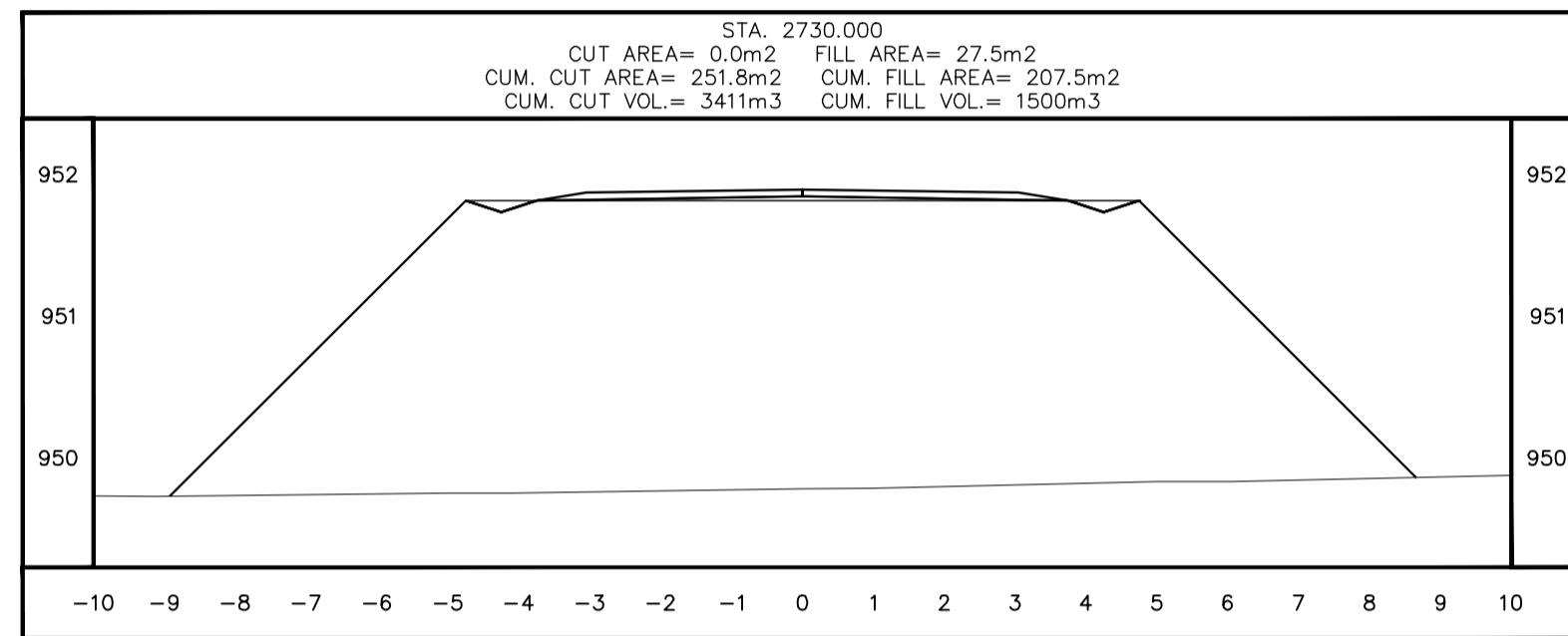
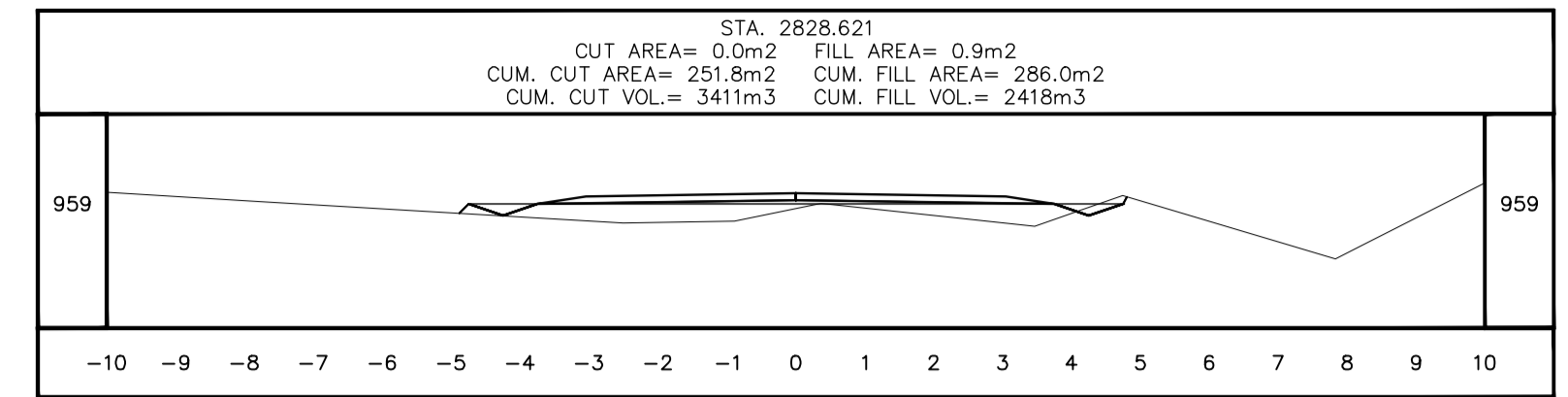
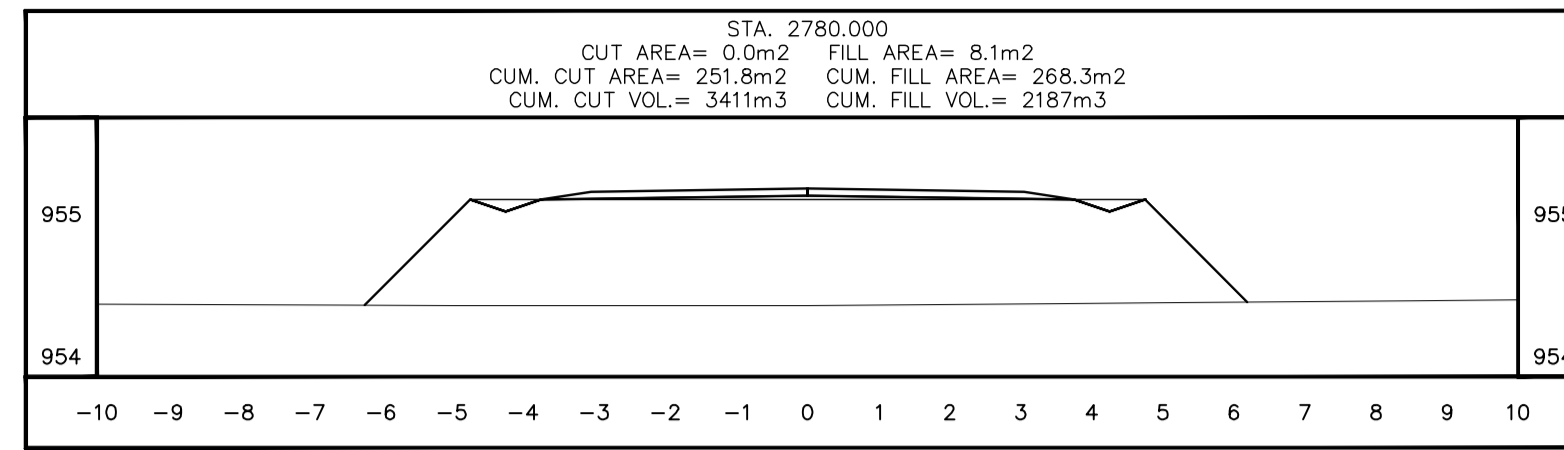
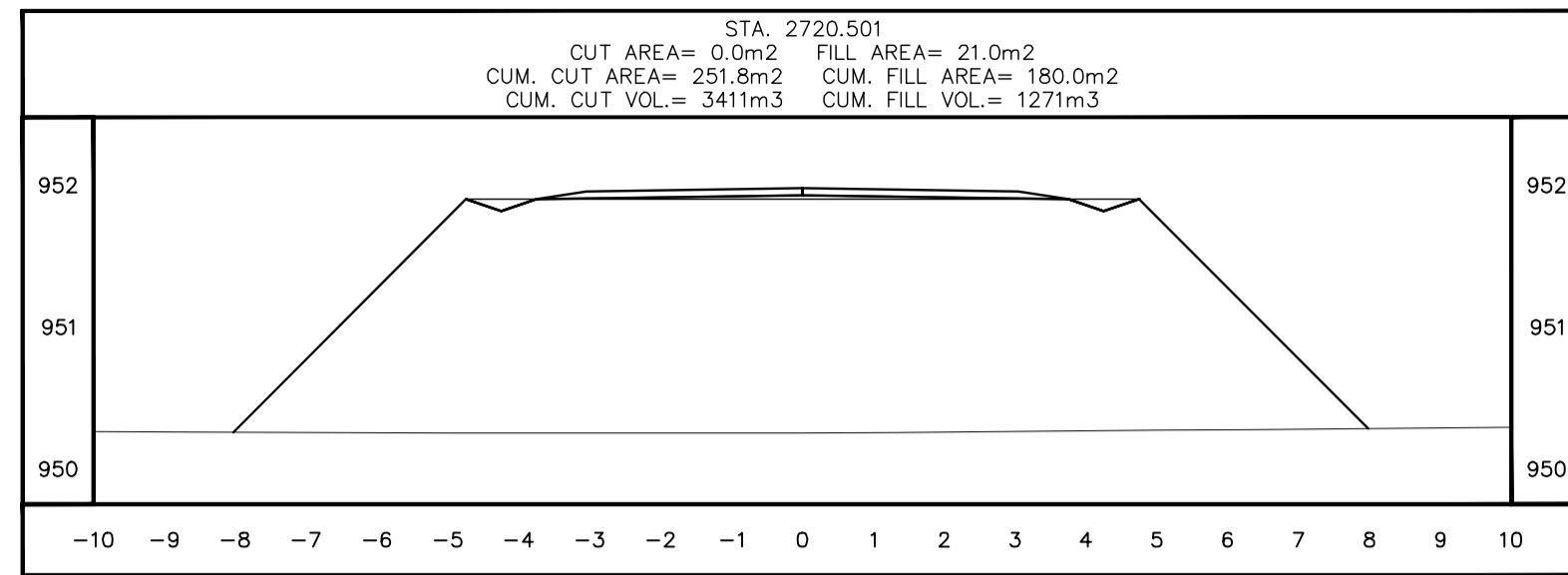
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



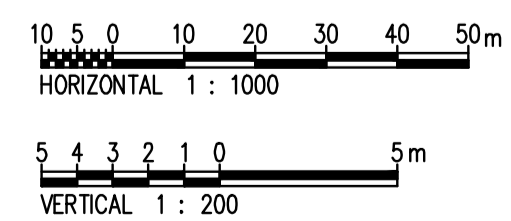
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PROYECTO:

CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ

SCALE :

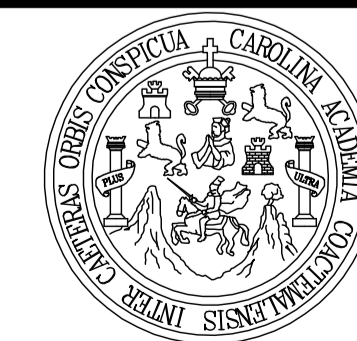


DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

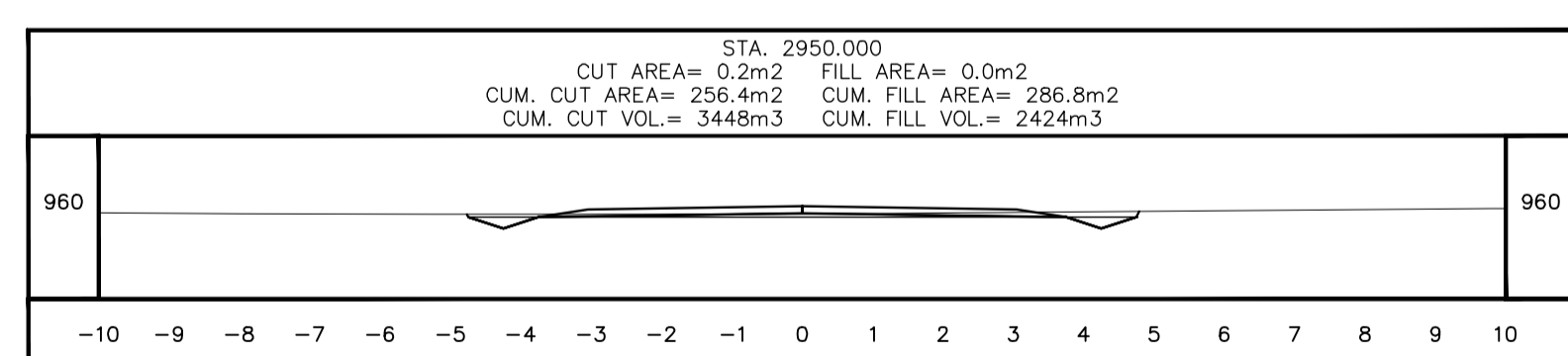
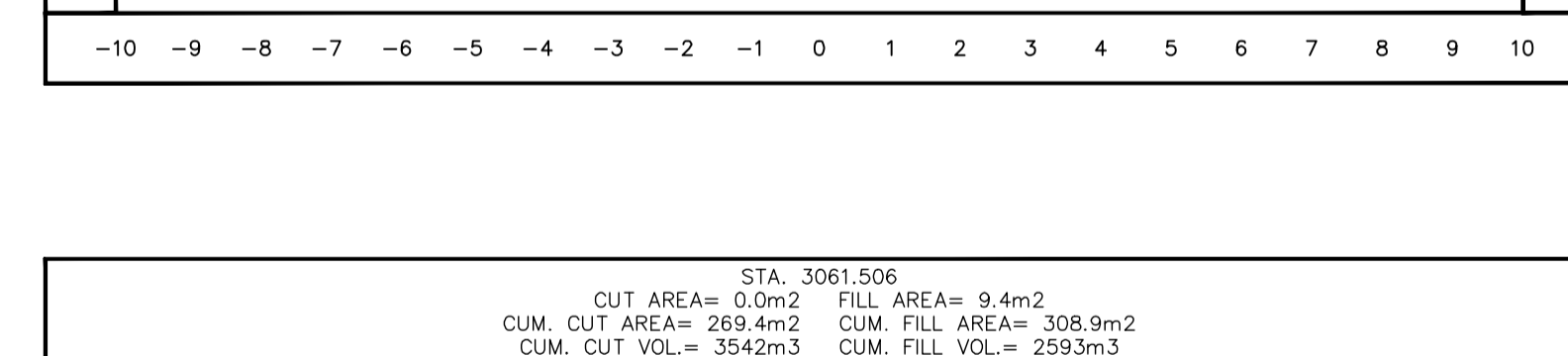
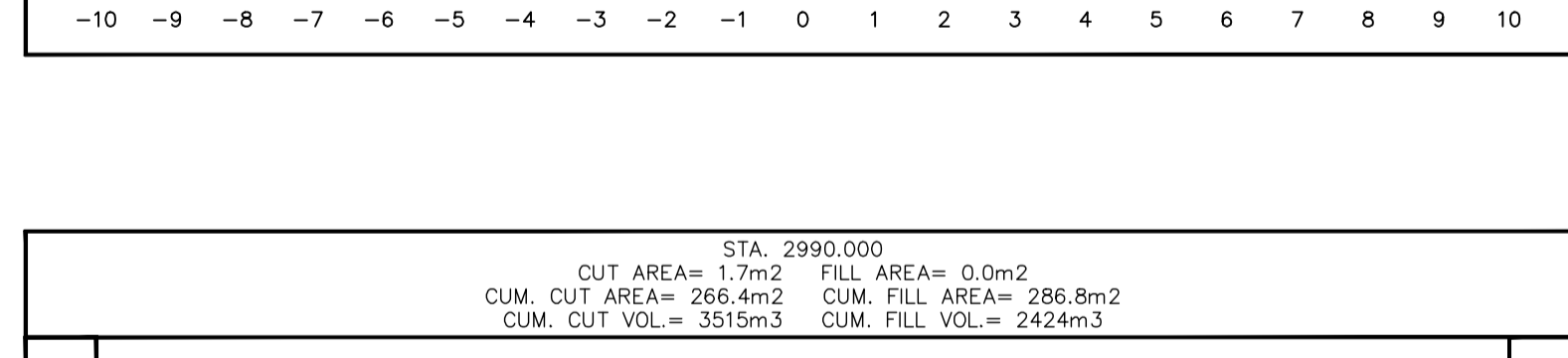
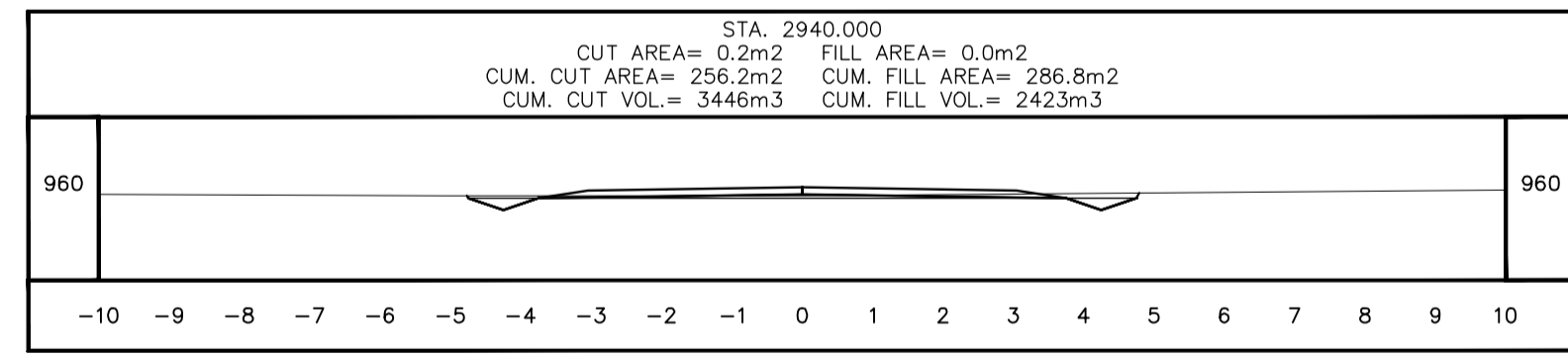
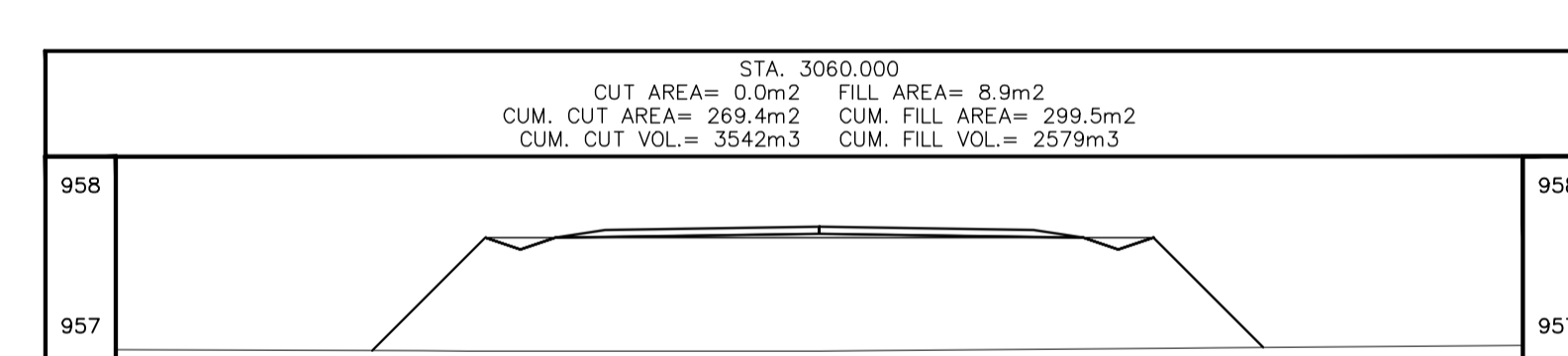
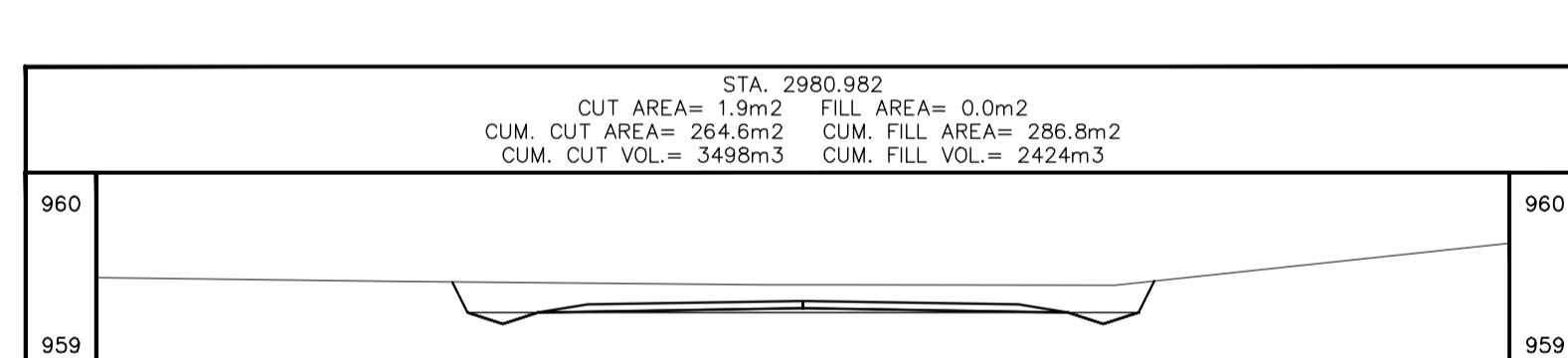
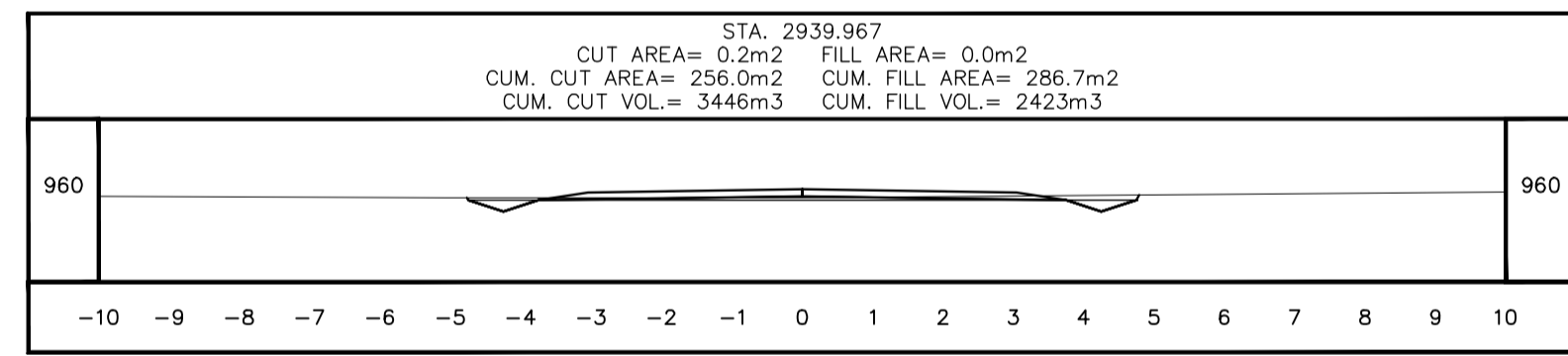
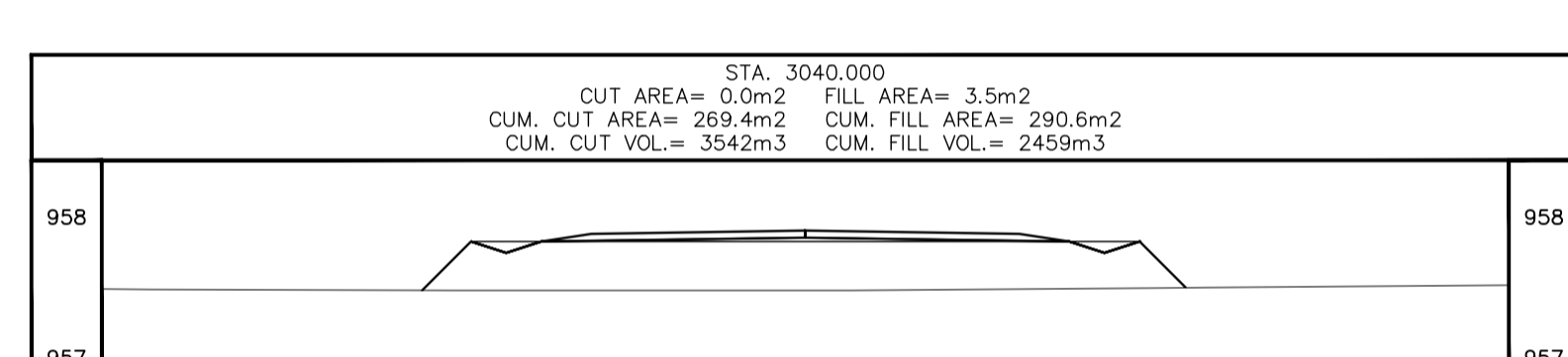
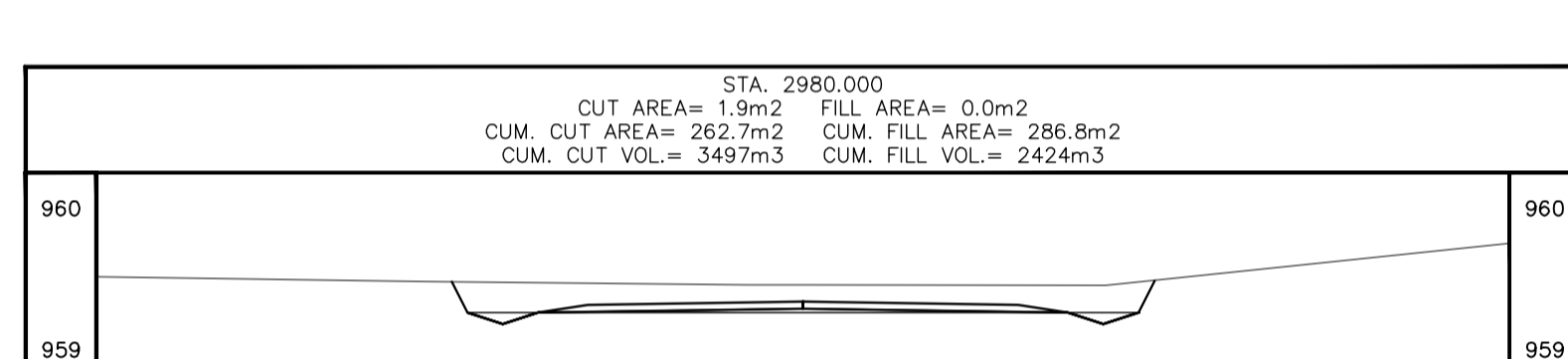
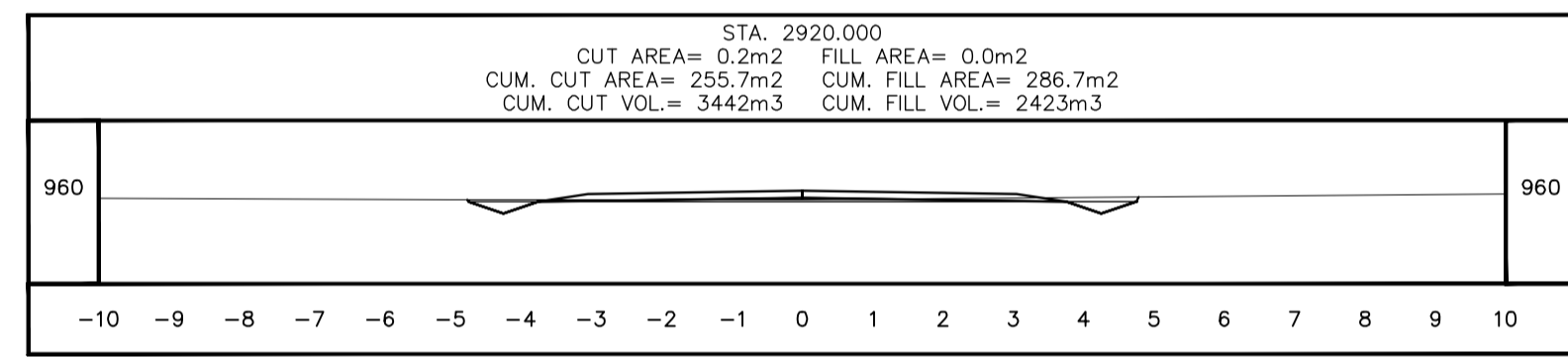
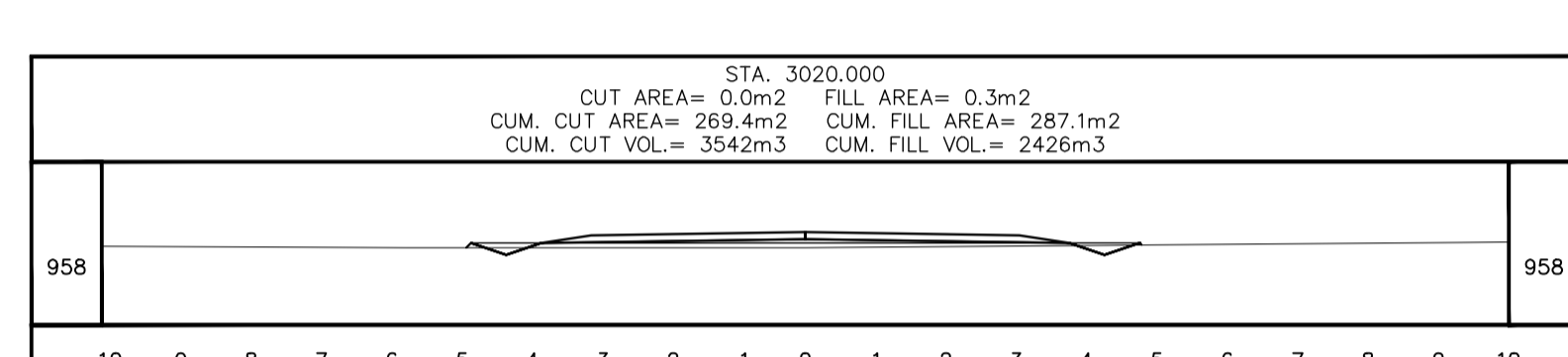
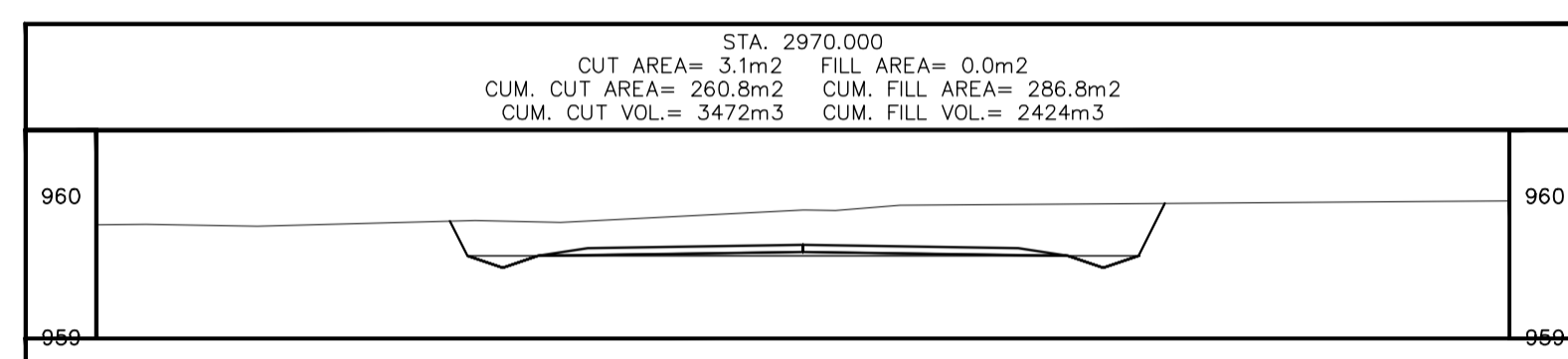
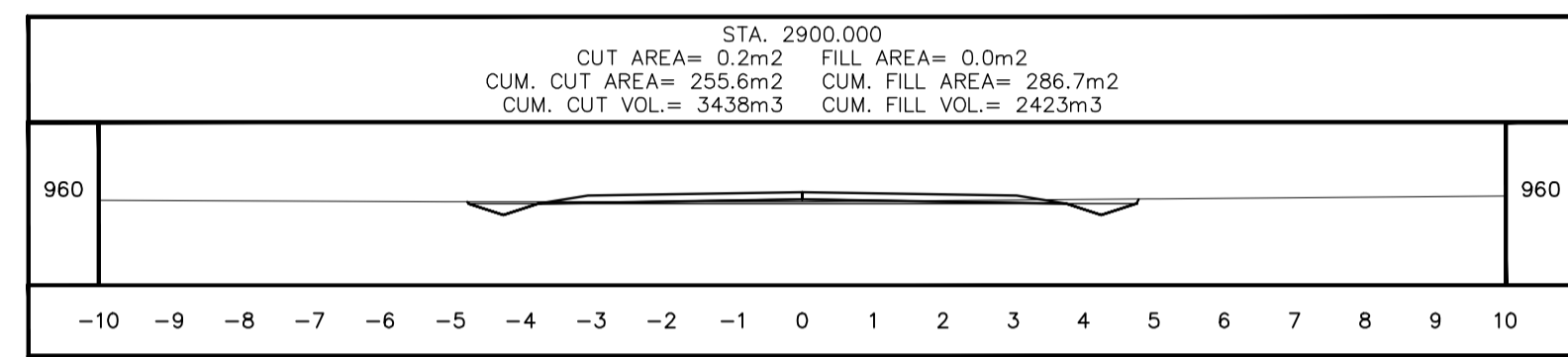
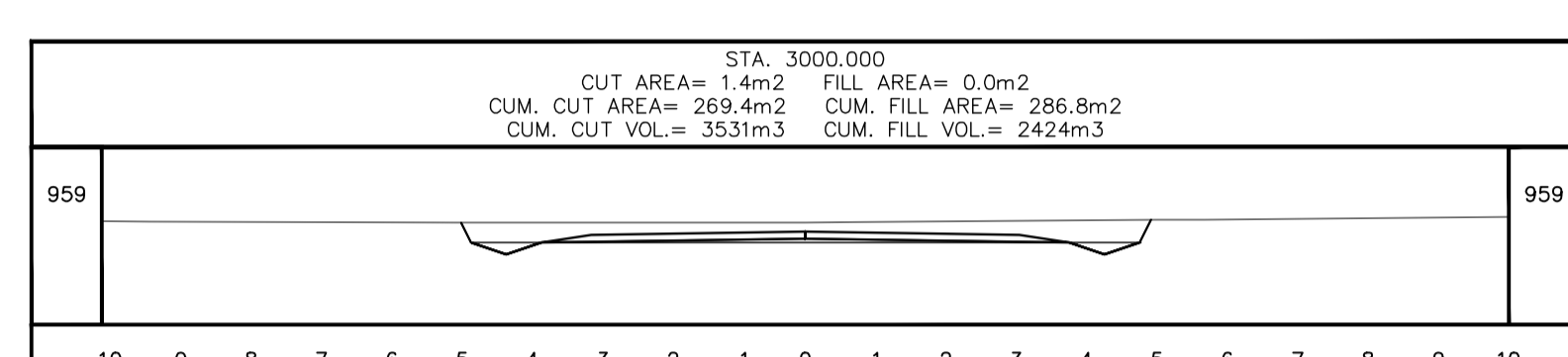
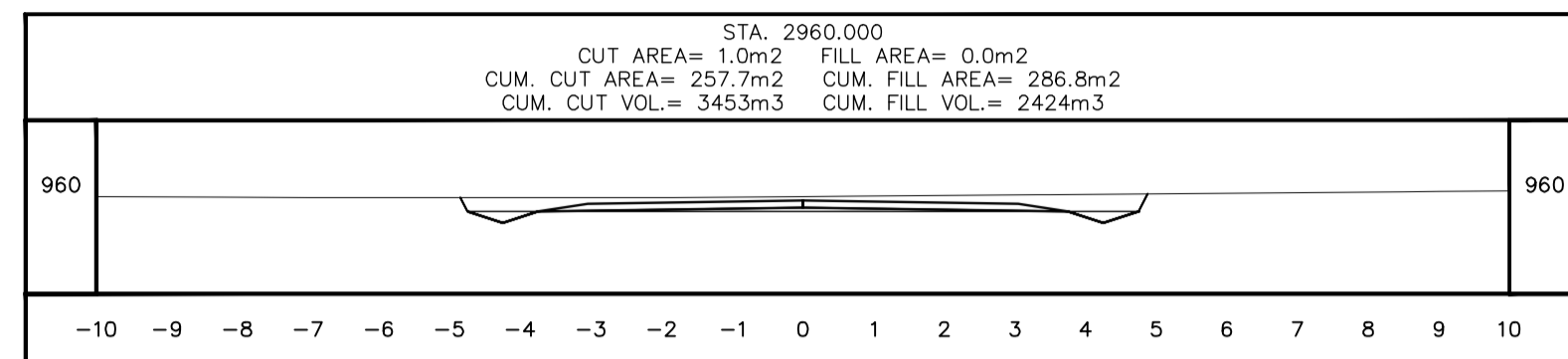
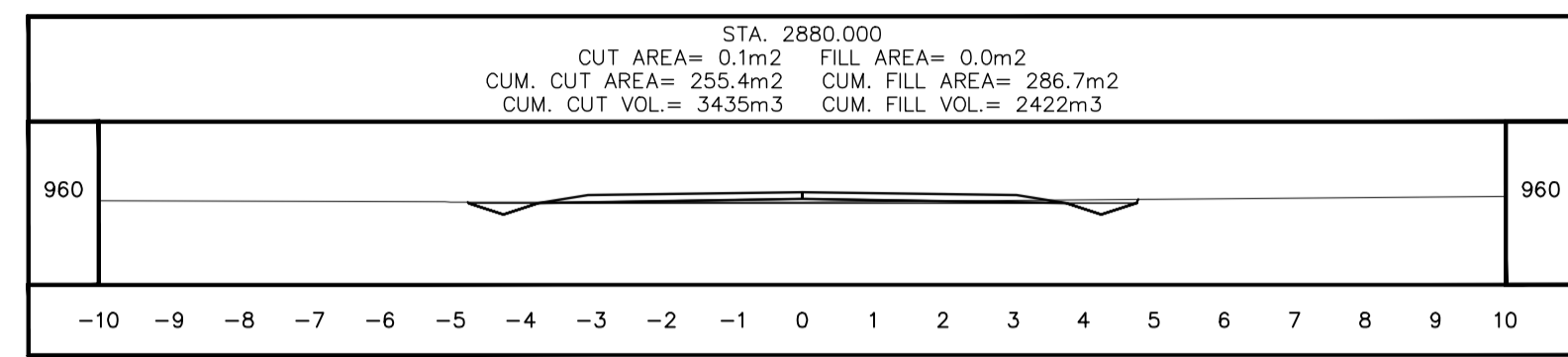
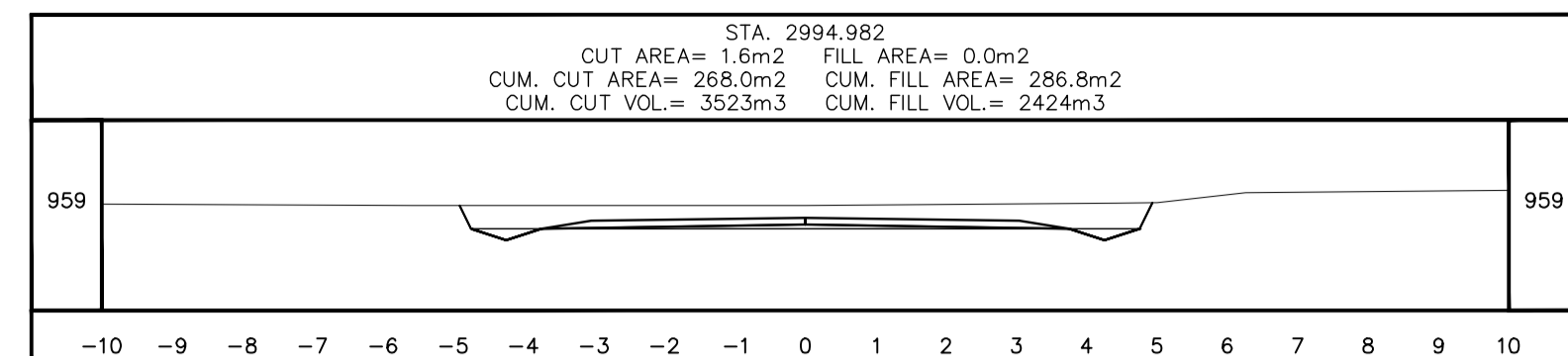
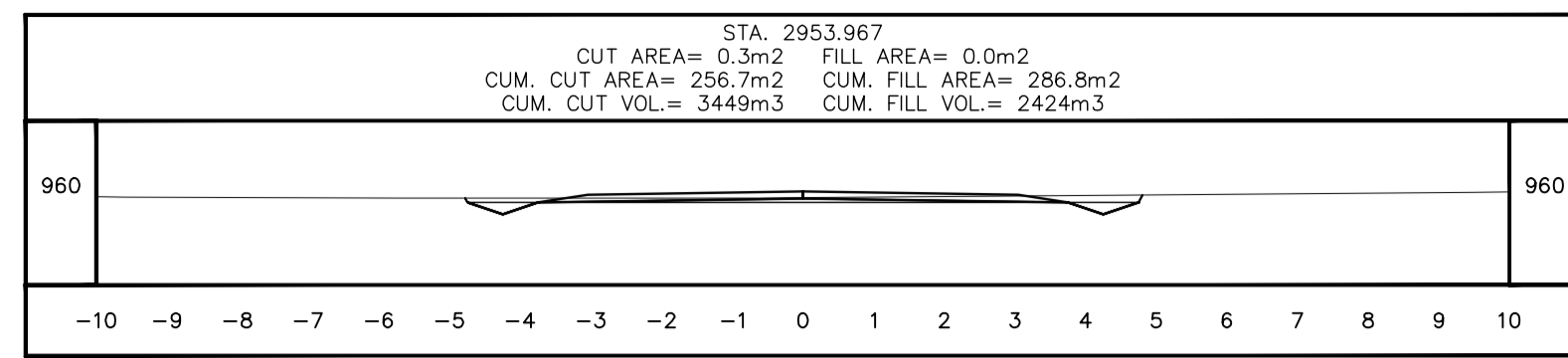
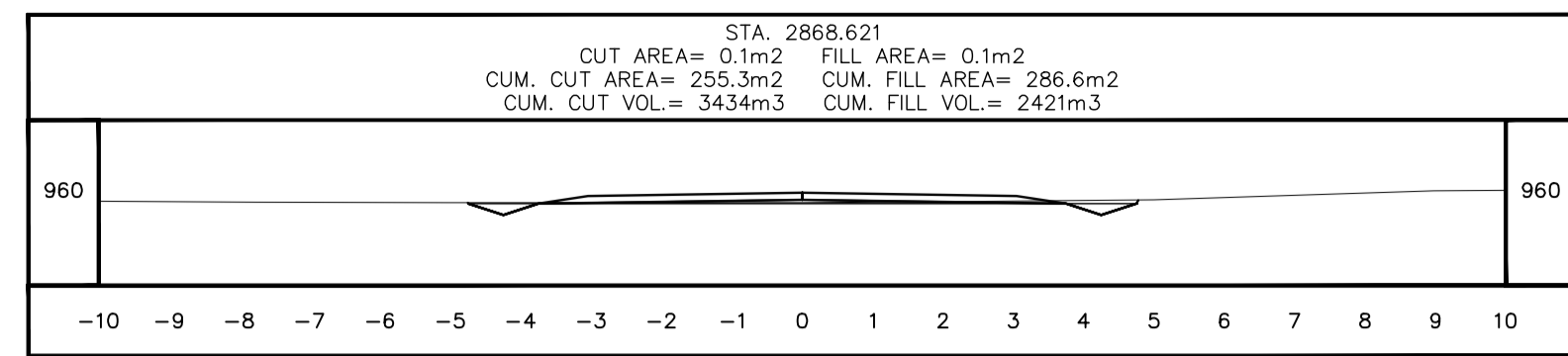
FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



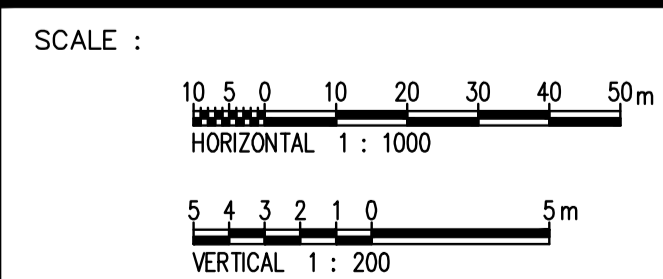
SECCIONES TRANSVERSALES

FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

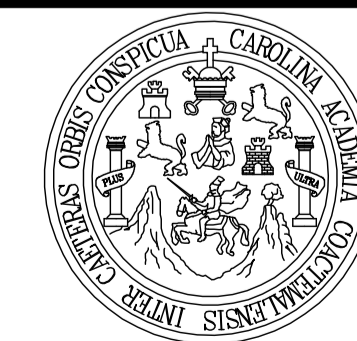
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



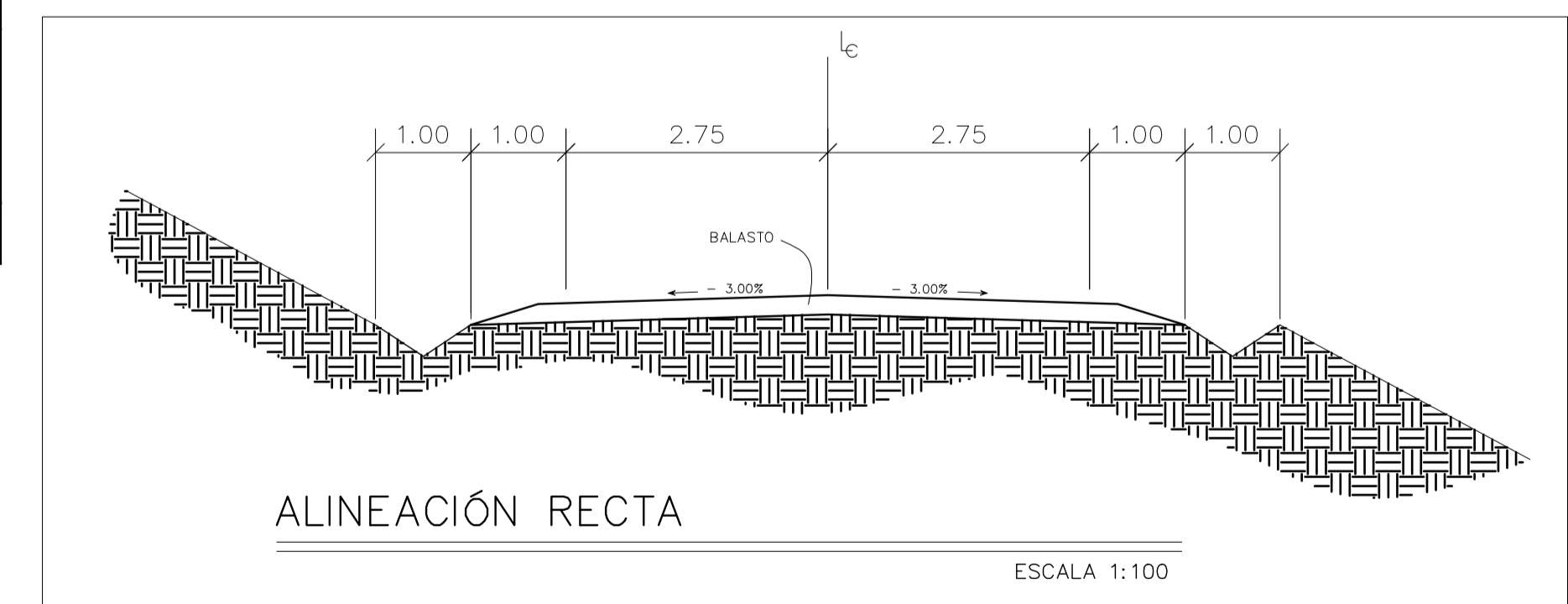
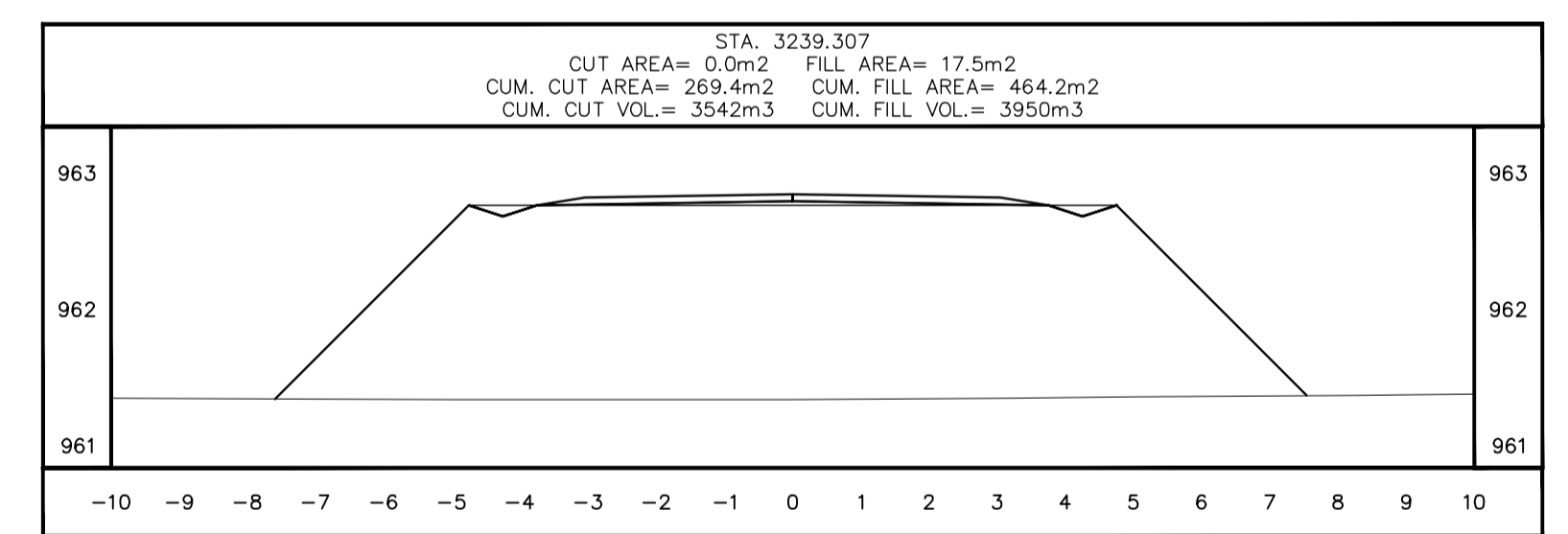
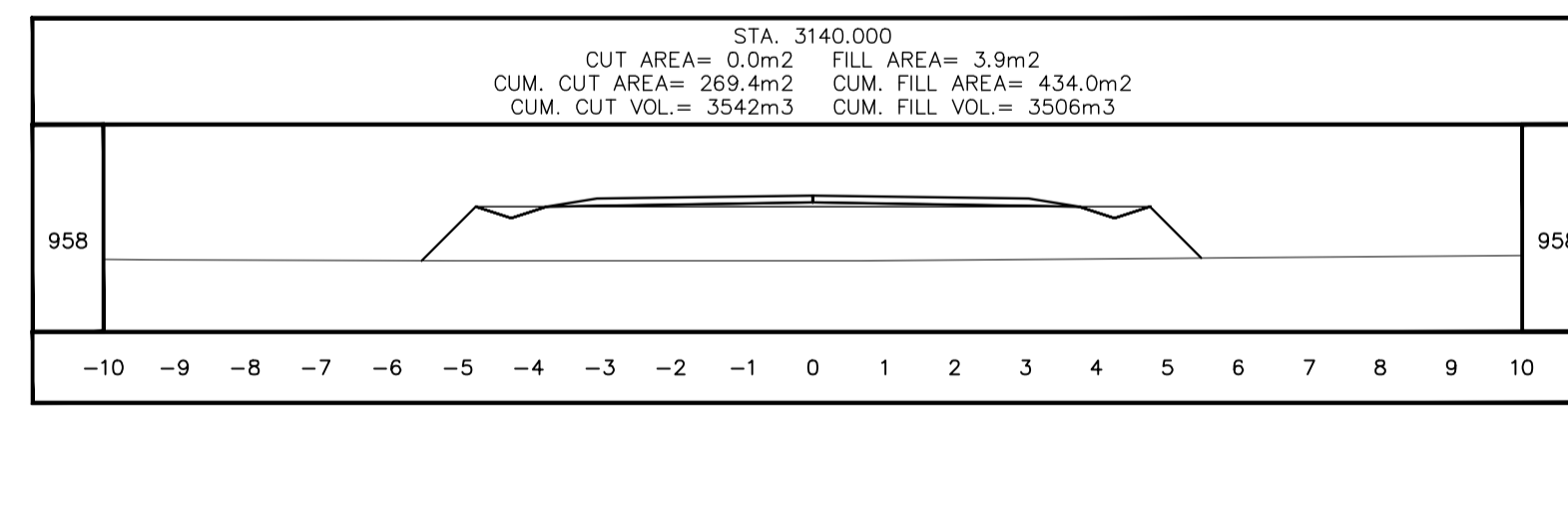
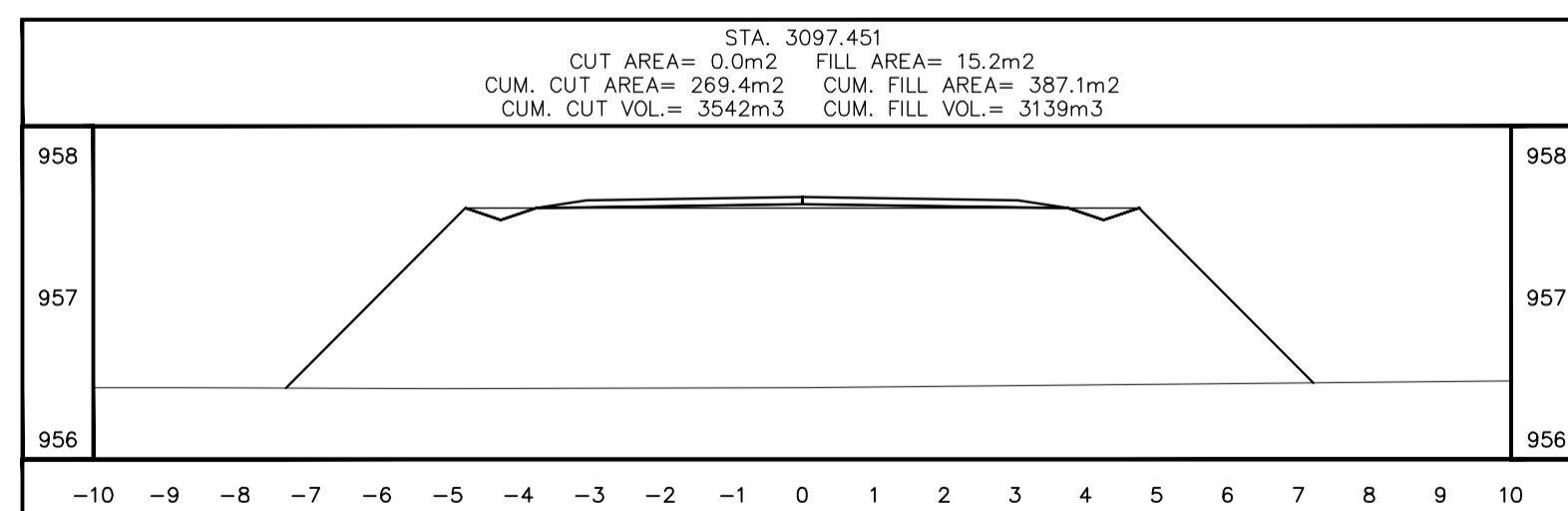
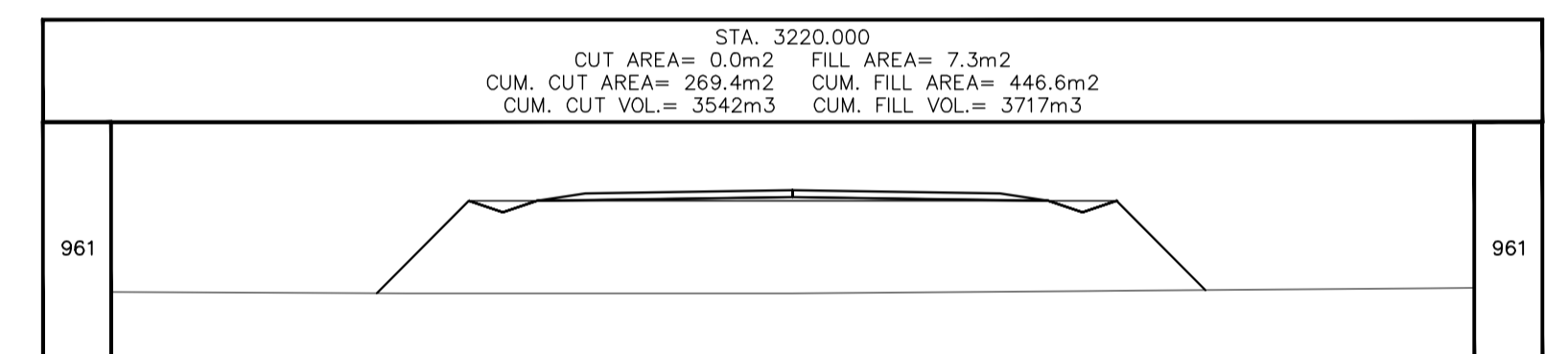
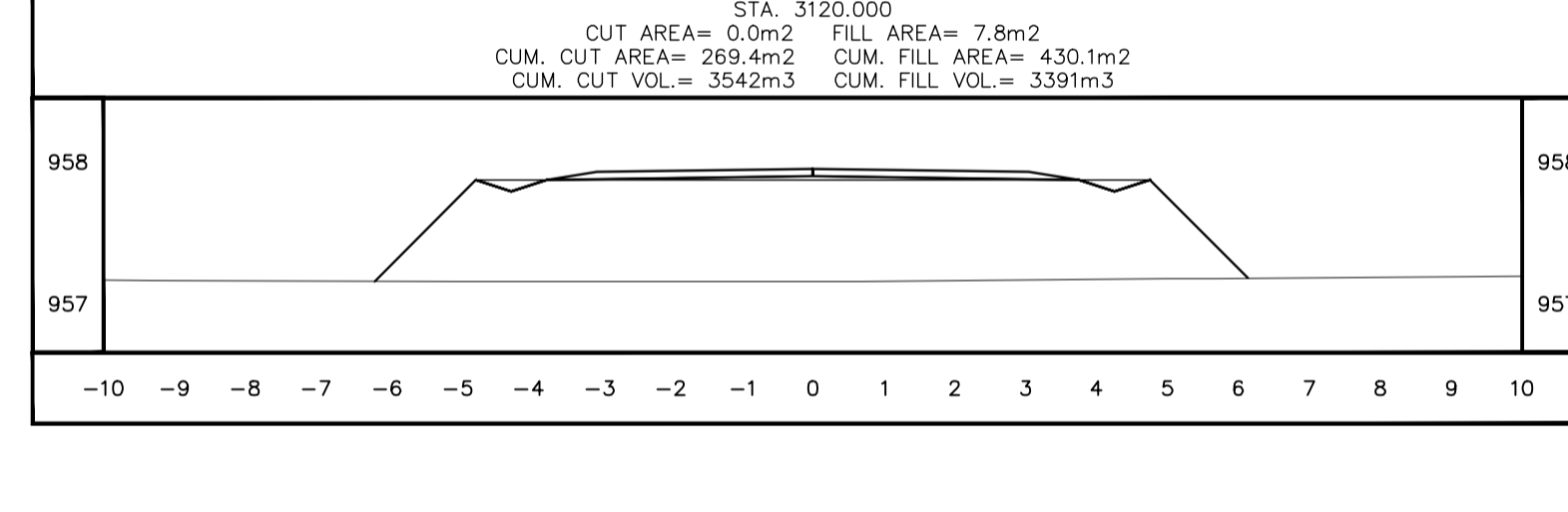
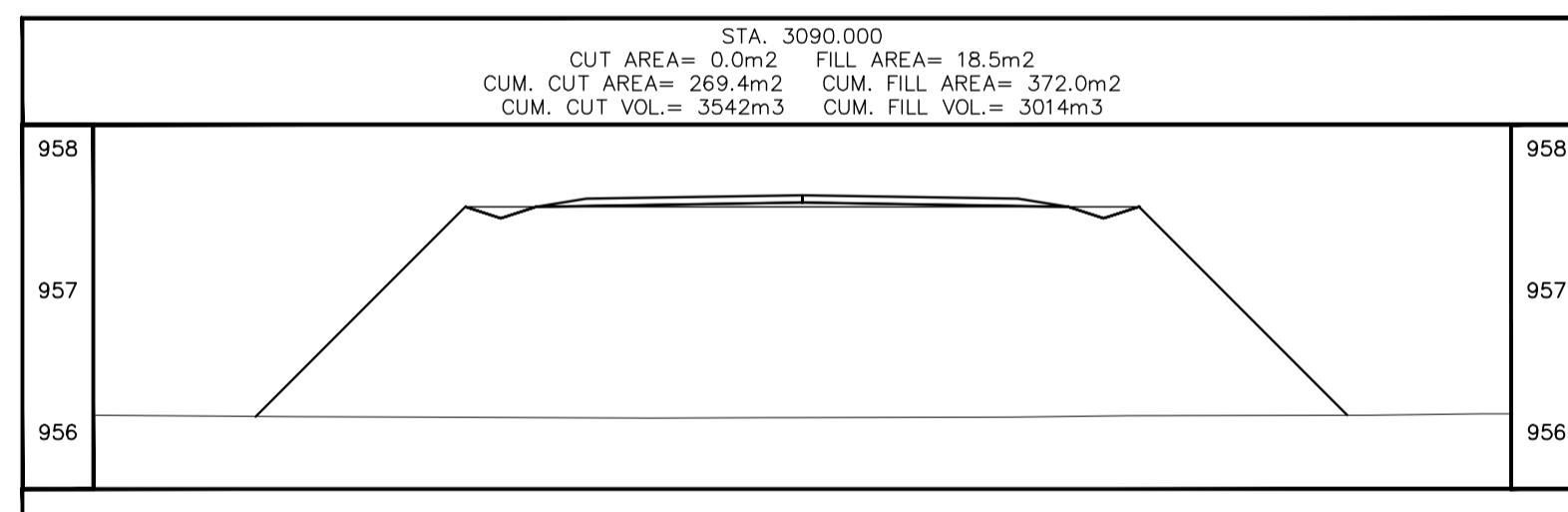
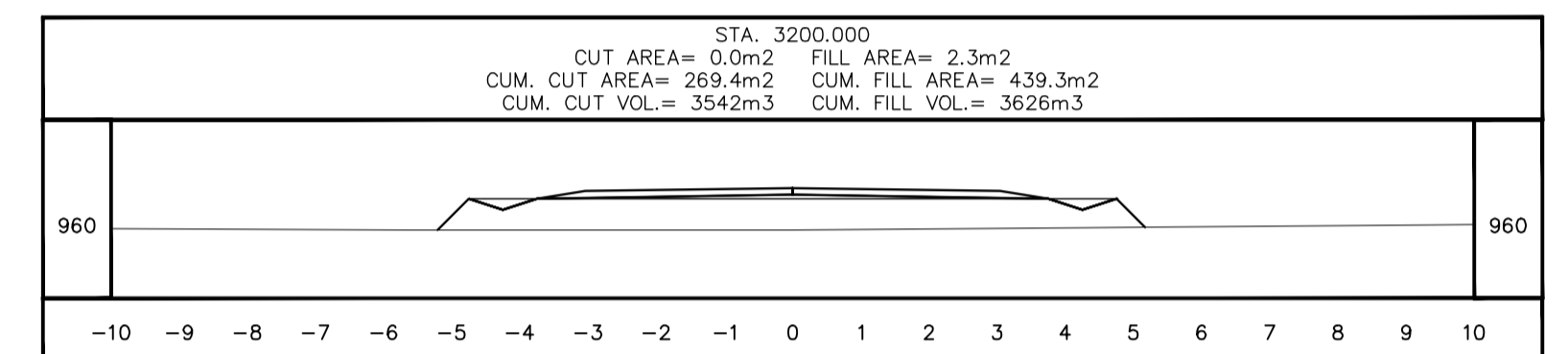
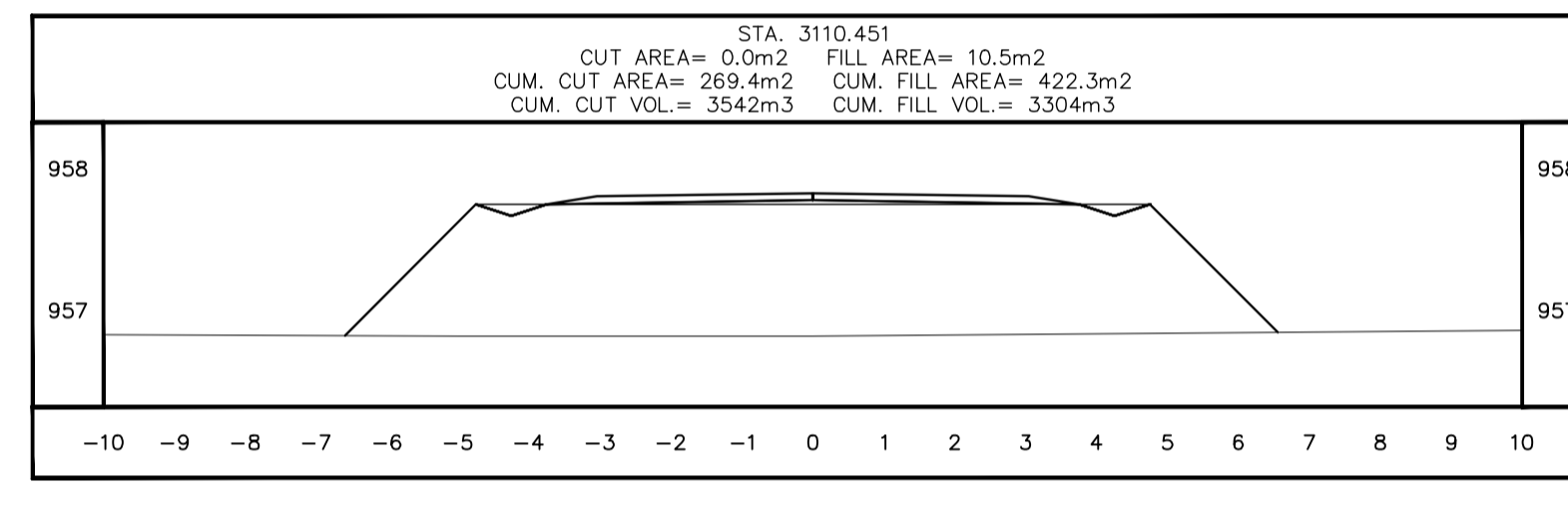
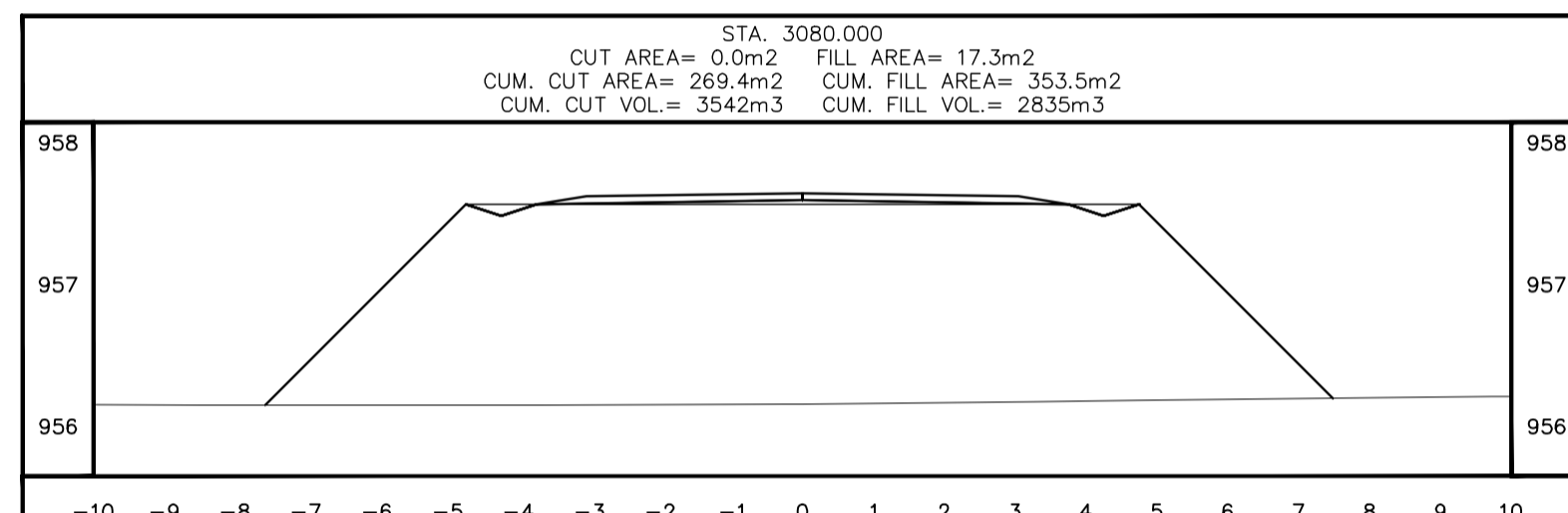
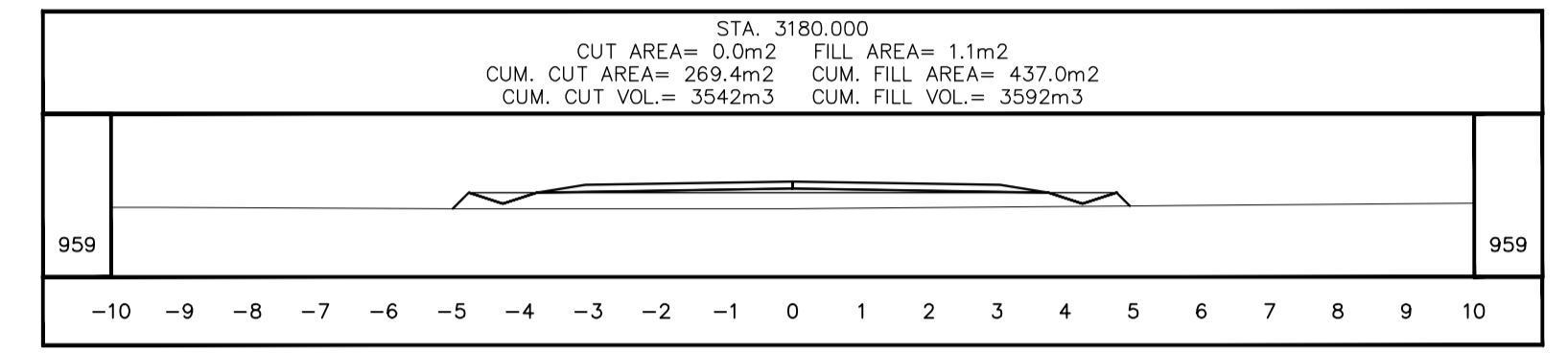
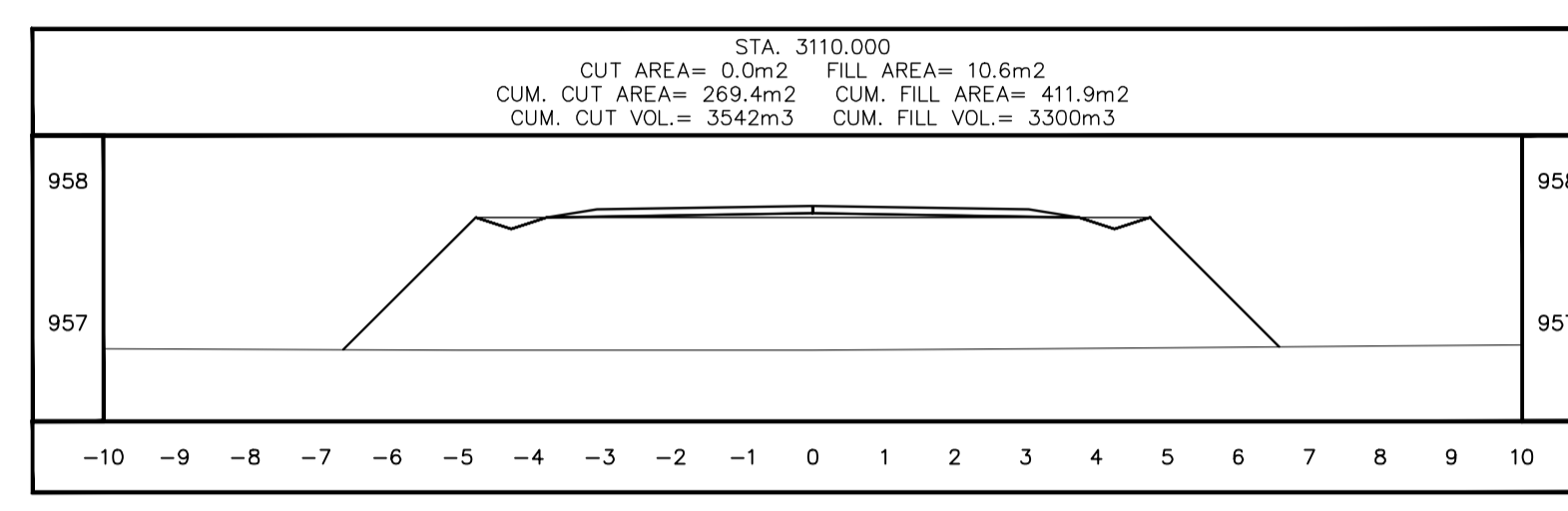
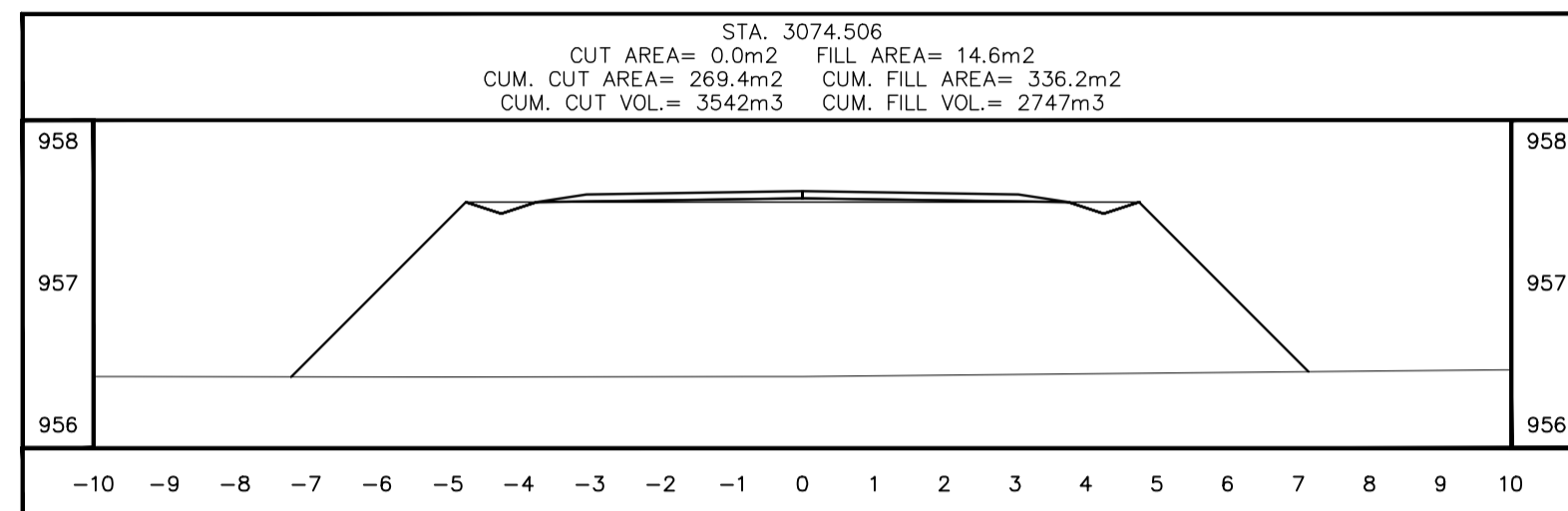
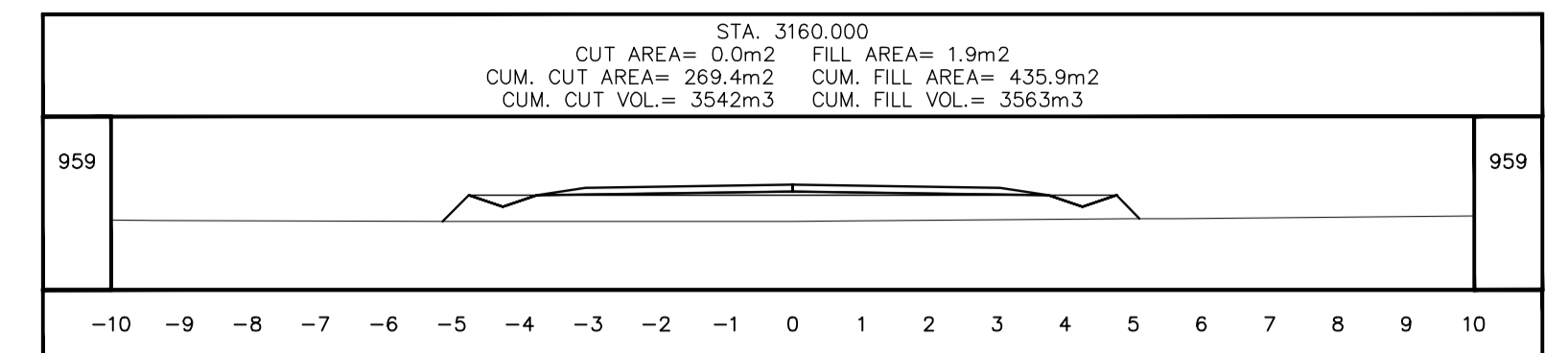
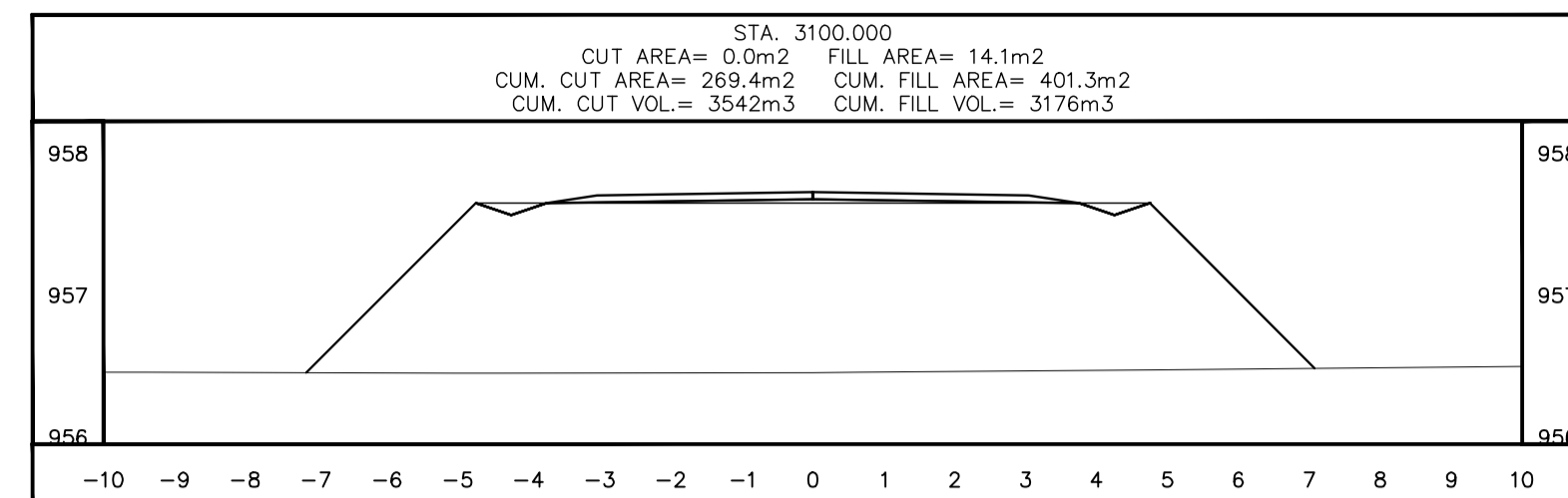
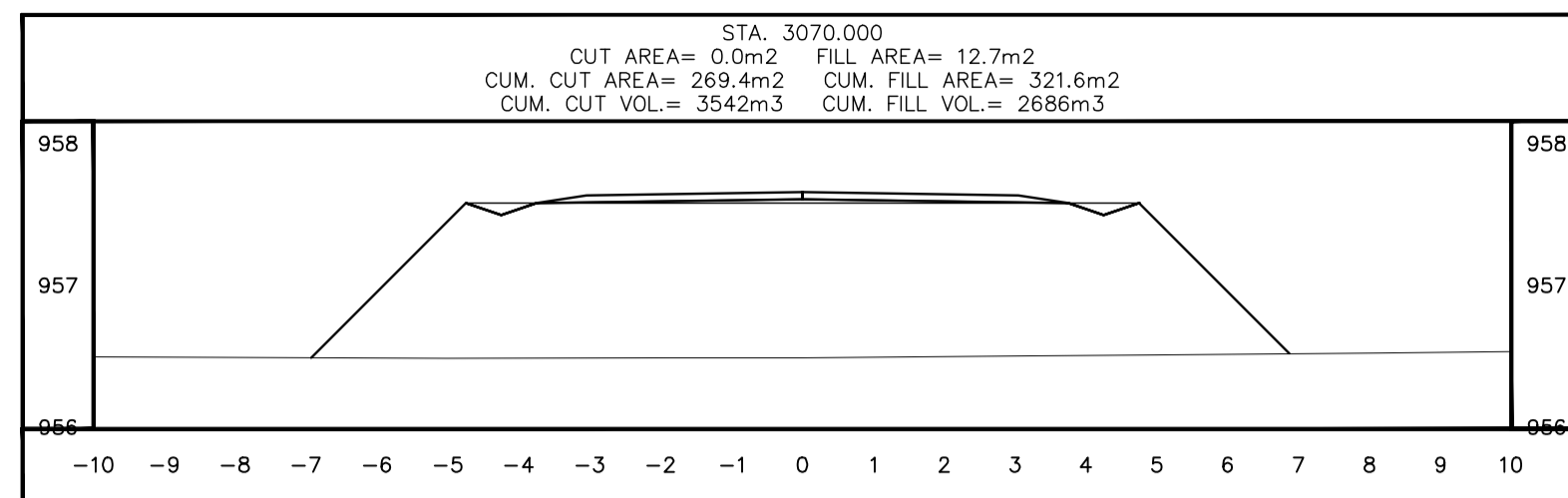
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



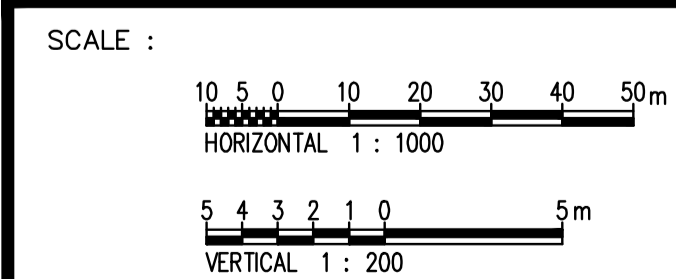
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



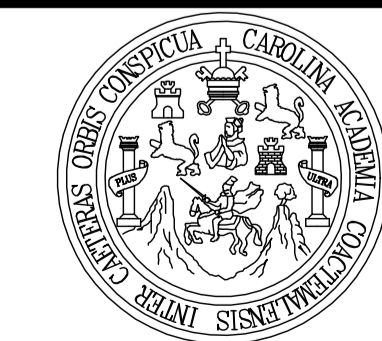
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ

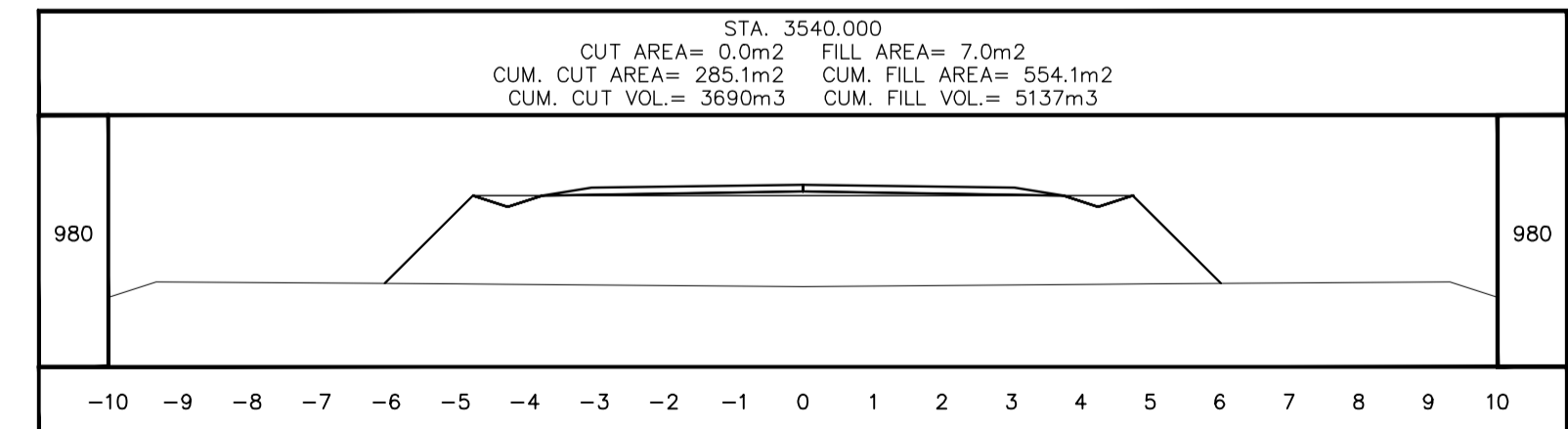
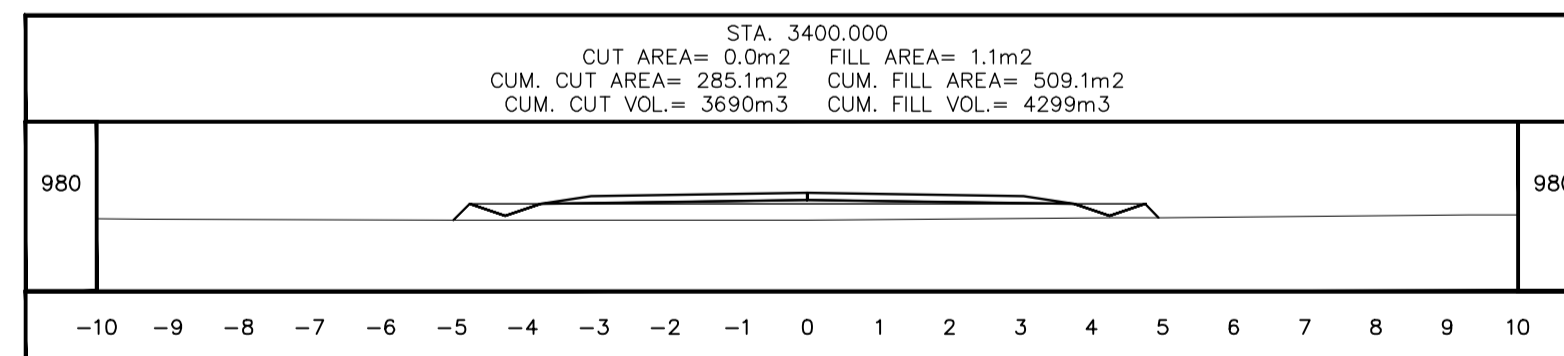
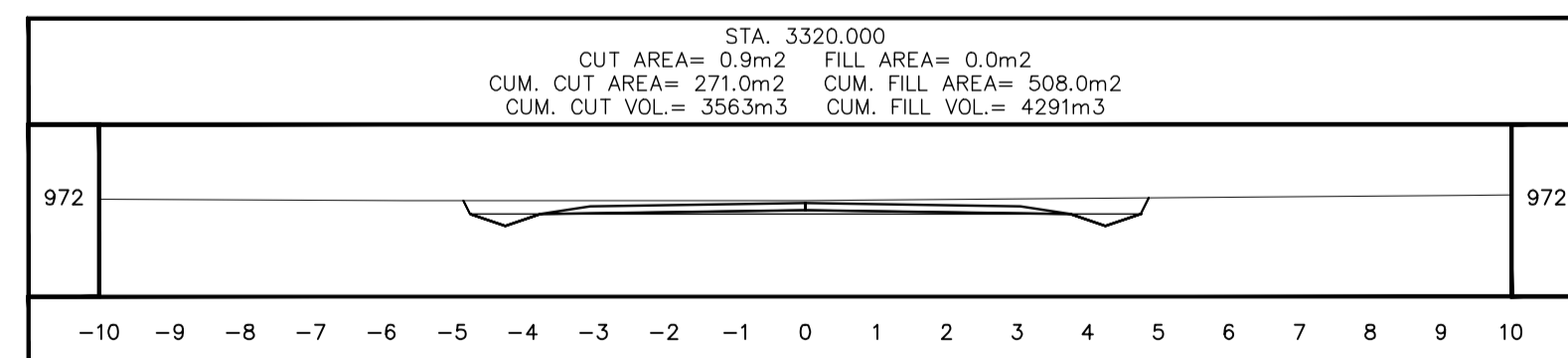
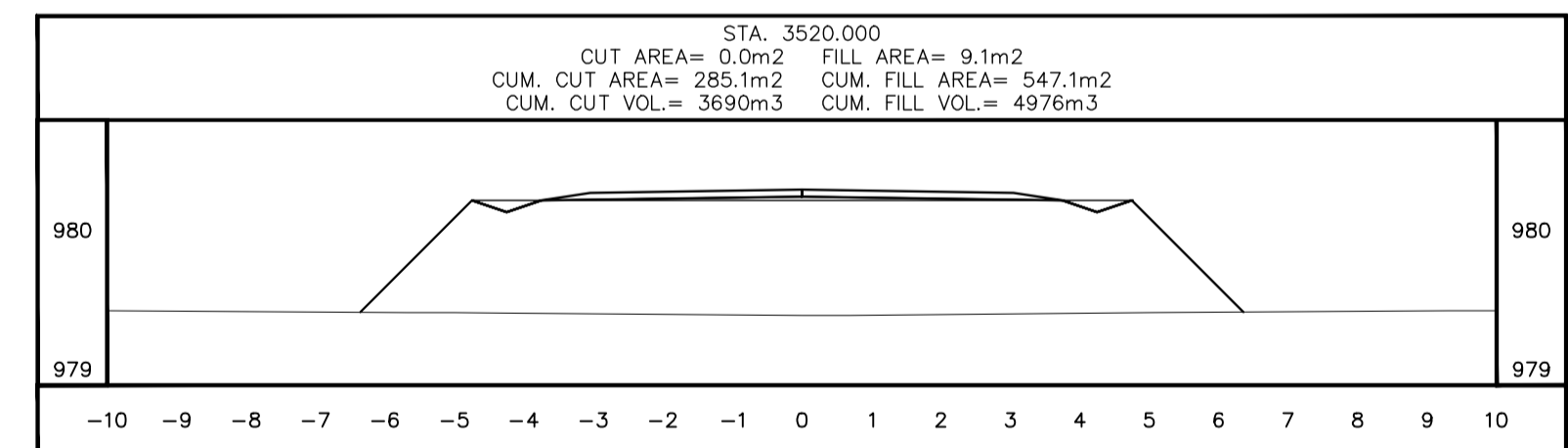
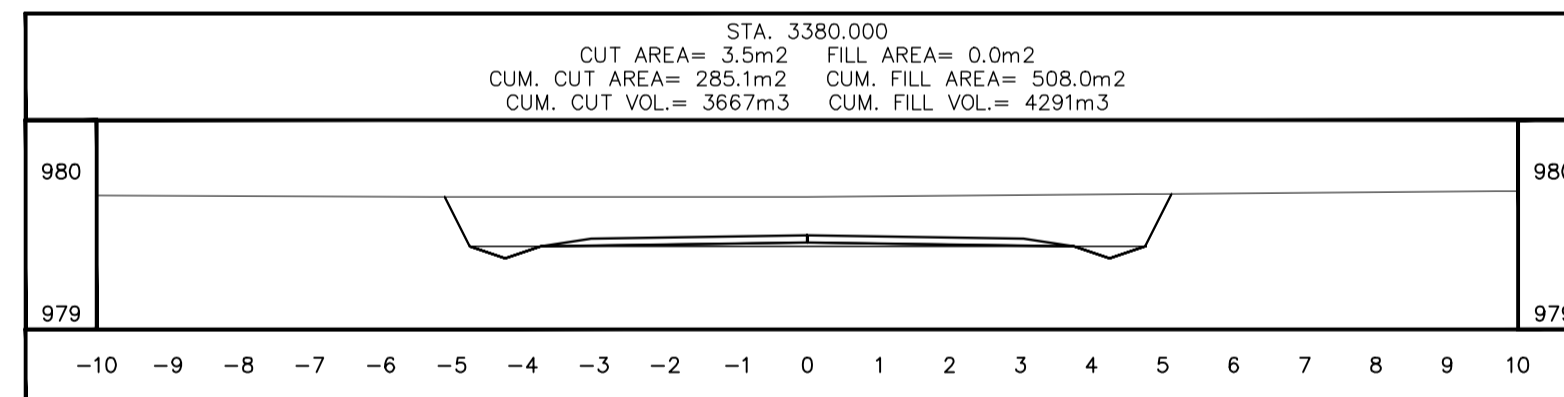
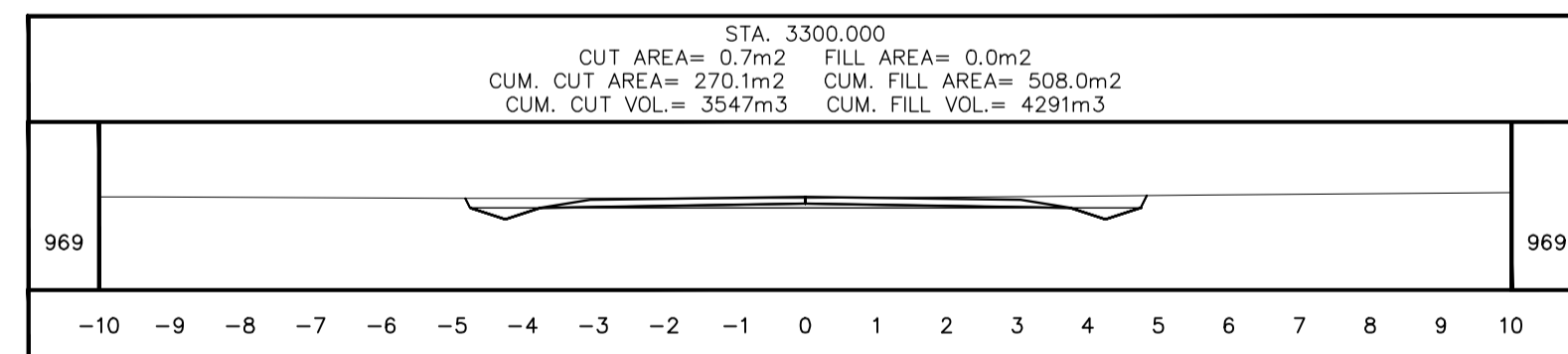
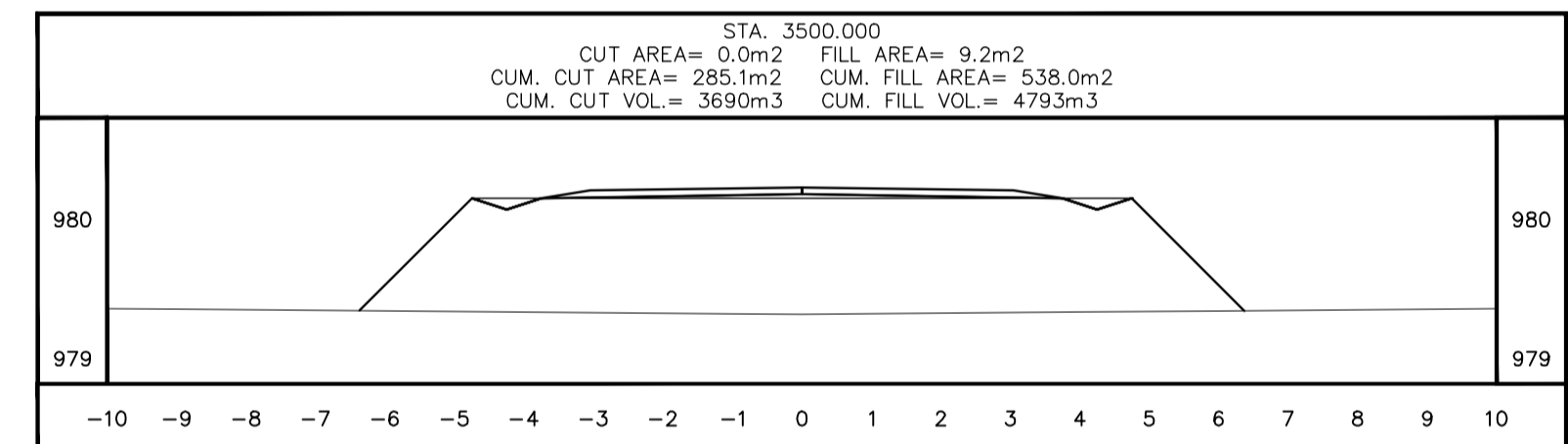
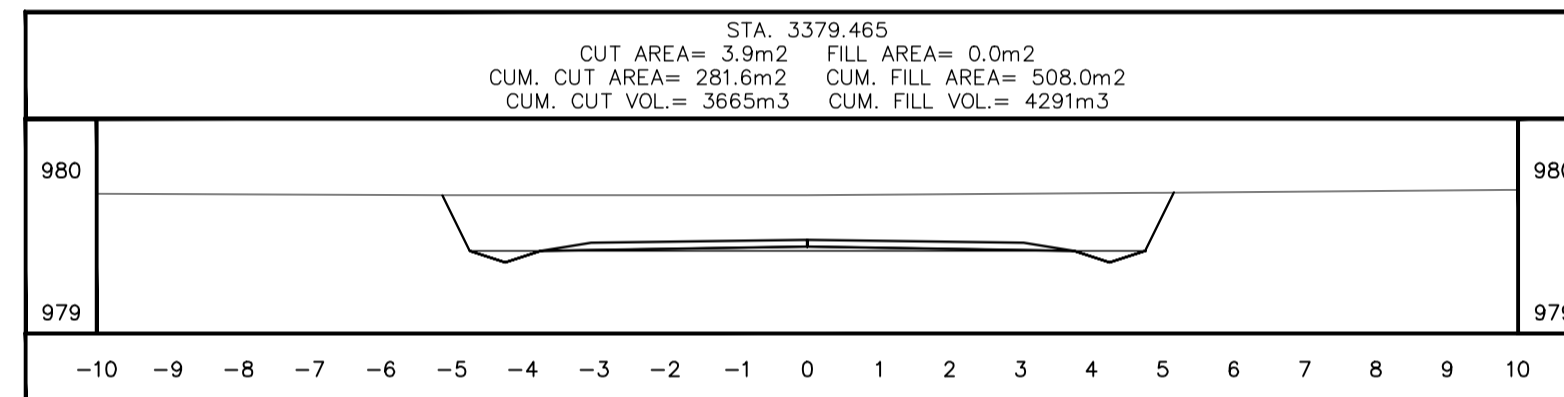
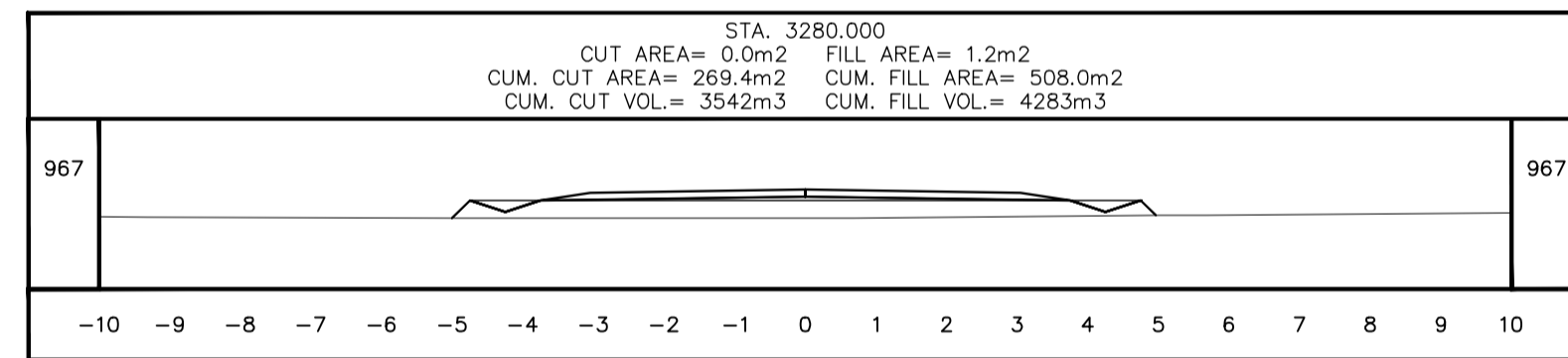
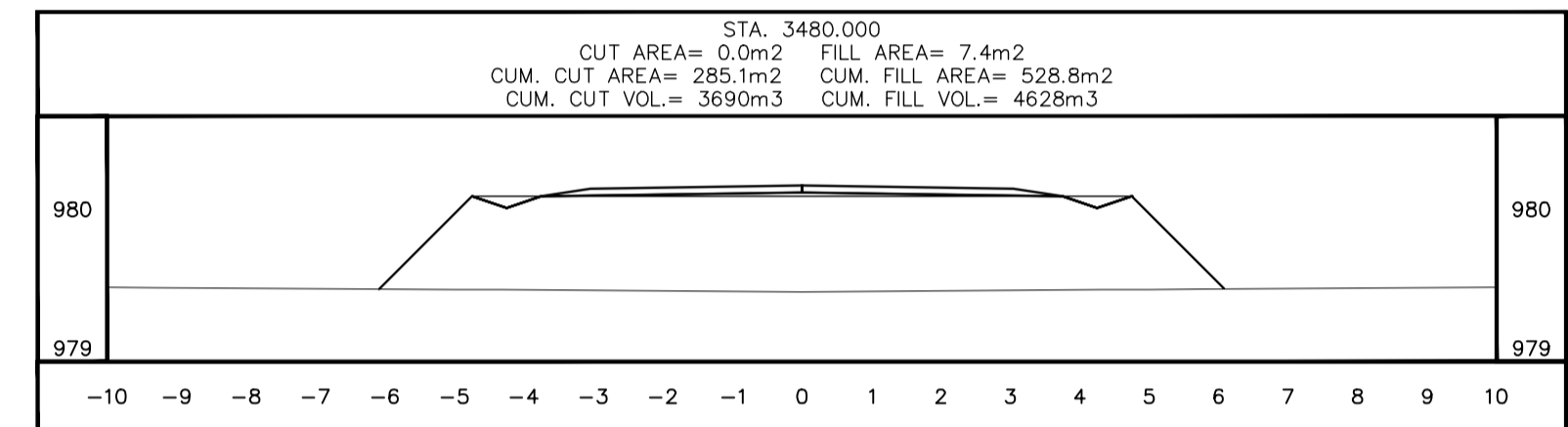
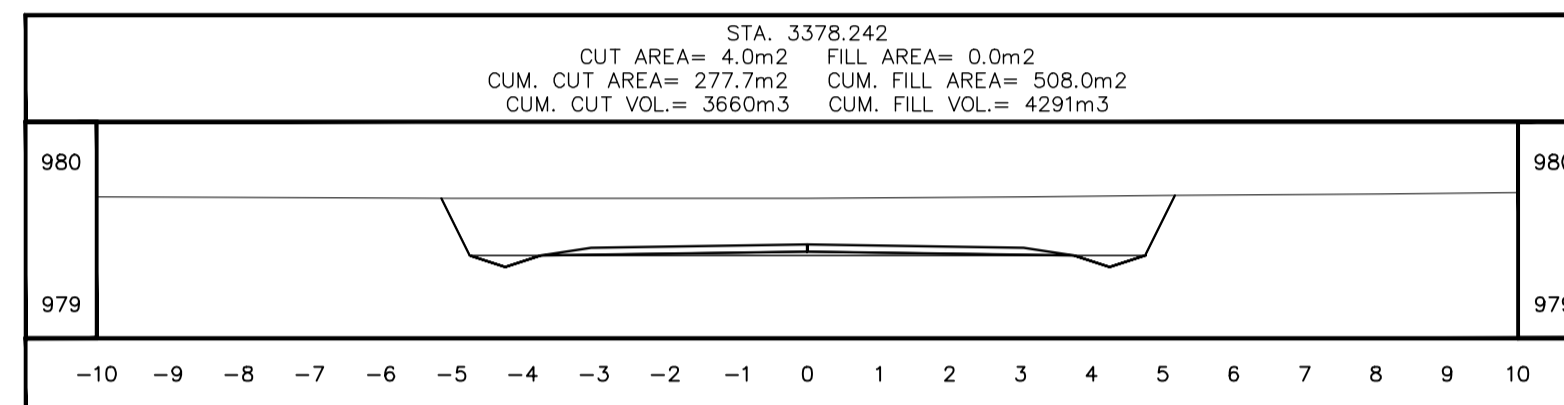
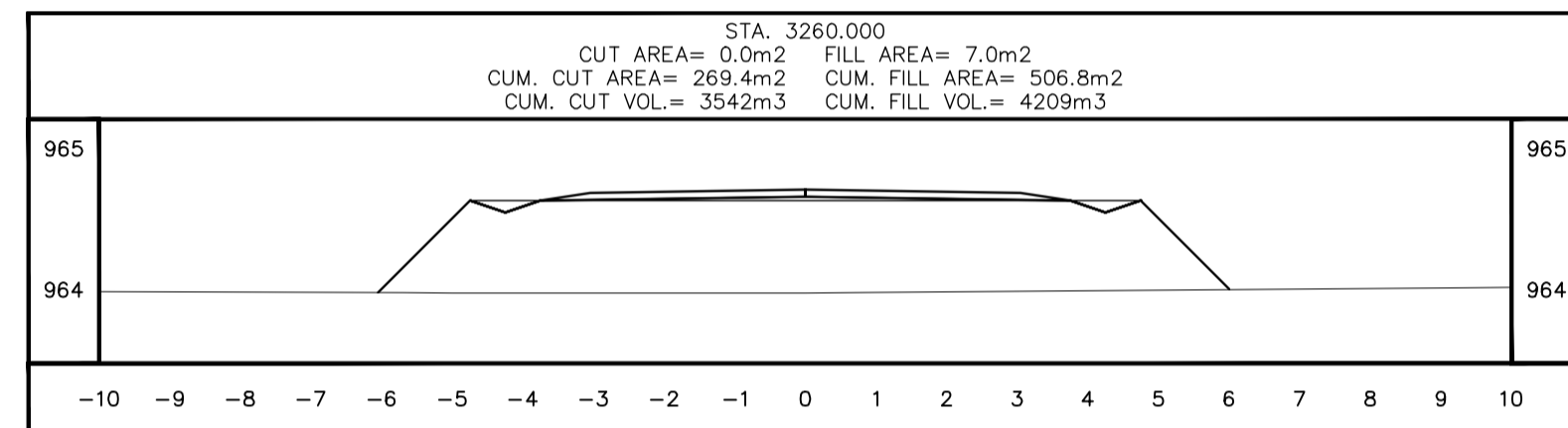
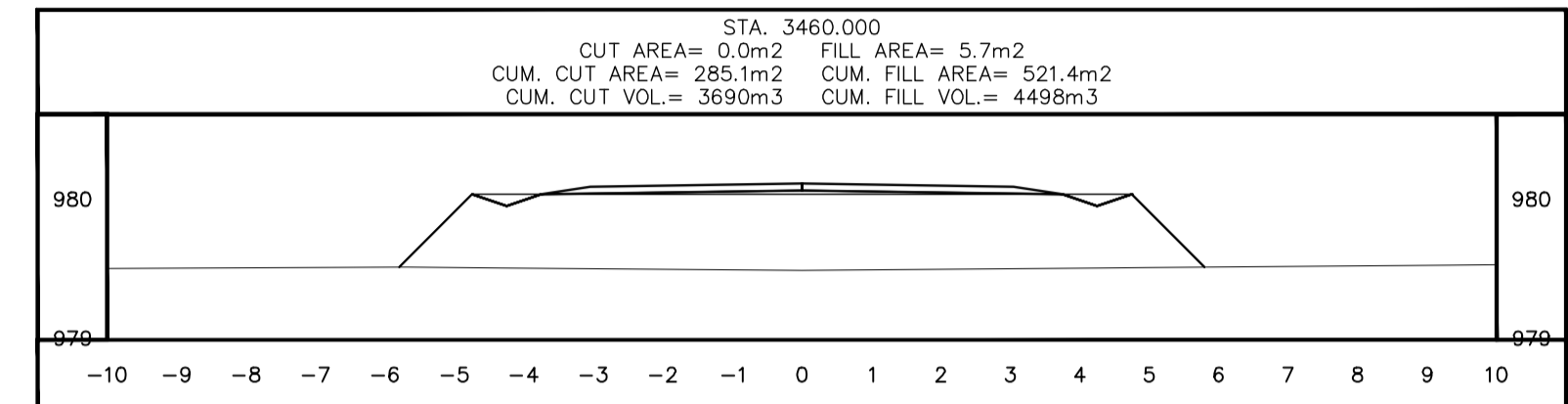
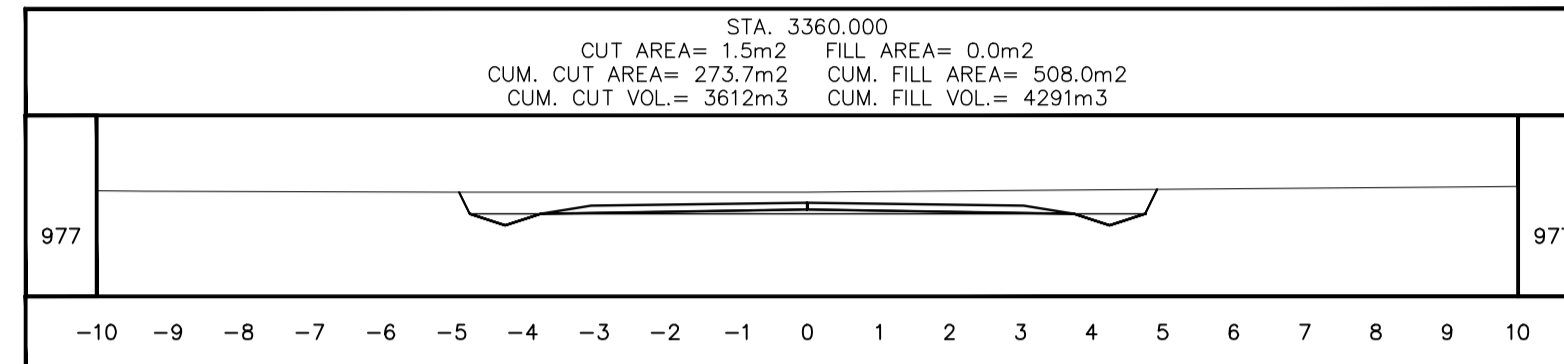
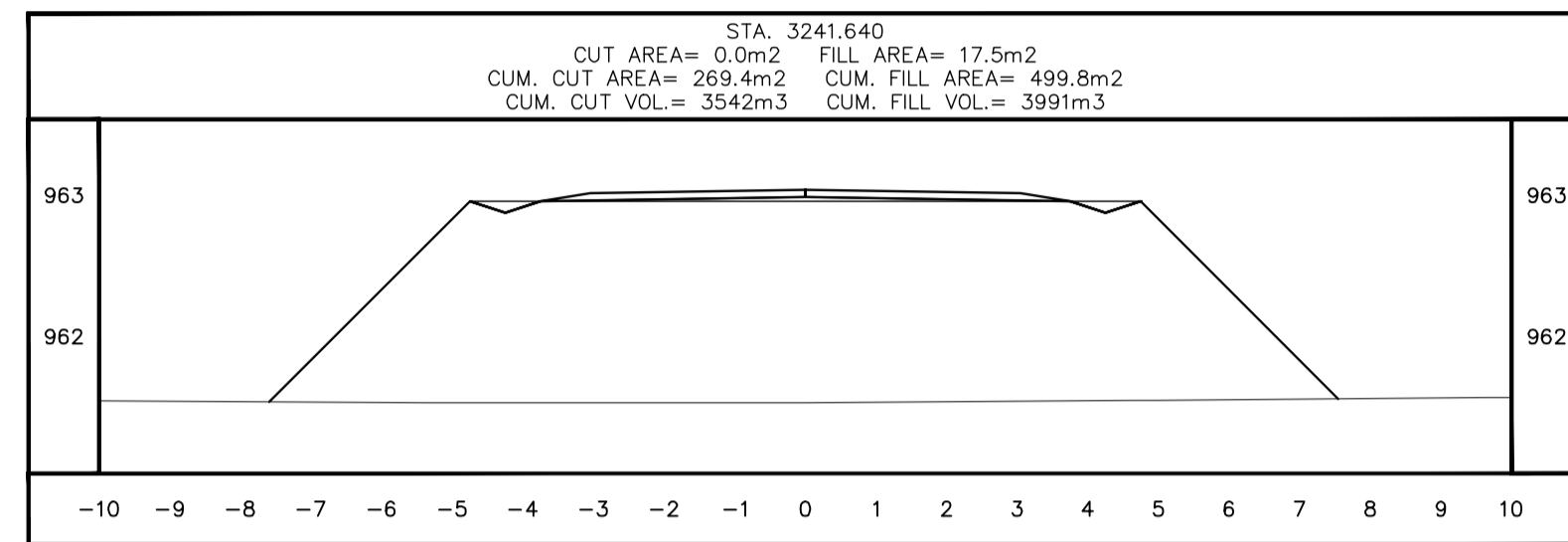
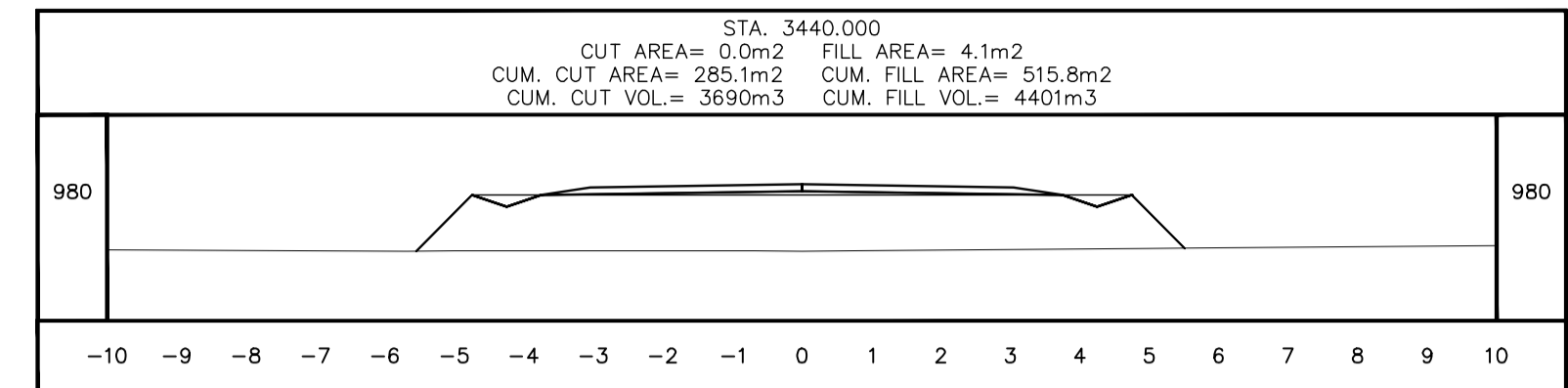
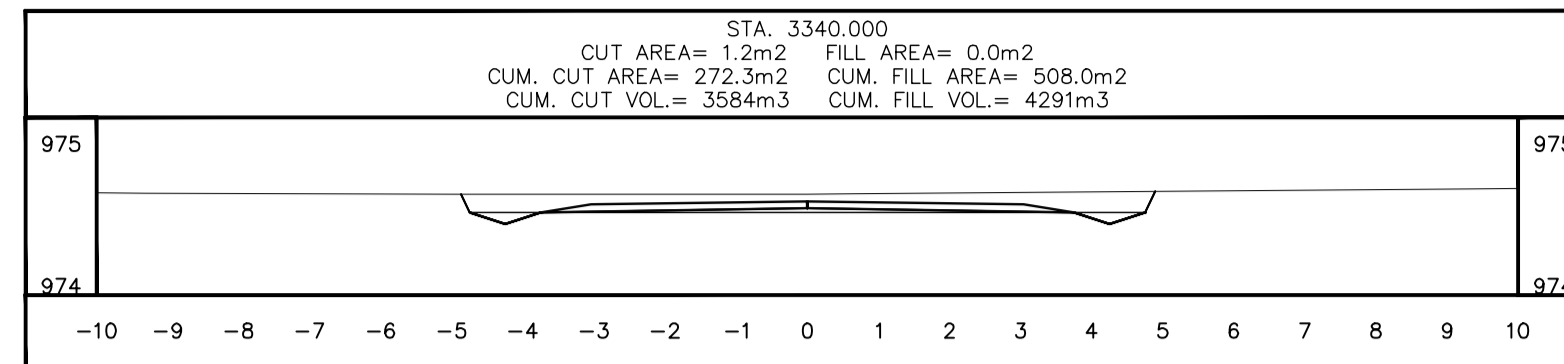
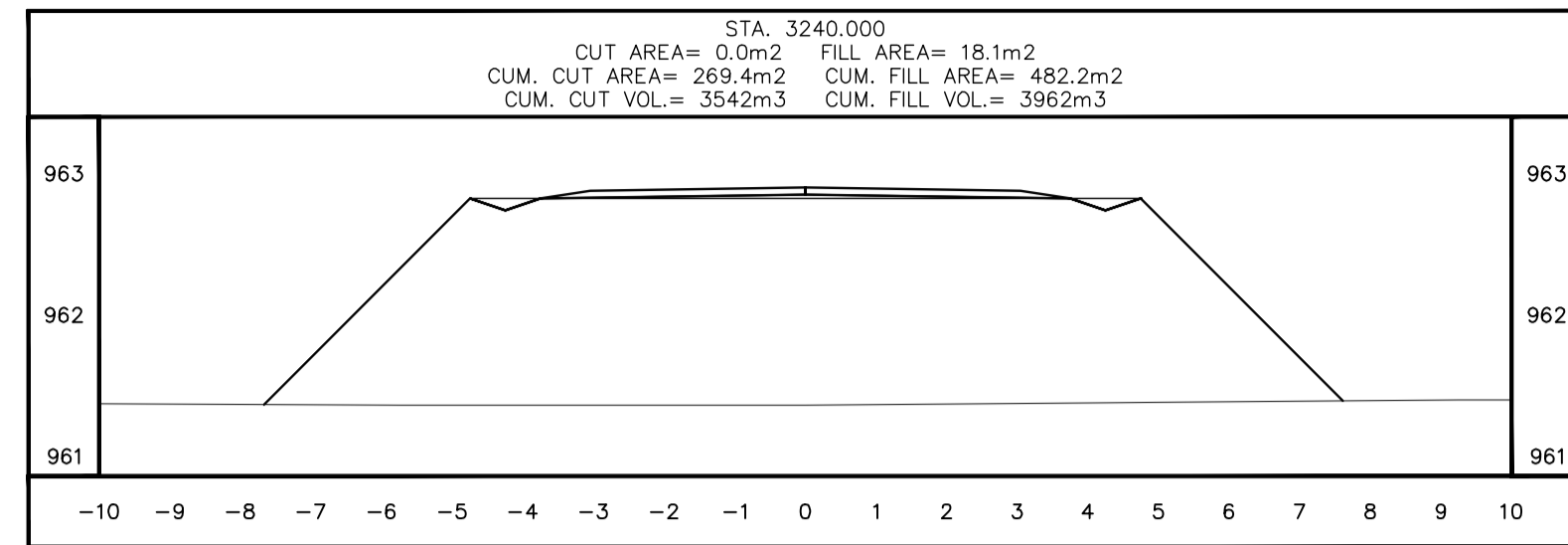


DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.

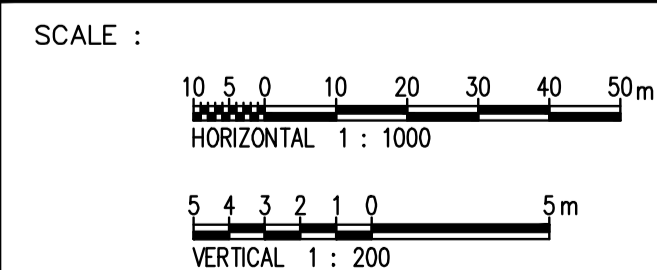


SECCIONES TRANSVERSALES Y TIPICA  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

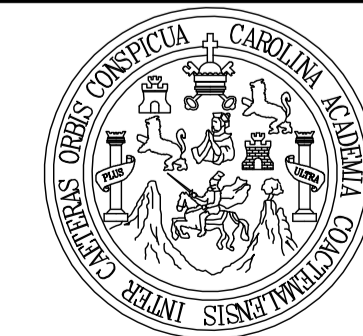




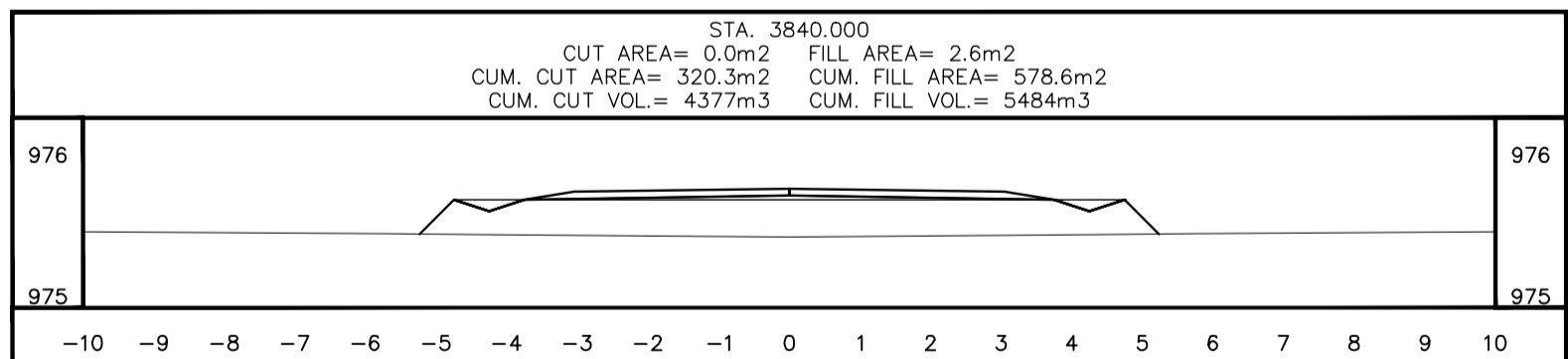
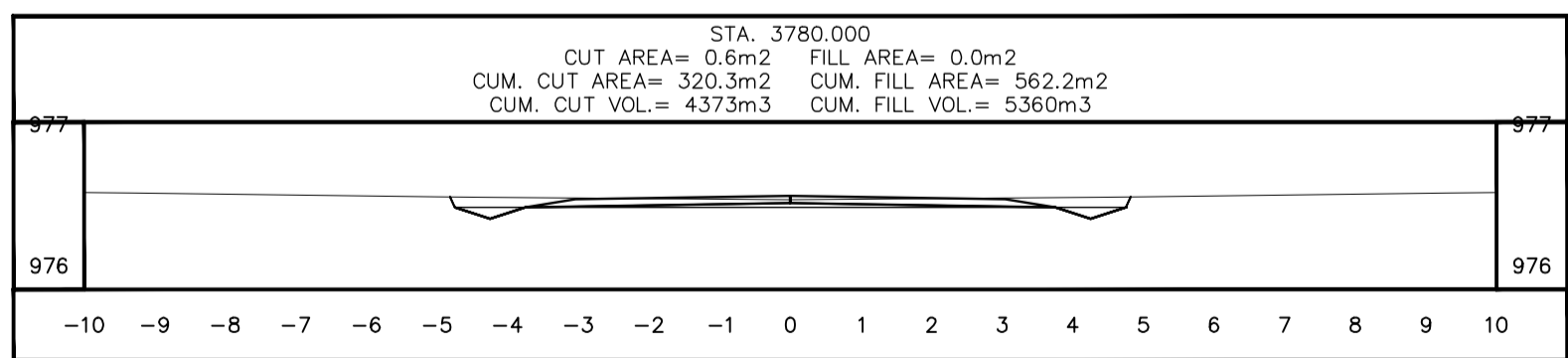
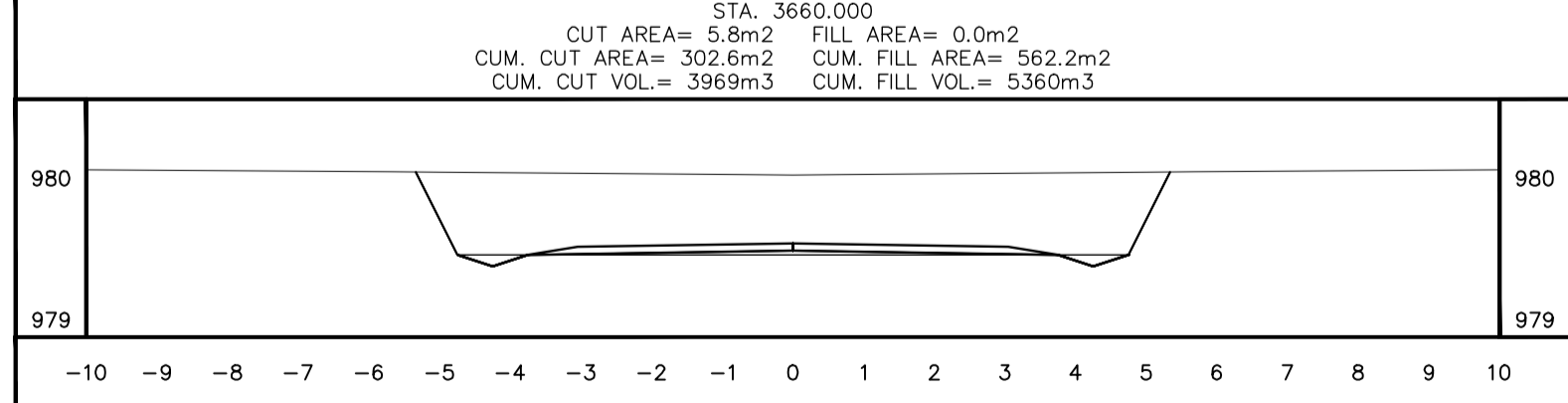
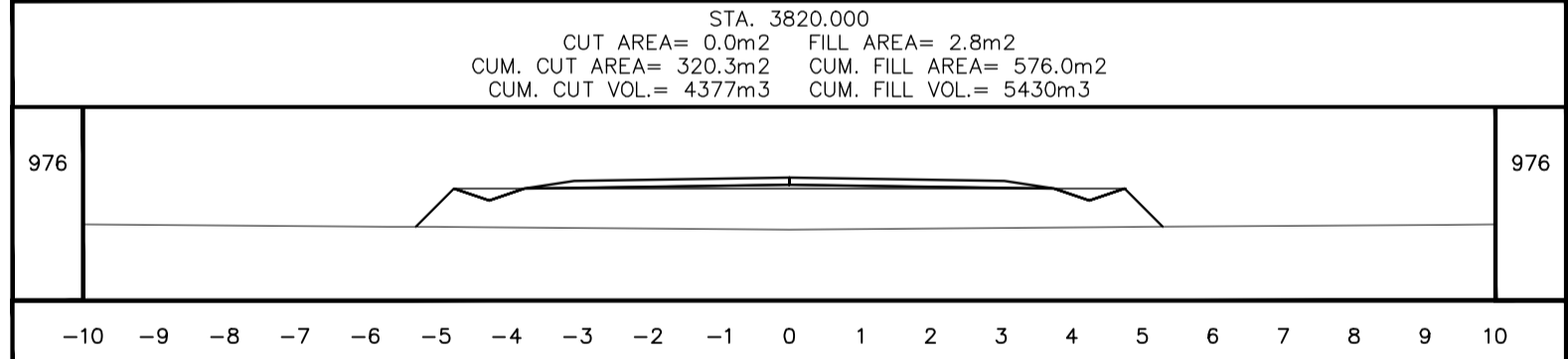
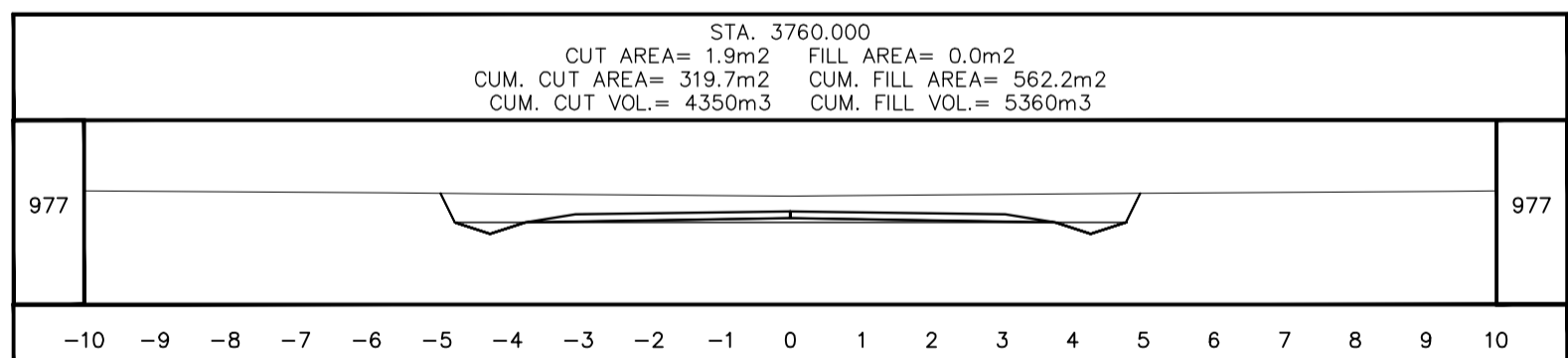
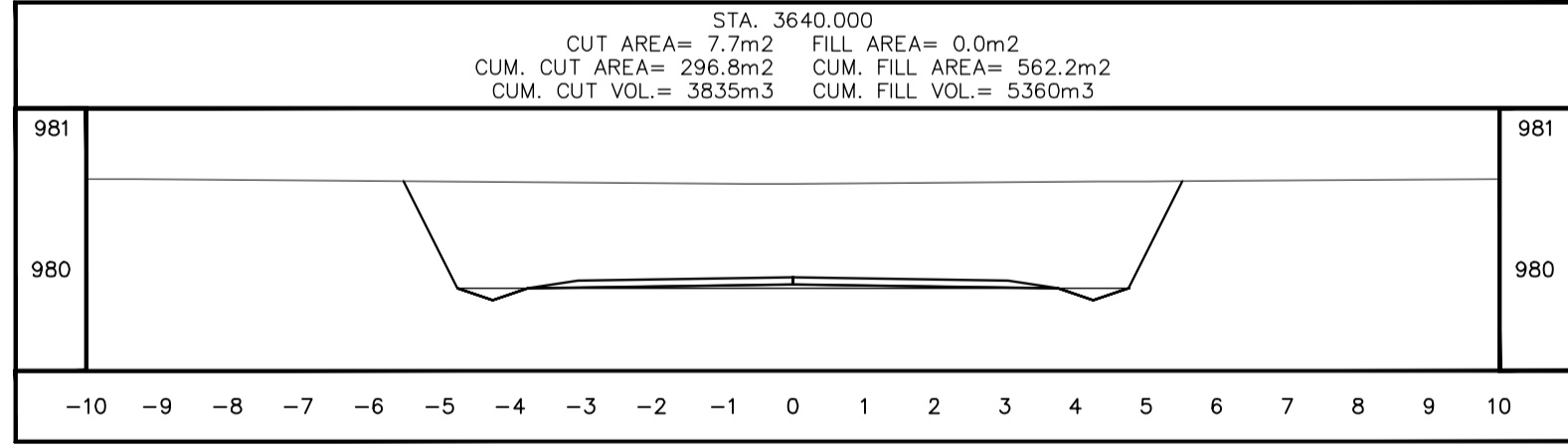
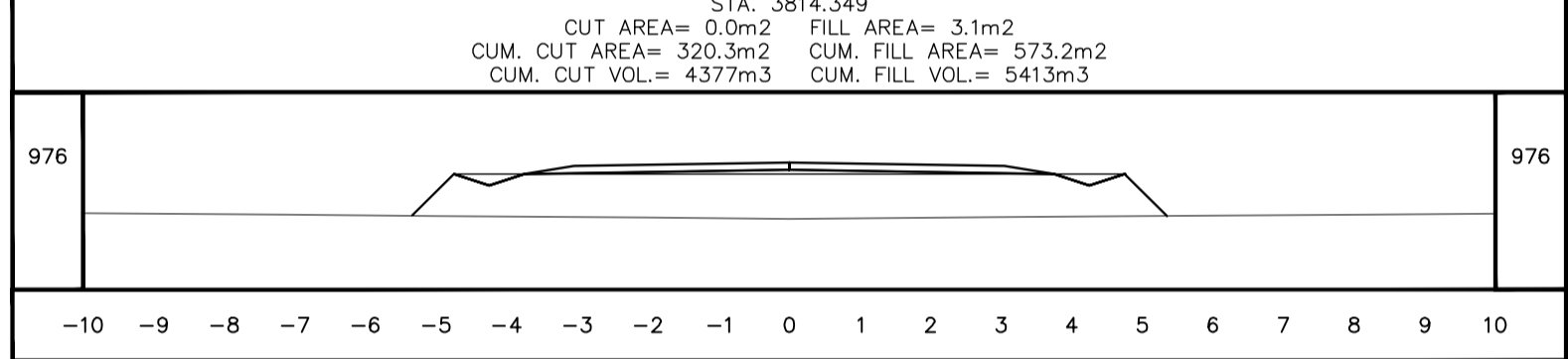
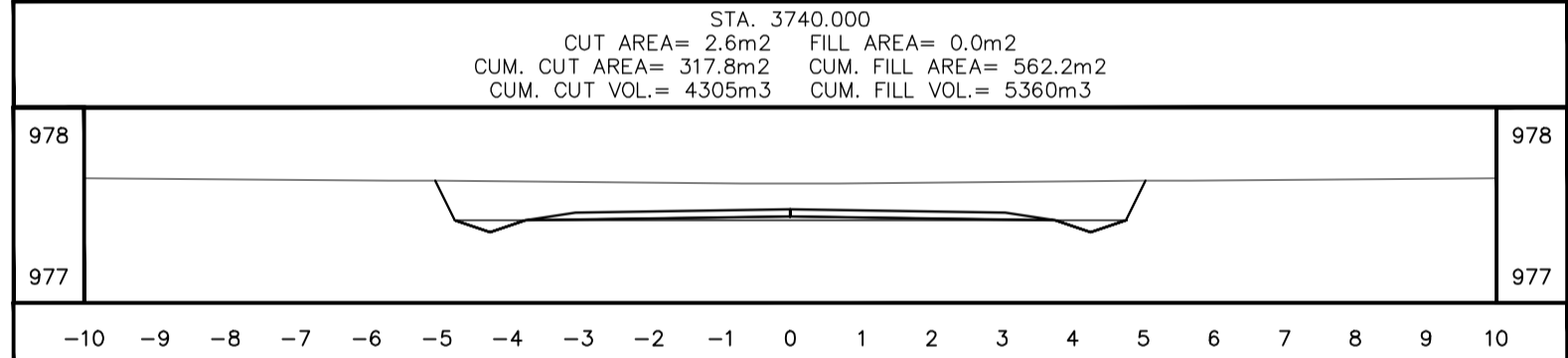
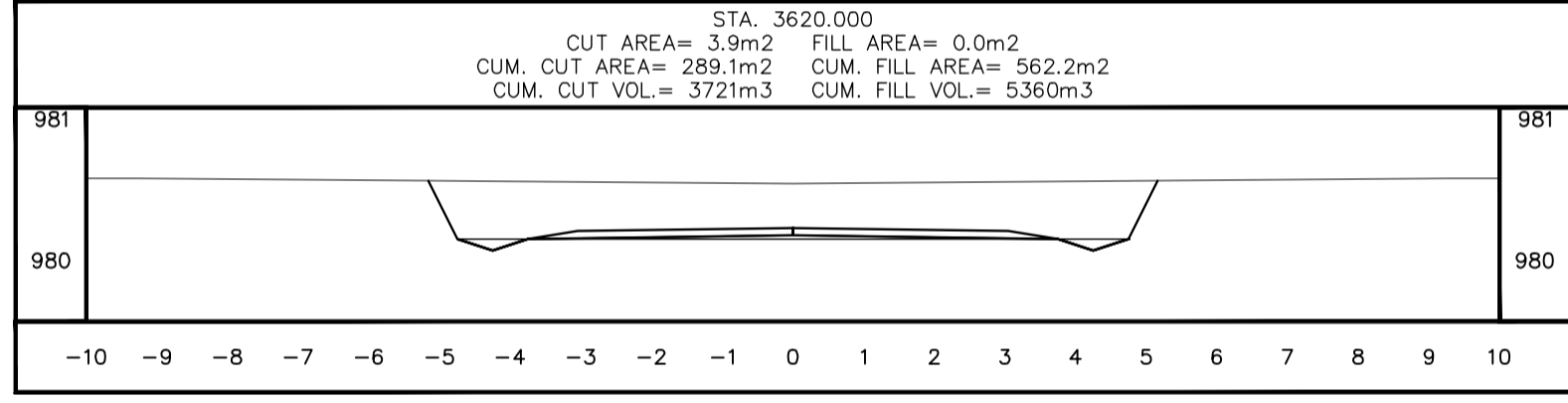
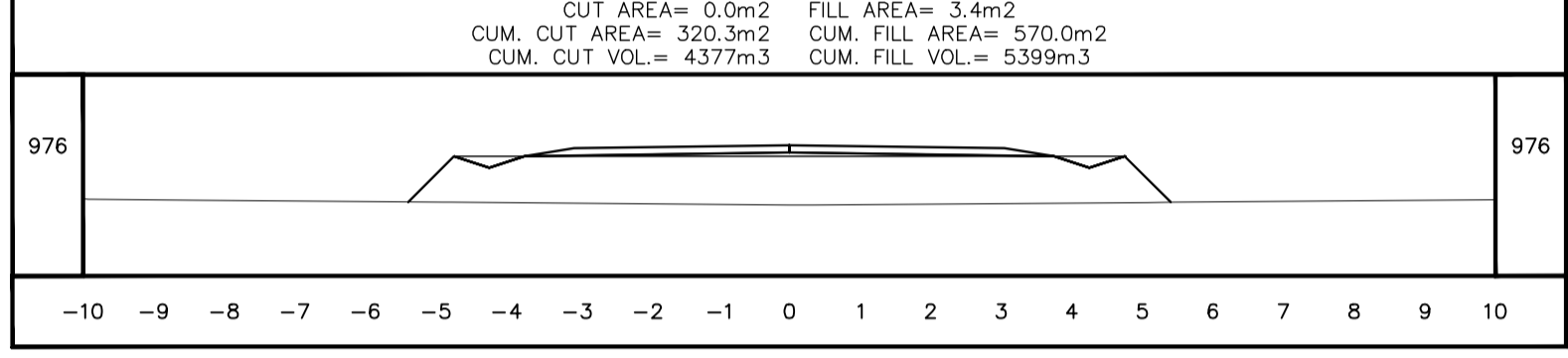
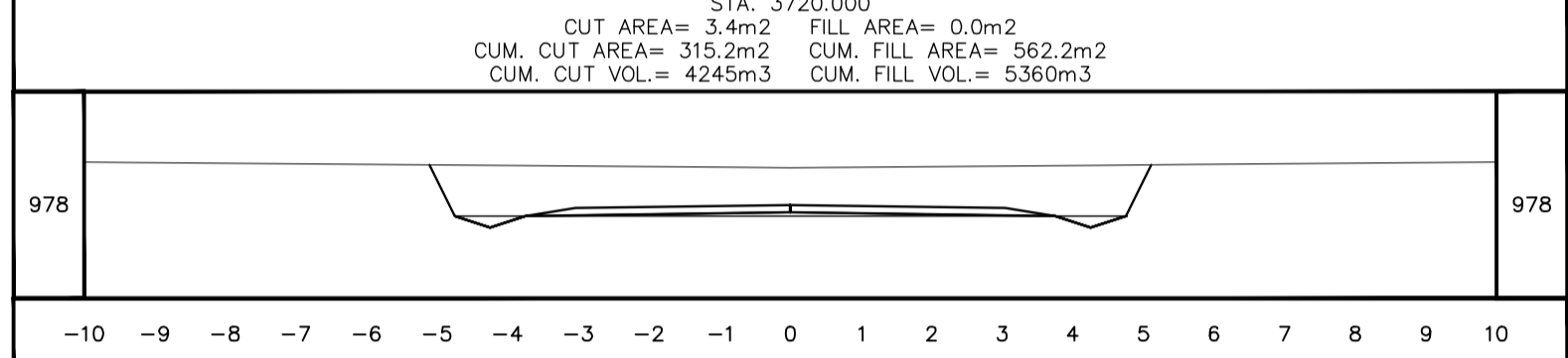
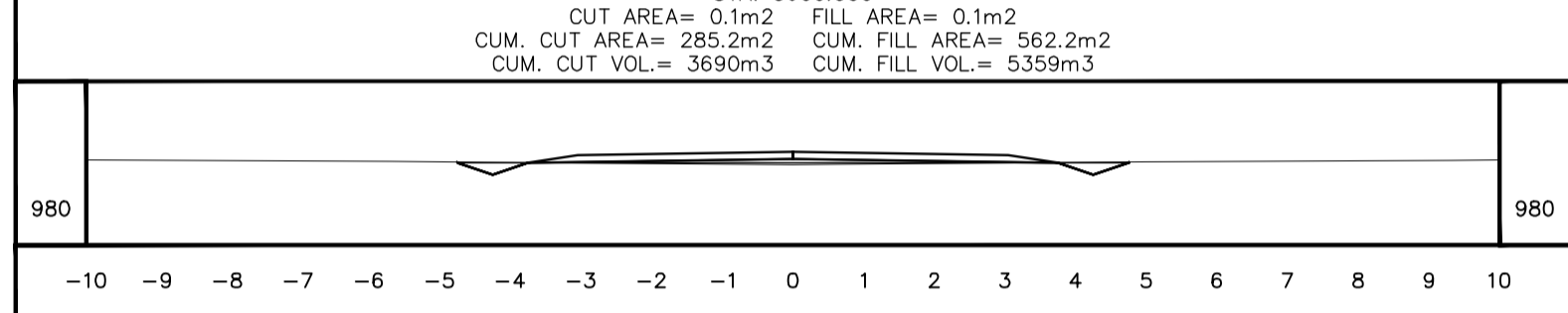
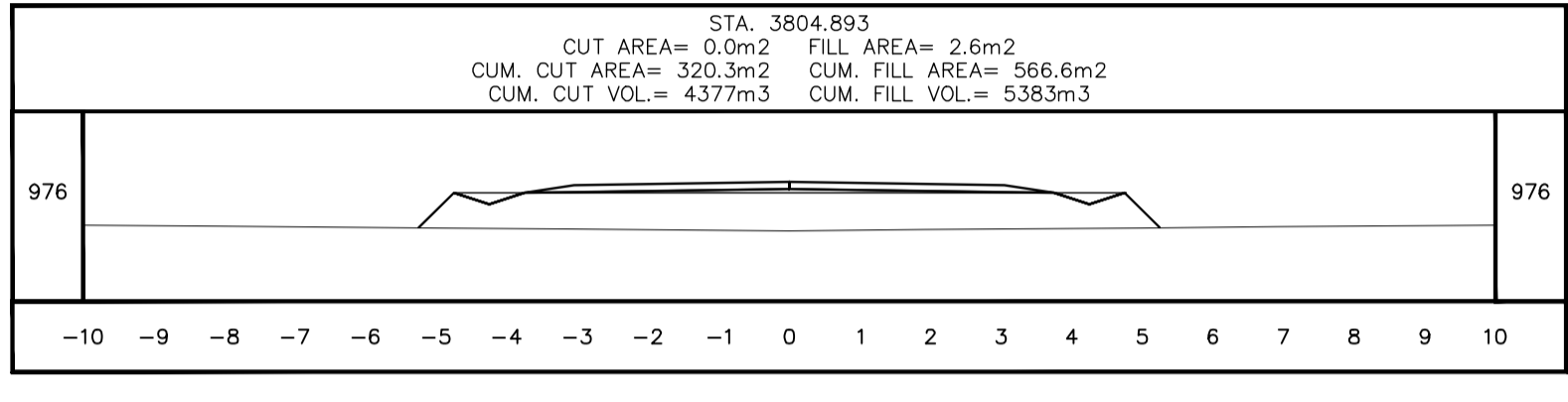
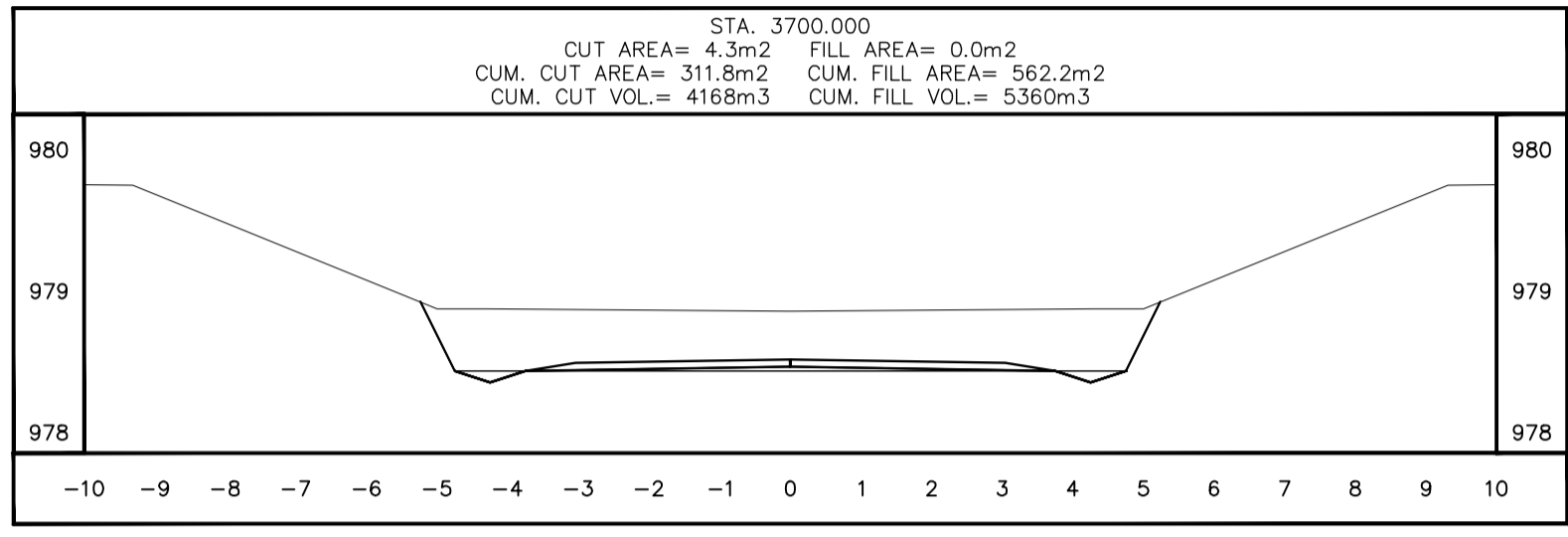
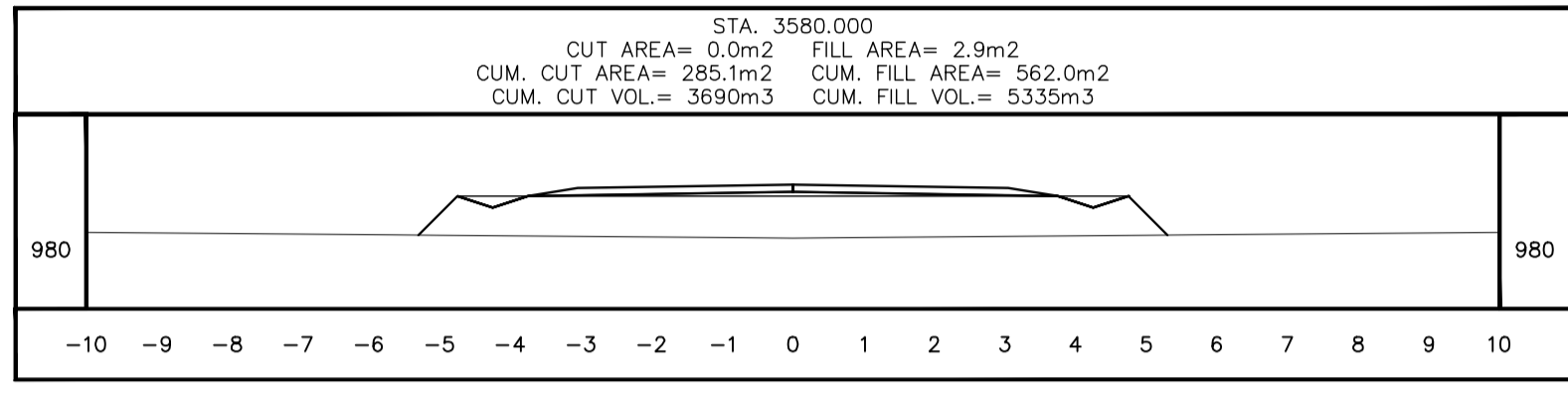
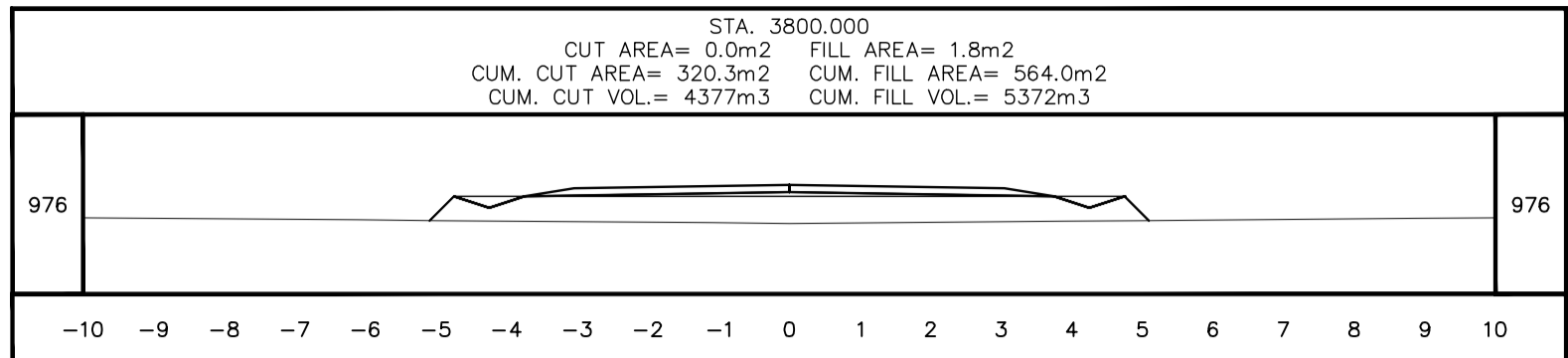
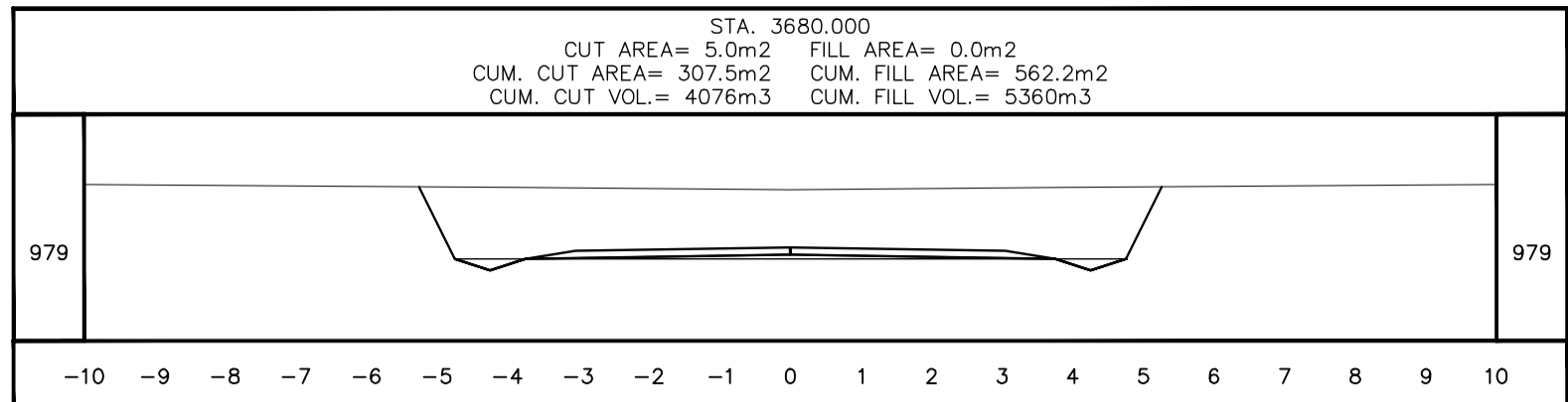
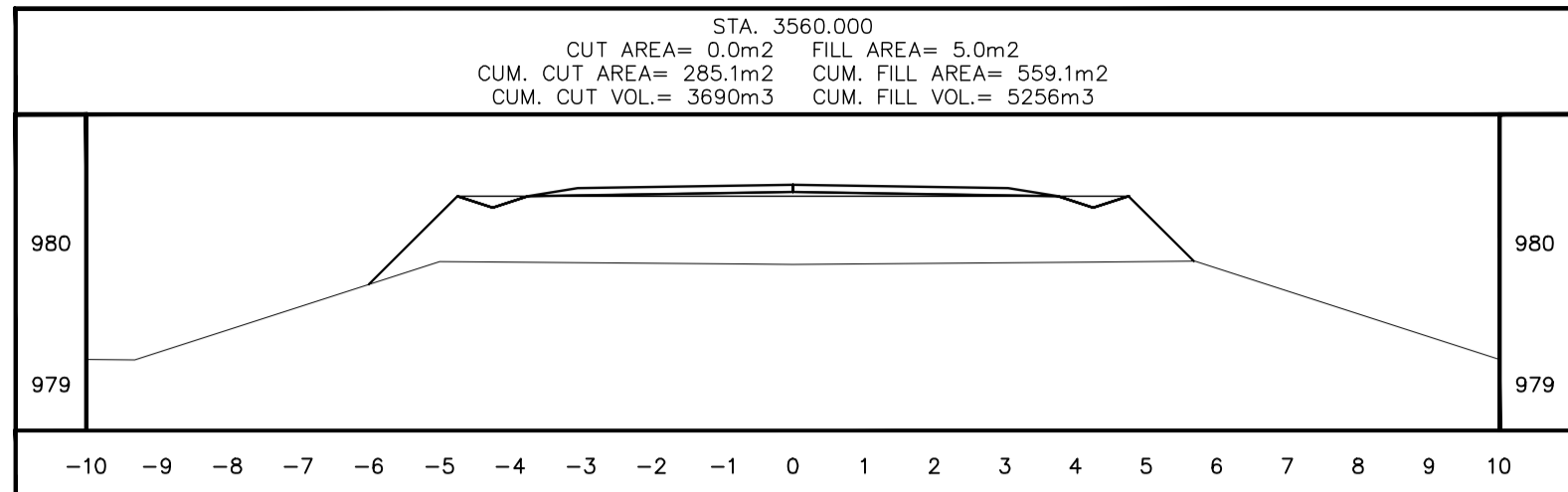
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



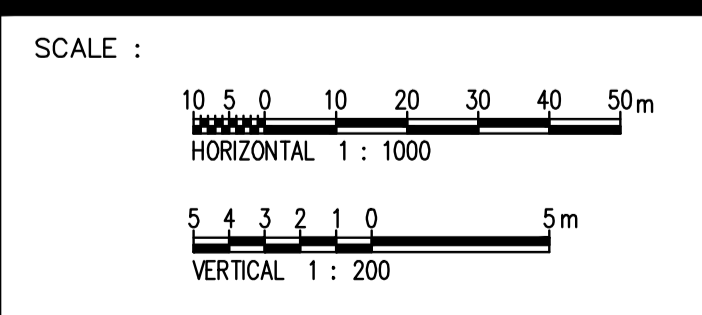
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



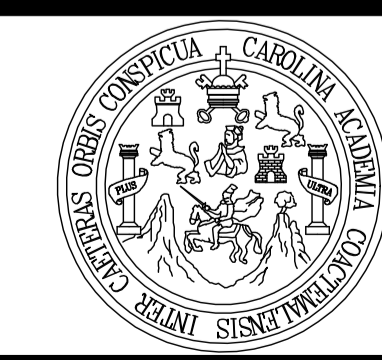
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



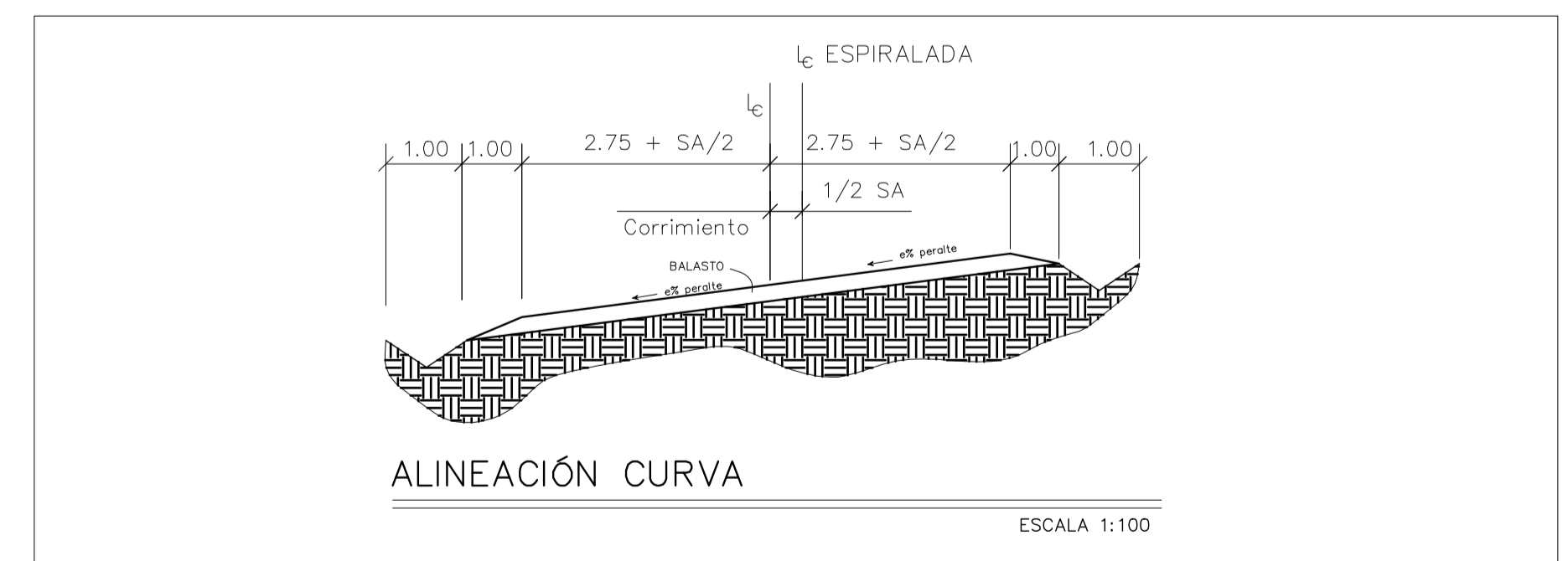
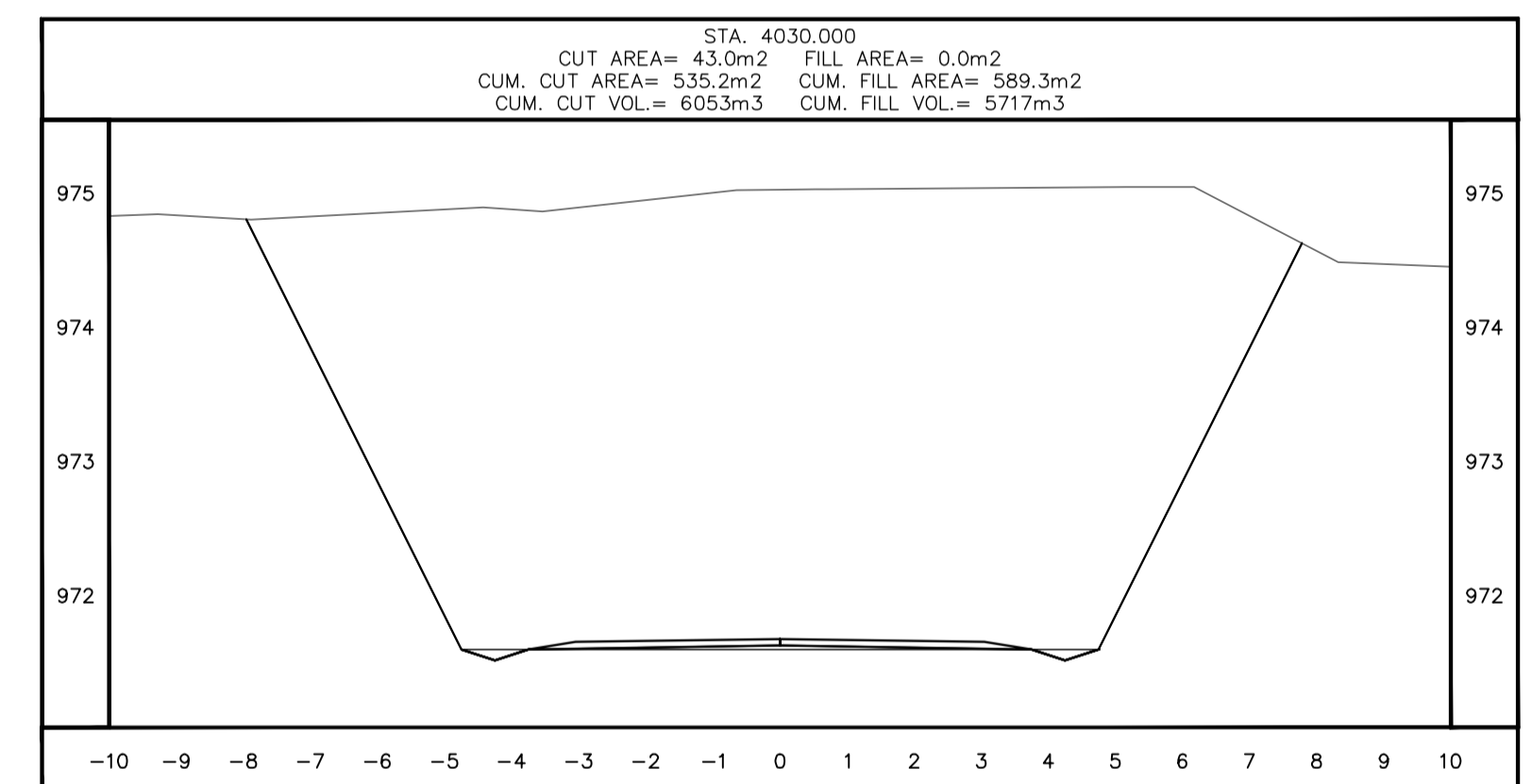
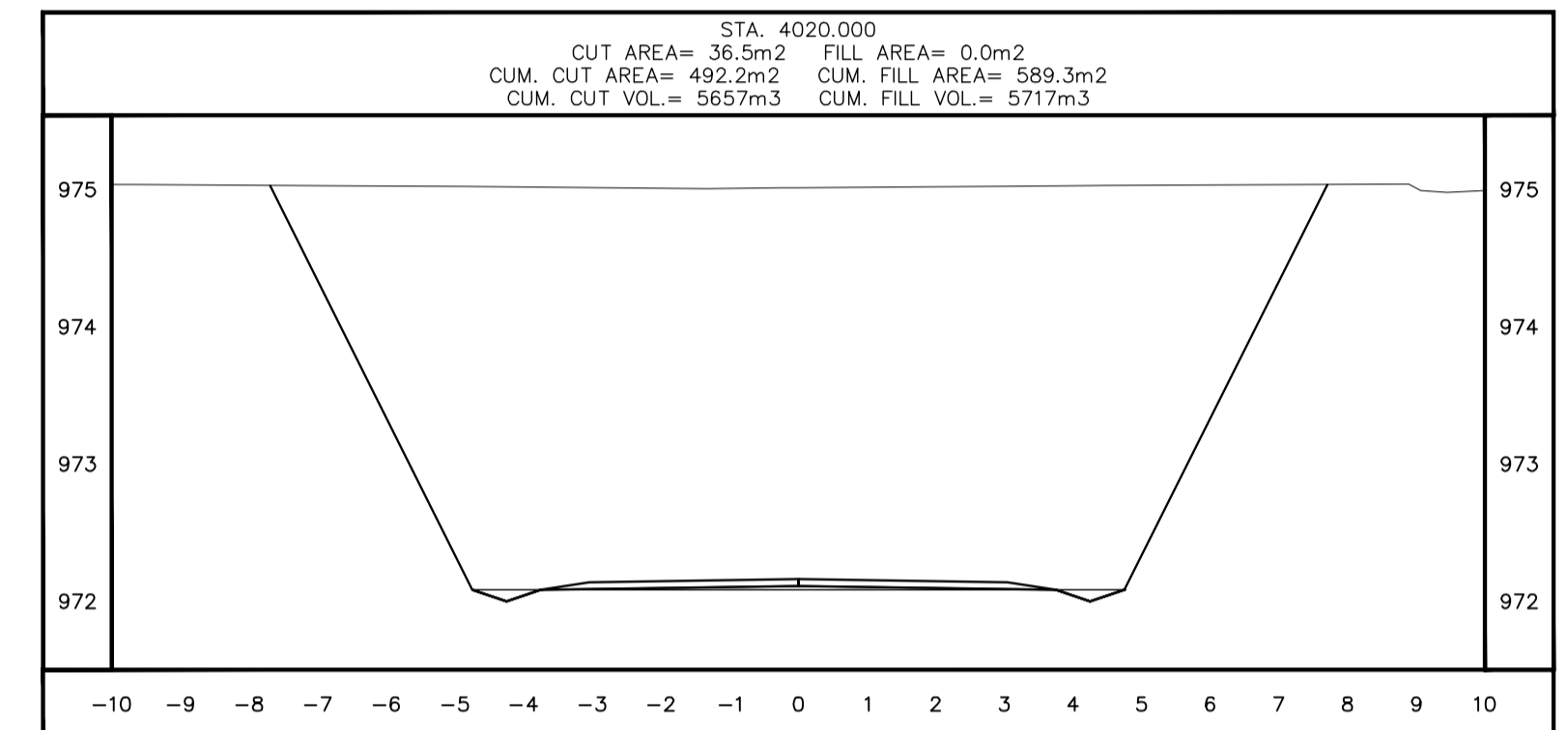
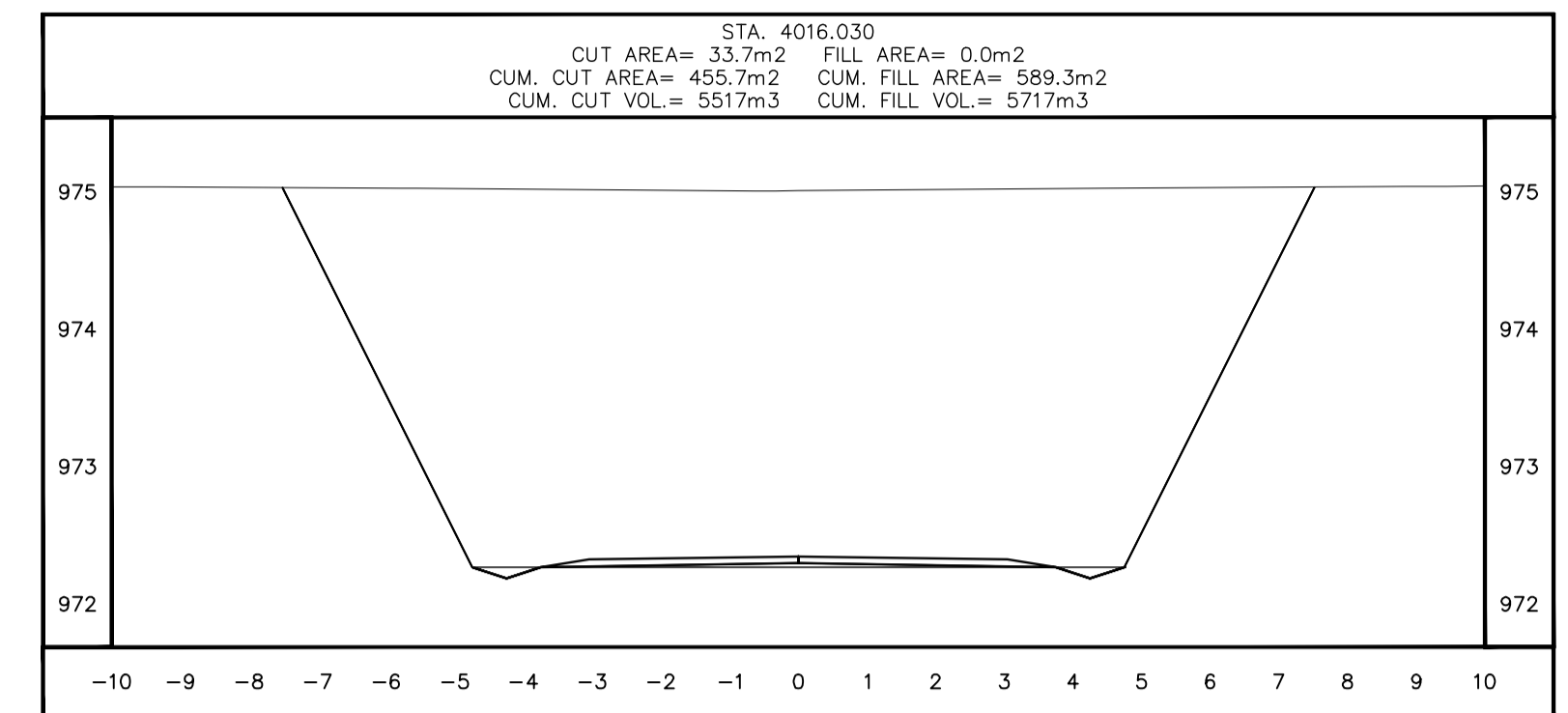
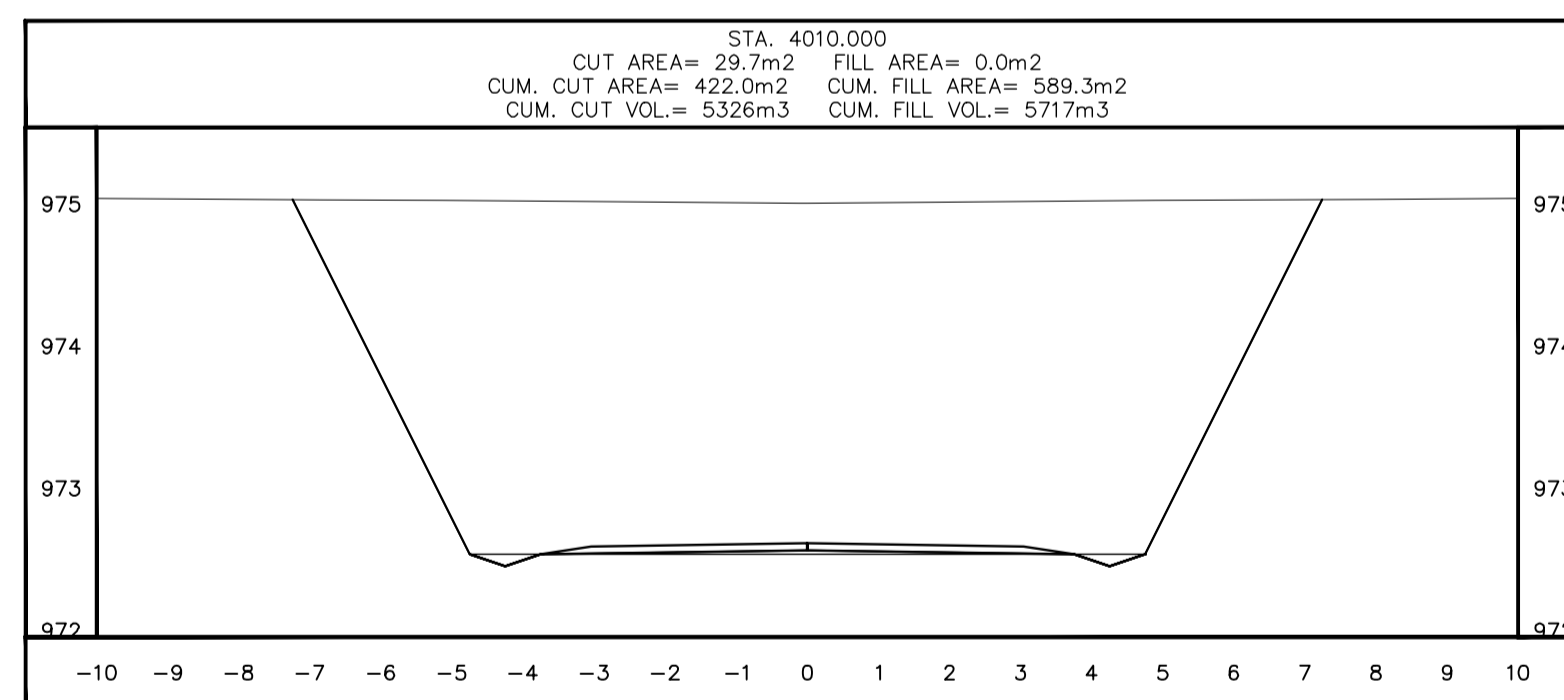
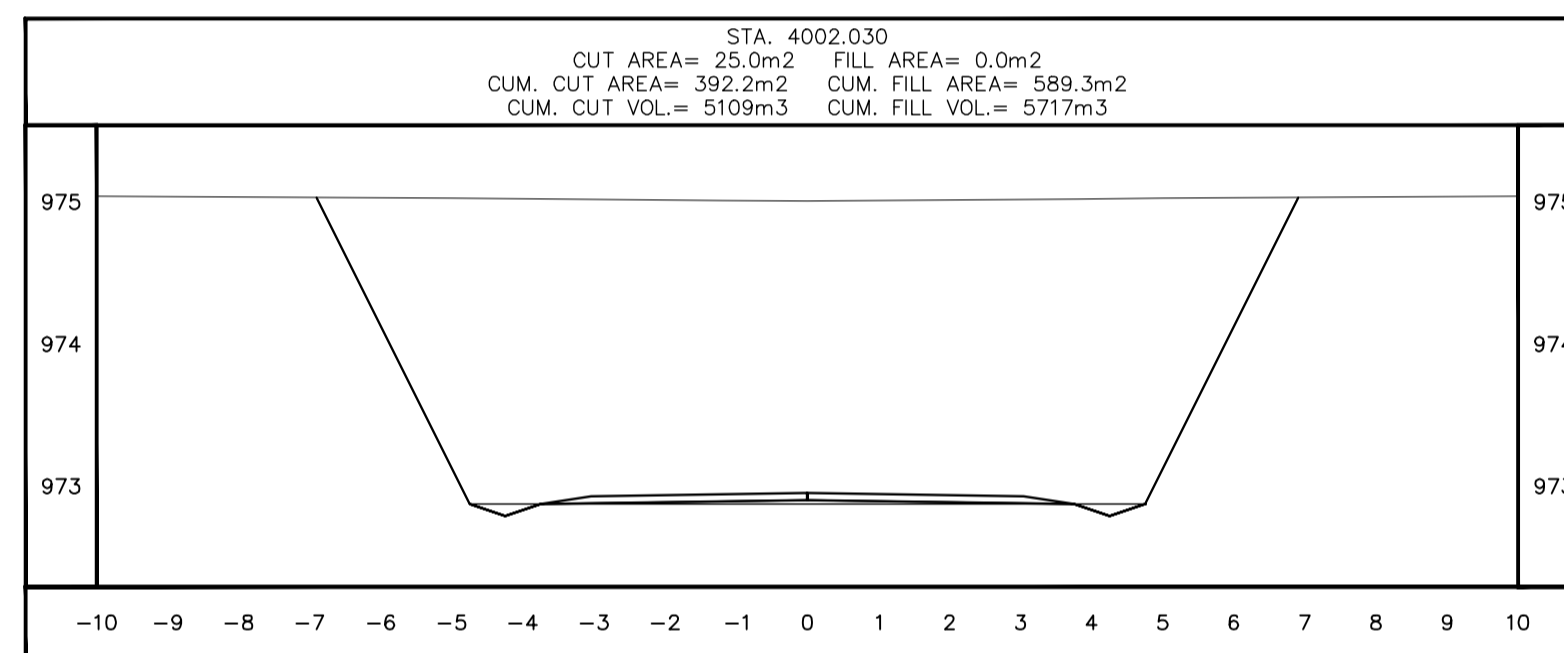
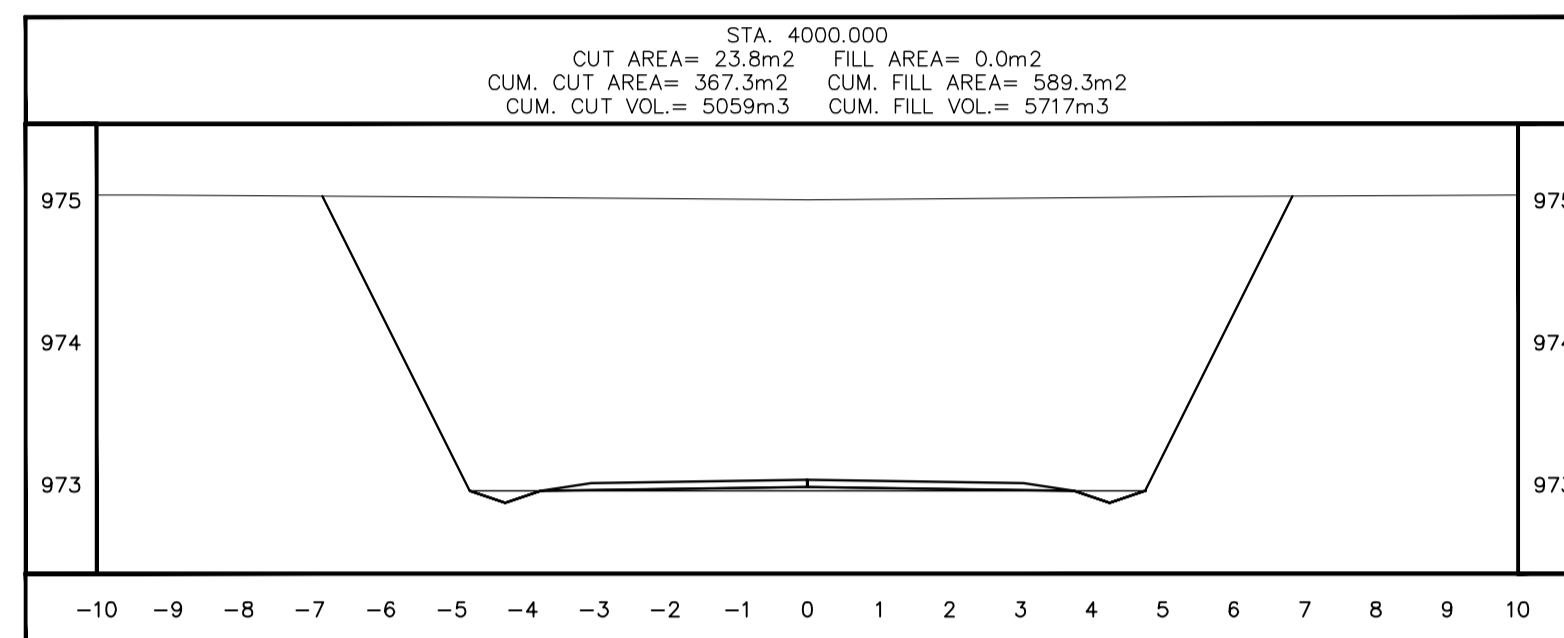
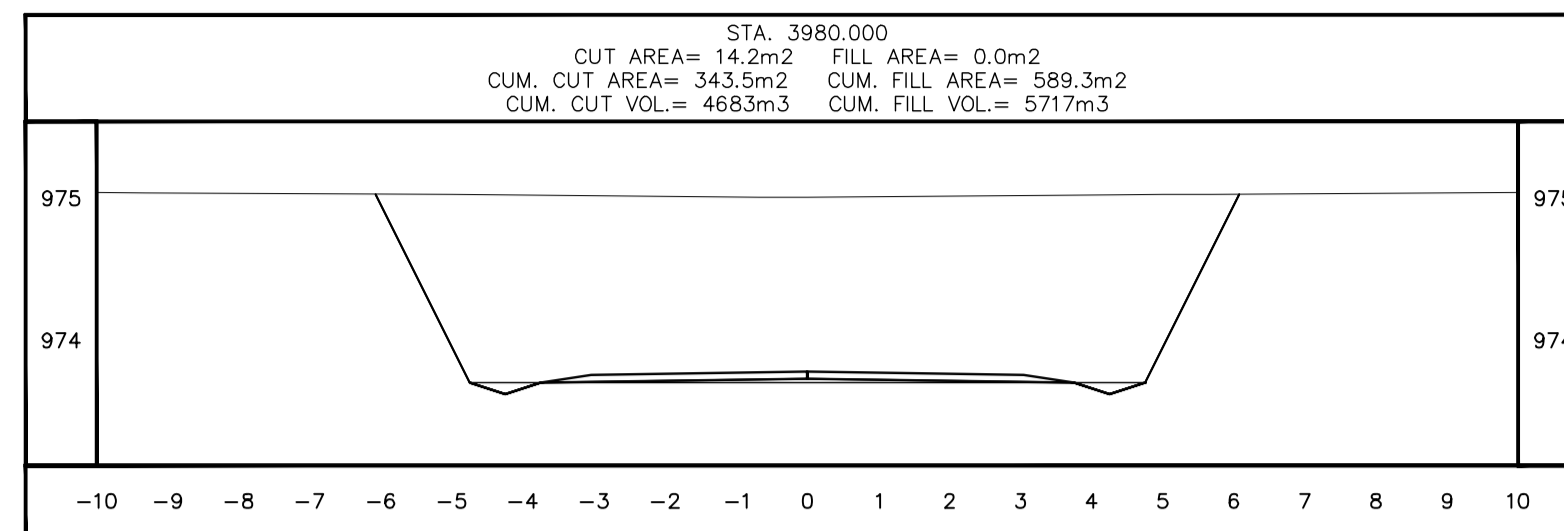
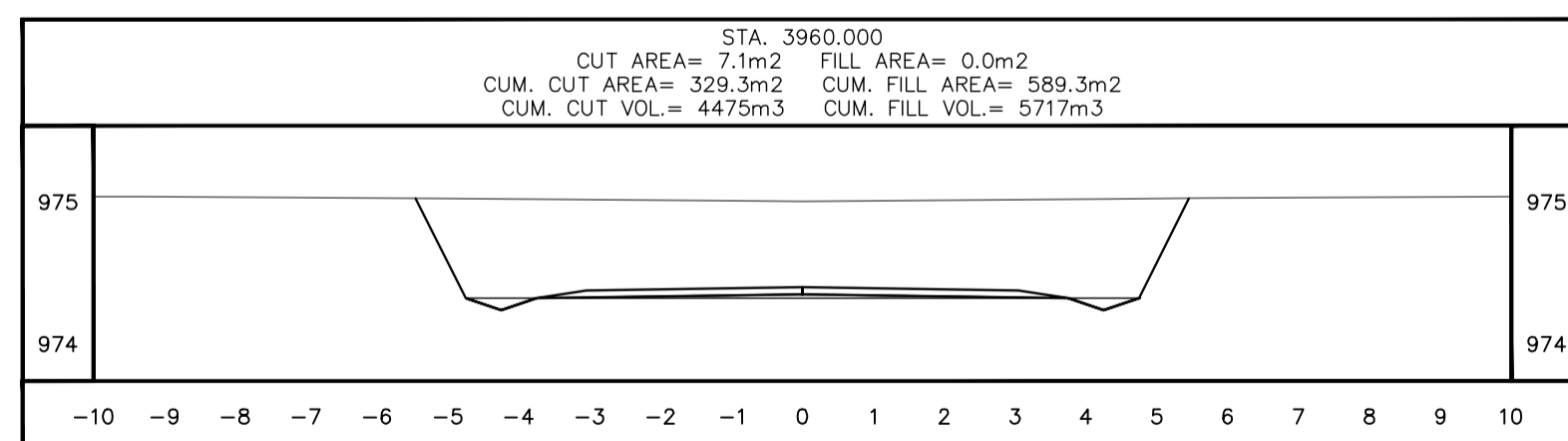
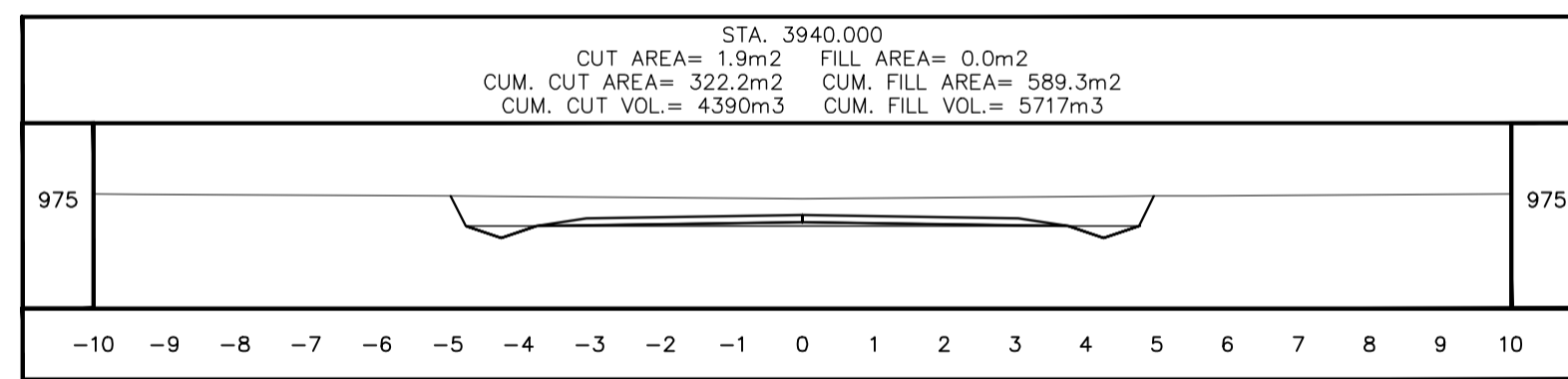
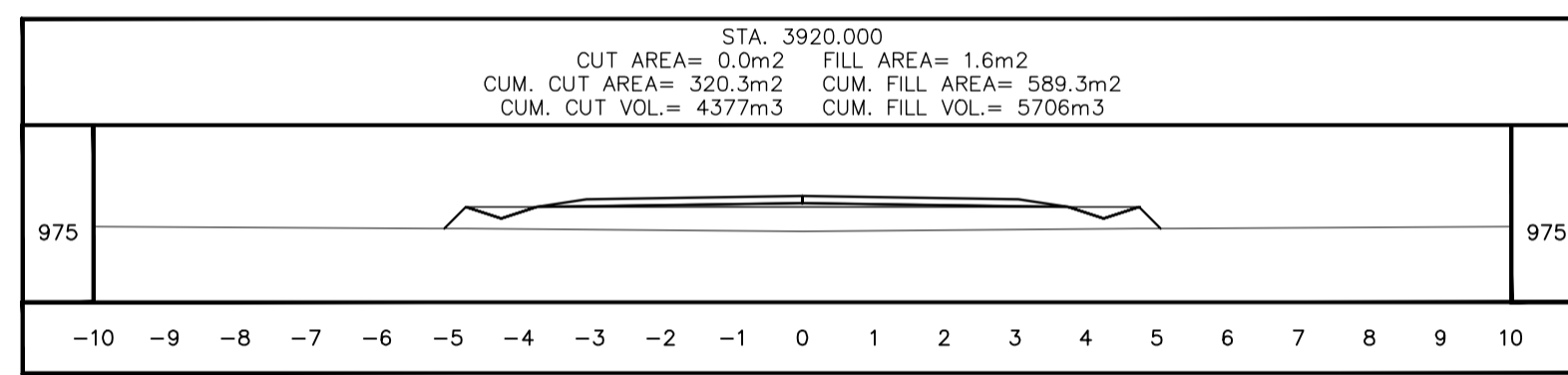
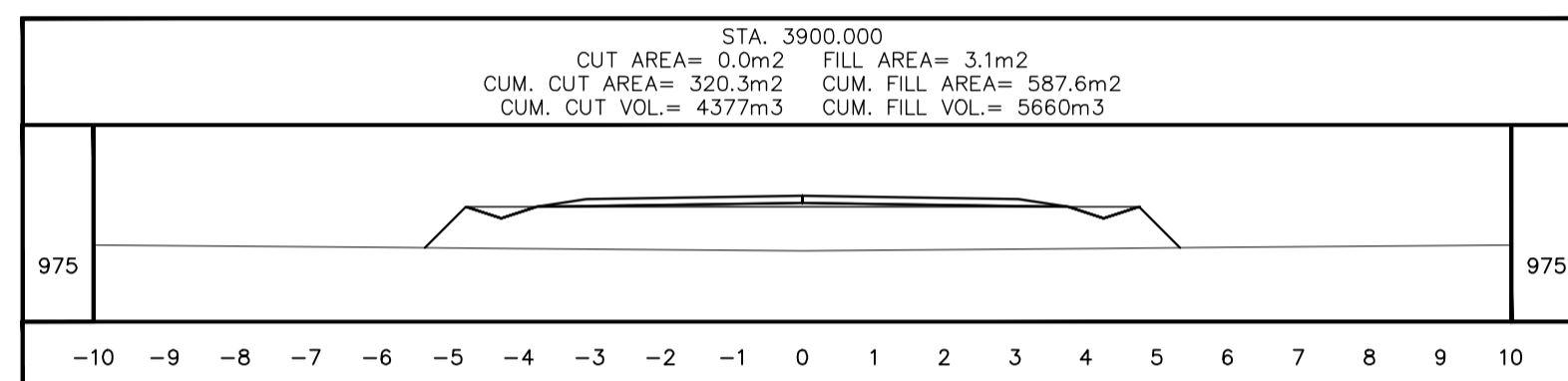
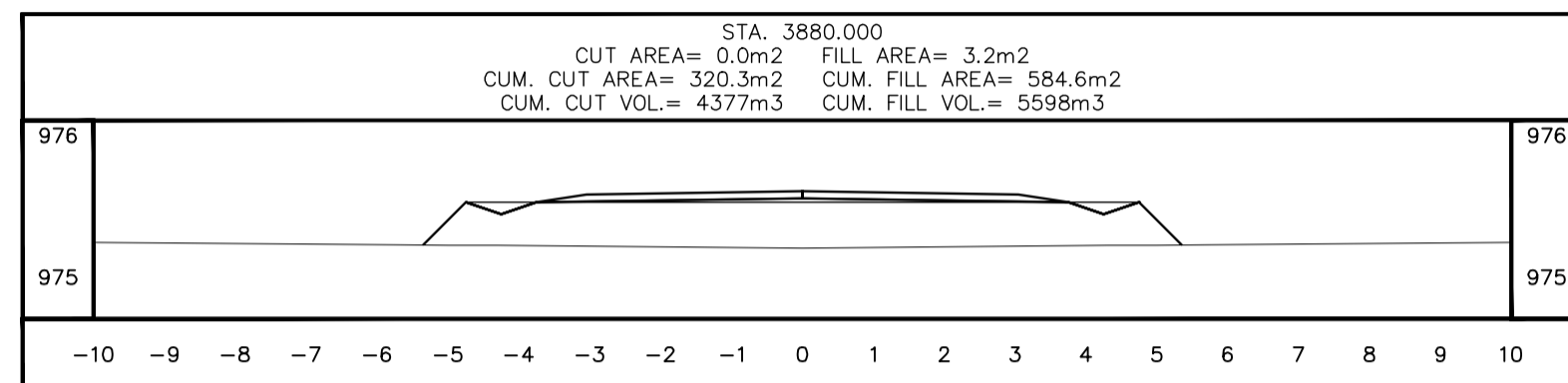
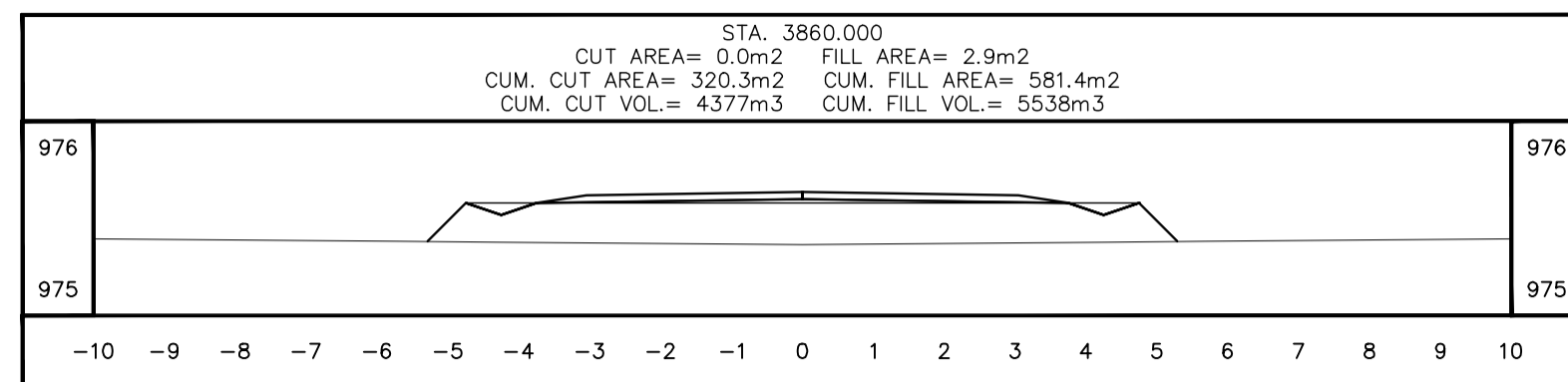
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



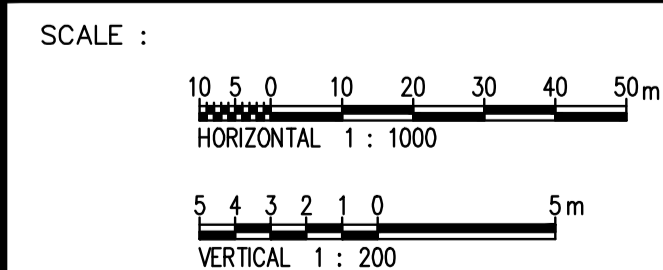
DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



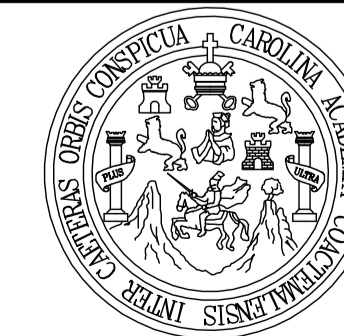
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



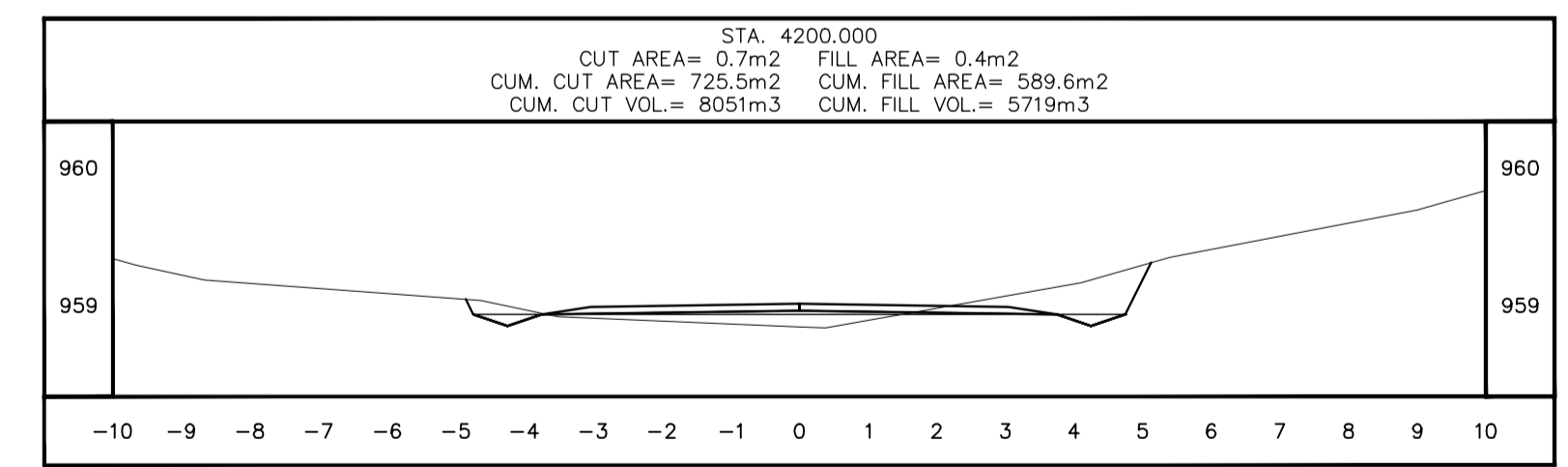
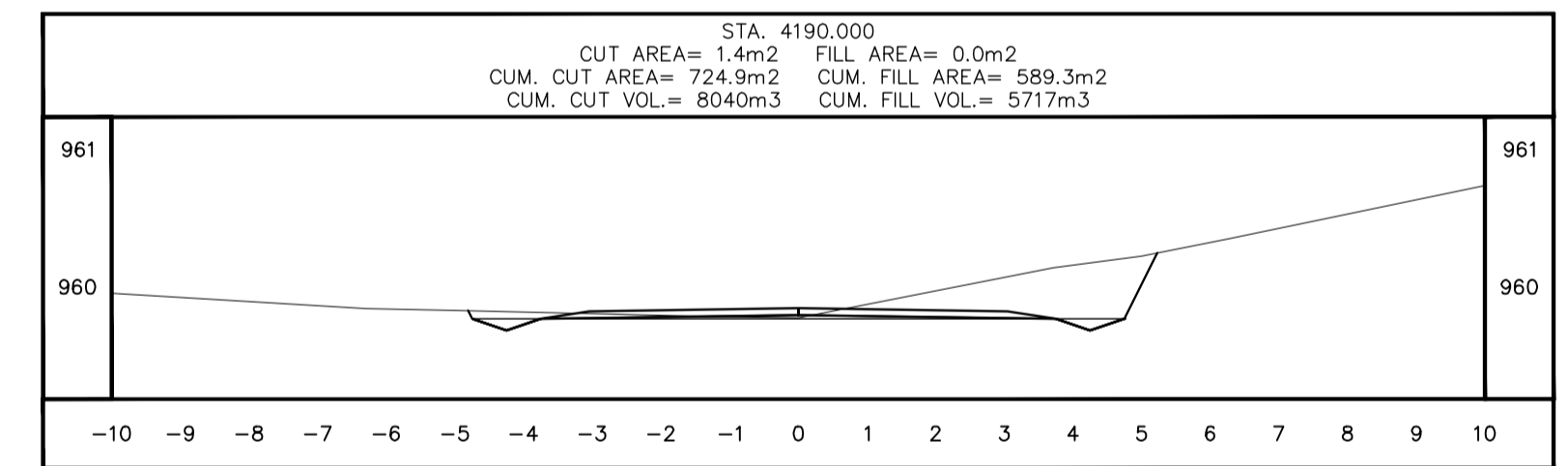
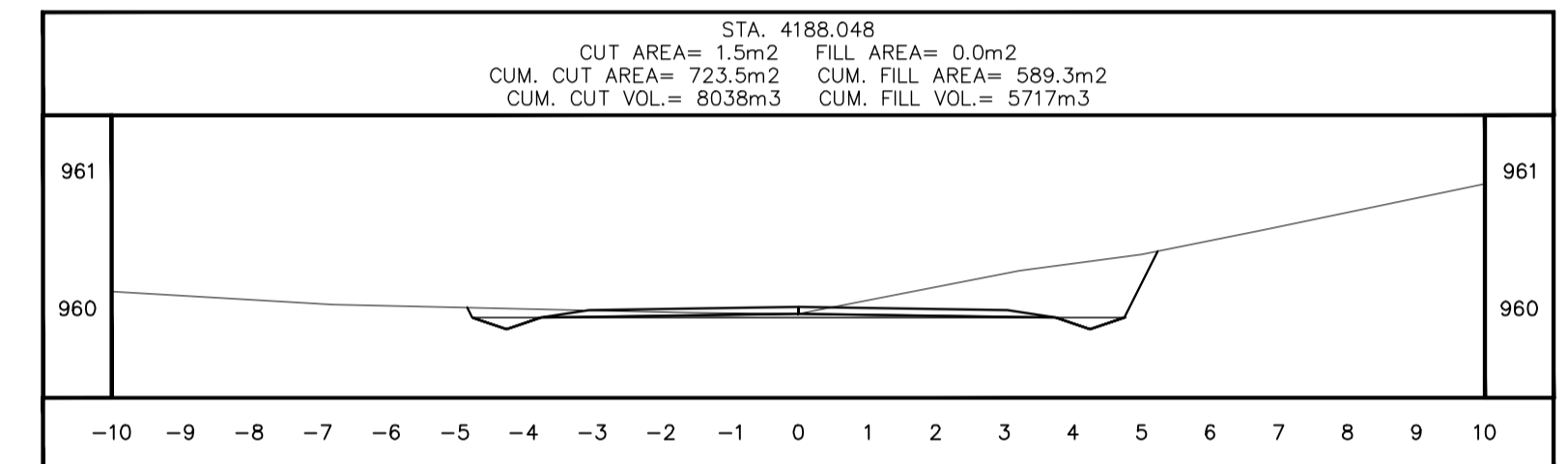
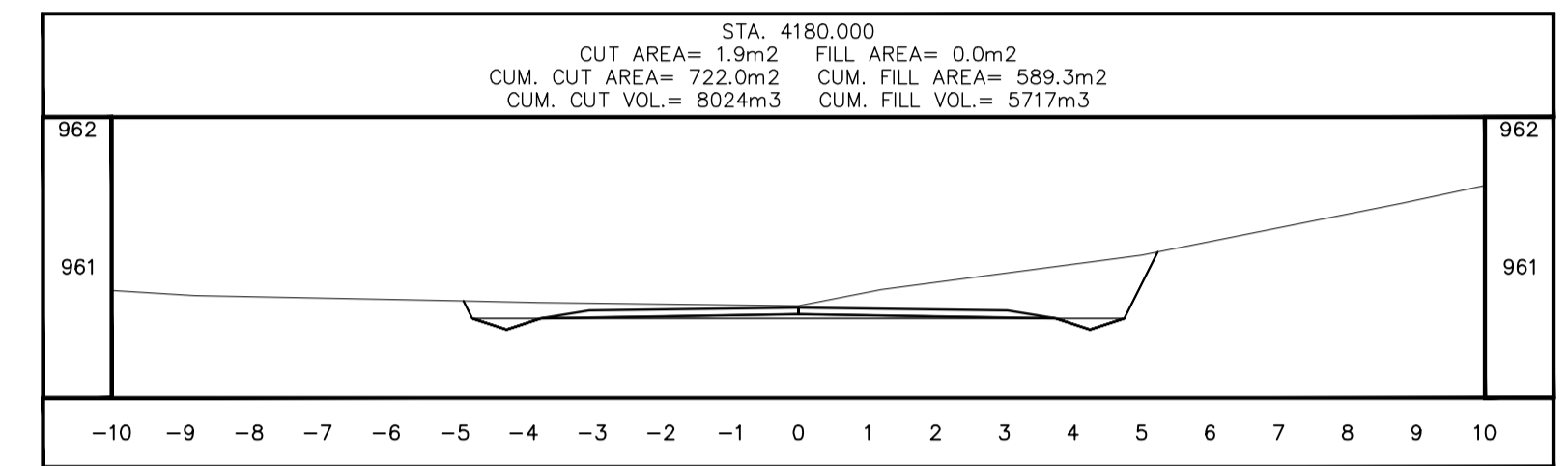
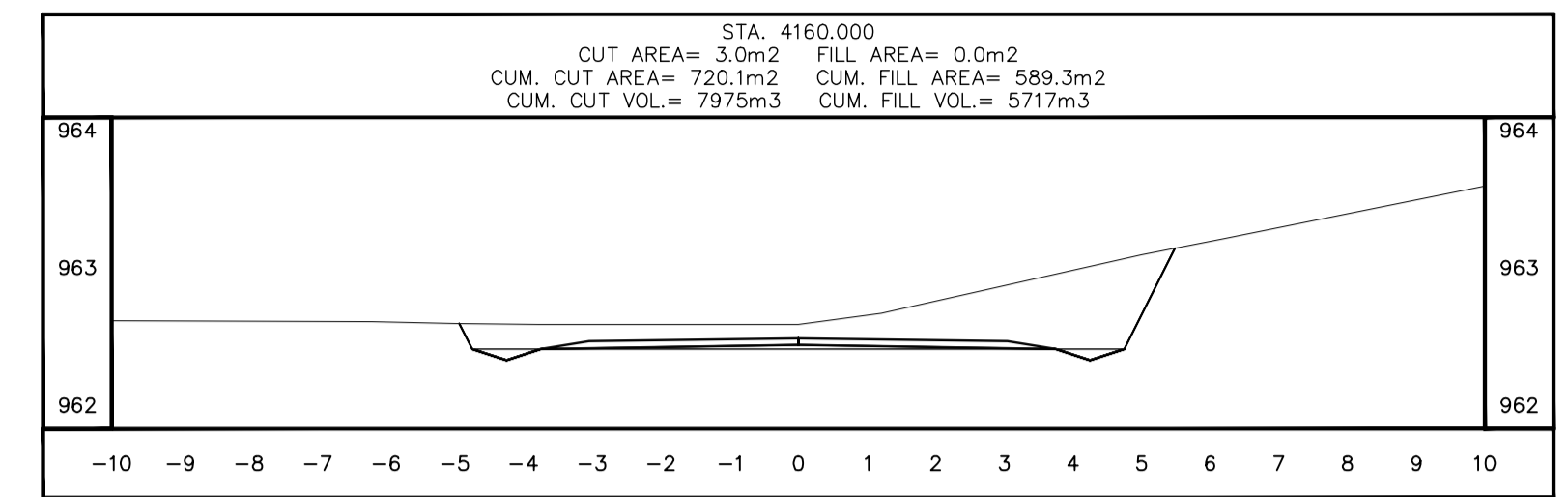
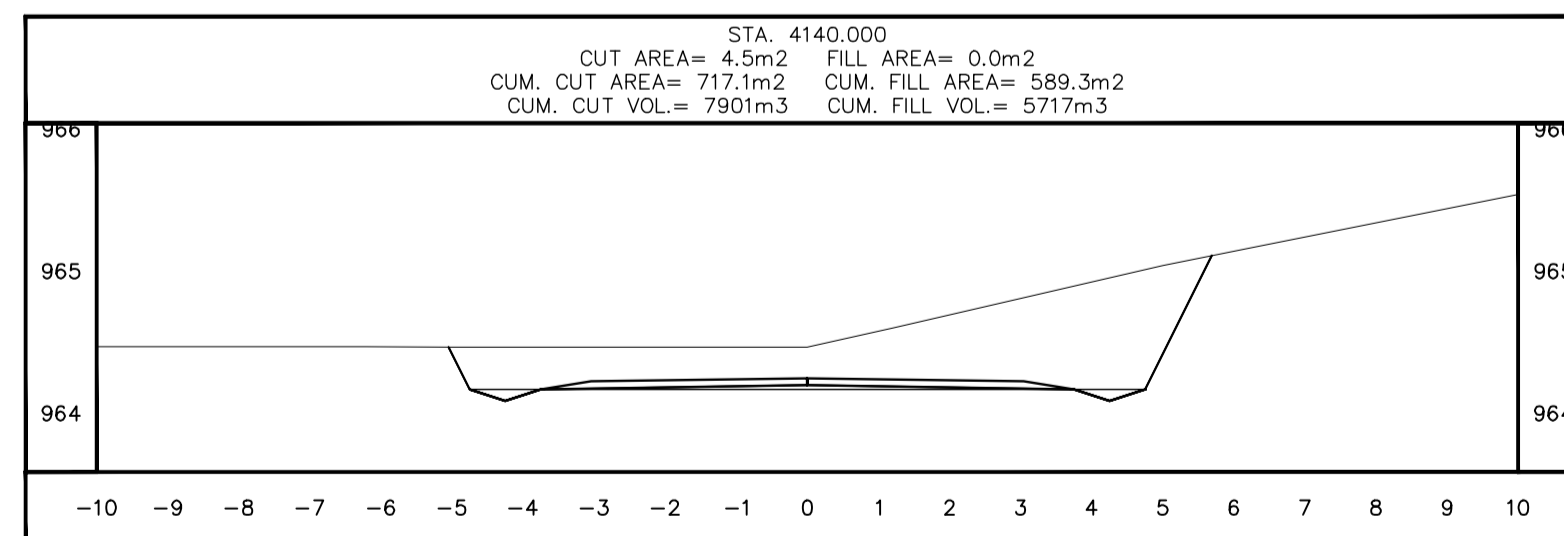
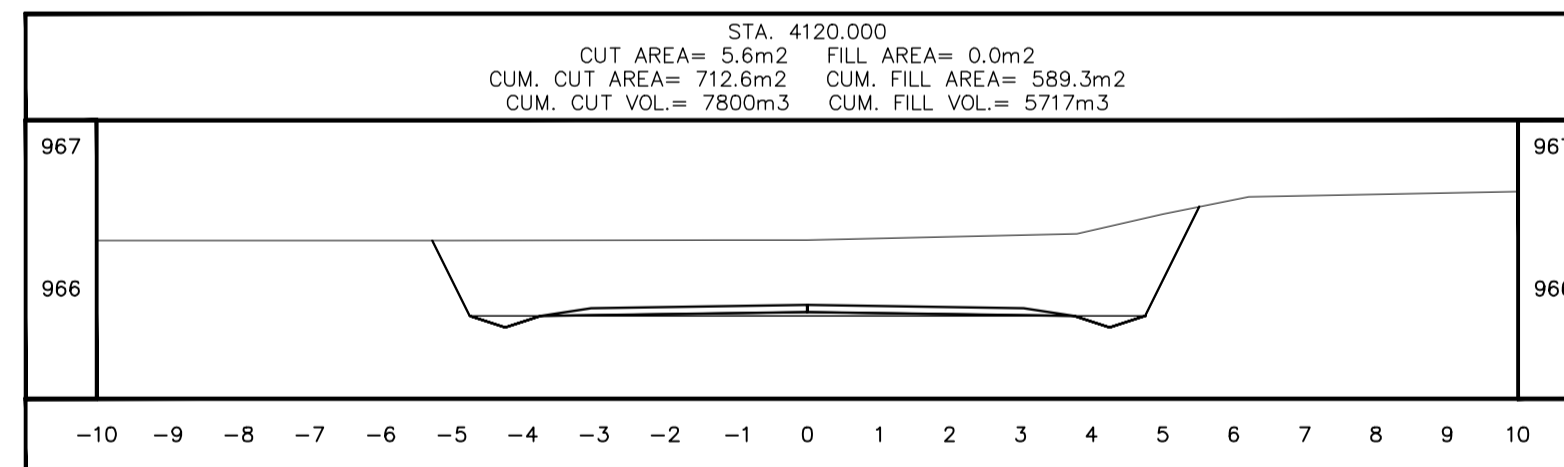
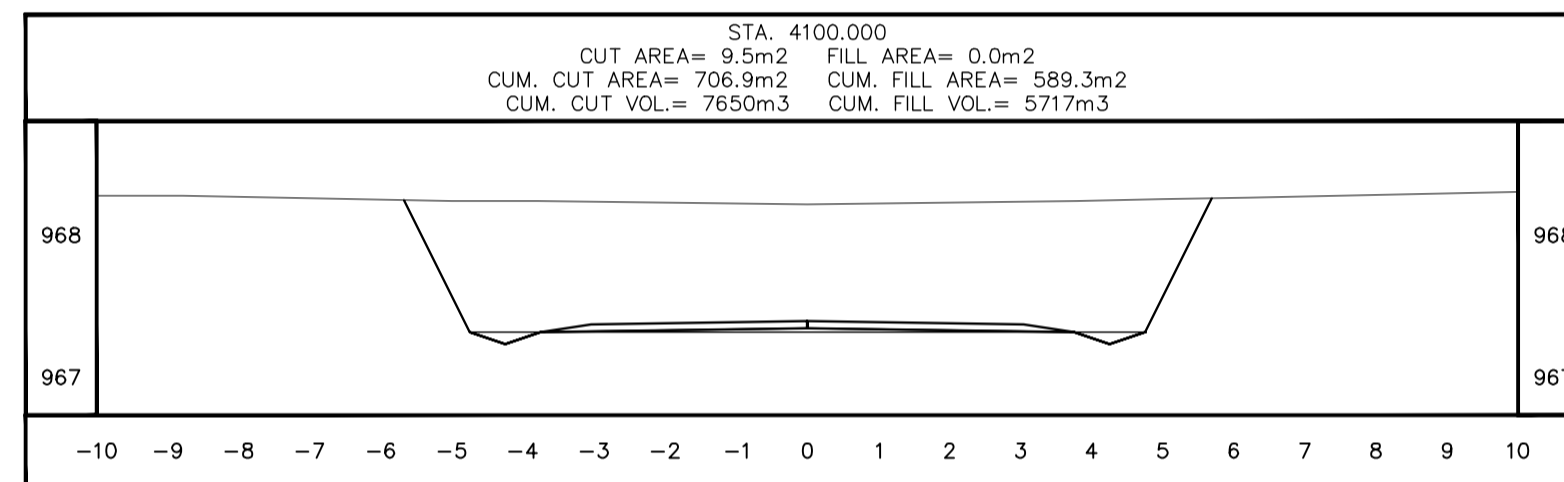
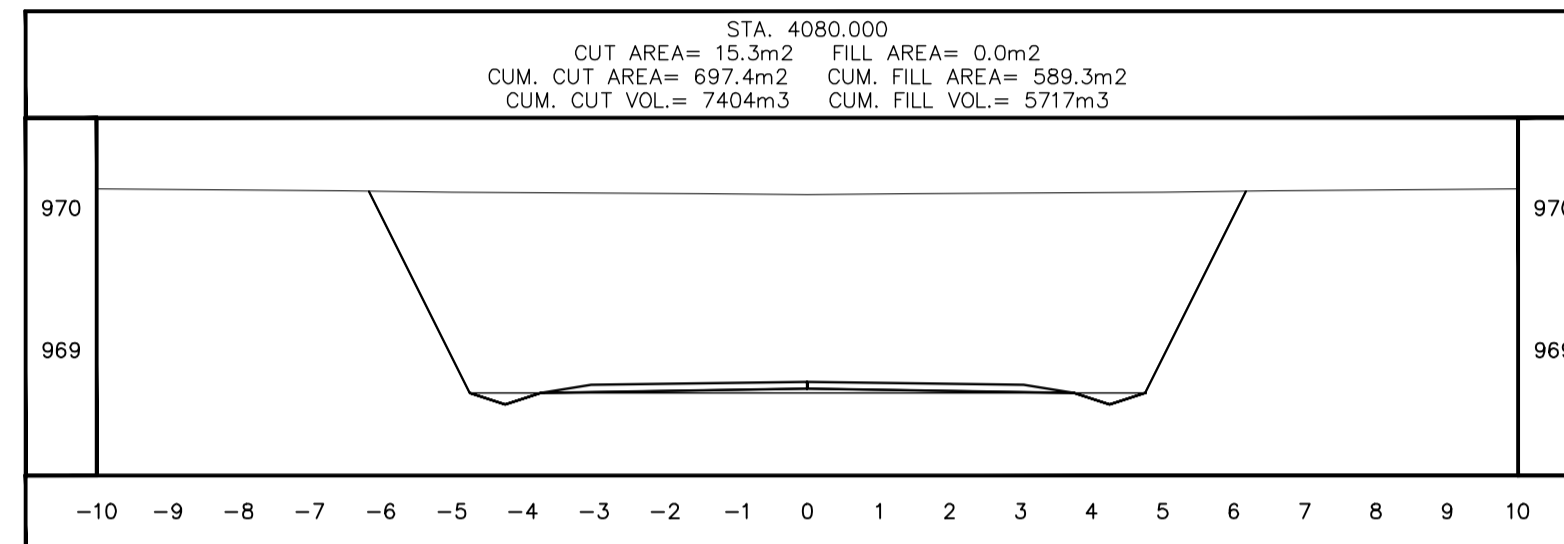
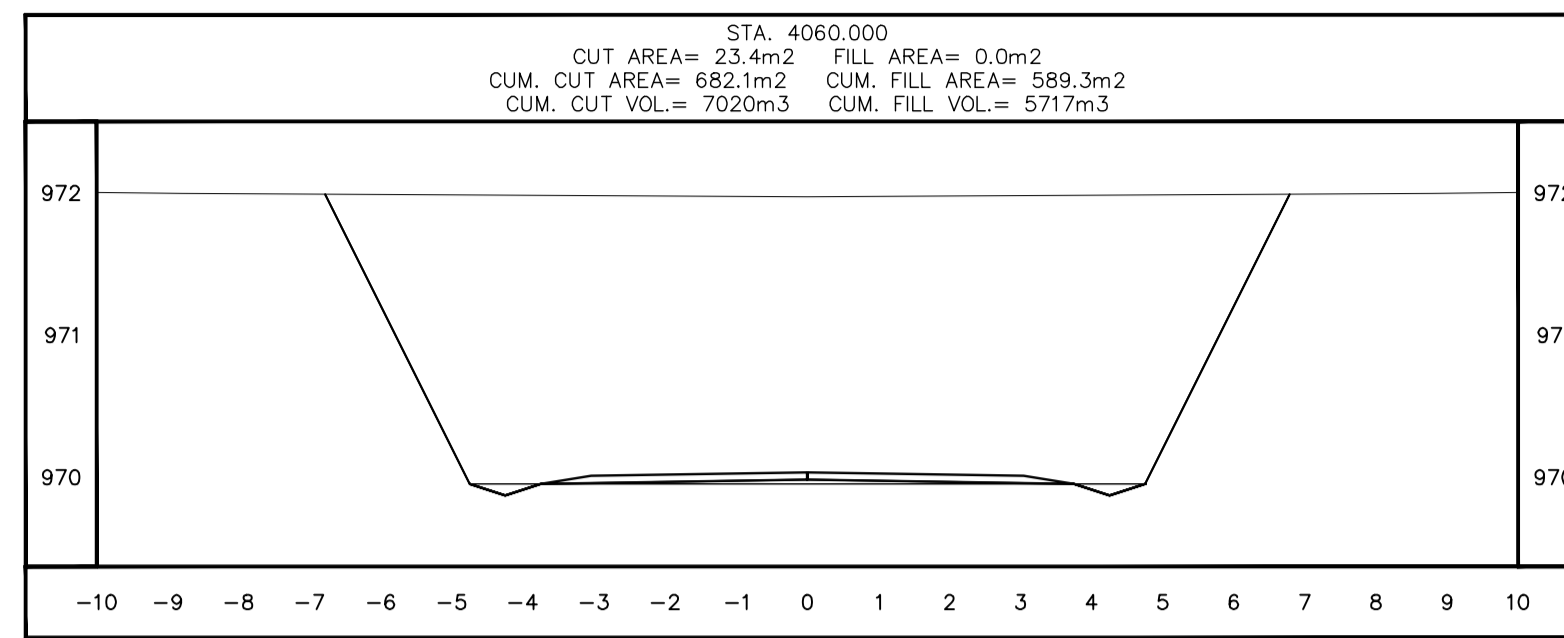
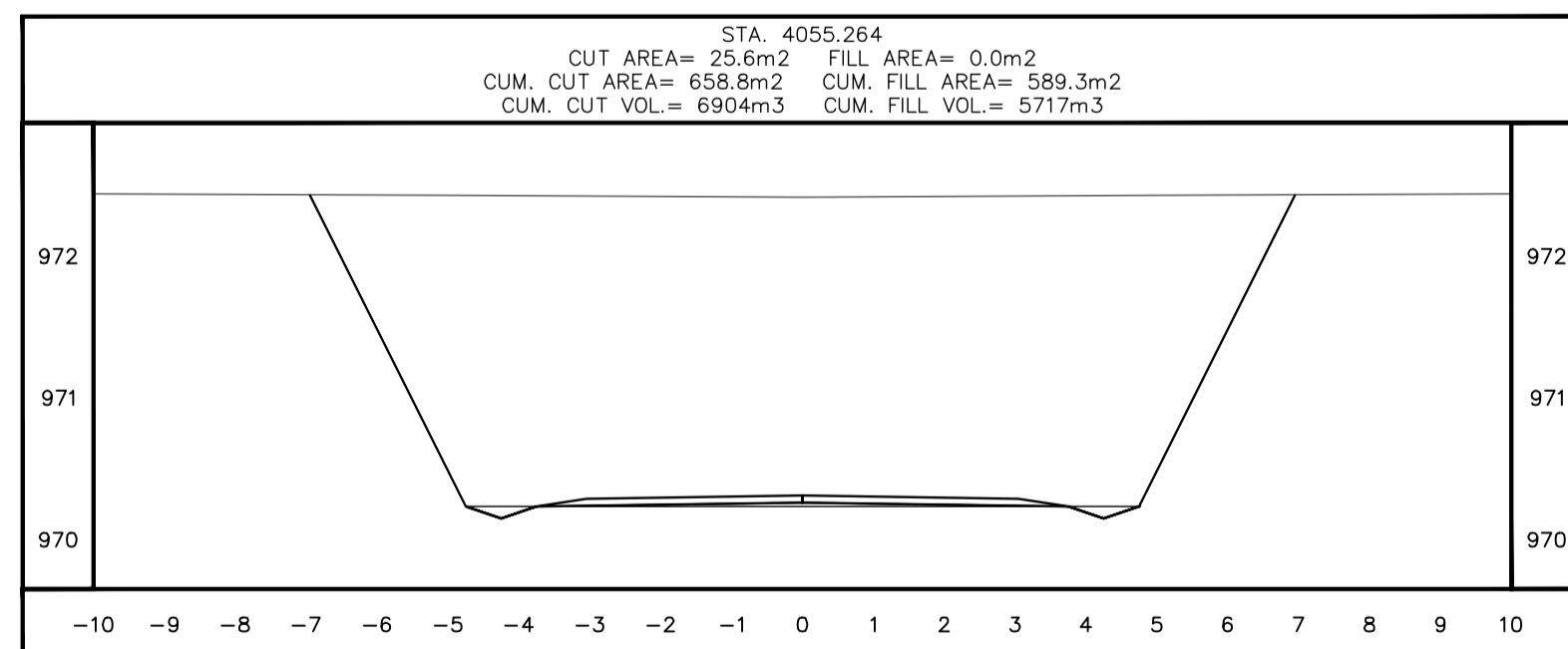
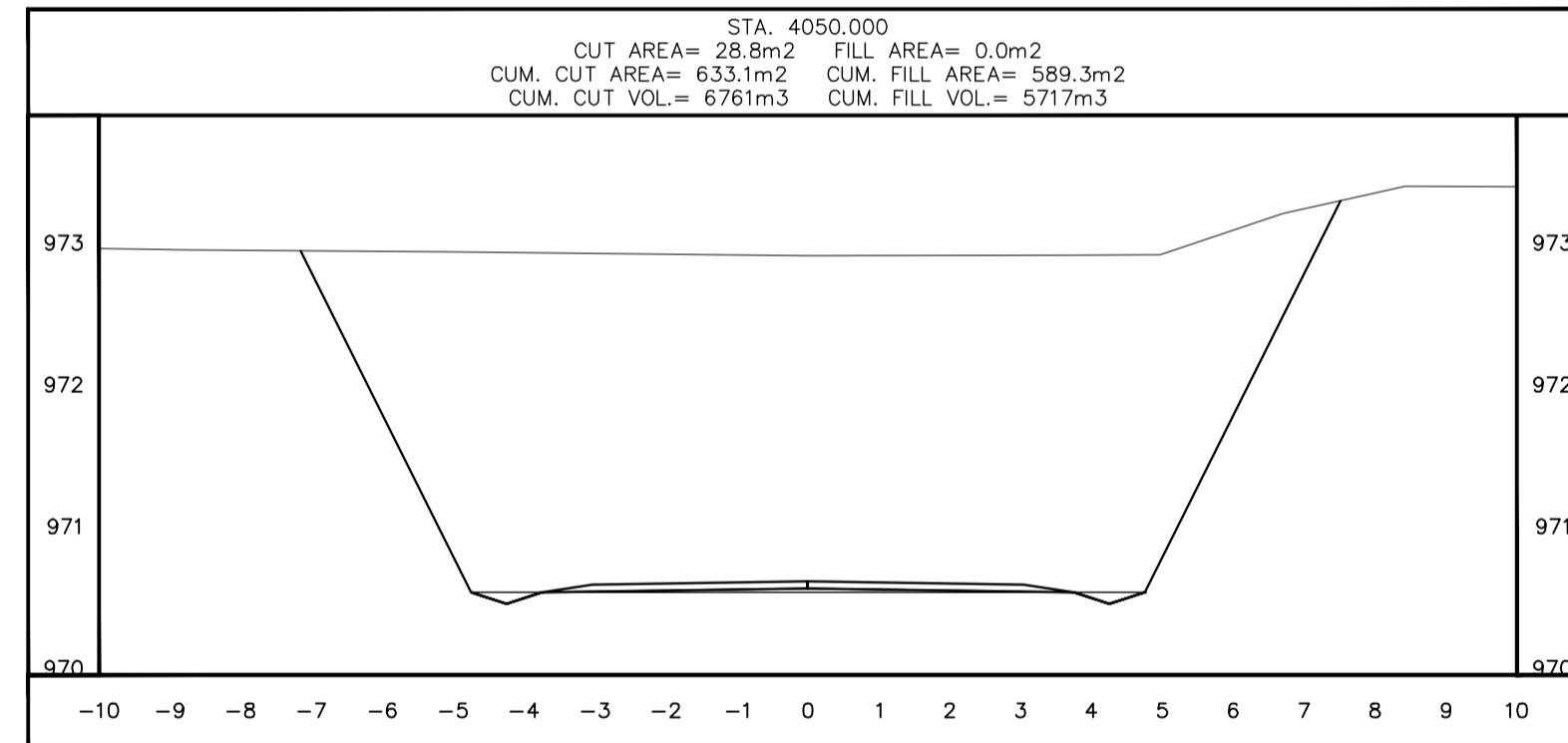
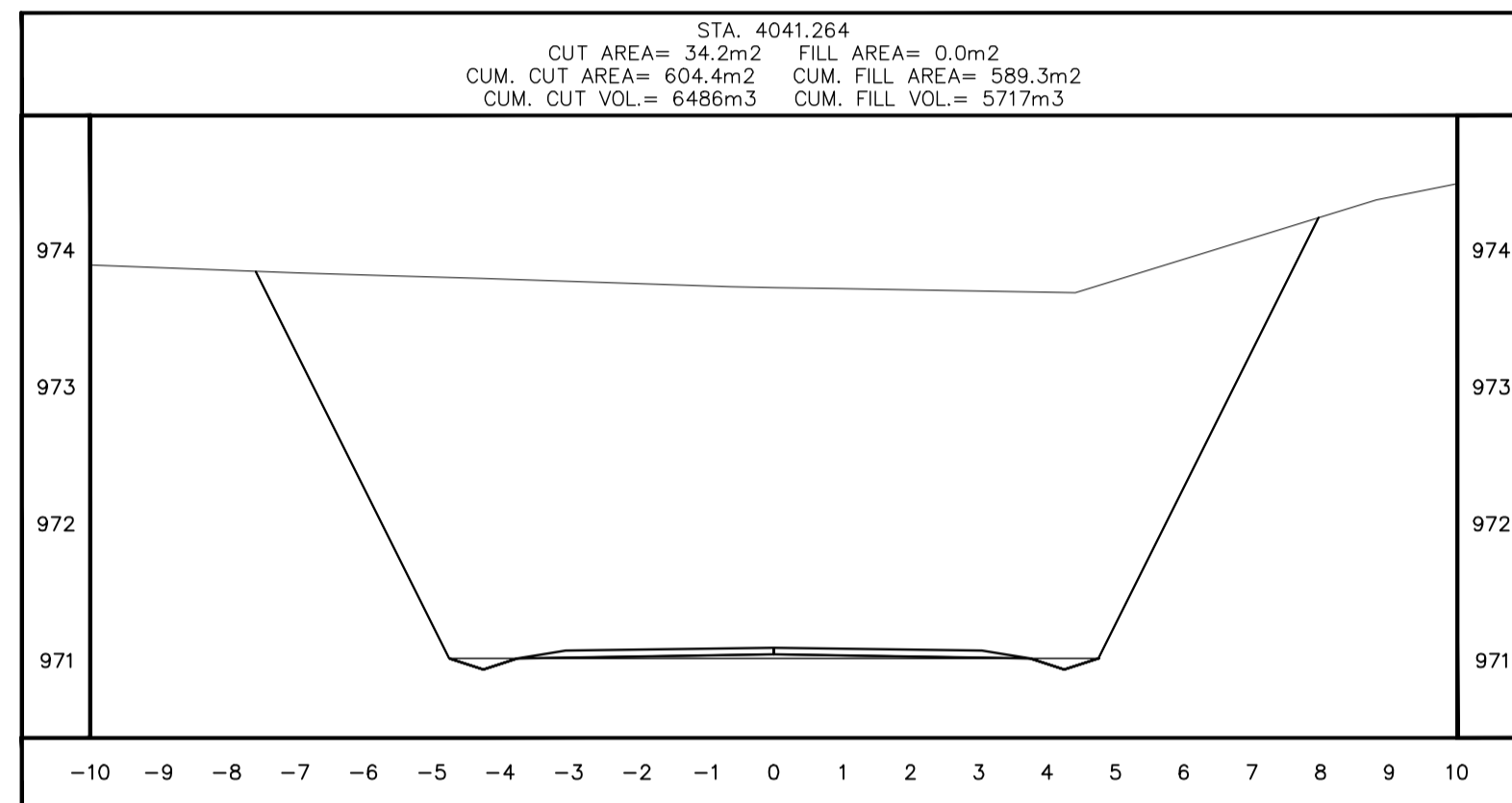
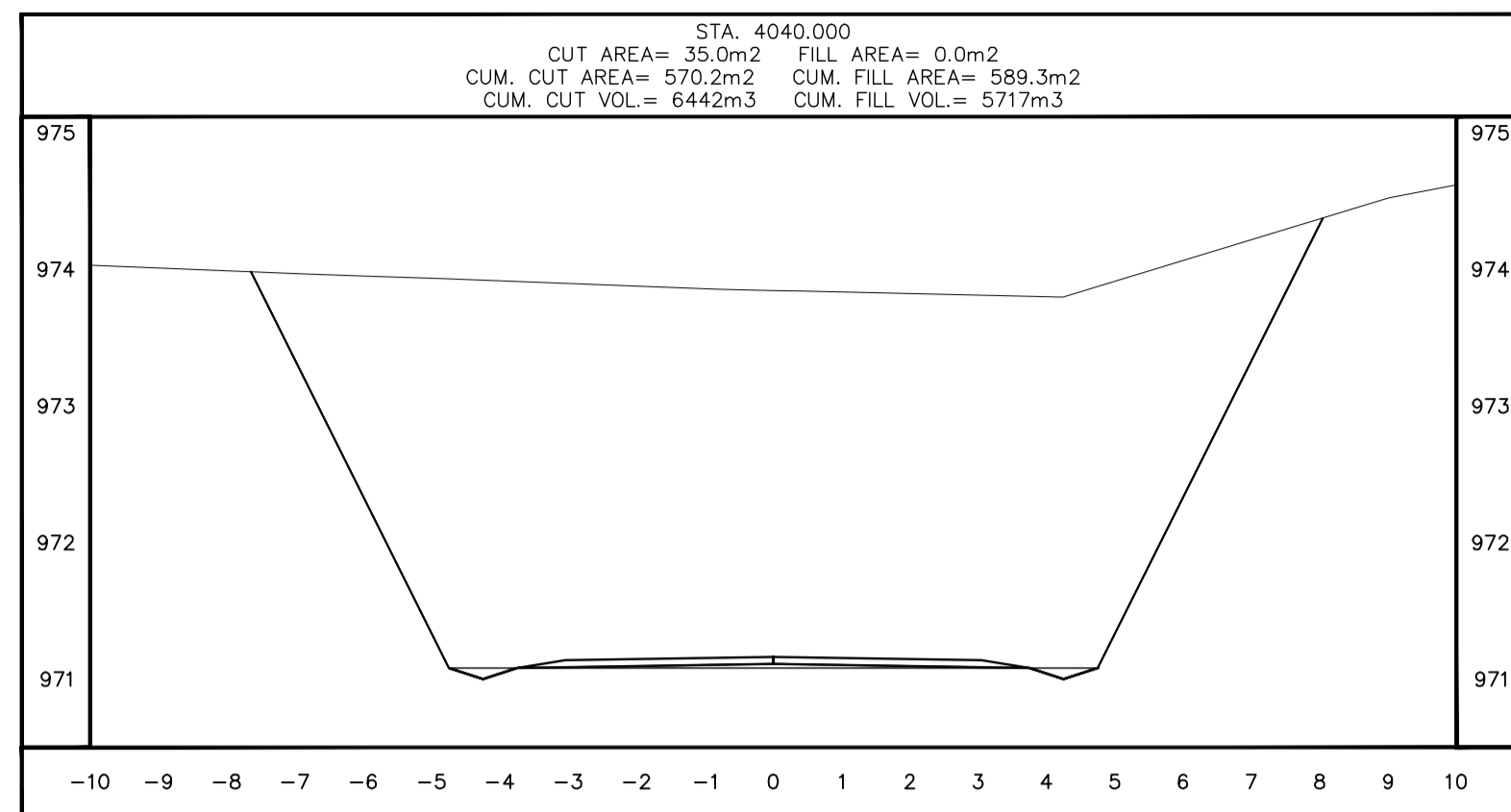
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



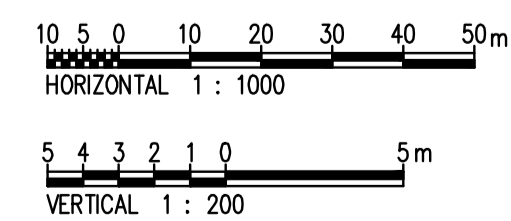
SECCIONES TRANSVERSALES Y TIPICA  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PROYECTO:

CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ

SCALE :

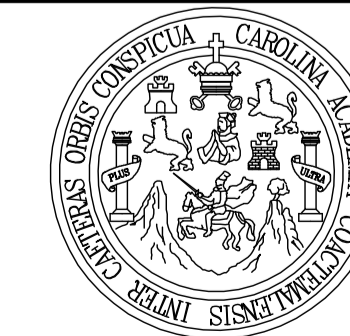


DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

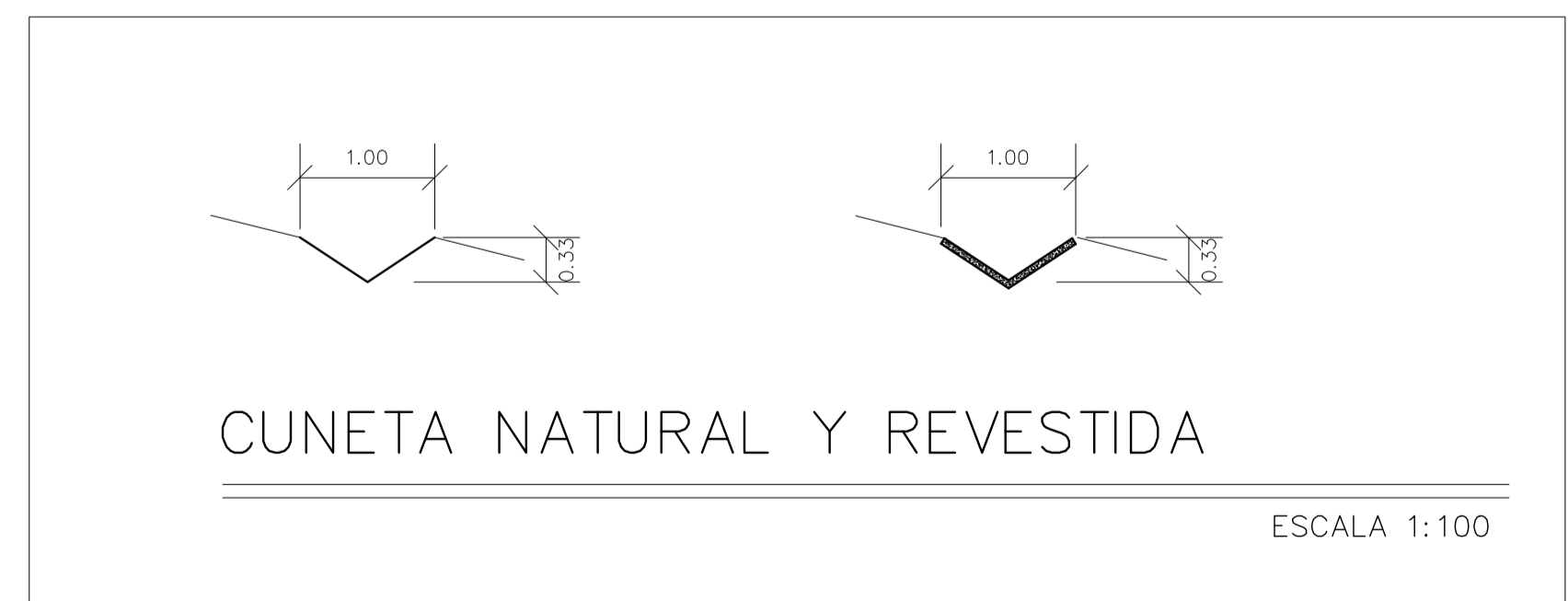
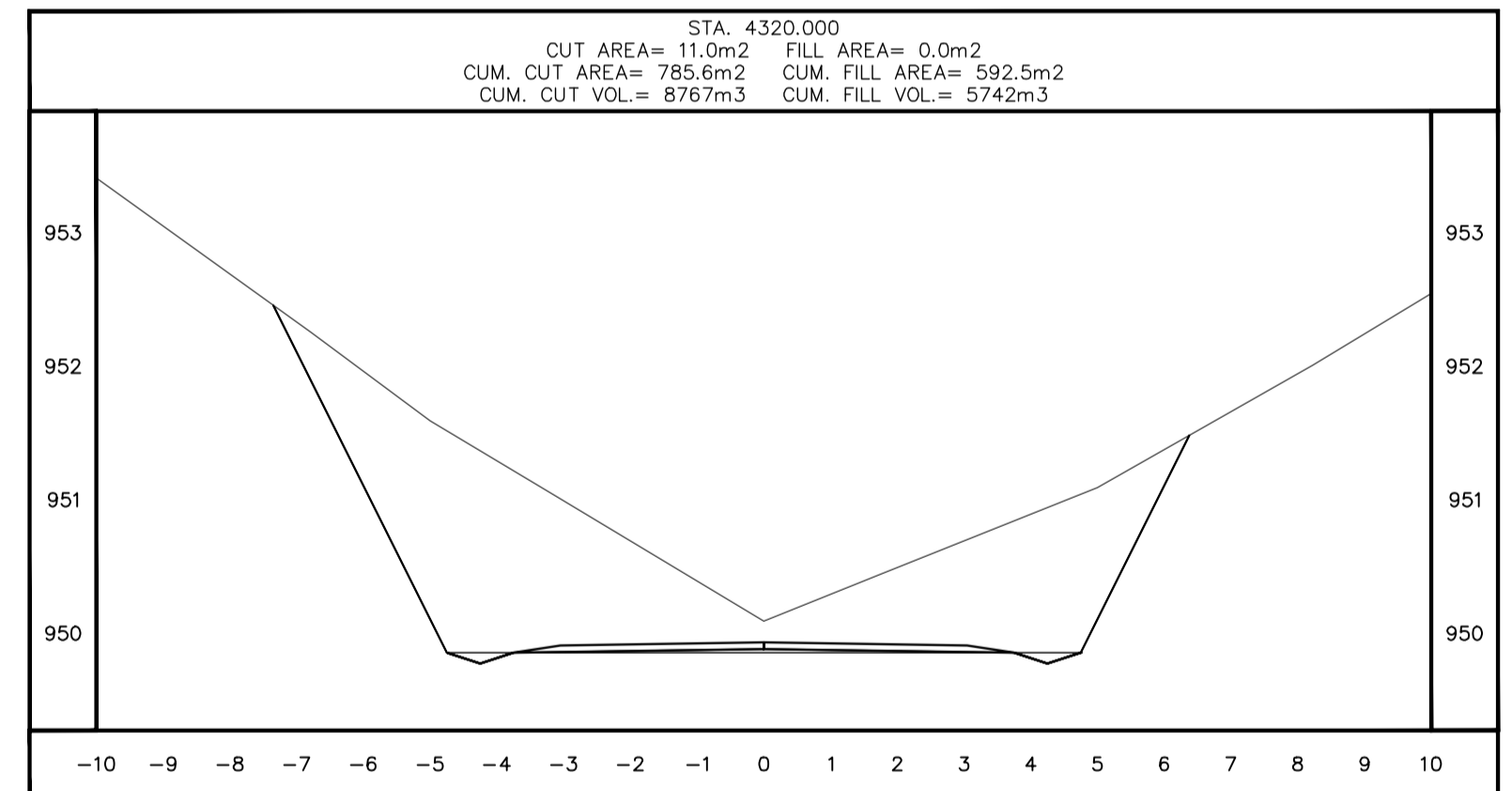
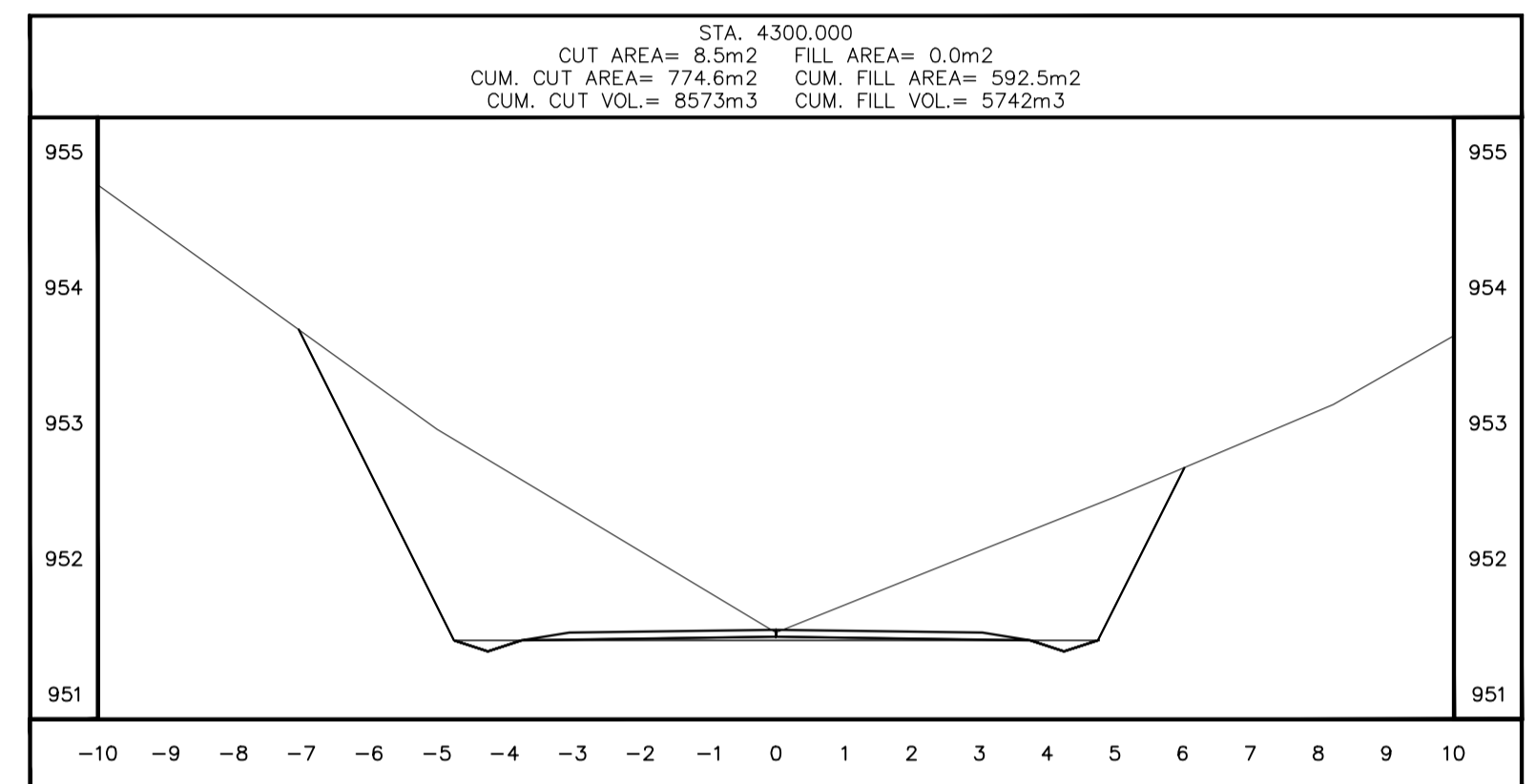
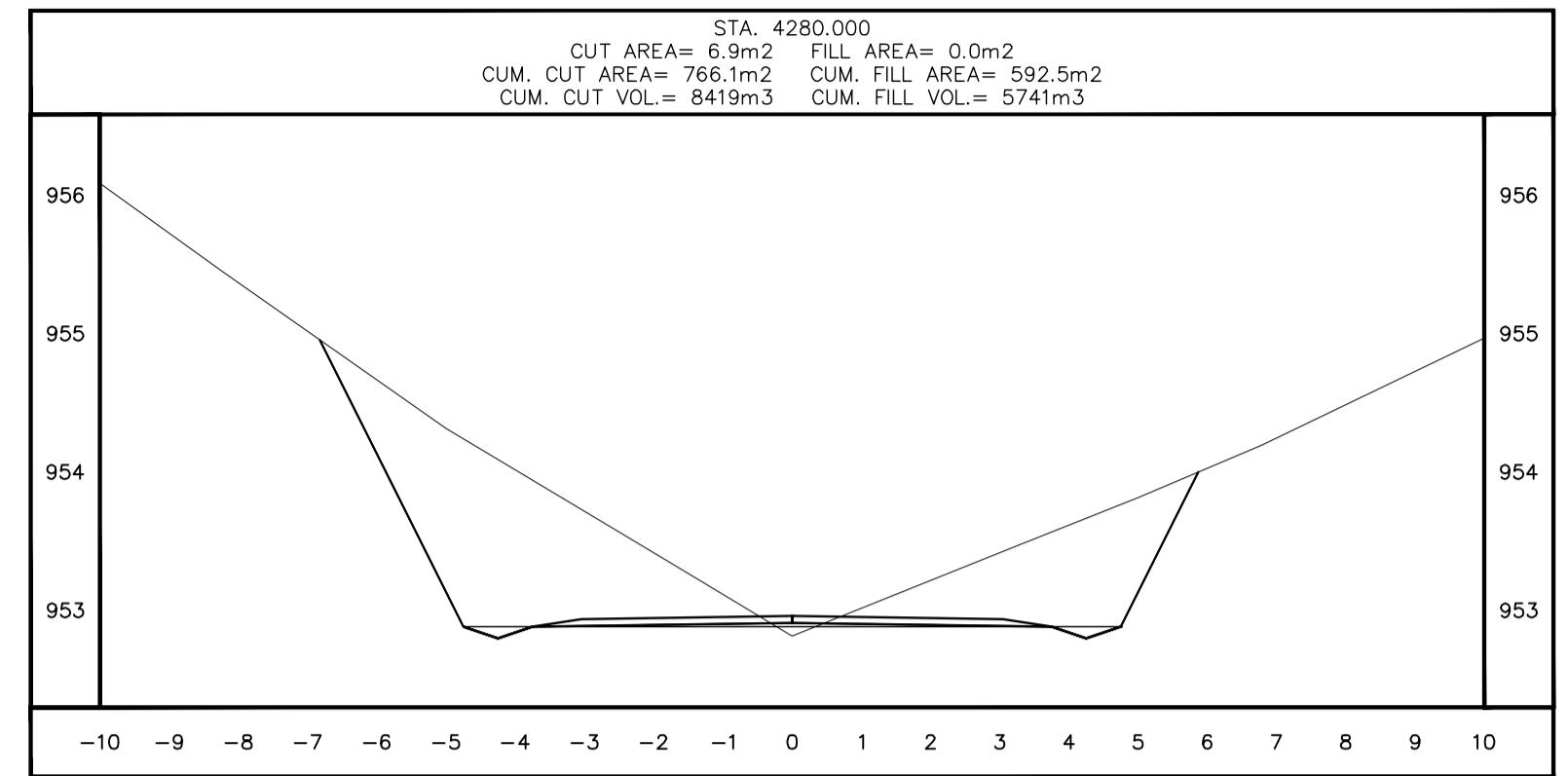
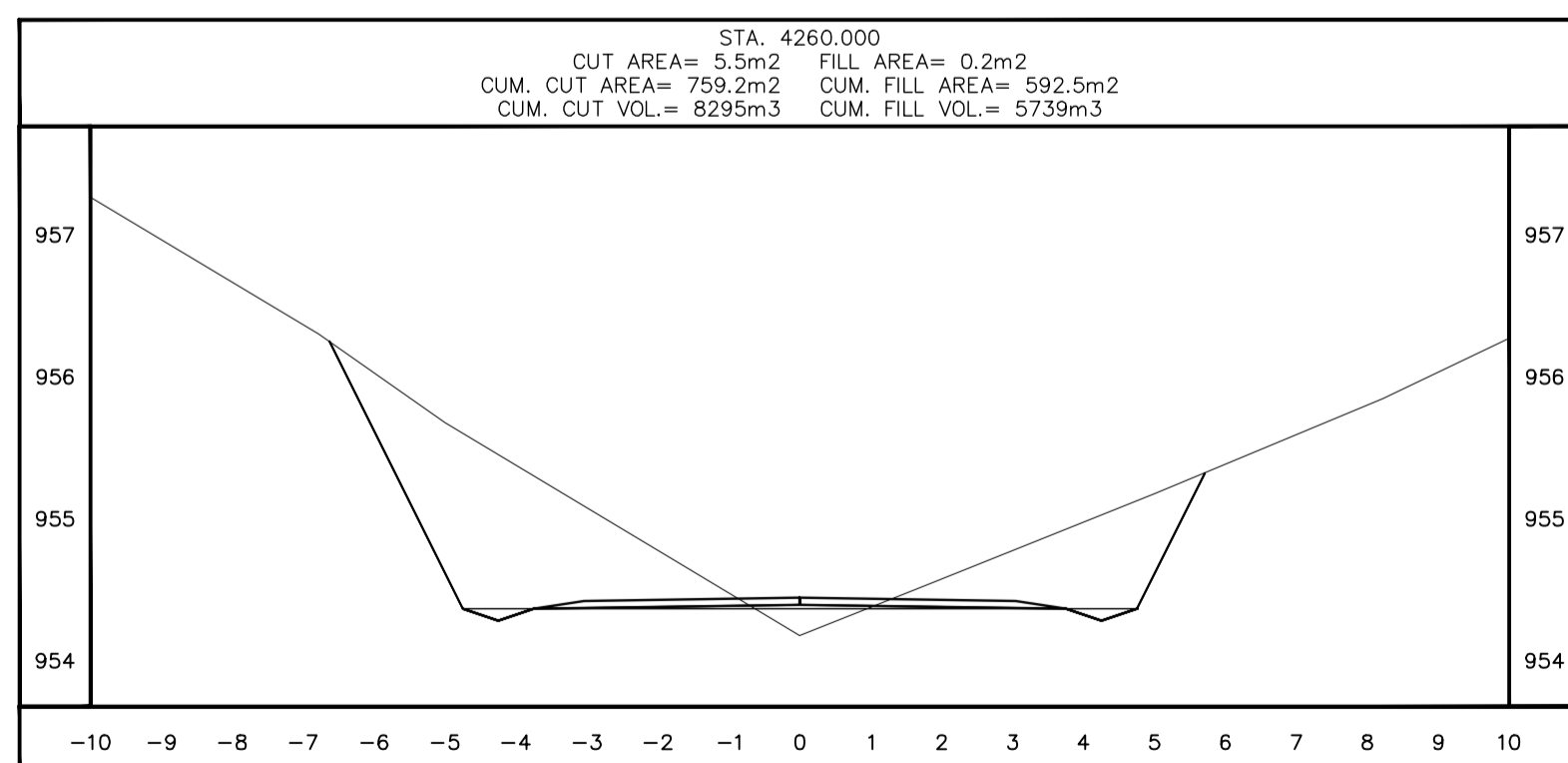
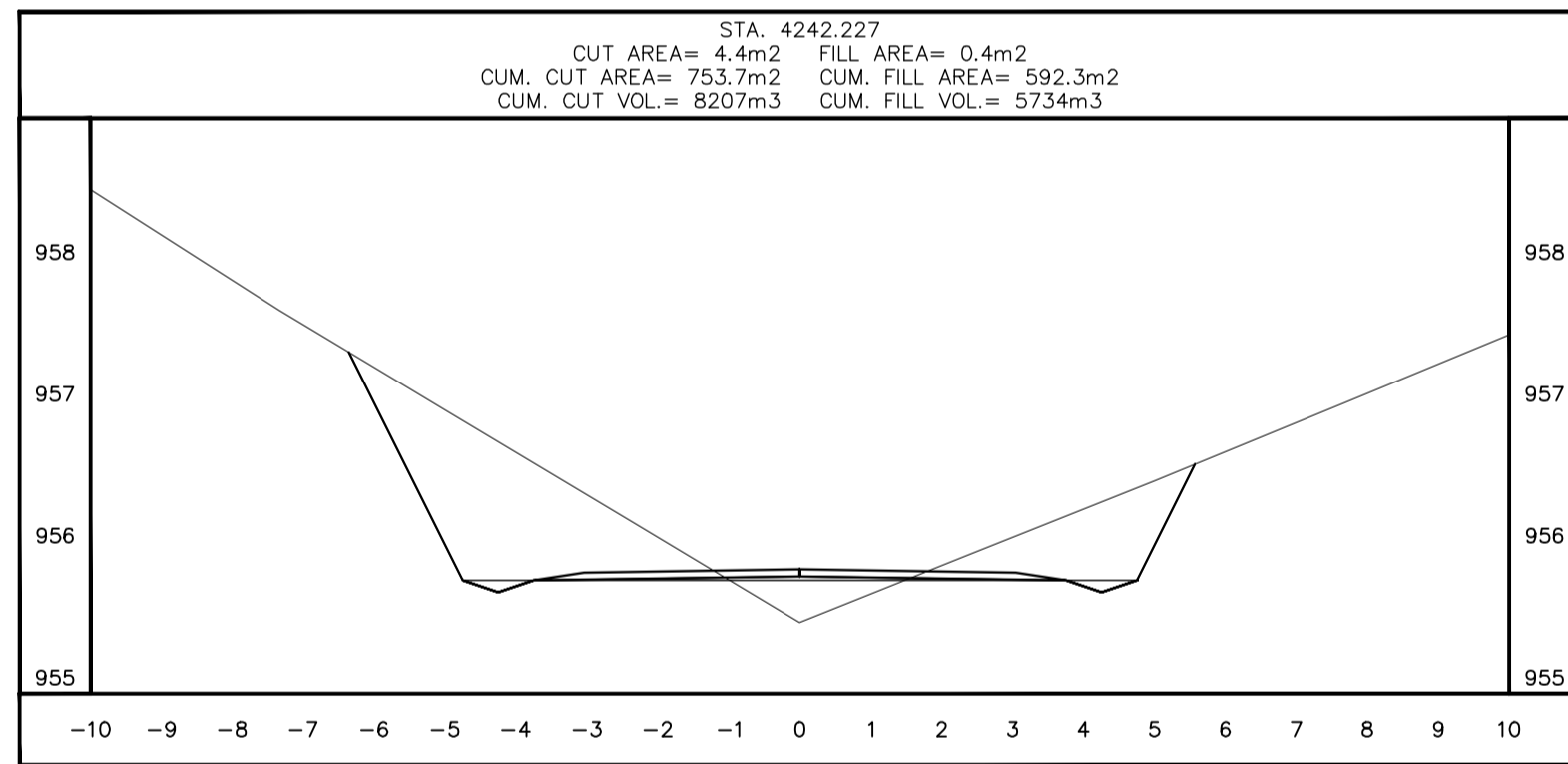
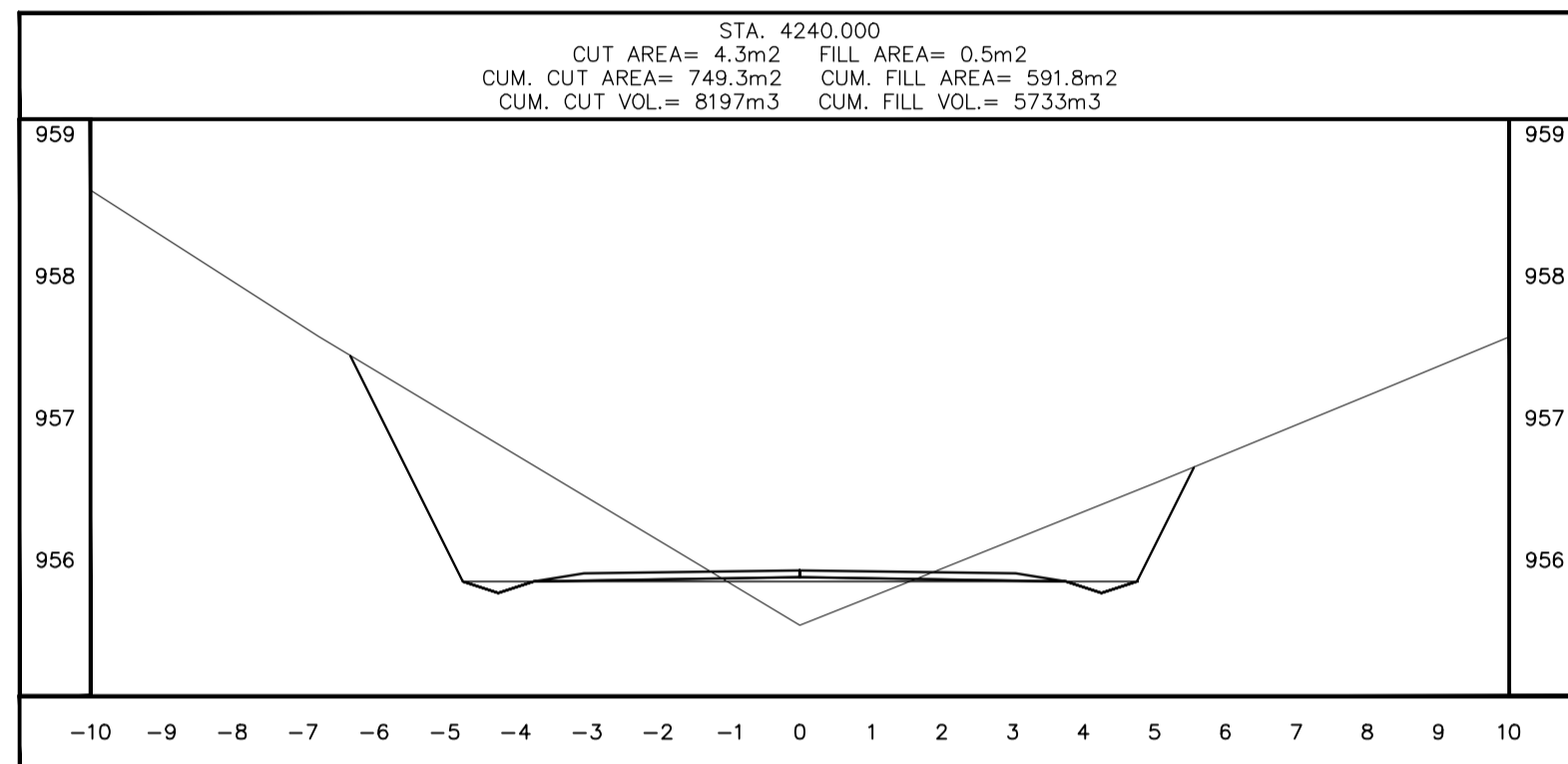
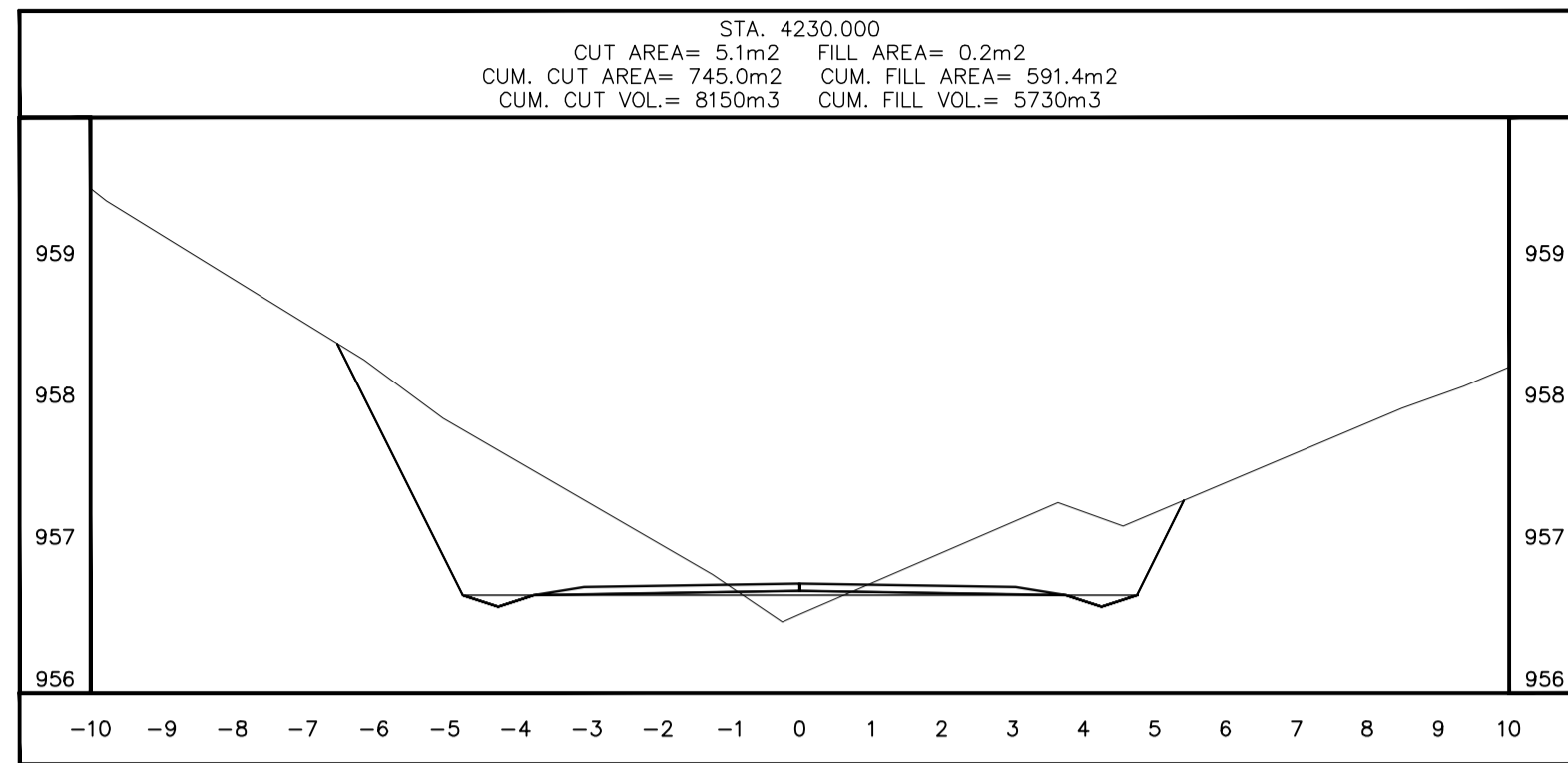
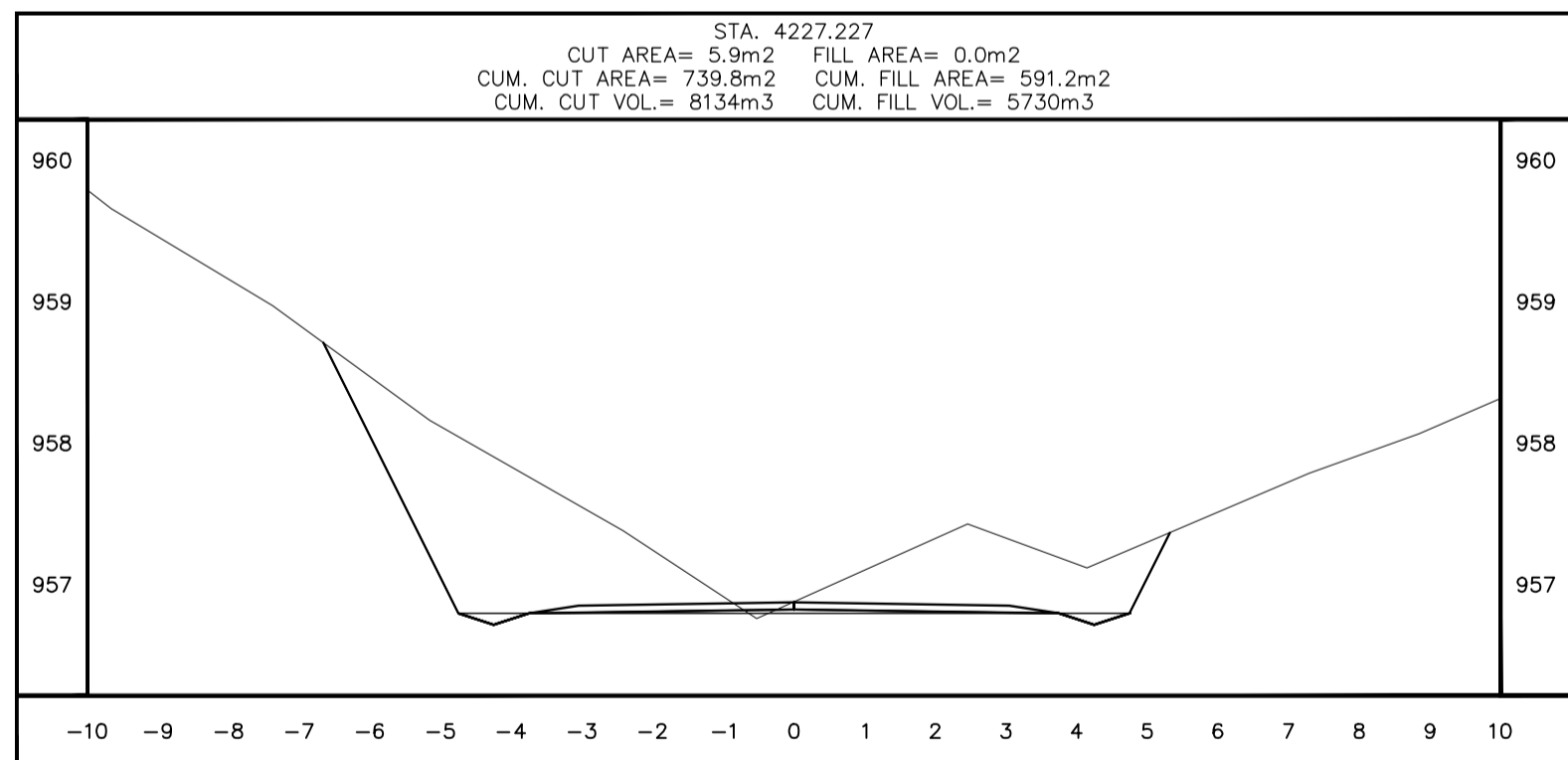
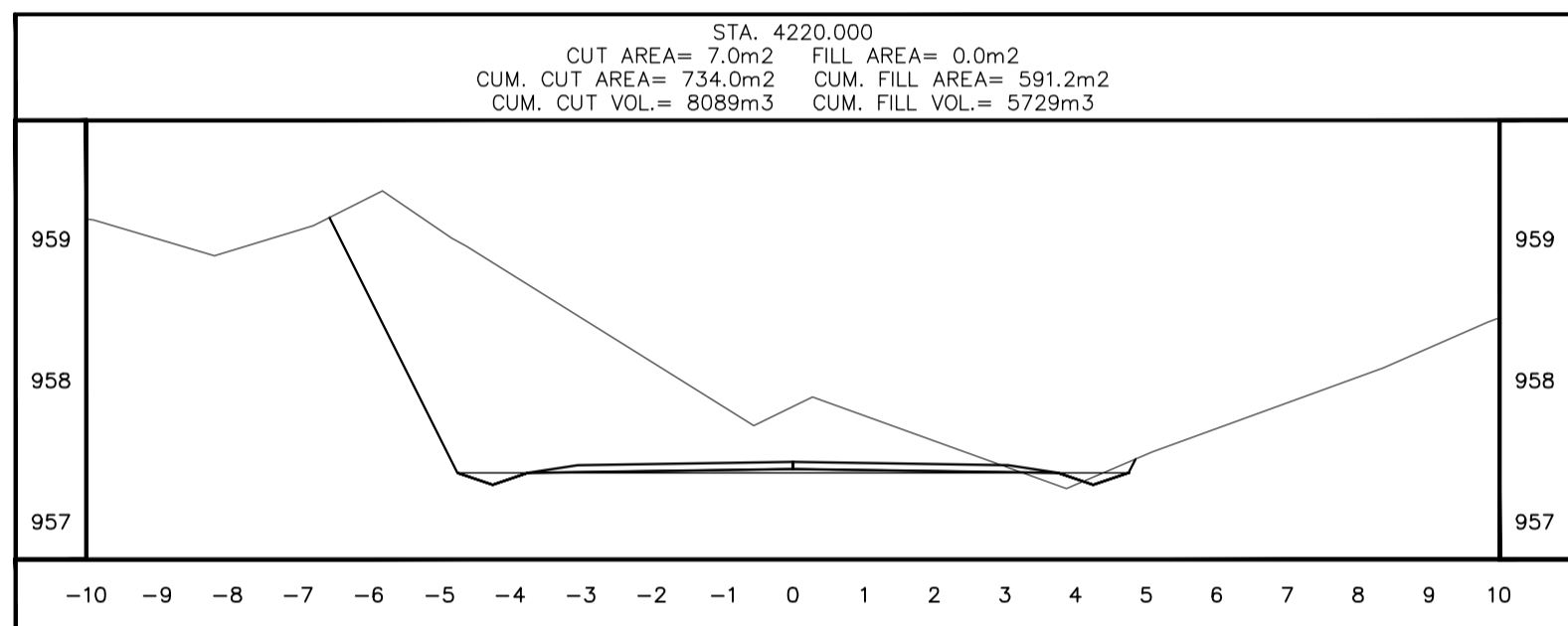
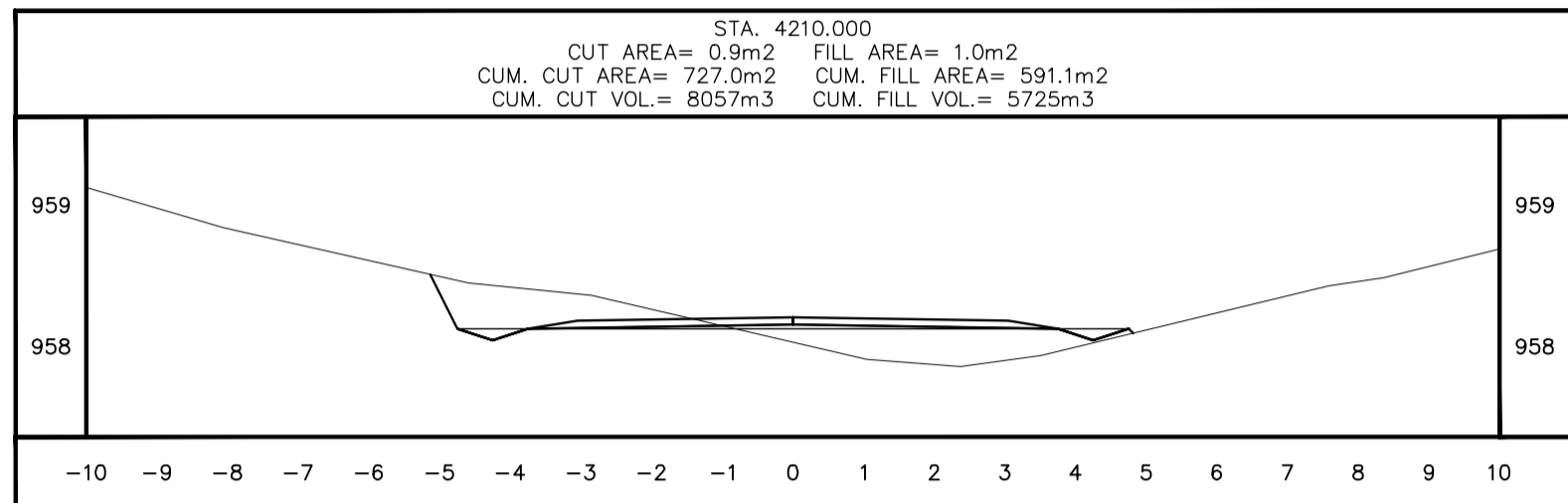
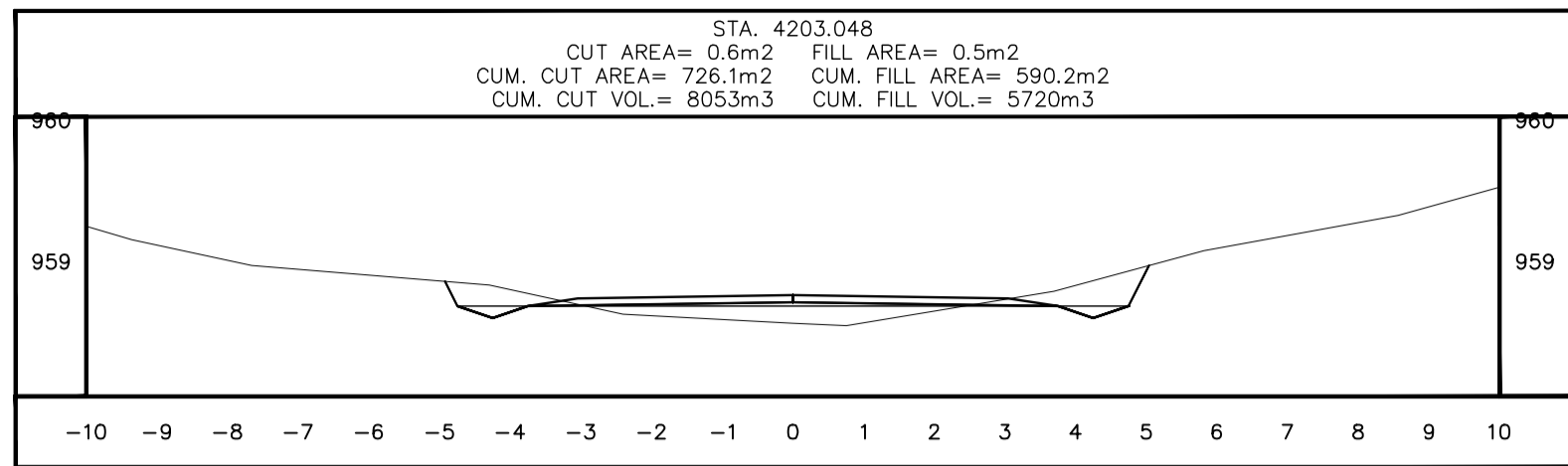
FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



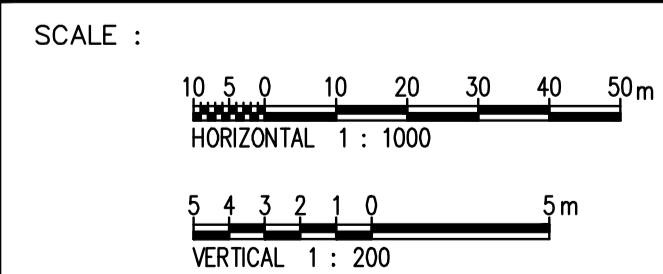
SECCIONES TRANSVERSALES

FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

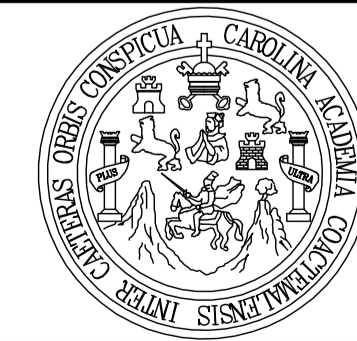
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



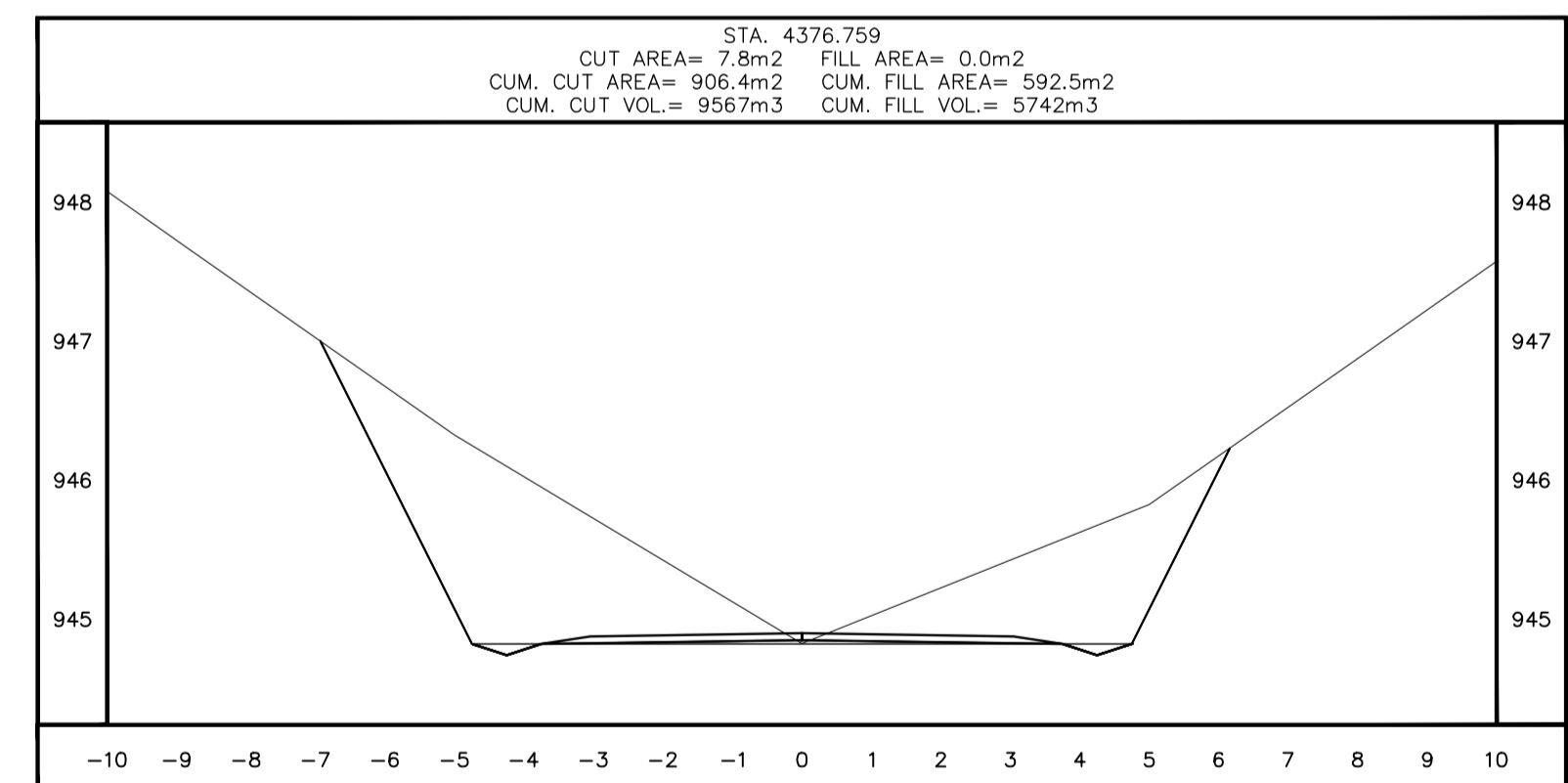
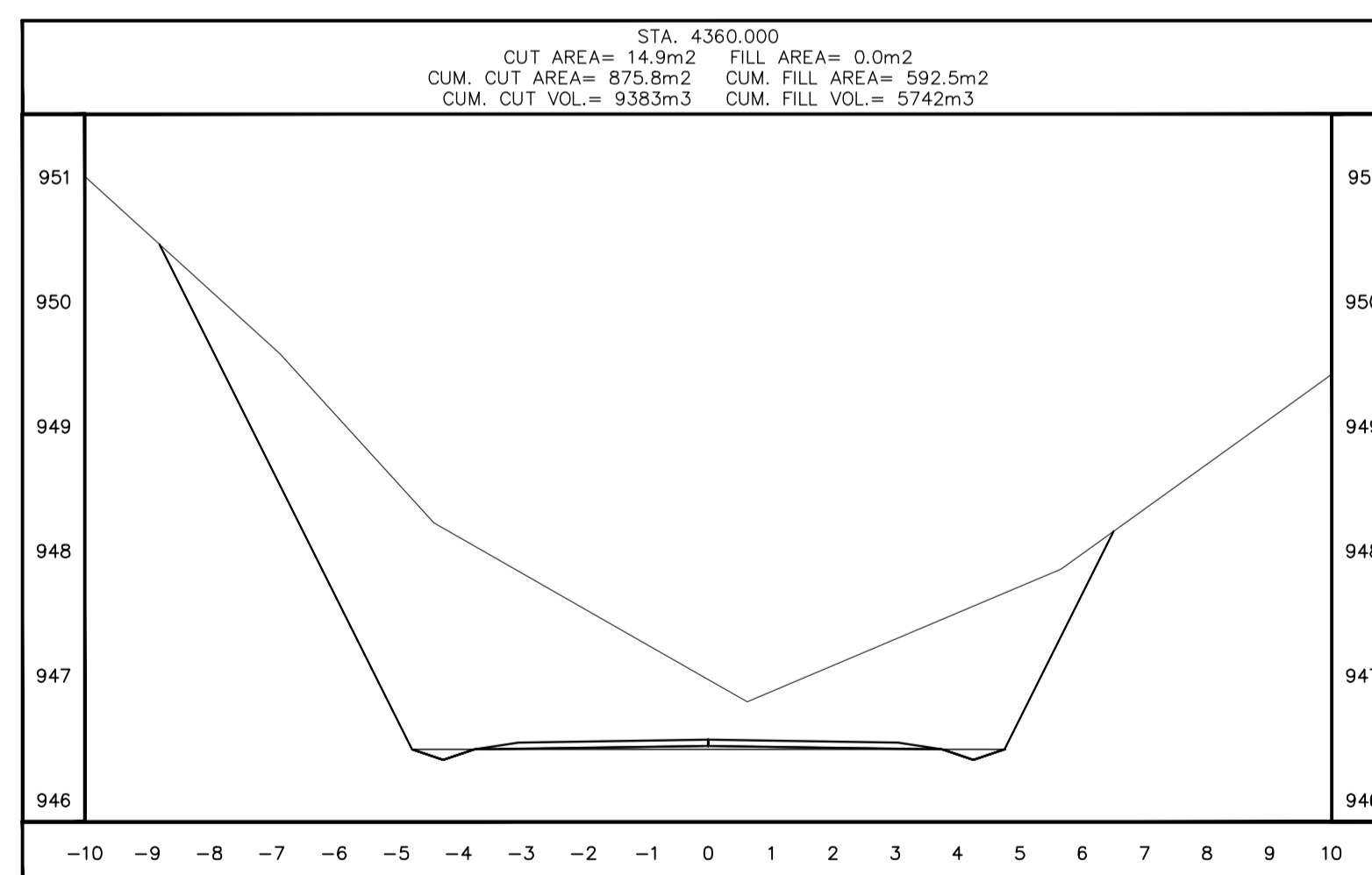
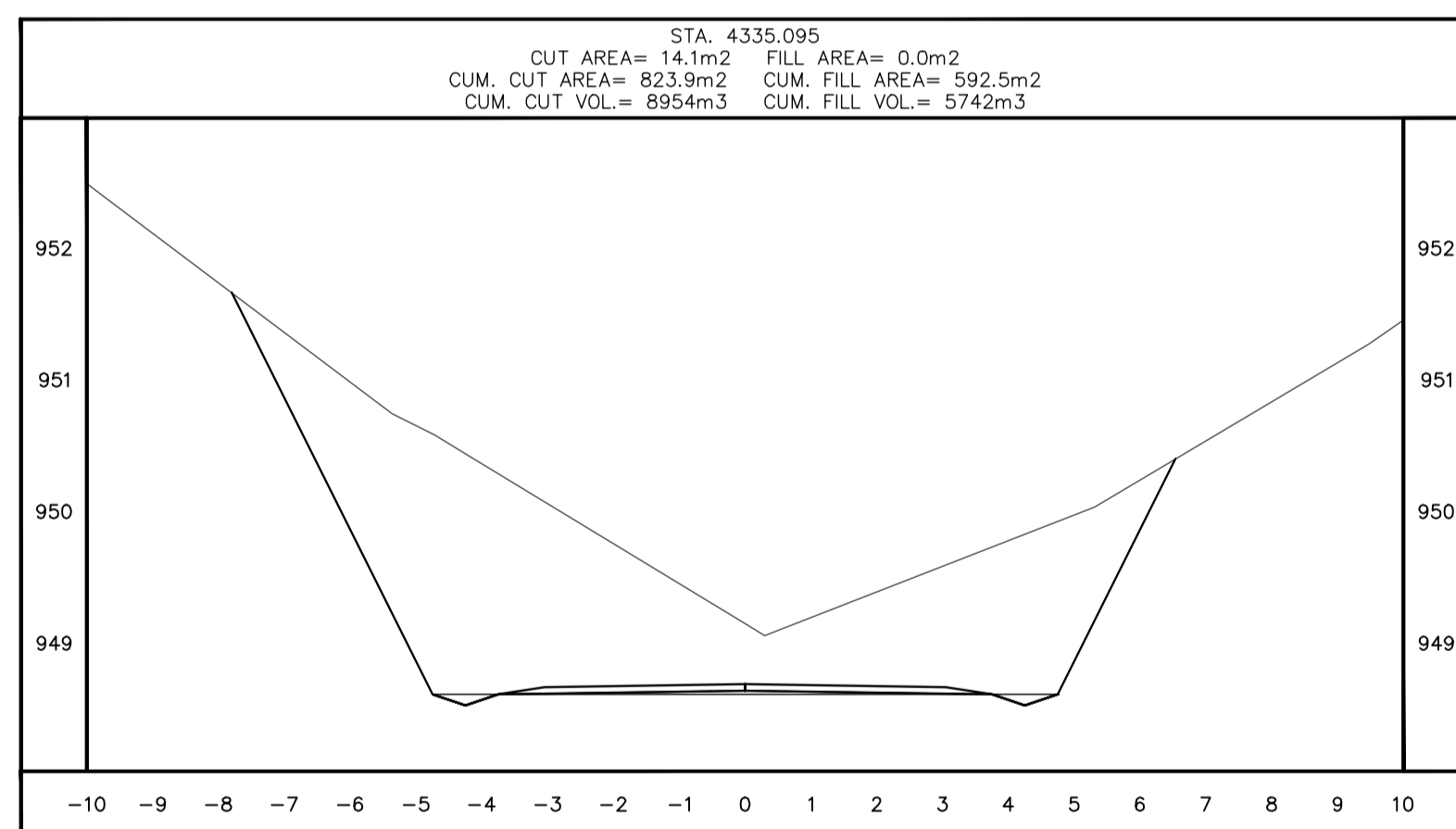
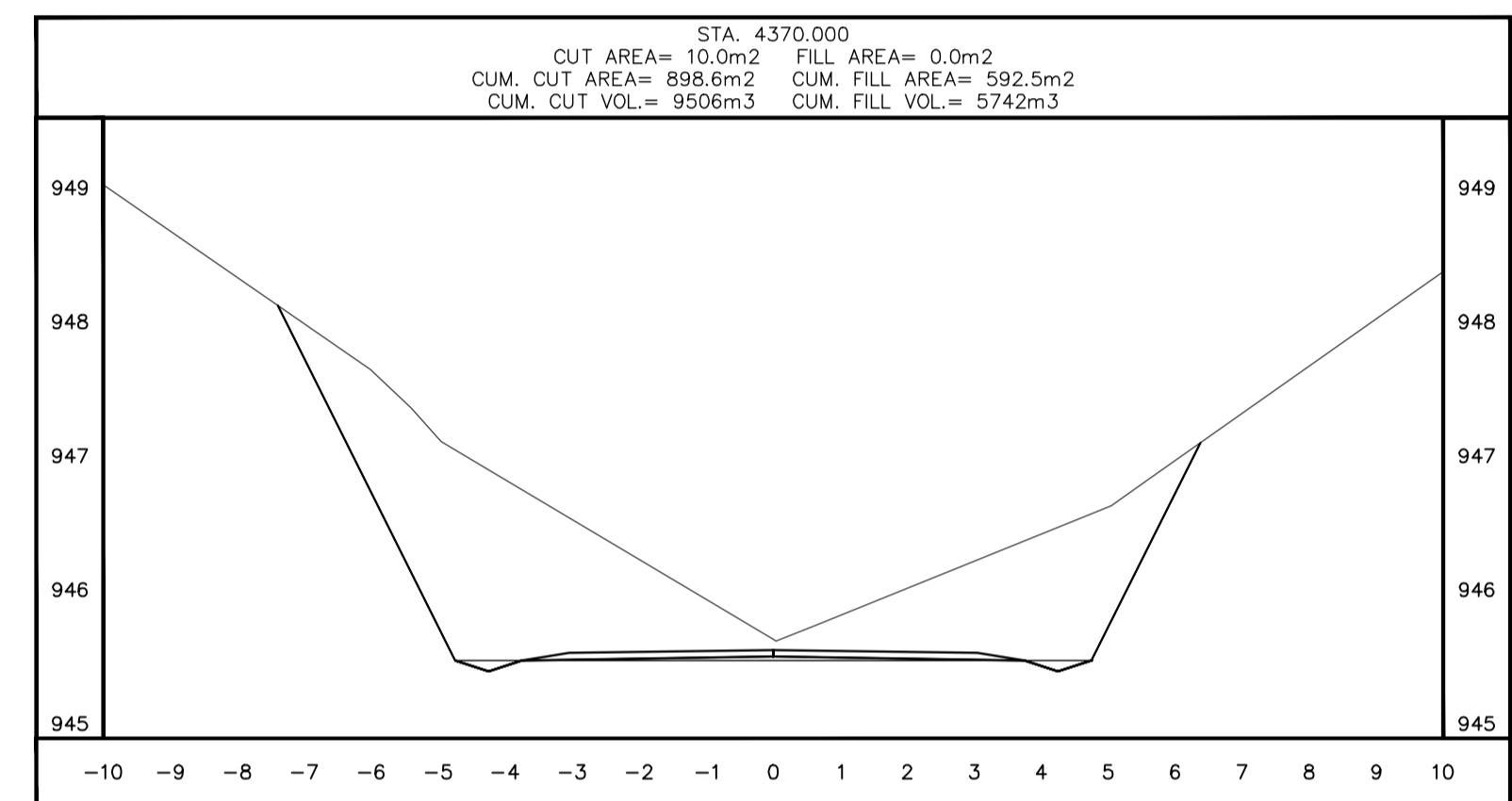
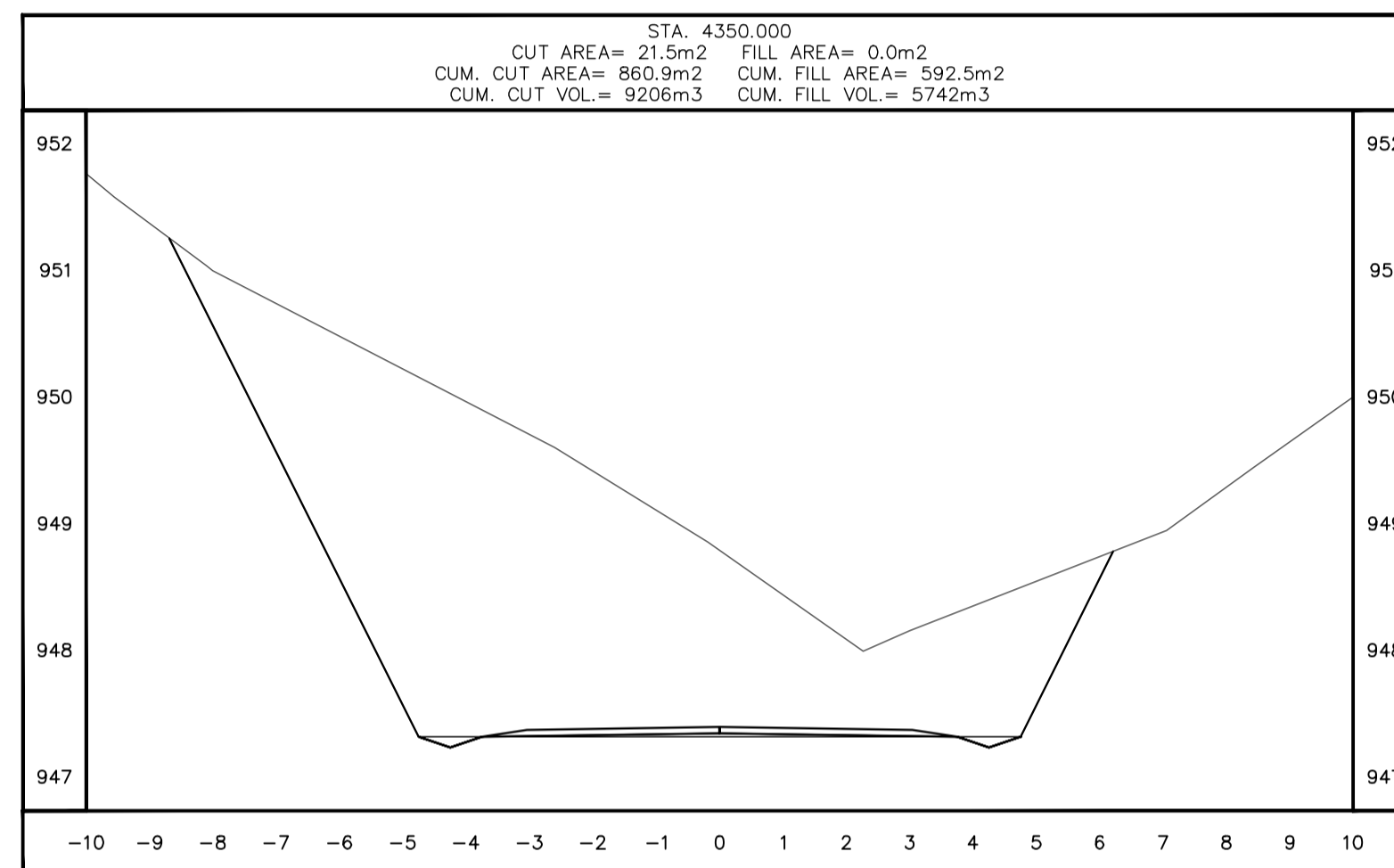
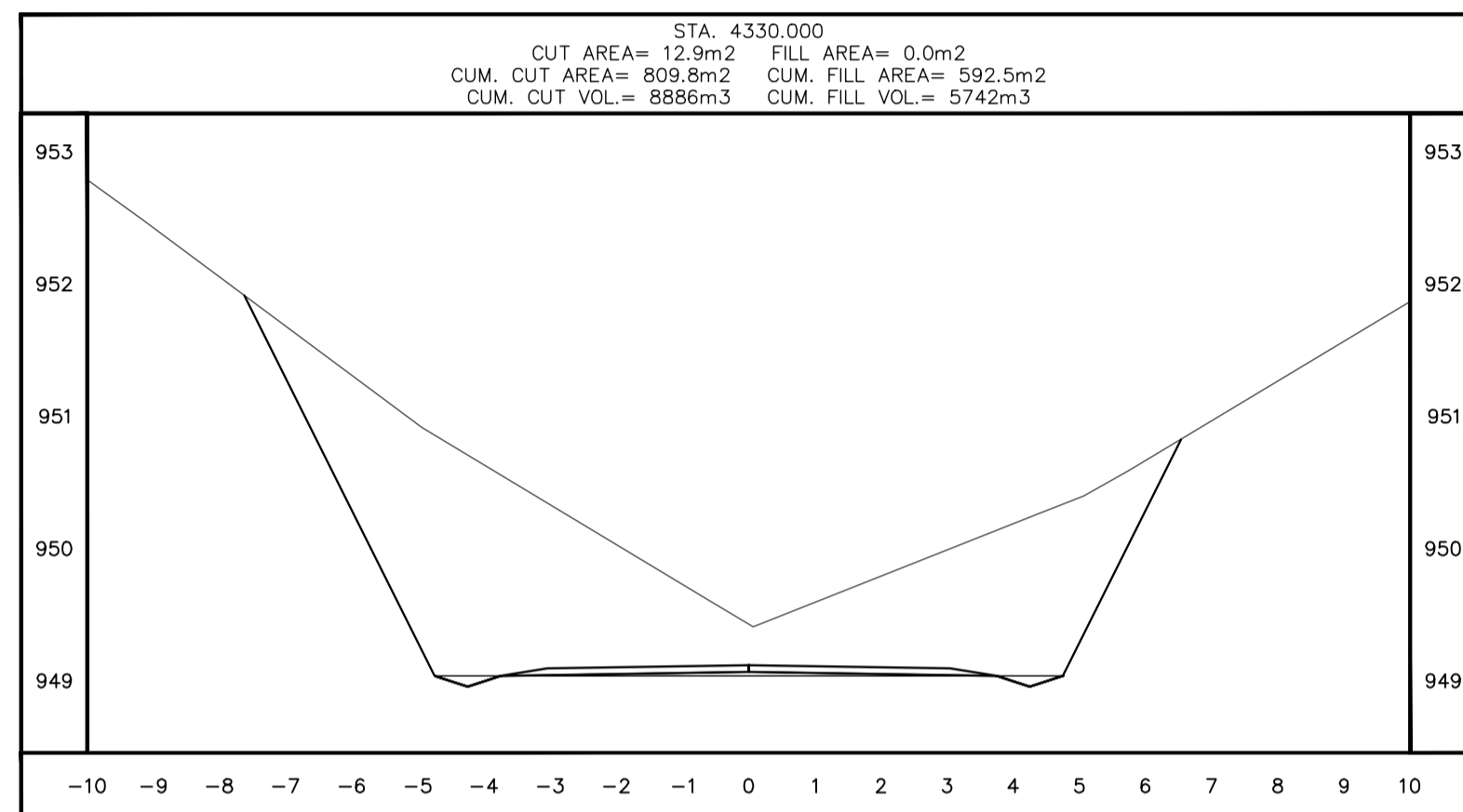
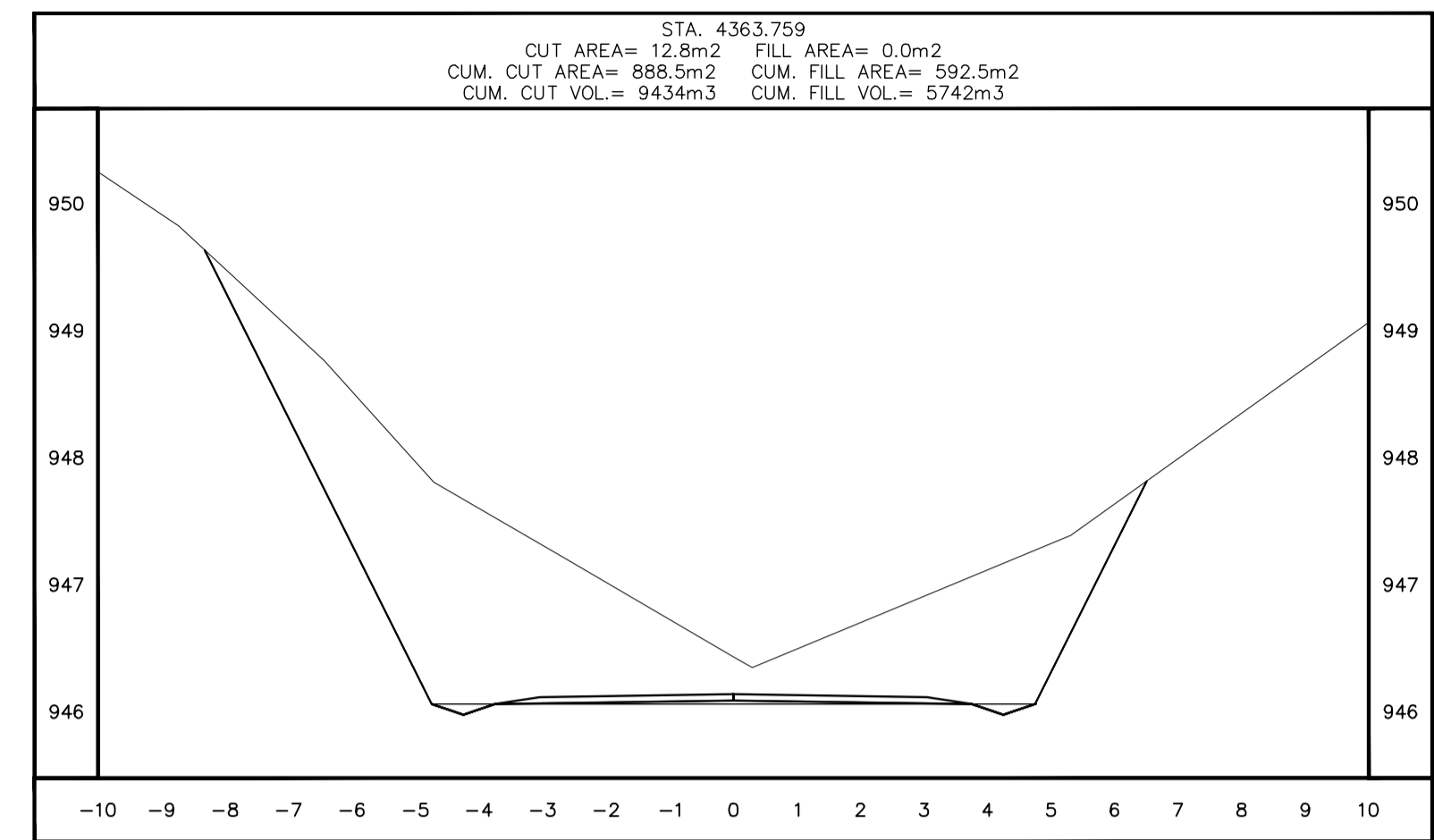
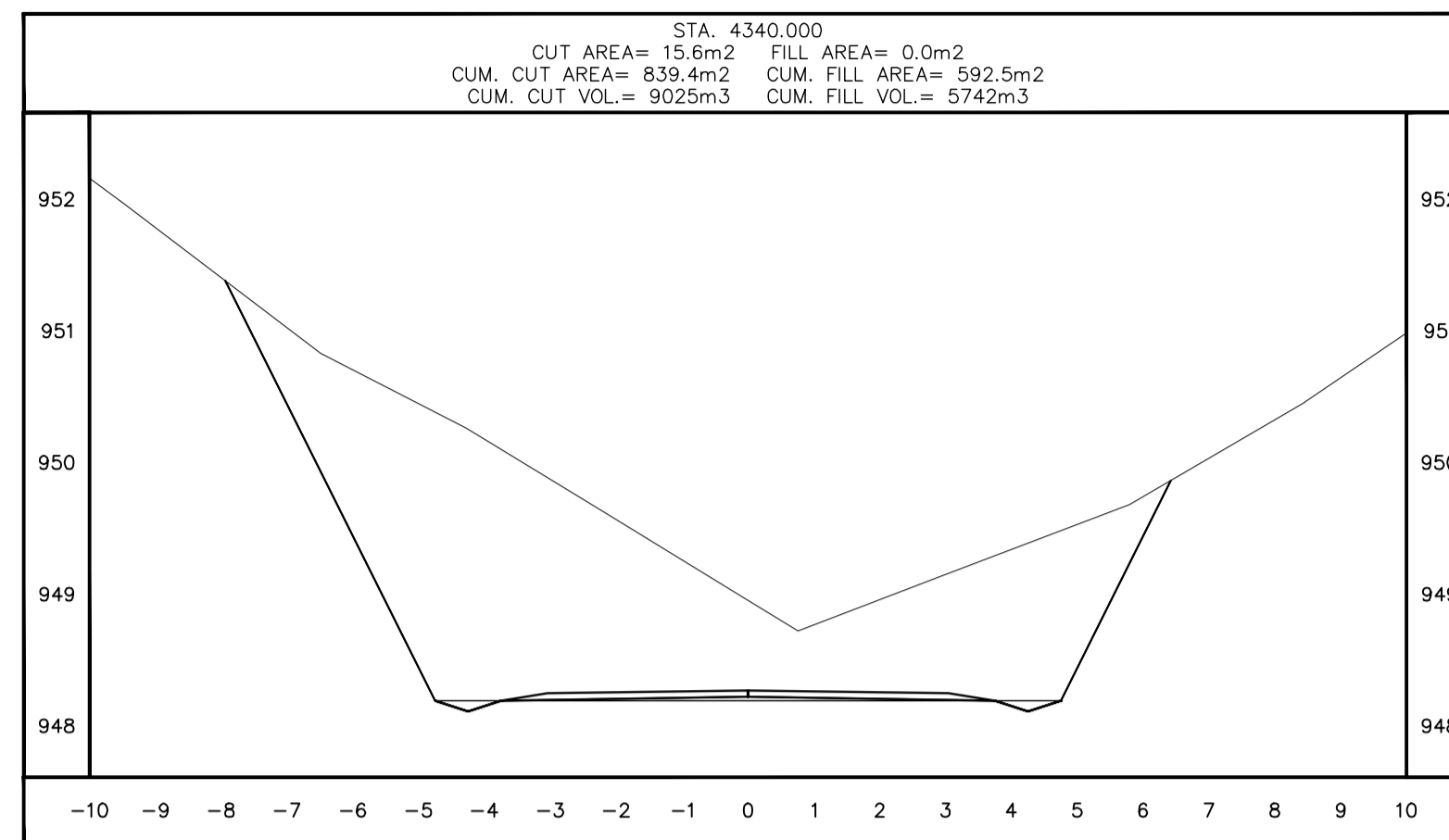
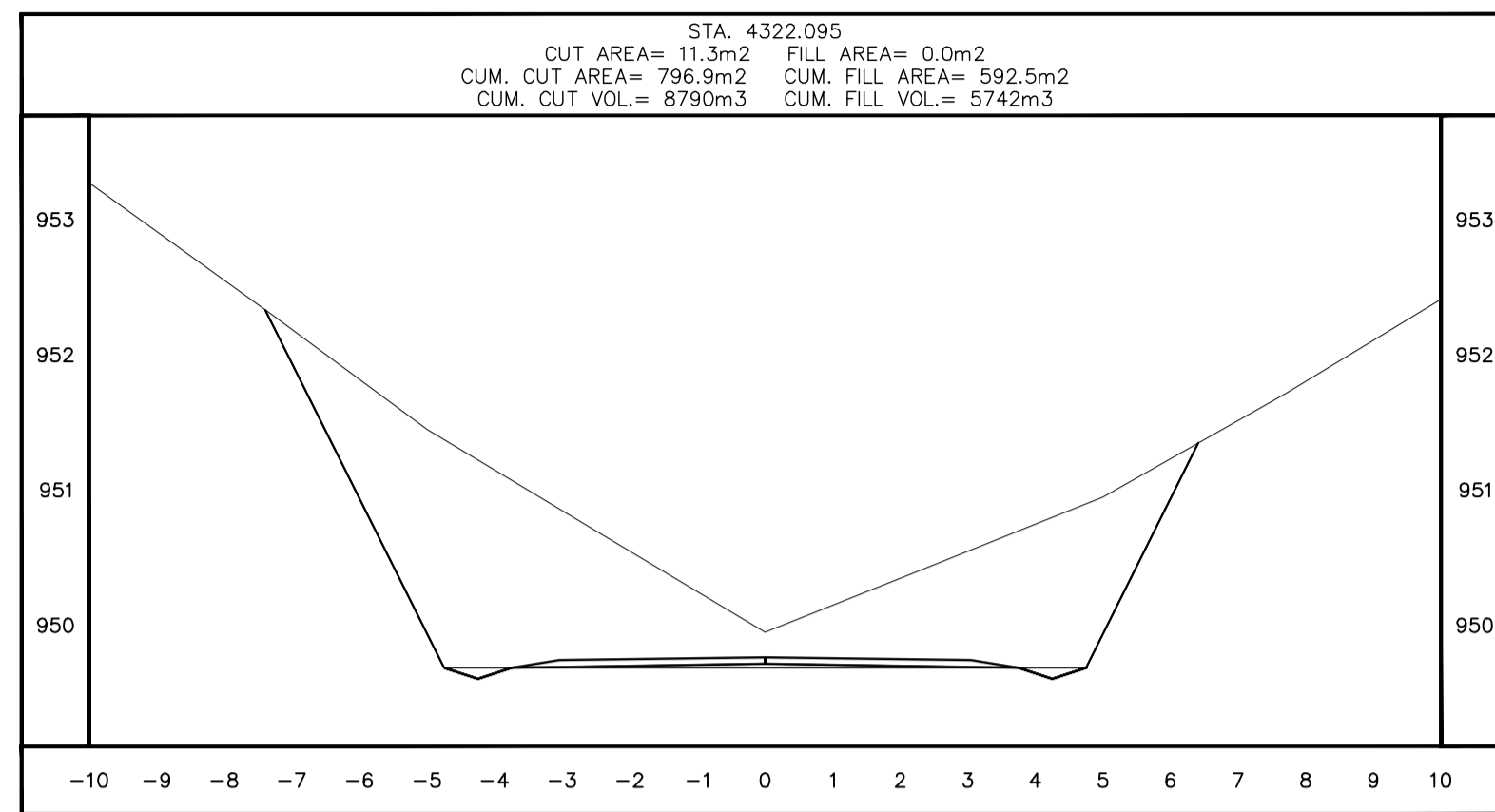
PROYECTO:  
 CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.

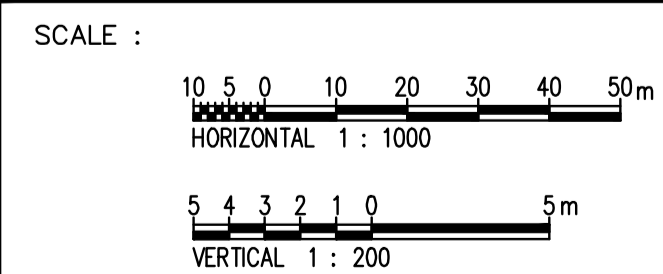


SECCIONES TRANSVERSALES Y TIPICA  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

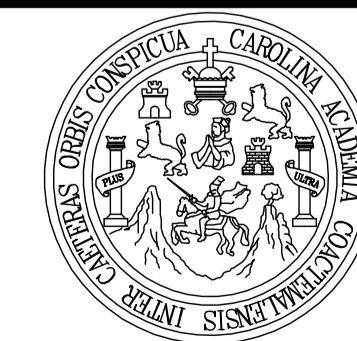


PROYECTO:

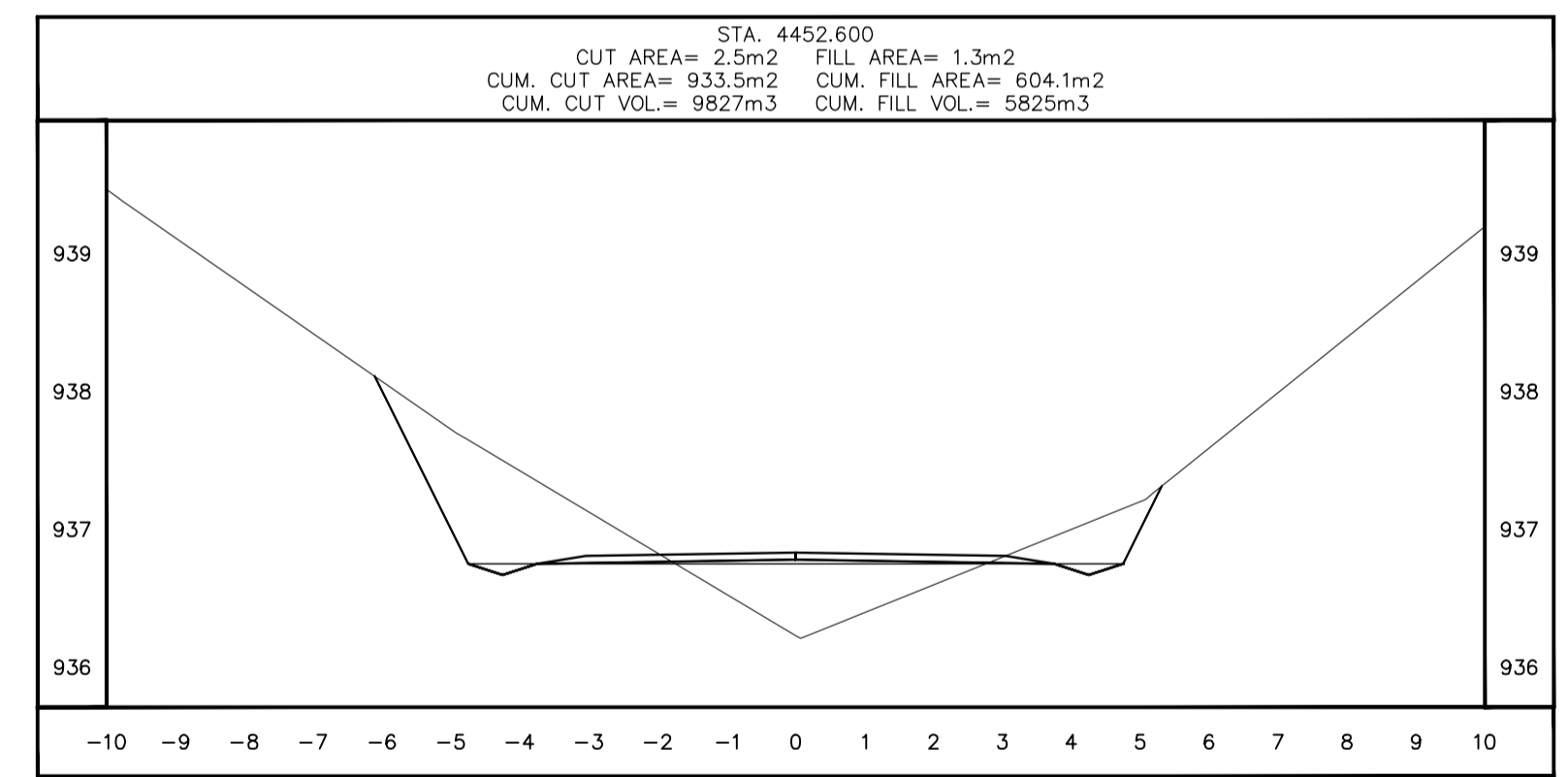
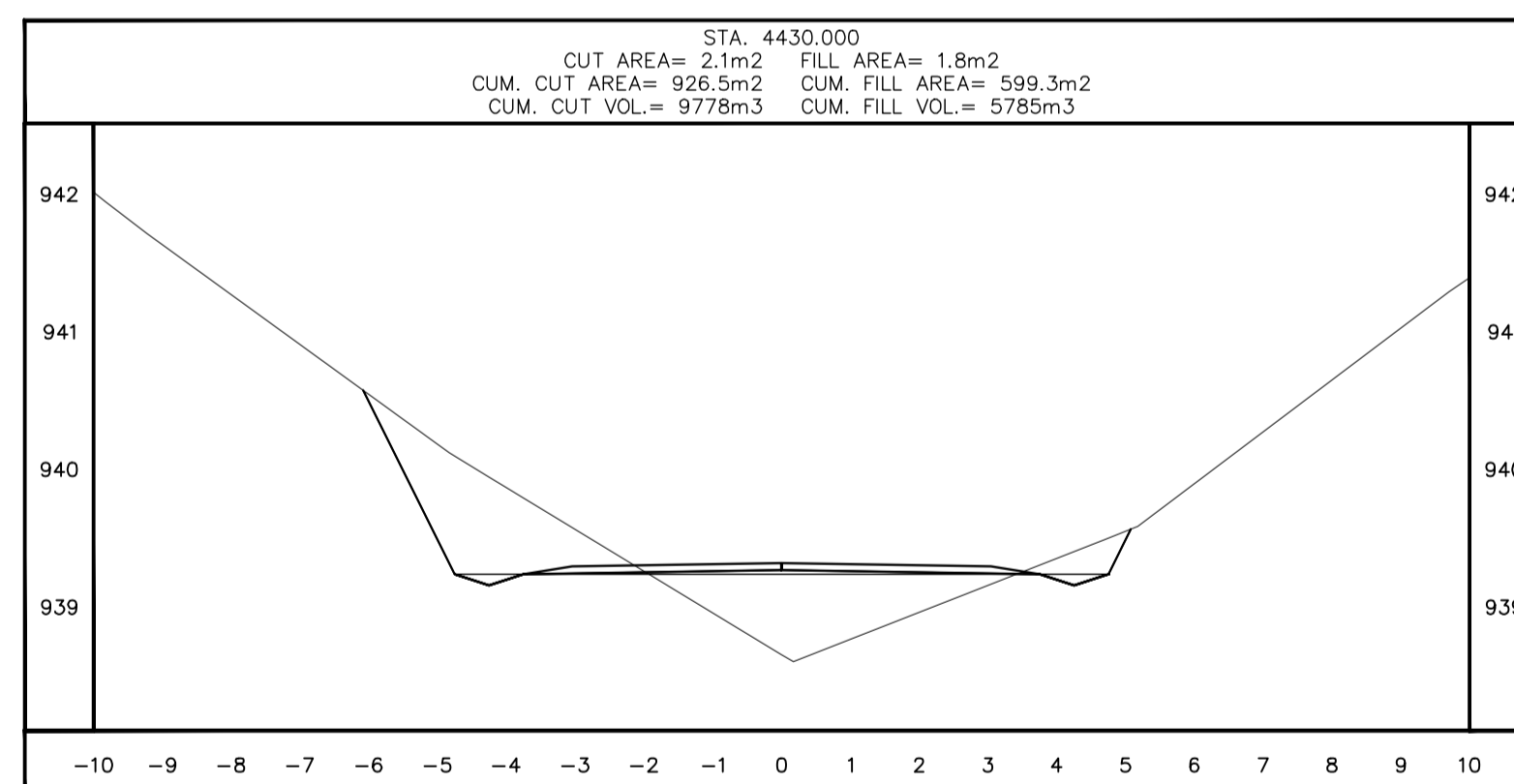
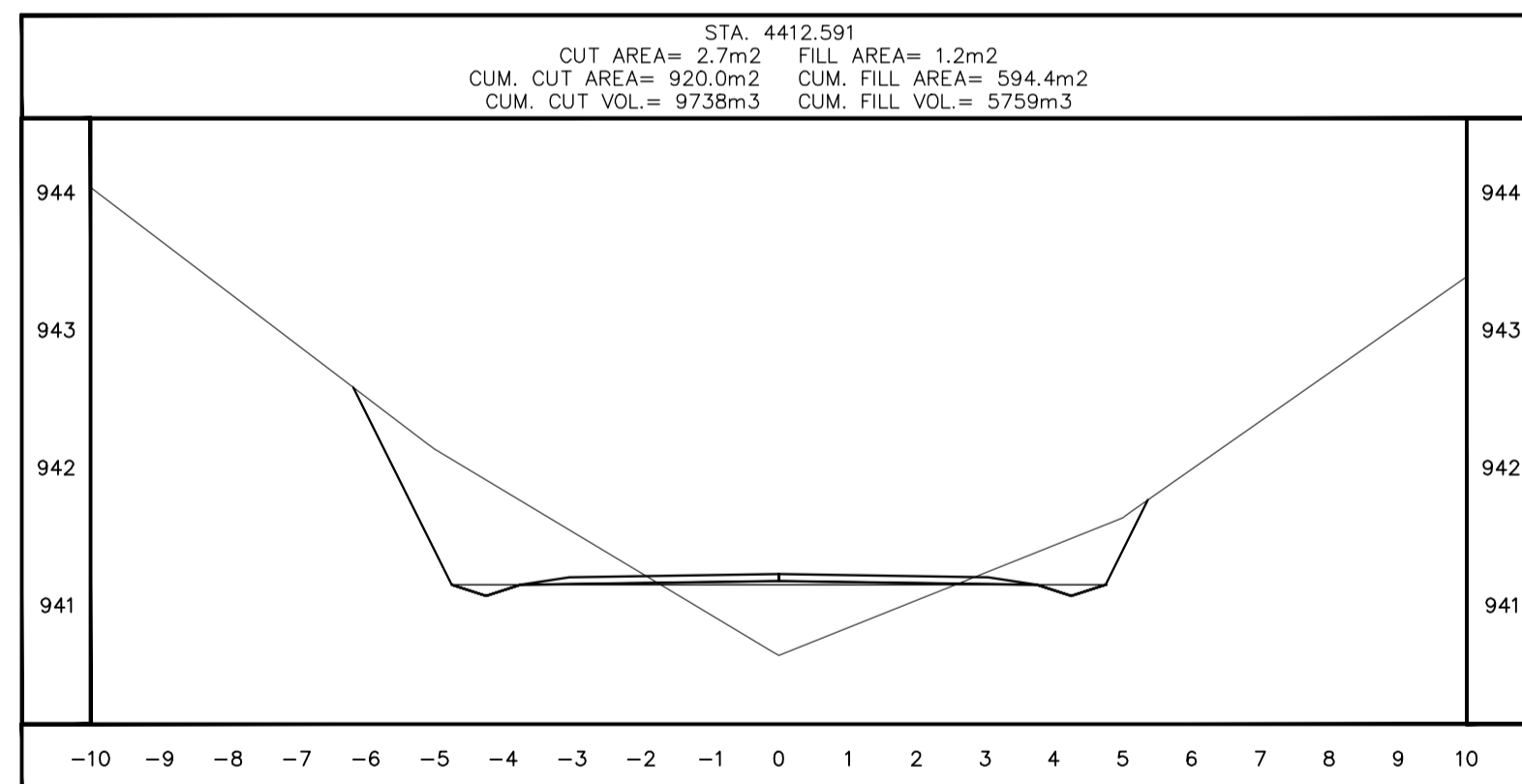
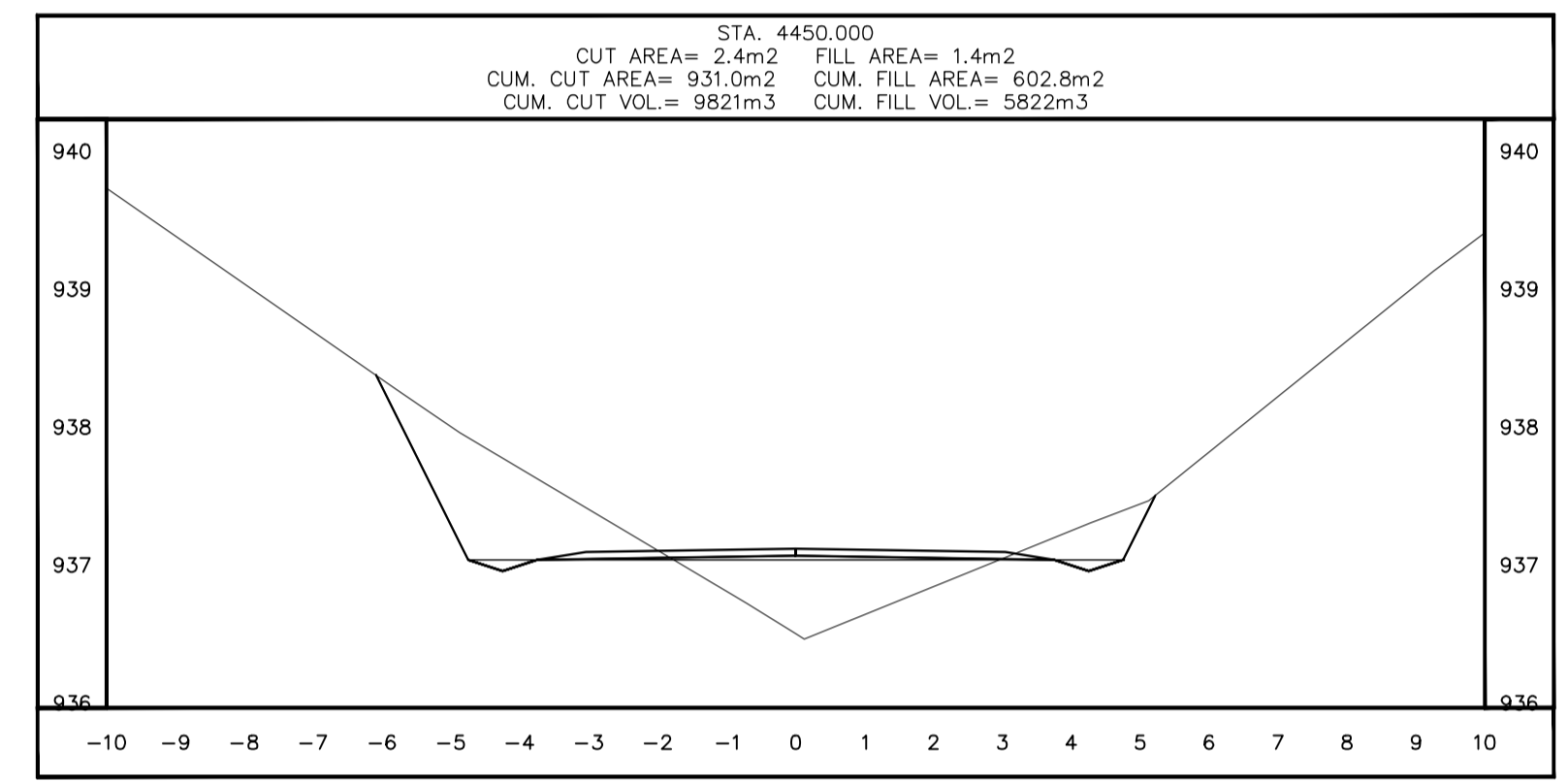
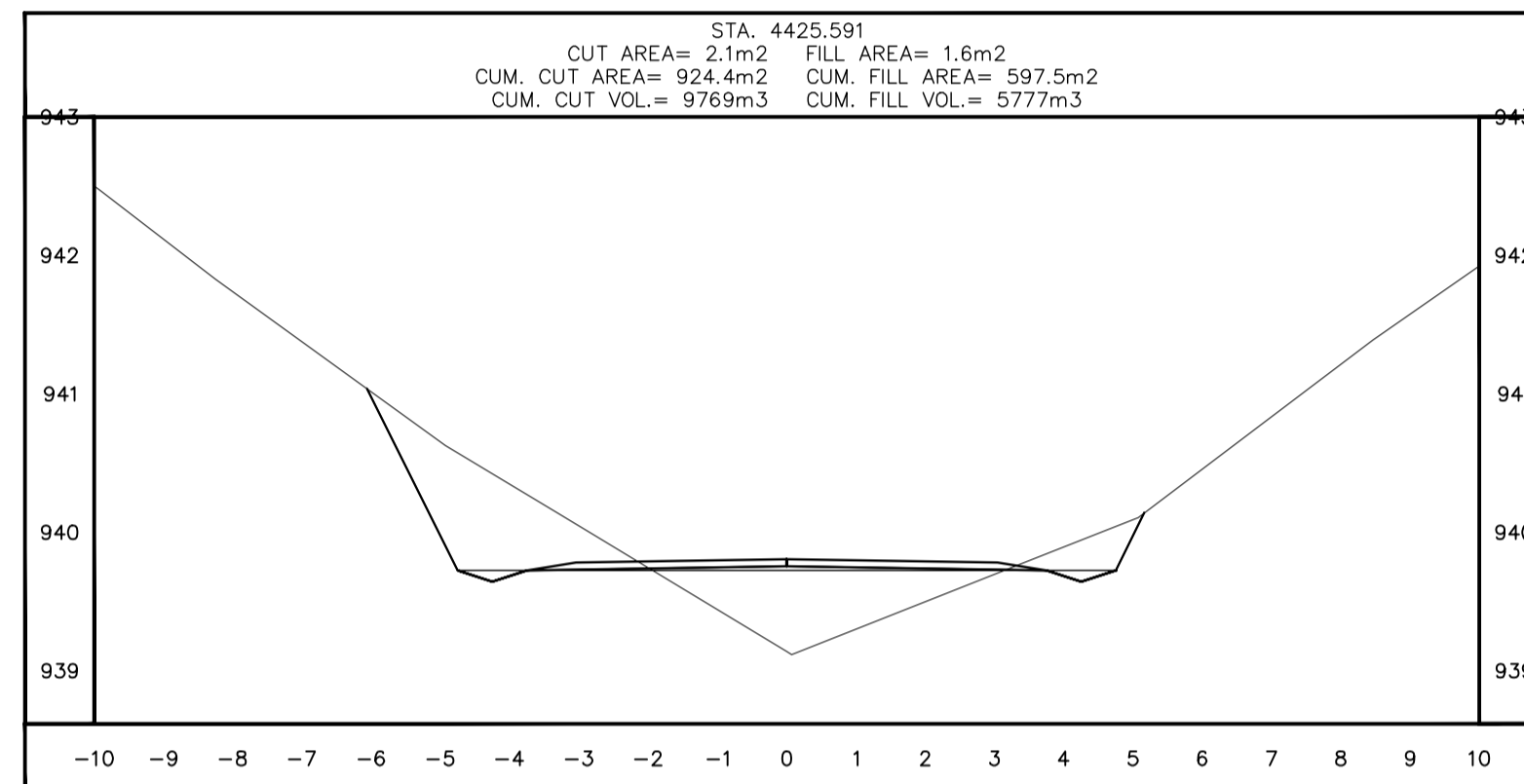
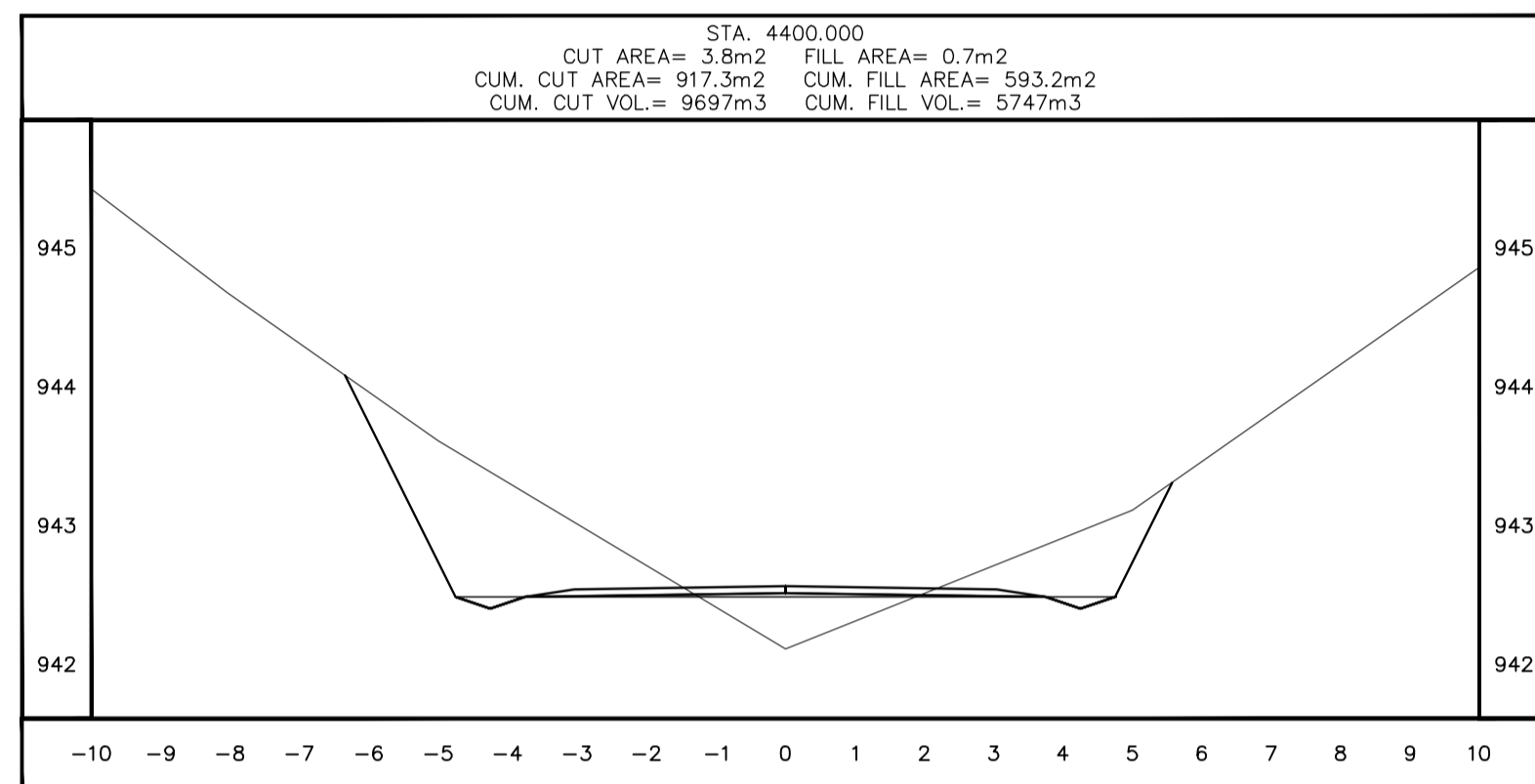
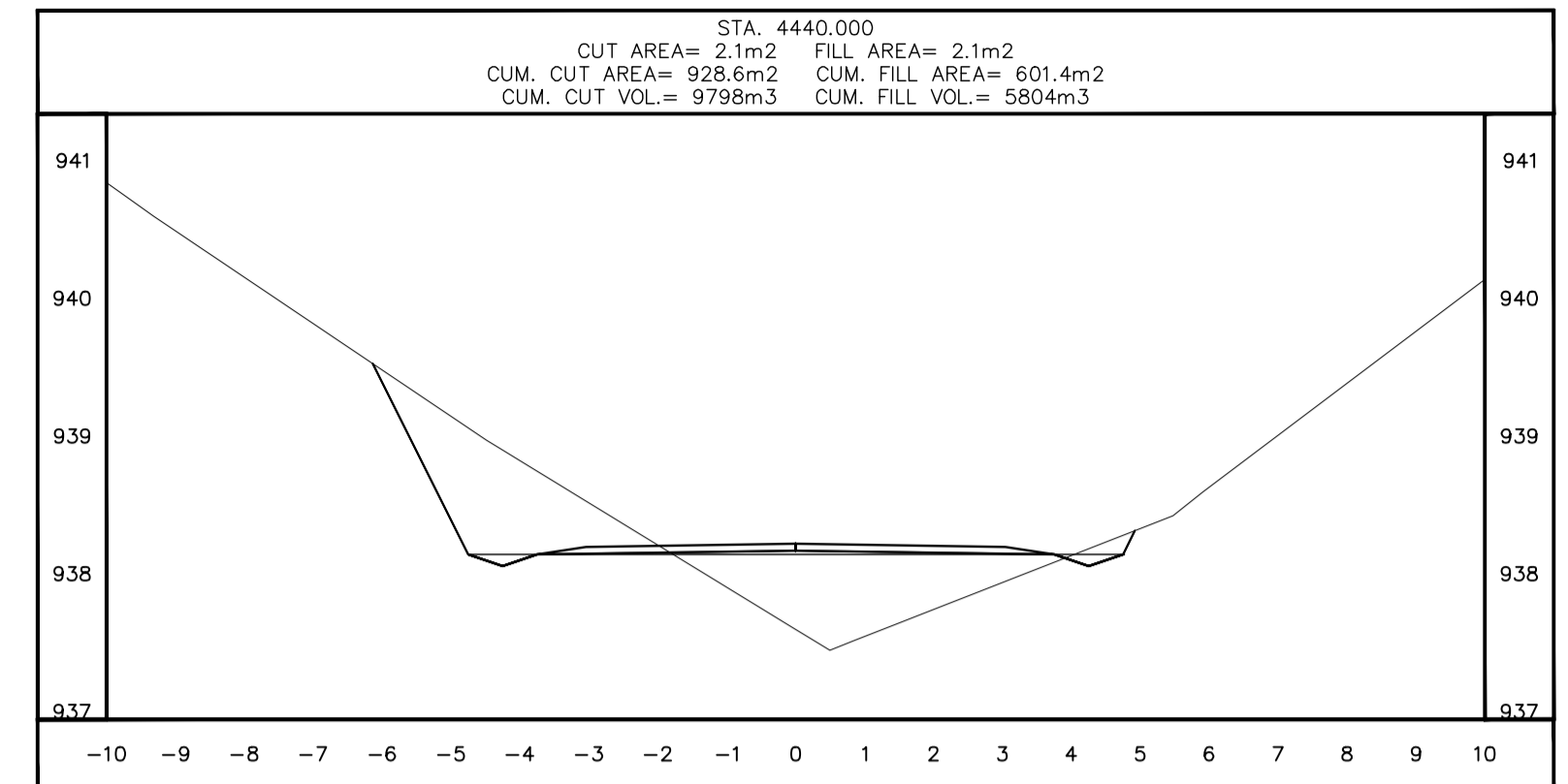
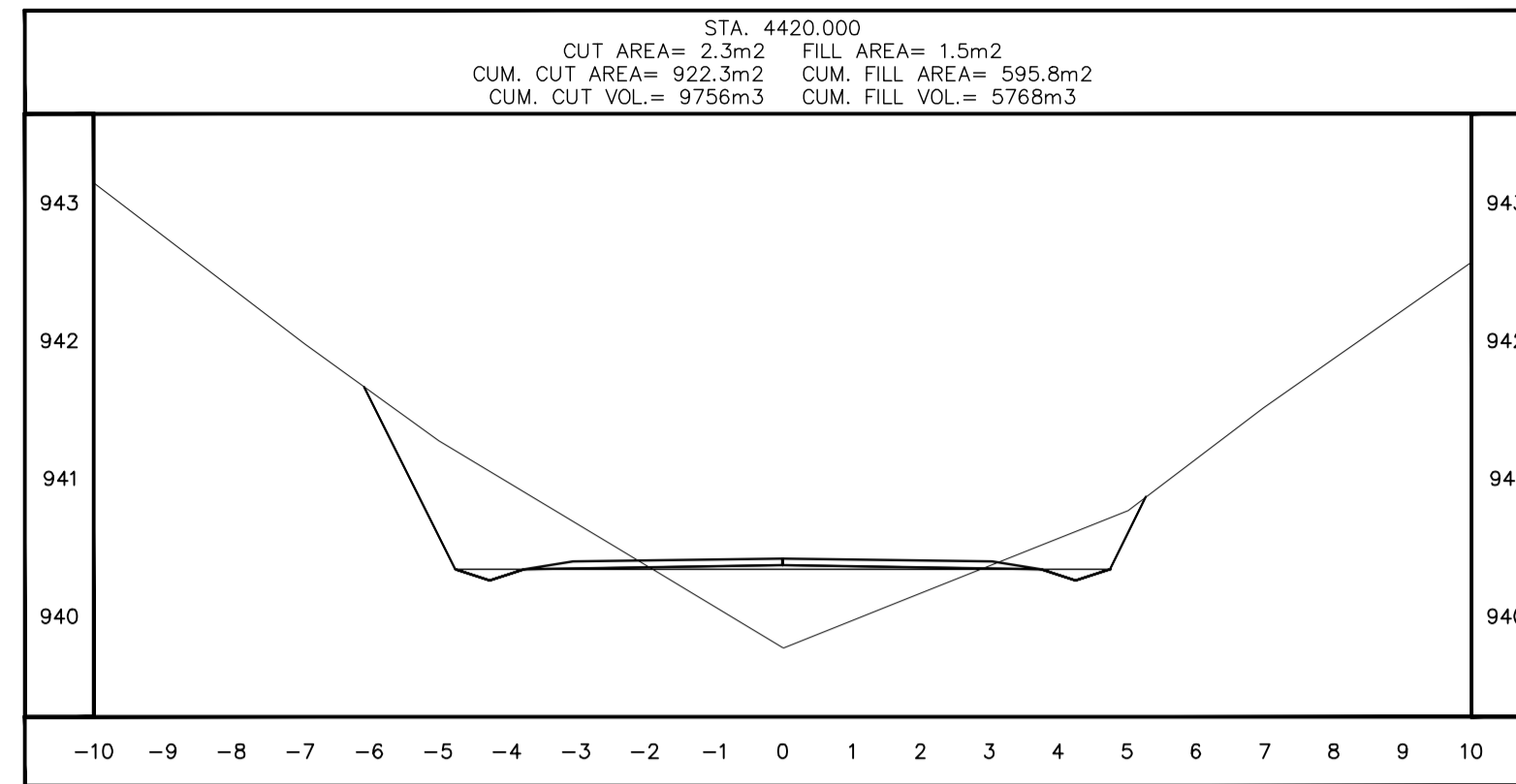
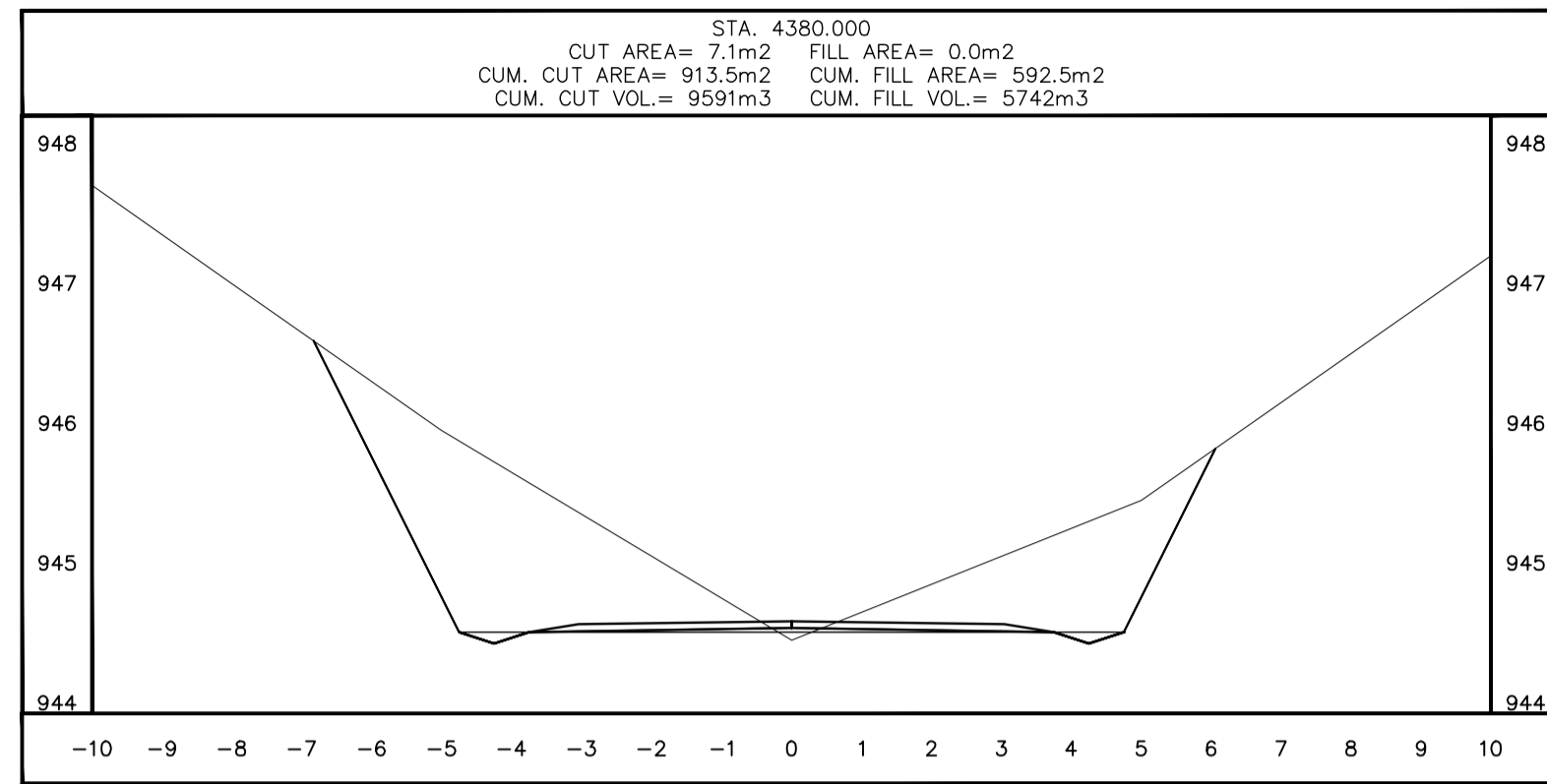
CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.

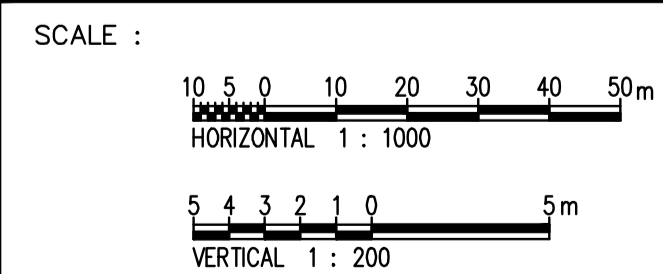


SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

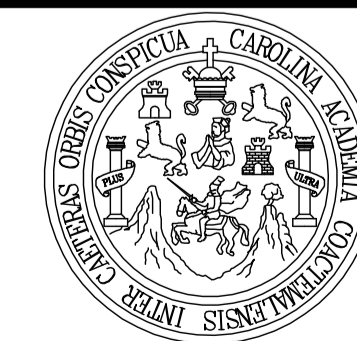


PROYECTO:

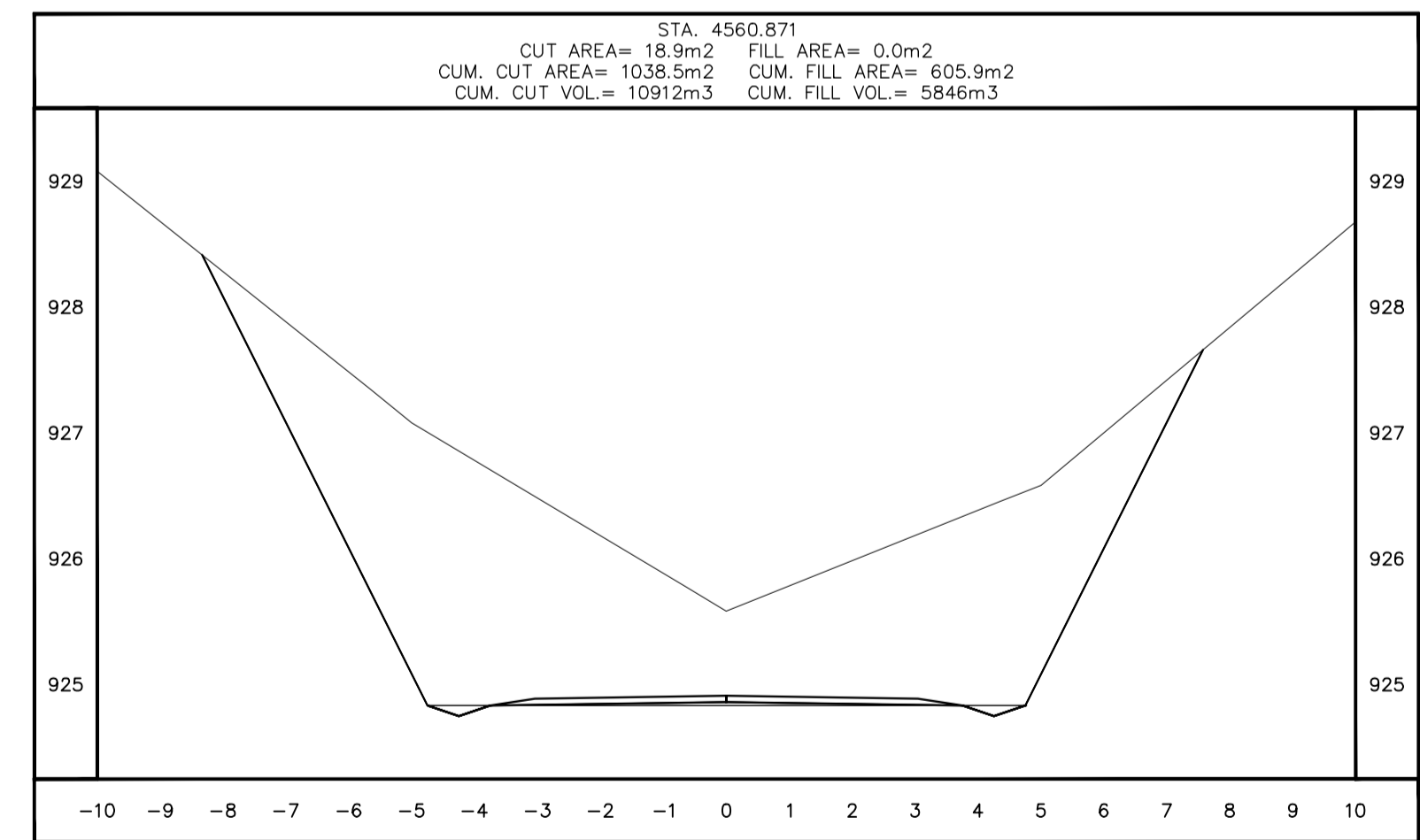
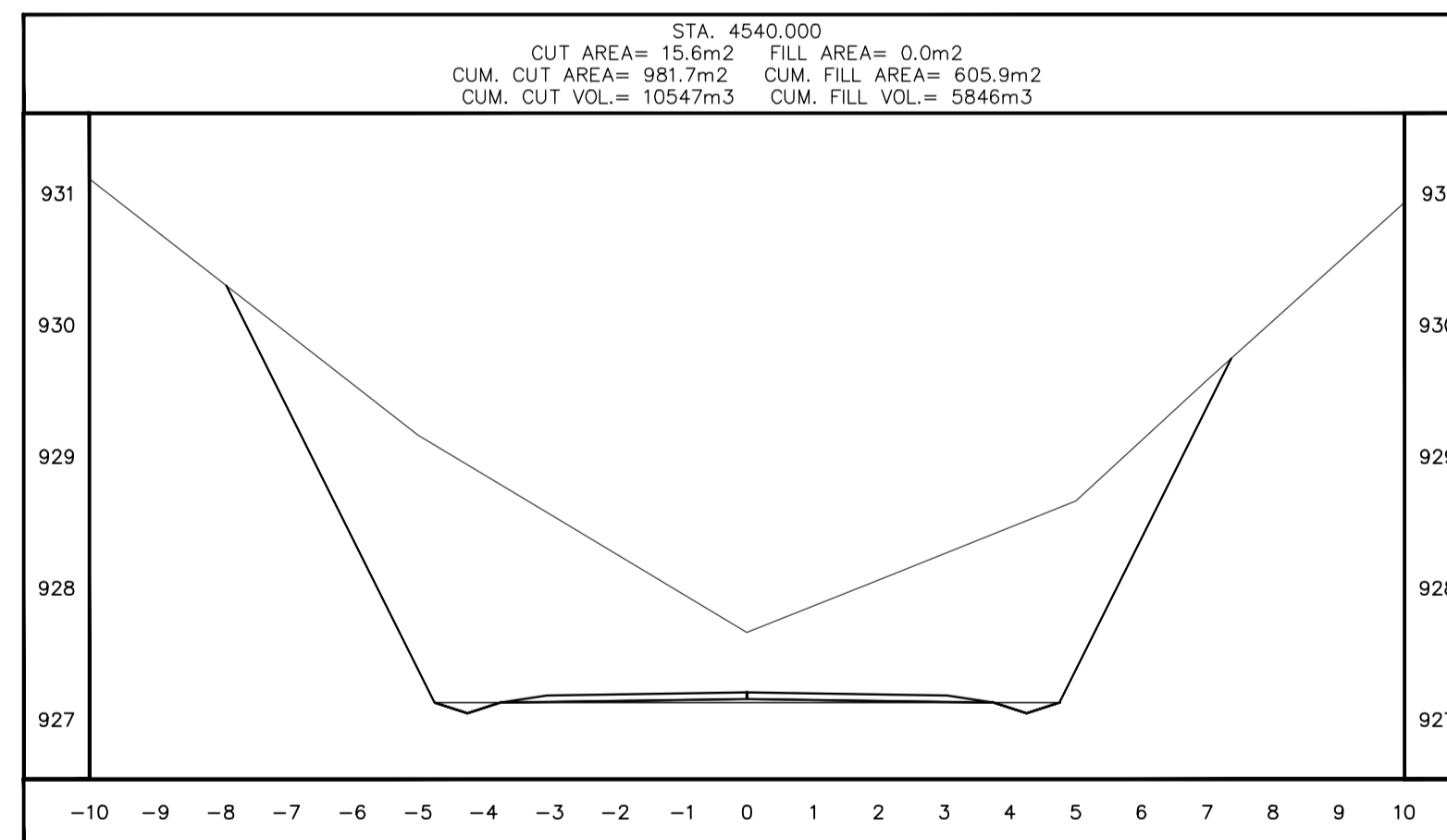
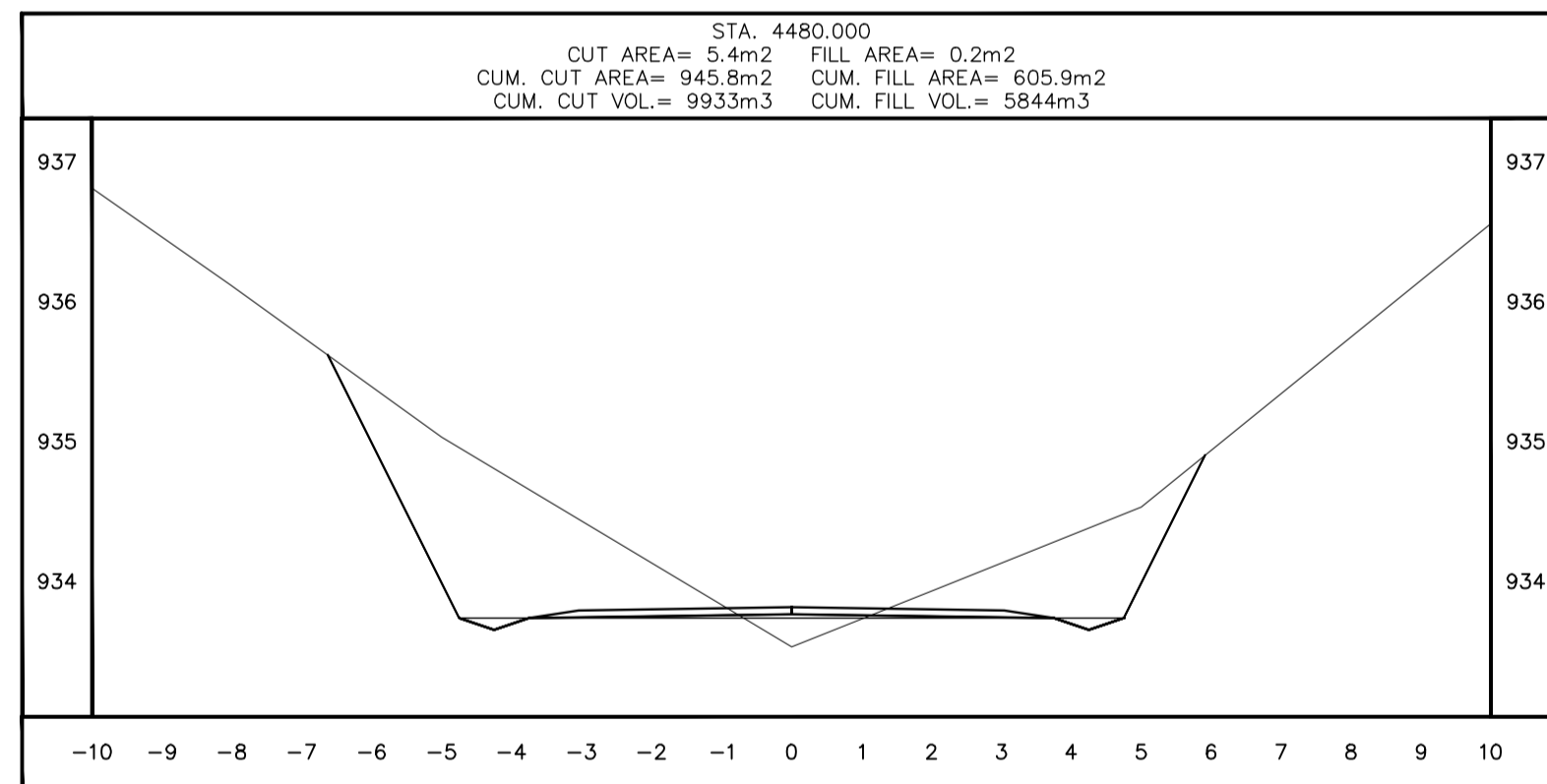
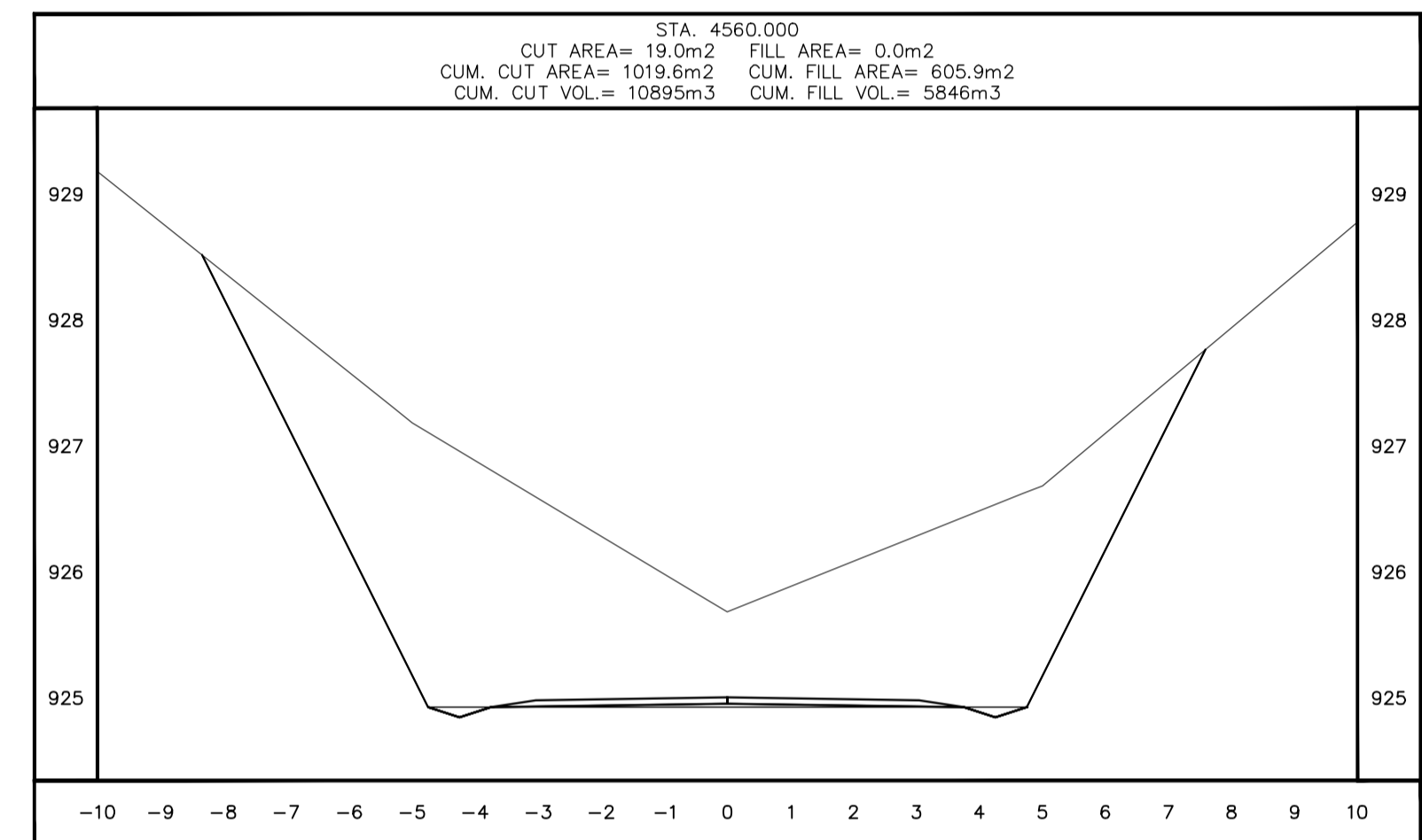
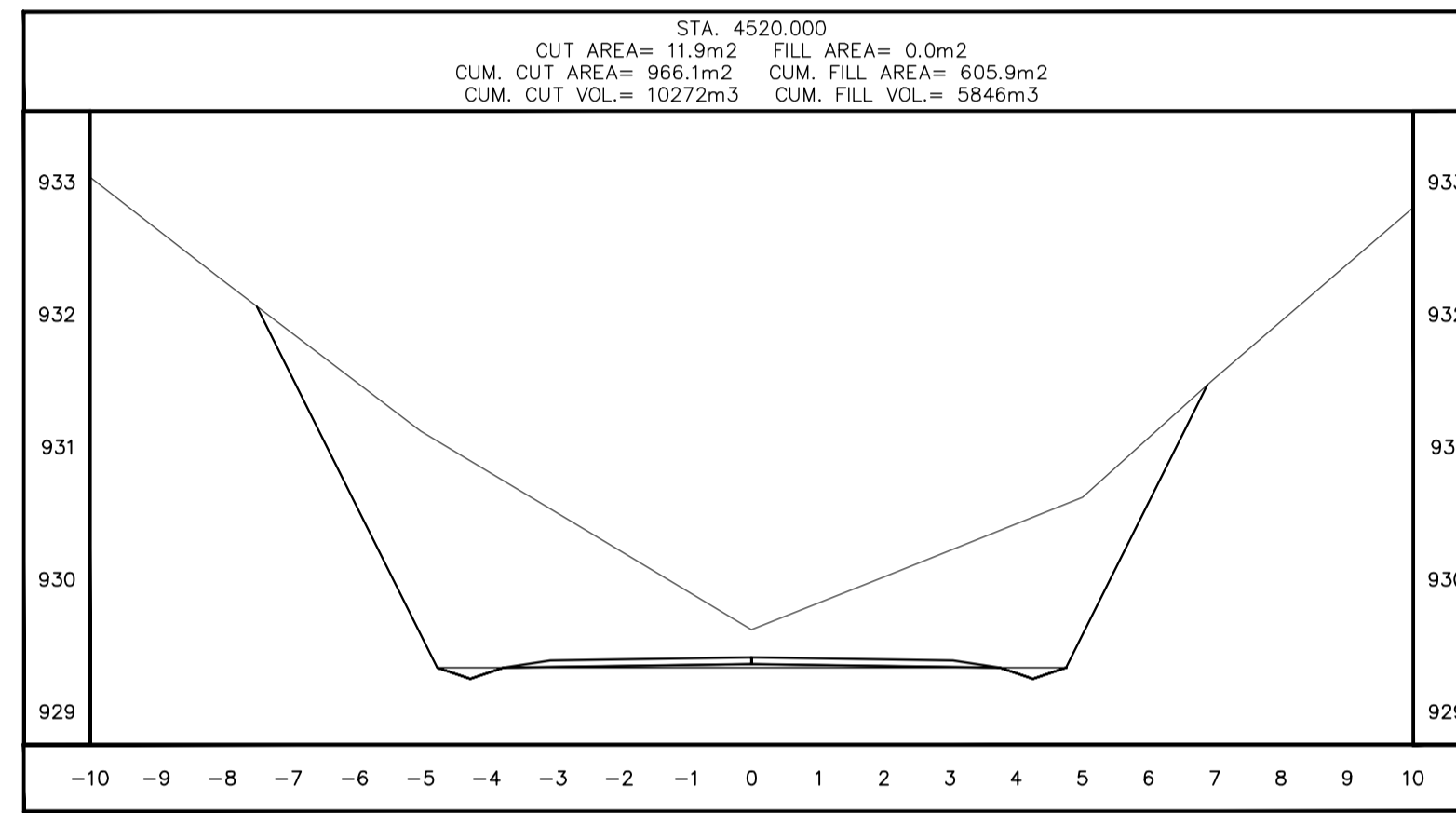
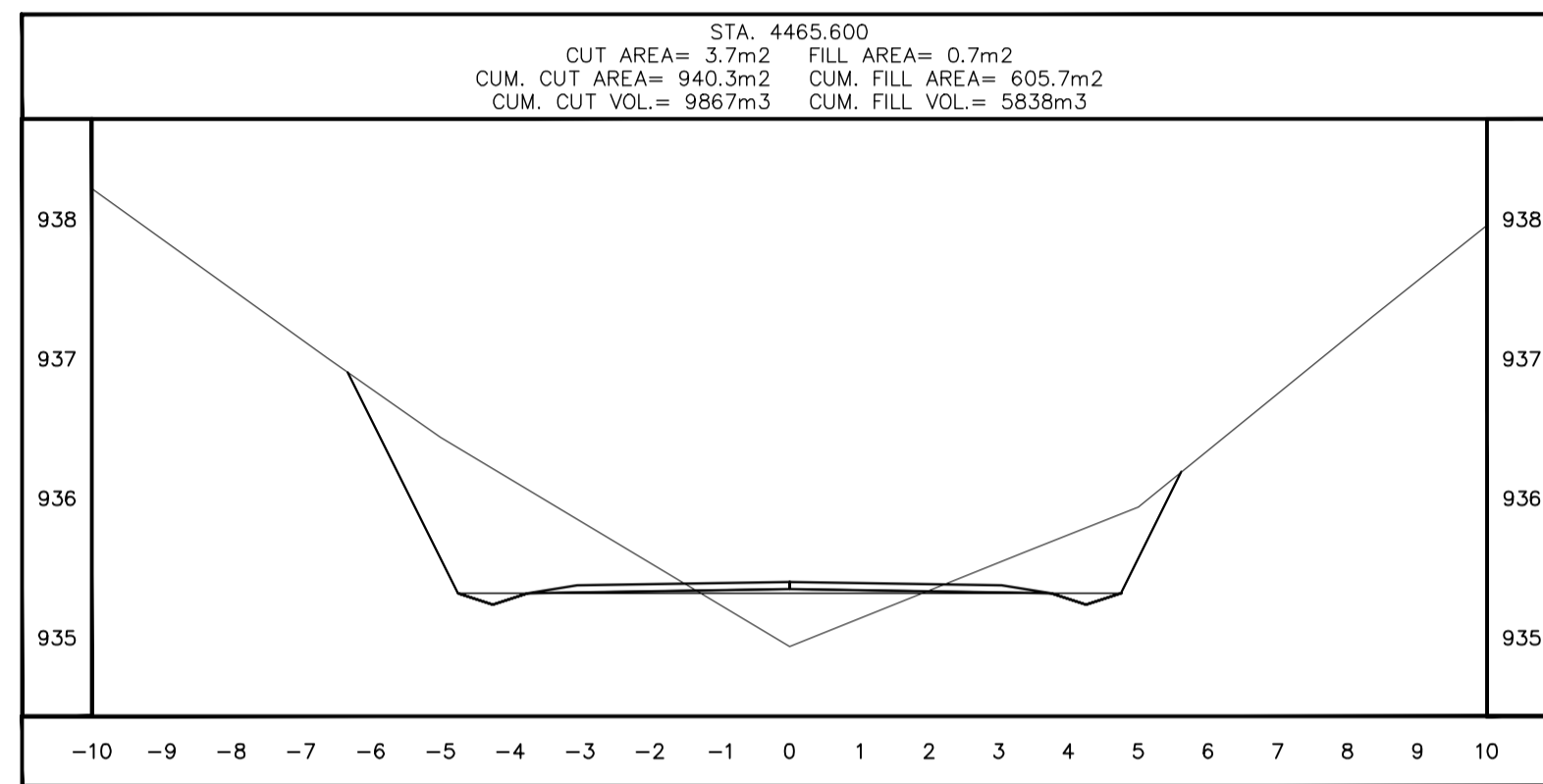
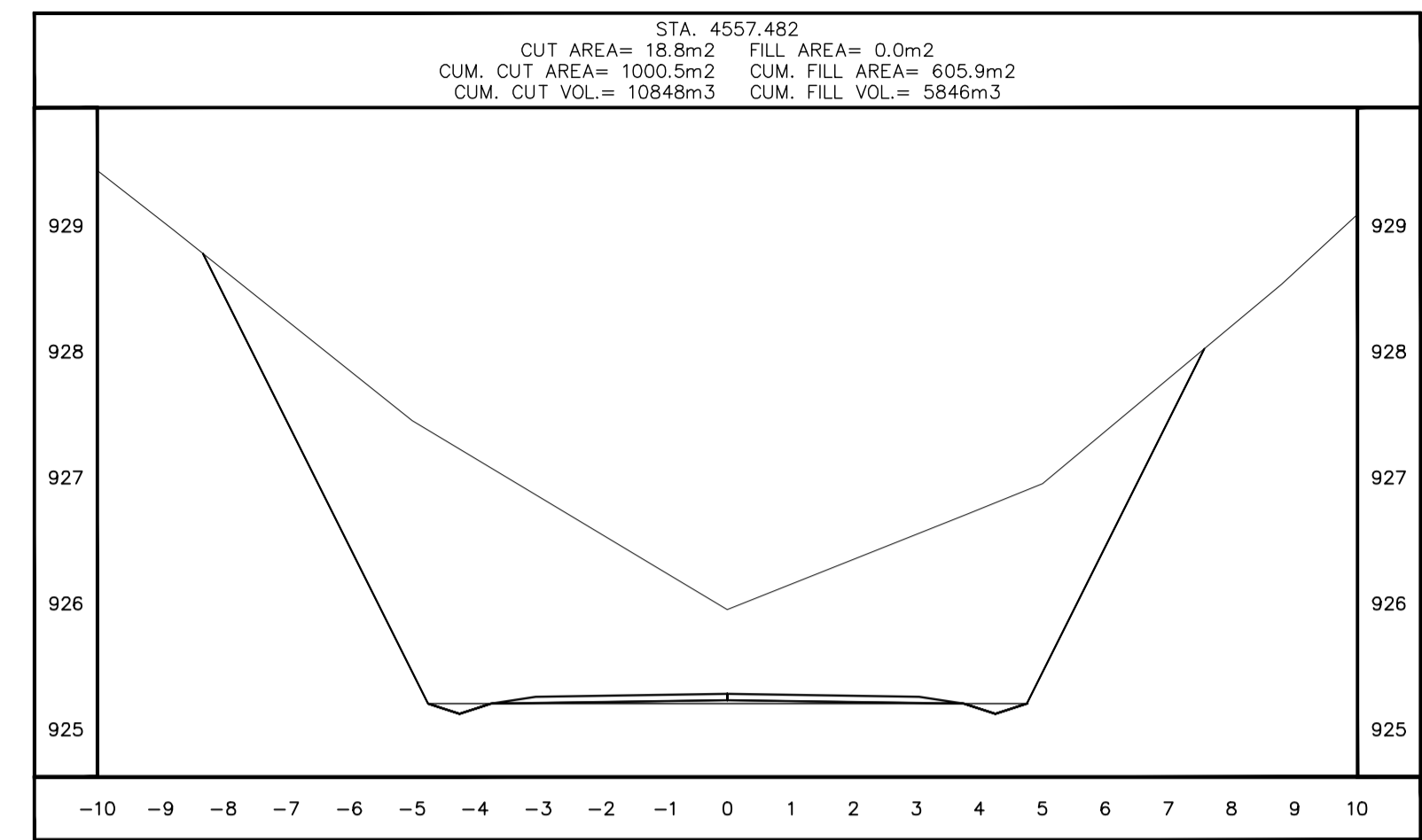
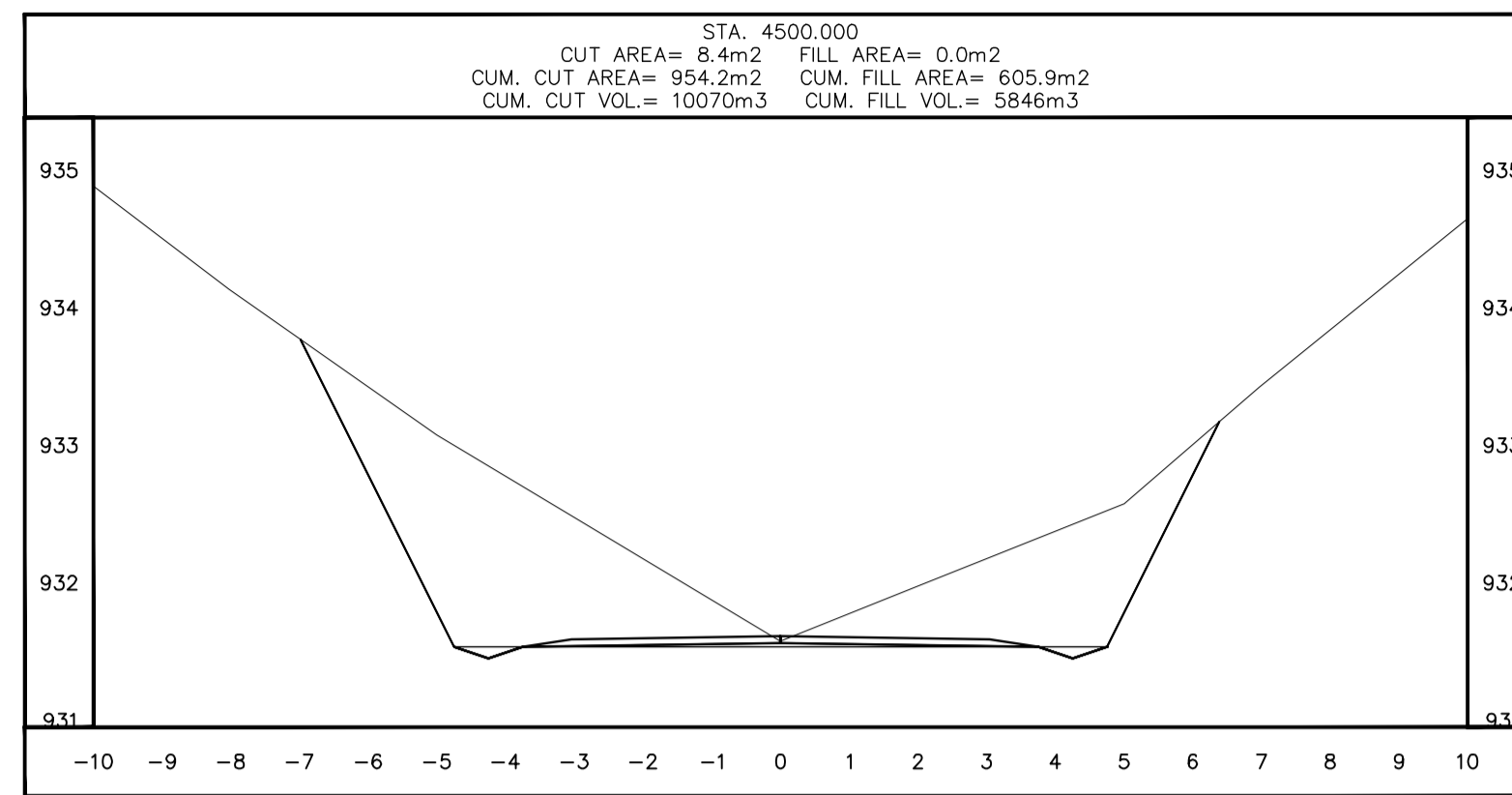
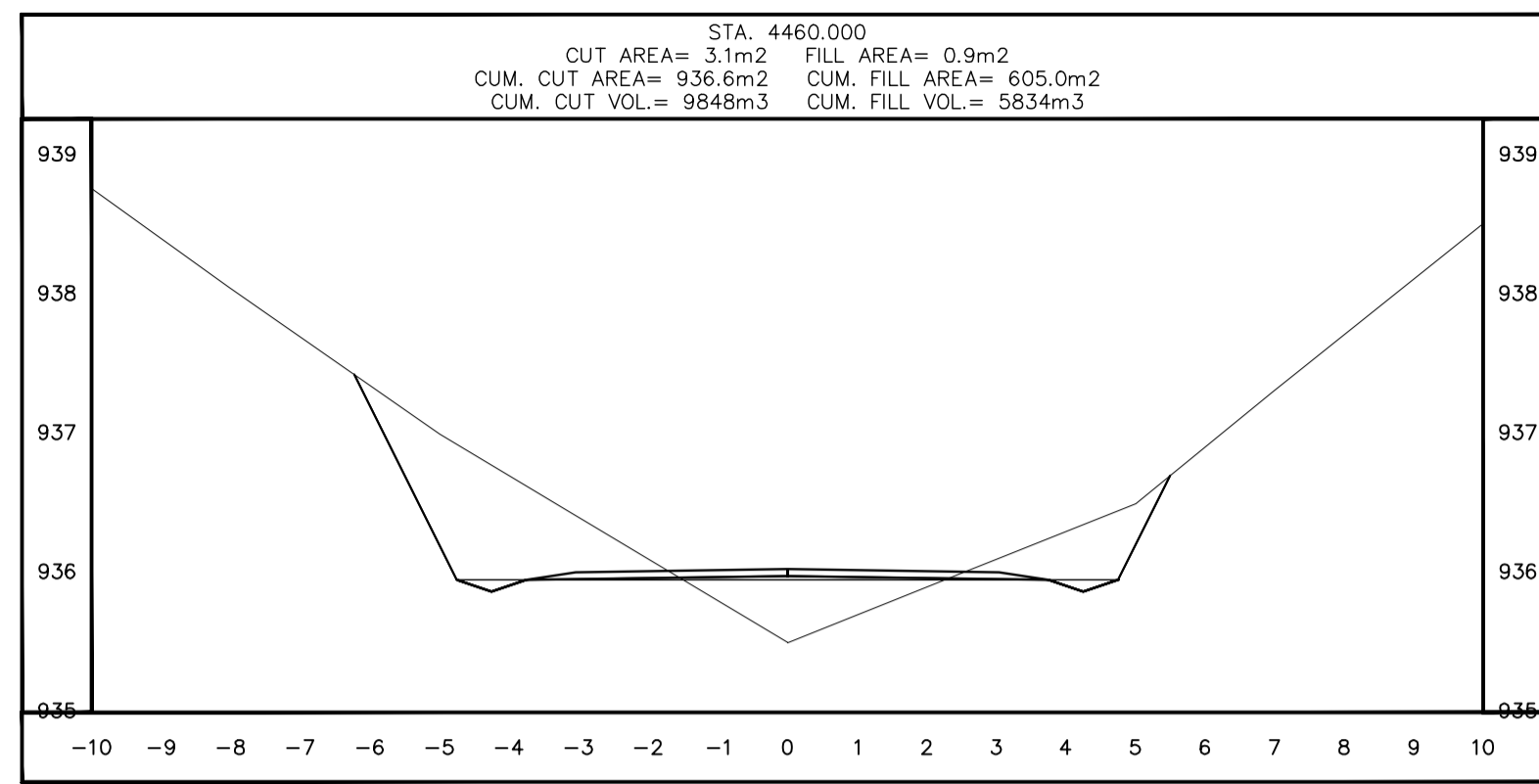
CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ



DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2012.



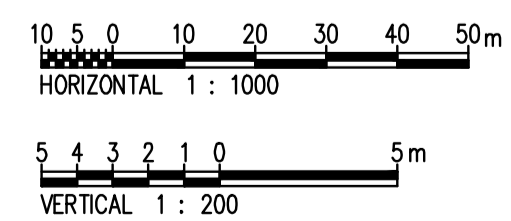
SECCIONES TRANSVERSALES  
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PROYECTO:

CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL  
 - CUYQUEL, TACTIC, ALTA VERAPAZ

SCALE :

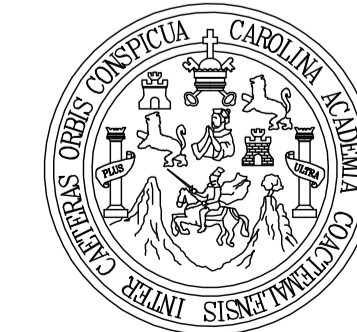


DIBUJO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

DISEÑO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

CALCULO:  
 OTTO ERWIN CHAVARRIA NOACK.

FECHA:  
 OCTUBRE 2012.

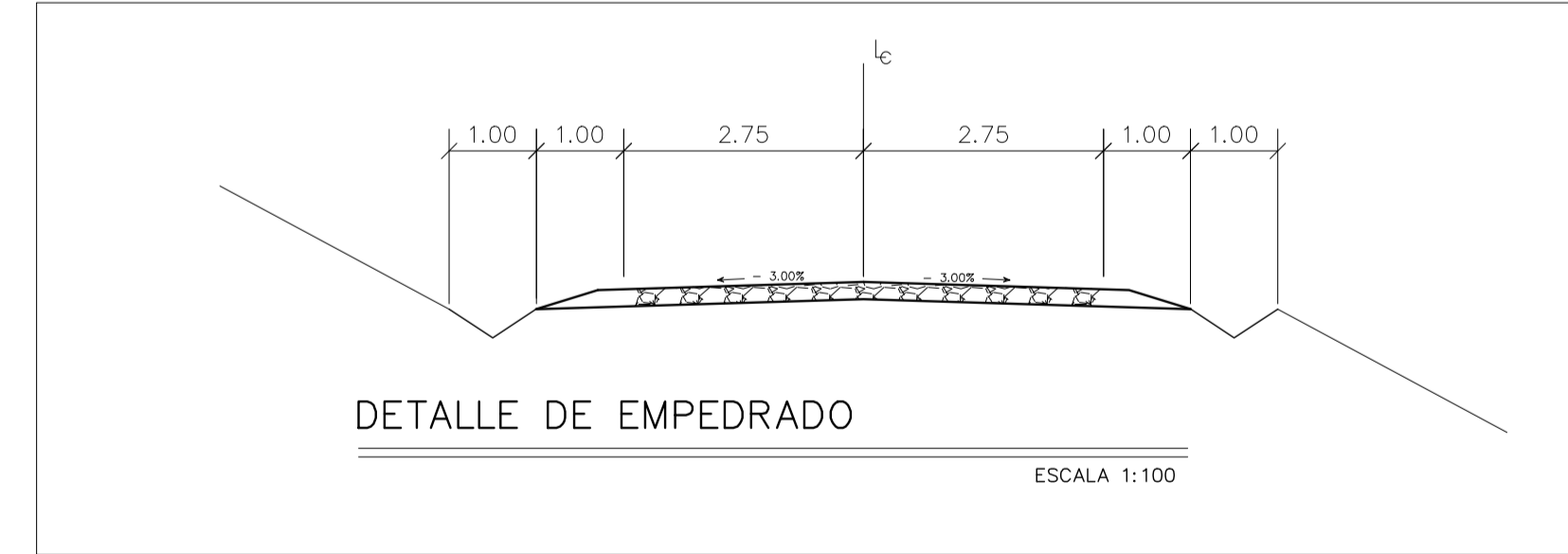
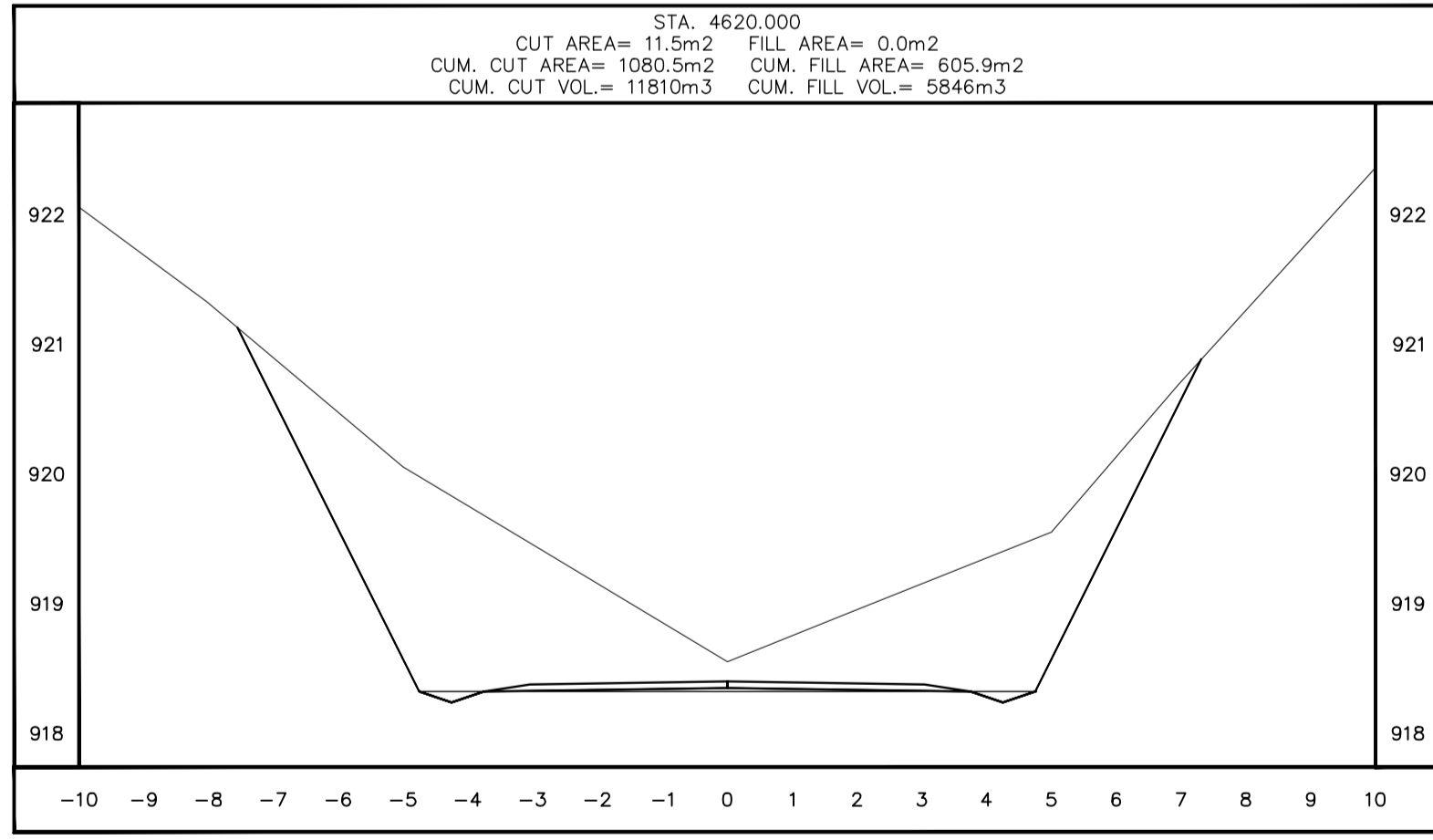
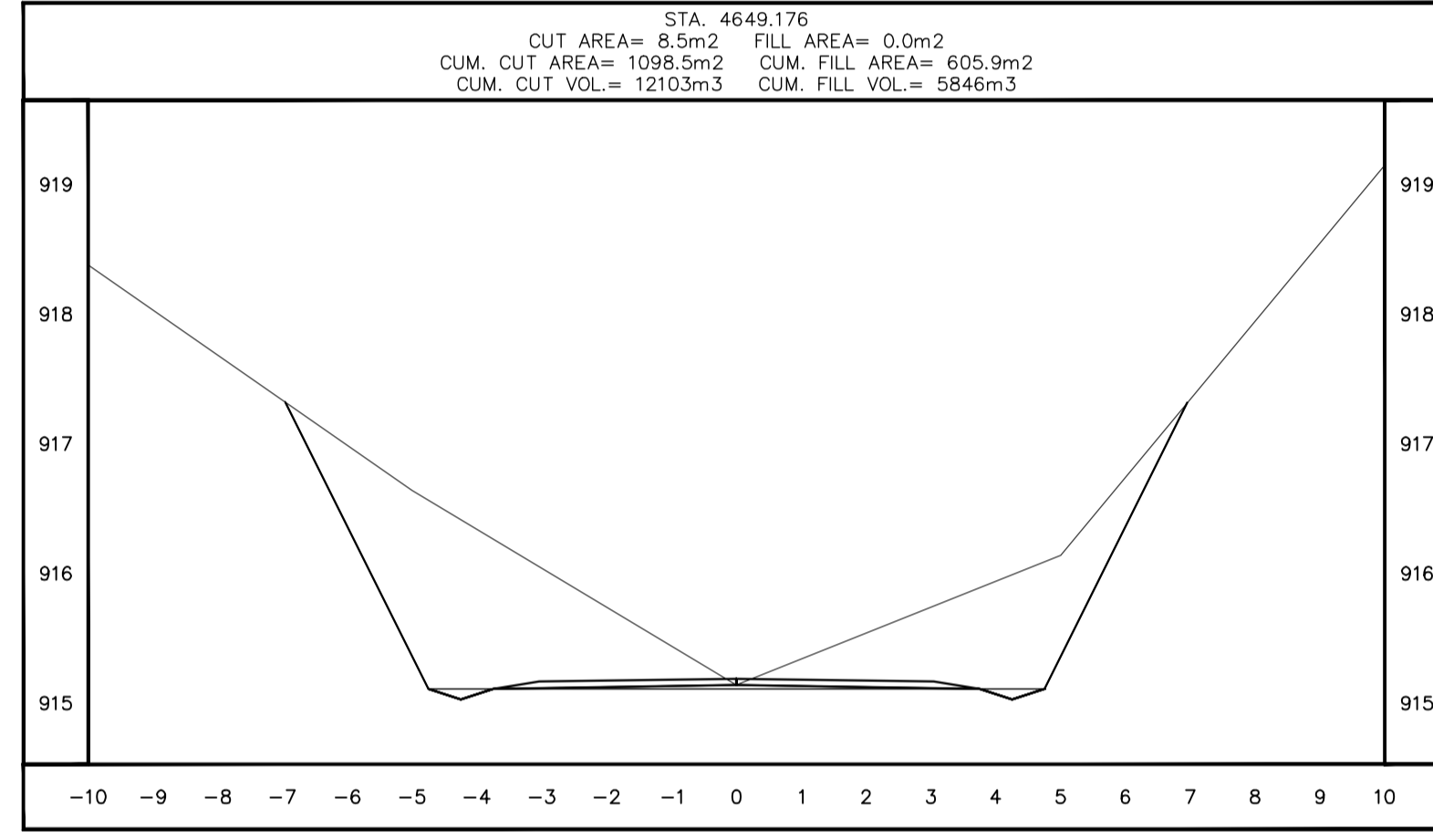
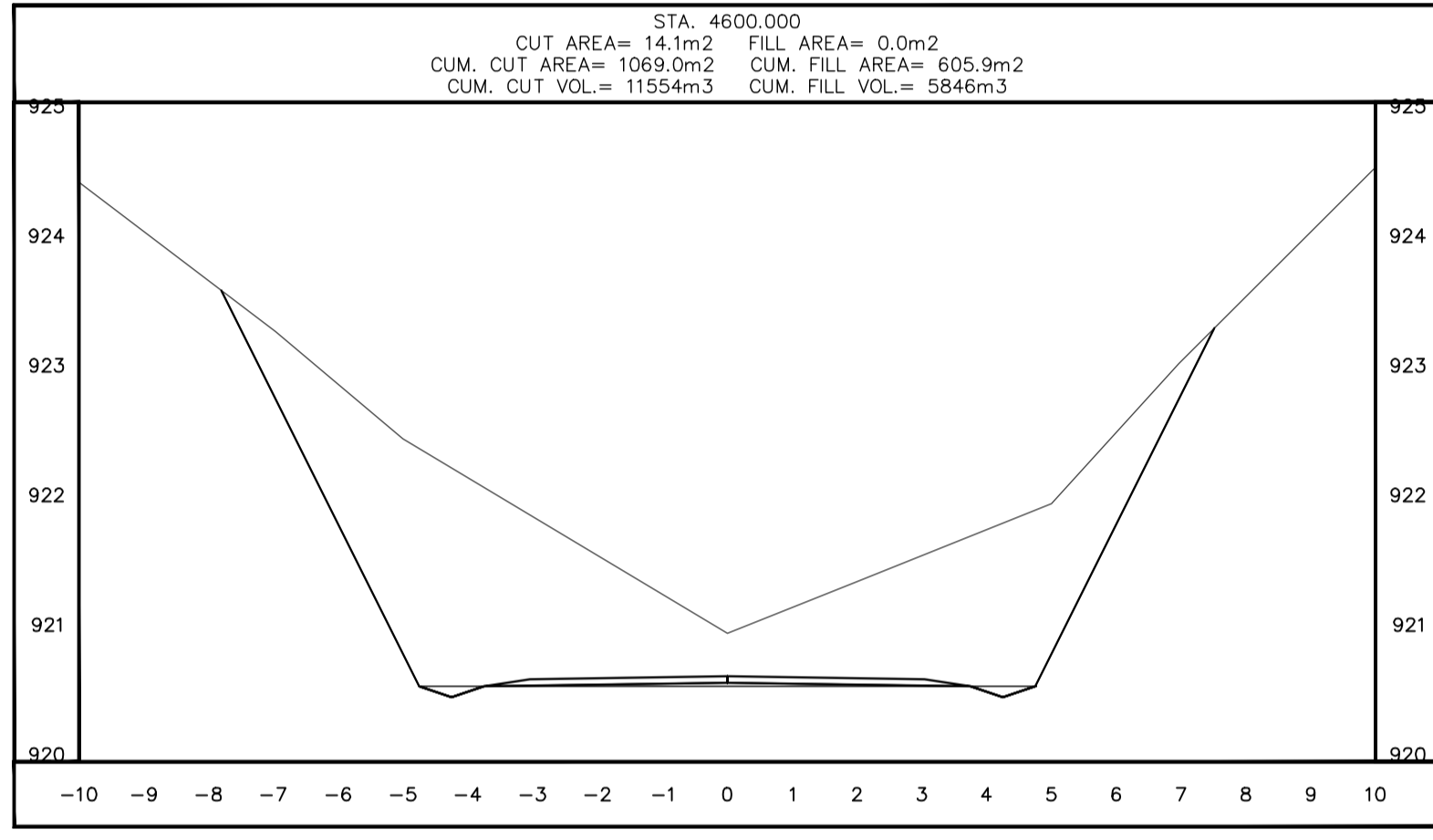
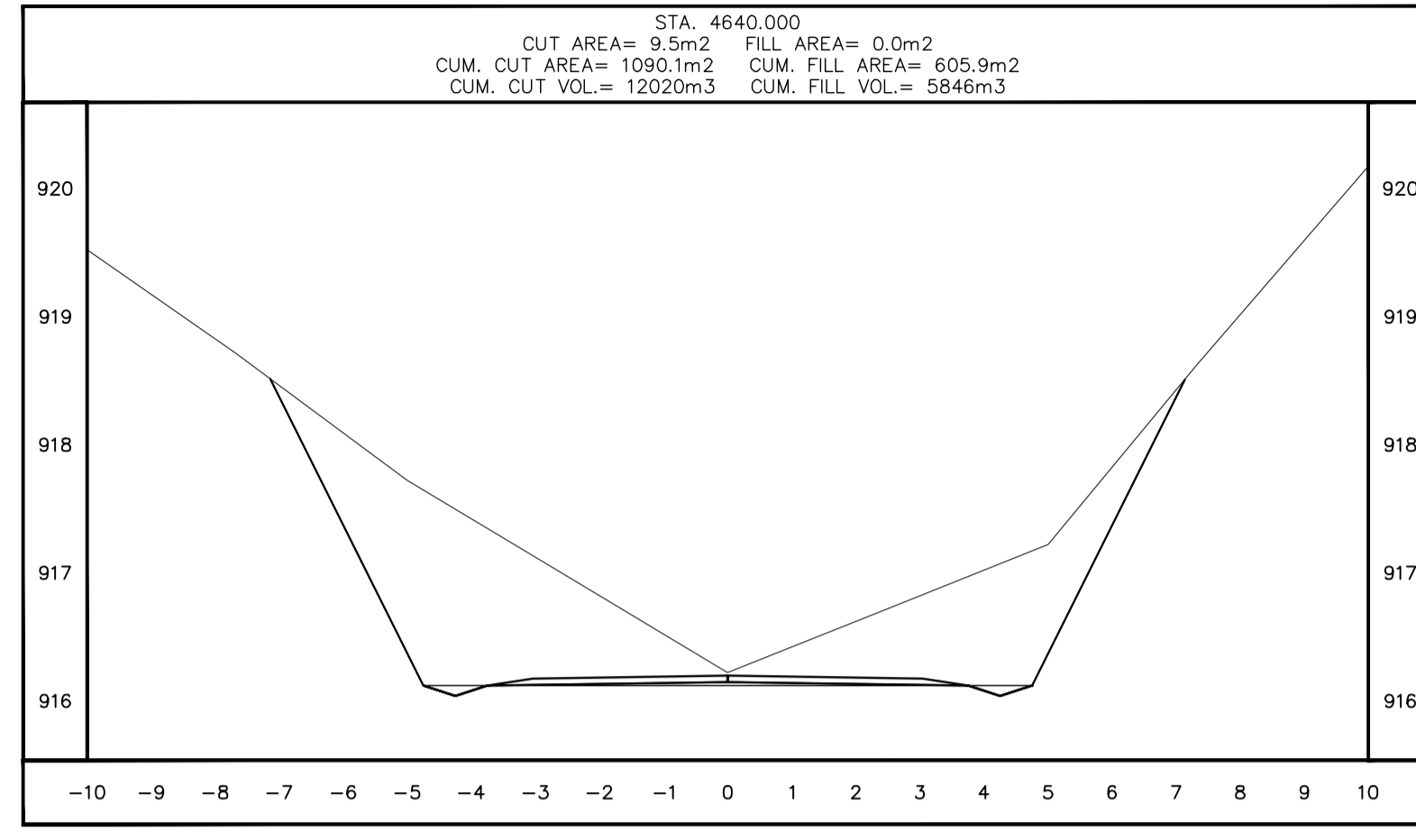
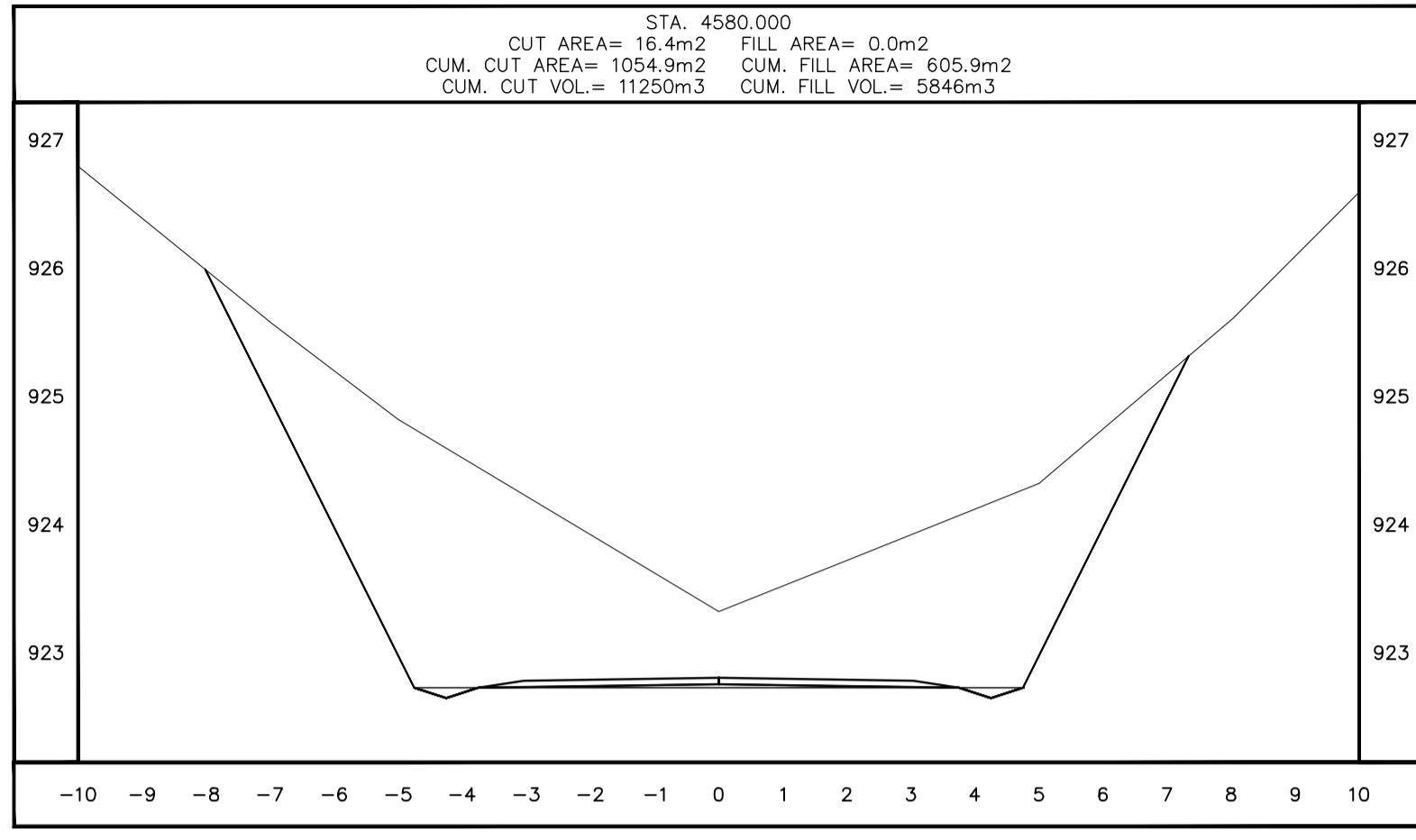


SECCIONES TRANSVERSALES

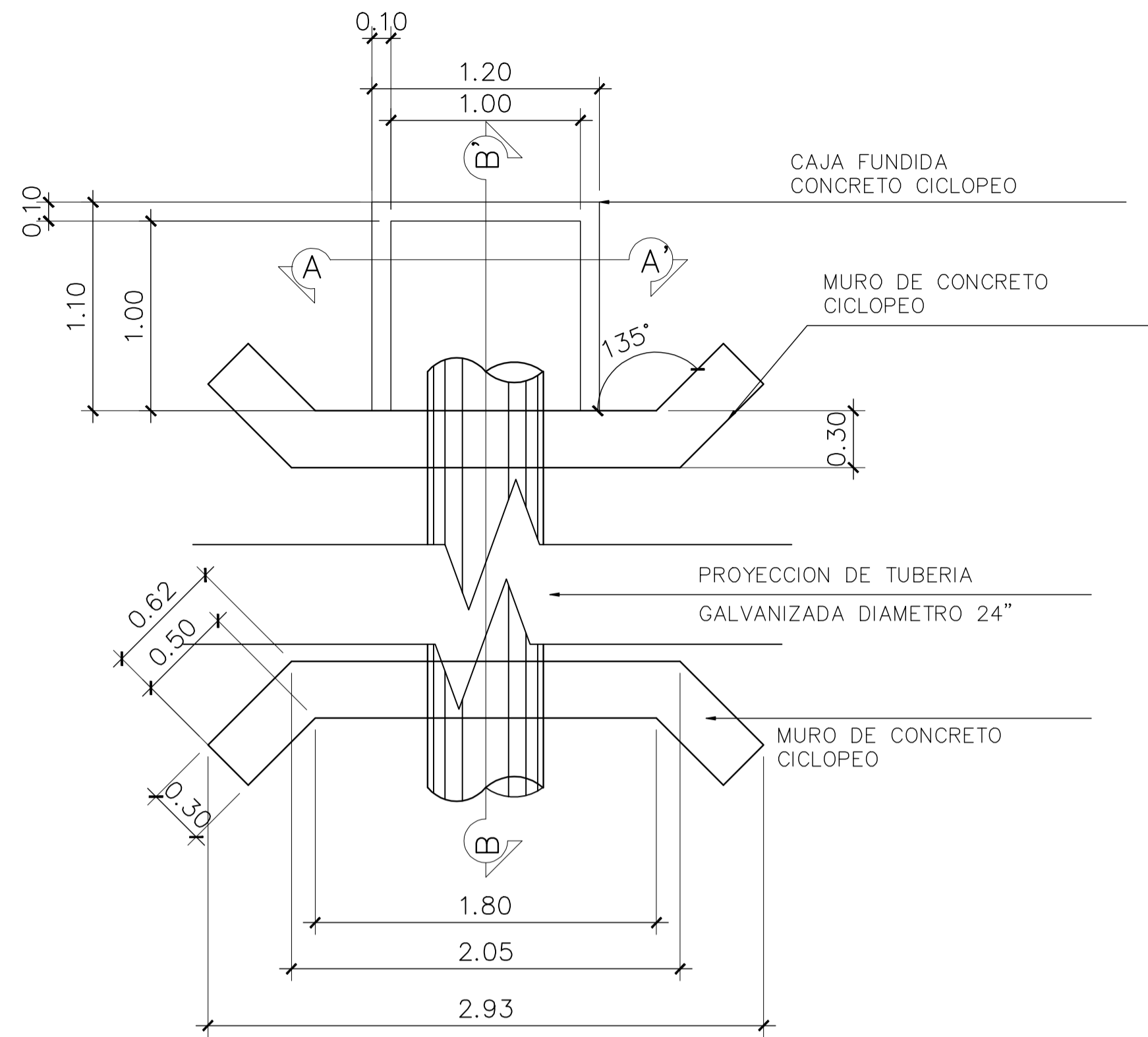
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

f: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



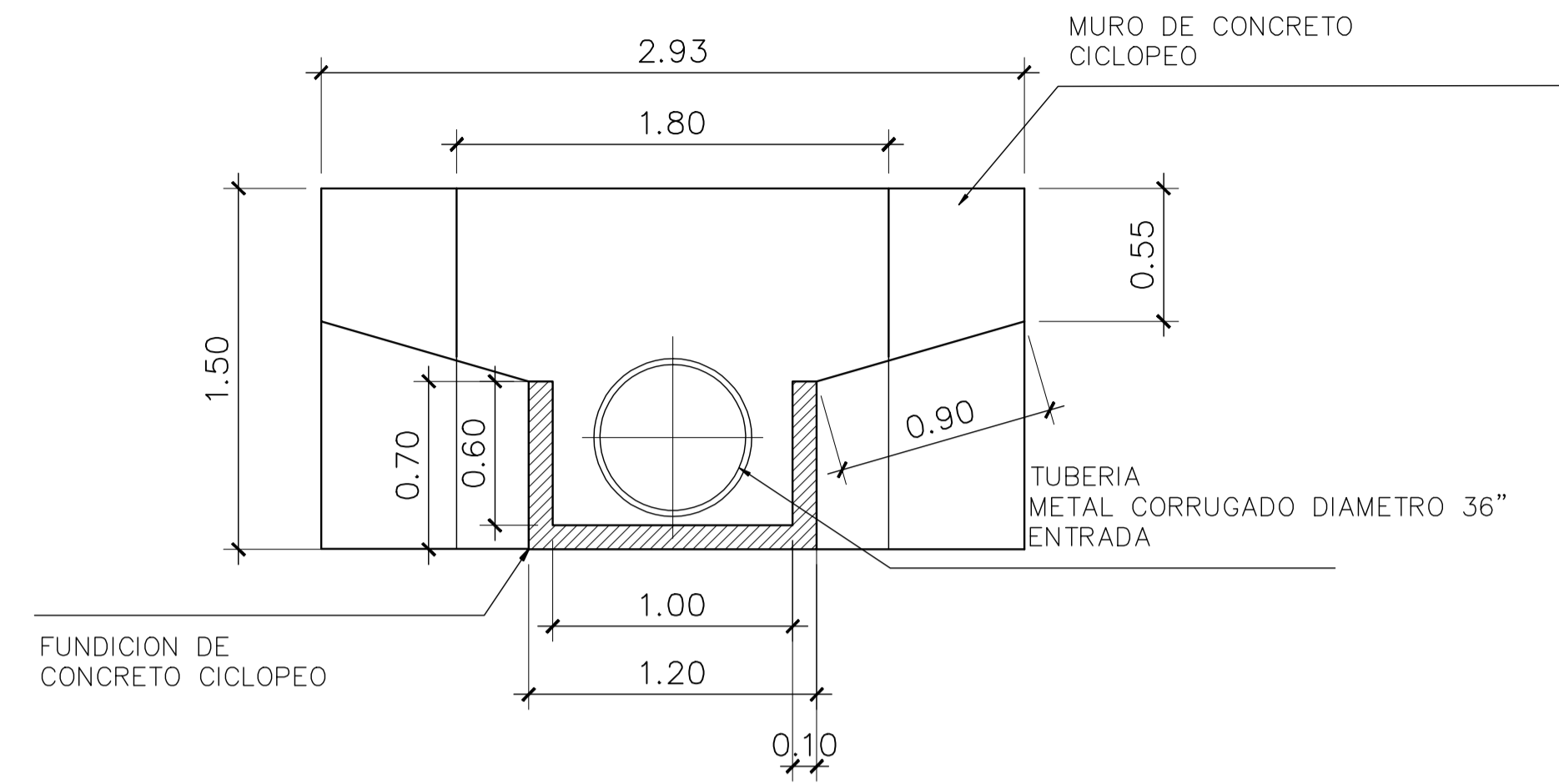


ESTACION	ANCHO	AREA	CUM. AREA	CUM. VOL.	ESTACION	ANCHO	AREA	CUM. AREA	CUM. VOL.
0+000	0.25	0.00	10.22	0.00	2+400	0.22	0.00	1.58	0.13
0+020	0.34	0.00	10.56	0.00	2+420	0.23	0.00	1.81	0.16
0+040	0.45	0.00	11.01	0.00	2+440	0.24	0.00	2.05	0.19
0+060	0.57	0.00	11.58	0.00	2+460	0.25	0.00	2.30	0.22
0+080	0.70	0.00	12.28	0.00	2+480	0.26	0.00	2.56	0.25
0+100	0.84	0.00	13.12	0.00	2+500	0.27	0.00	2.83	0.28
0+120	1.00	0.00	14.11	0.00	2+520	0.28	0.00	3.11	0.31
0+140	1.17	0.00	15.26	0.00	2+540	0.29	0.00	3.40	0.34
0+160	1.36	0.00	16.58	0.00	2+560	0.30	0.00	3.70	0.37
0+180	1.57	0.00	18.07	0.00	2+580	0.31	0.00	4.01	0.40
0+200	1.80	0.00	19.84	0.00	2+600	0.32	0.00	4.33	0.43
0+220	2.05	0.00	21.89	0.00	2+620	0.33	0.00	4.66	0.46
0+240	2.32	0.00	24.22	0.00	2+640	0.34	0.00	5.00	0.49
0+260	2.61	0.00	26.83	0.00	2+660	0.35	0.00	5.35	0.52
0+280	2.92	0.00	29.72	0.00	2+680	0.36	0.00	5.71	0.55
0+300	3.25	0.00	32.90	0.00	2+700	0.37	0.00	6.08	0.58
0+320	3.60	0.00	36.37	0.00	2+720	0.38	0.00	6.46	0.61
0+340	3.97	0.00	40.14	0.00	2+740	0.39	0.00	6.85	0.64
0+360	4.36	0.00	44.21	0.00	2+760	0.40	0.00	7.25	0.67
0+380	4.77	0.00	48.58	0.00	2+780	0.41	0.00	7.66	0.70
0+400	5.20	0.00	53.26	0.00	2+800	0.42	0.00	8.08	0.73
0+420	5.65	0.00	58.25	0.00	2+820	0.43	0.00	8.51	0.76
0+440	6.12	0.00	63.55	0.00	2+840	0.44	0.00	8.95	0.79
0+460	6.61	0.00	69.16	0.00	2+860	0.45	0.00	9.40	0.82
0+480	7.12	0.00	75.08	0.00	2+880	0.46	0.00	9.86	0.85
0+500	7.65	0.00	81.31	0.00	2+900	0.47	0.00	10.33	0.88
0+520	8.20	0.00	87.85	0.00	2+920	0.48	0.00	10.81	0.91
0+540	8.77	0.00	94.70	0.00	2+940	0.49	0.00	11.30	0.94
0+560	9.36	0.00	101.87	0.00	2+960	0.50	0.00	11.80	0.97
0+580	9.97	0.00	109.36	0.00	2+980	0.51	0.00	12.31	1.00
0+600	10.60	0.00	117.17	0.00	3+000	0.52	0.00	12.83	1.03
0+620	11.25	0.00	125.30	0.00	3+020	0.53	0.00	13.36	1.06
0+640	11.92	0.00	133.75	0.00	3+040	0.54	0.00	13.90	1.09
0+660	12.61	0.00	142.52	0.00	3+060	0.55	0.00	14.45	1.12
0+680	13.32	0.00	151.61	0.00	3+080	0.56	0.00	15.01	1.15
0+700	14.05	0.00	161.02	0.00	3+100	0.57	0.00	15.58	1.18
0+720	14.80	0.00	170.75	0.00	3+120	0.58	0.00	16.16	1.21
0+740	15.57	0.00	180.80	0.00	3+140	0.59	0.00	16.75	1.24
0+760	16.36	0.00	191.17	0.00	3+160	0.60	0.00	17.35	1.27
0+780	17.17	0.00	201.86	0.00	3+180	0.61	0.00	17.96	1.30
0+800	18.00	0.00	212.87	0.00	3+200	0.62	0.00	18.58	1.33
0+820	18.85	0.00	224.20	0.00	3+220	0.63	0.00	19.21	1.36
0+840	19.72	0.00	235.85	0.00	3+240	0.64	0.00	19.85	1.39
0+860	20.61	0.00	247.82	0.00	3+260	0.65	0.00	20.50	1.42
0+880	21.52	0.00	260.11	0.00	3+280	0.66	0.00	21.16	1.45
0+900	22.45	0.00	272.72	0.00	3+300	0.67	0.00	21.83	1.48
0+920	23.40	0.00	285.65	0.00	3+320	0.68	0.00	22.51	1.51
0+940	24.37	0.00	298.90	0.00	3+340	0.69	0.00	23.20	1.54
0+960	25.36	0.00	312.47	0.00	3+360	0.70	0.00	23.90	1.57
0+980	26.37	0.00	326.36	0.00	3+380	0.71	0.00	24.61	1.60
1+000	27.40	0.00	340.57	0.00	3+400	0.72	0.00	25.33	1.63
1+020	28.45	0.00	355.10	0.00	3+420	0.73	0.00	26.06	1.66
1+040	29.52	0.00	370.05	0.00	3+440	0.74	0.00	26.80	1.69
1+060	30.61	0.00	385.42	0.00	3+460	0.75	0.00	27.55	1.72
1+080	31.72	0.00	401.21	0.00	3+480	0.76	0.00	28.31	1.75
1+100	32.85	0.00	417.42	0.00	3+500	0.77	0.00	29.08	1.78
1+120	34.00	0.00	434.05	0.00	3+520	0.78	0.00	29.86	1.81
1+140	35.17	0.00	451.10	0.00	3+540	0.79	0.00	30.65	1.84
1+160	36.36	0.00	468.57	0.00	3+560	0.80	0.00	31.45	1.87
1+180	37.57	0.00	486.46	0.00	3+580	0.81	0.00	32.26	1.90
1+200	38.80	0.00	504.77	0.00	3+600	0.82	0.00	33.08	1.93
1+220	40.05	0.00	523.50	0.00	3+620	0.83	0.00	33.91	1.96
1+240	41.32	0.00	542.65	0.00	3+640	0.84	0.00	34.75	1.99
1+260	42.61	0.00	562.22	0.00	3+660	0.85	0.00	35.60	2.02
1+280	43.92	0.00	582.21	0.00	3+680	0.86	0.00	36.46	2.05
1+300	45.25	0.00	602.62	0.00	3+700	0.87	0.00	37.33	2.08
1+320	46.60	0.00	623.45	0.00	3+720	0.88	0.00	38.21	2.11
1+340	47.97	0.00	644.70	0.00	3+740	0.89	0.00	39.10	2.14
1+360	49.36	0.00	666.37	0.00	3+760	0.90	0.00	40.00	2.17
1+380	50.77	0.00	688.46	0.00	3+780	0.91	0.00	40.91	2.20
1+400	52.20	0.00	710.97	0.00	3+800	0.92	0.00	41.83	2.23
1+420	53.65	0.00	733.90	0.00	3+820	0.93	0.00	42.76	2.26
1+440	55.12	0.00	757.25	0.00	3+840	0.94	0.00	43.70	2.29
1+460	56.61	0.00	781.02	0.00	3+860	0.95	0.00	44.65	2.32
1+480	58.12	0.00	805.21	0.00	3+880	0.96	0.00	45.61	2.35
1+500	59.65	0.00	829.82	0.00	3+900	0.97	0.00	46.58	2.38
1+520	61.20	0.00	854.85	0.00	3+920	0.98	0.00	47.56	2.41
1+540	62.77	0.00	880.30	0.00	3+940	0.99	0.00	48.55	2.44
1+560	64.36	0.00	906.17	0.00	3+960	1.00	0.00	49.55	2.47
1+580	65.97	0.00	932.46	0.00	3+980	1.01	0.00	50.56	2.50
1+600	67.60	0.00	959.17	0.00	4+000	1.02	0.00	51.58	2.53
1+620	69.25	0.00	986.30	0.00	4+020	1.03	0.00	52.61	2.56
1+640	70.92	0.00	1013.85	0.00	4+040	1.04	0.00	53.65	2.59
1+660	72.61	0.00	1041.82	0.00	4+060	1.05	0.00	54.70	2.62
1+680	74.32	0.00	1070.21	0.00	4+080	1.06	0.00	55.76	2.65
1+700	76.05	0.00	1100.02	0.00	4+100	1.07	0.00	56.83	2.68
1+720	77.80	0.00	1130.25	0.00	4+120	1.08	0.00	57.91	2.71
1+740	79.57	0.00	1160.90	0.00	4+140	1.09	0.00	59.00	2.74
1+760	81.36	0.00	1191.97	0.00	4+160	1.10	0.00	60.10	2.77
1+780	83.17	0.00	1223.46	0.00	4+180	1.11	0.00	61.21	2.80
1+800	85.00	0.00	1255.37	0.00	4+200	1.12	0.00	62.33	2.83
1+820	86.85	0.00	1287.70	0.00	4+220	1.13	0.00	63.46	2.86
1+840	88.72	0.00	1320.45	0.00	4+240	1.14	0.00	64.60	2.89
1+860	90.61	0.00	1353.62	0.00	4+260	1.15	0.00	65.75	2.92
1+880	92.52	0.00	1387.21	0.00	4+280	1.16	0.00	66.91	2.95
1+900	94.45	0.00	1421.22	0.00	4+300	1.17	0.00	68.08	2.98
1+920	96.40	0.00	1455.65	0.00	4+320	1.18	0.00	69.26	3.01
1+940	98.37	0.00	1490.50	0.00	4+340	1.19	0.00	70.45	3.04
1+960	100.36	0.00	1525.77	0.00	4+360	1.20	0.00	71.65	3.07
1+980	102.37	0.00	1561.46	0.00	4+380	1.21	0.00	72.86	3.10
2+000	104.40	0.00	1597.57	0.00	4+400	1.22	0.00	74.08	3.13
2+020	106.45	0.00	1634.10	0.00	4+420	1.23	0.00	75.31	3.16
2+040	108.52	0.00	1671.05	0.00	4+440	1.24	0.00	76.55	3.19
2+060	110.61	0.00	1708.42	0.00	4+460	1.25	0.00	77.80	3.22
2+080	112.72	0.00	1746.21	0.00	4+480	1.26	0.00	79.06	3.25
2+100	114.85	0.00	1784.42	0.00	4+500	1.27	0.00	80.33	3.28
2+120	117.00	0.00	1823.05	0.00	4+520	1.28	0.00	81.61	3.31
2+140	119.17	0.00	1862.10	0.00	4+540	1.29	0.00	82.90	3.34
2+160	121.36	0.00	1901.57	0.00	4+560	1.30	0.00	84.20	3.37
2+180	123.57	0.00	1941.46	0.00	4+580	1.31	0.00	85.51	3.40
2+200	125.80	0.00	1981.77	0.00	4+600	1.32	0.00	86.83	3.43



### PLANTA

ESCALA: 1/25

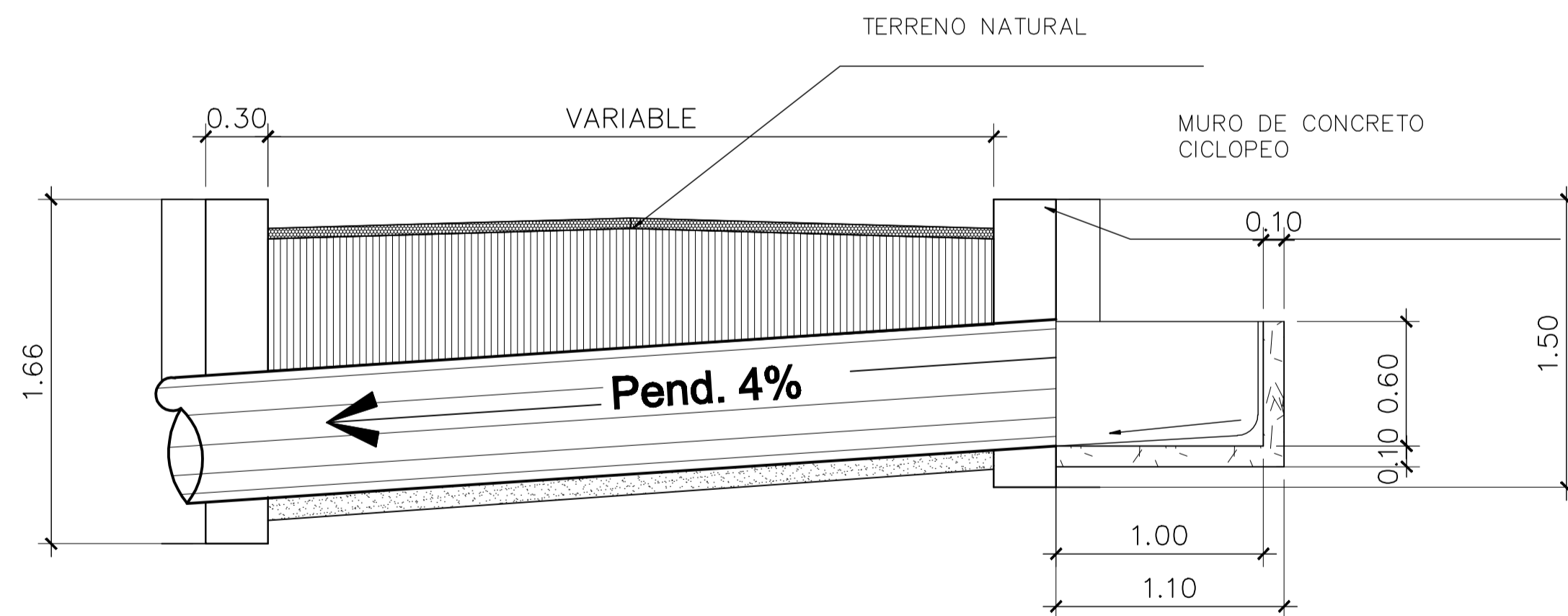


### CORTE A-A'

ESCALA: 1/25

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS DRENAJE TRANSVERSAL

- 1.-La mezcla del concreto ciclopeo sera  $\frac{1}{3}$  de concreto (cementoarena:pedrin) y  $\frac{2}{3}$  de piedra bola 4-6 plg. que garantice una resistencia  $f'c = 165 \text{ kg/cm}^2$
- 2.-La tubería a utilizar sera de 36" de  $\phi$ , segun norma ASTM-A 123 calibre 16.
- 3.-La profundidad minima a la que se colocara la tubería sera de 1.00 m sobre el nivel de la rasante hasta cota superior de corona
- 4.-La cimentacion de los muros de mampostería sera sobre nivel de suelo macizo.

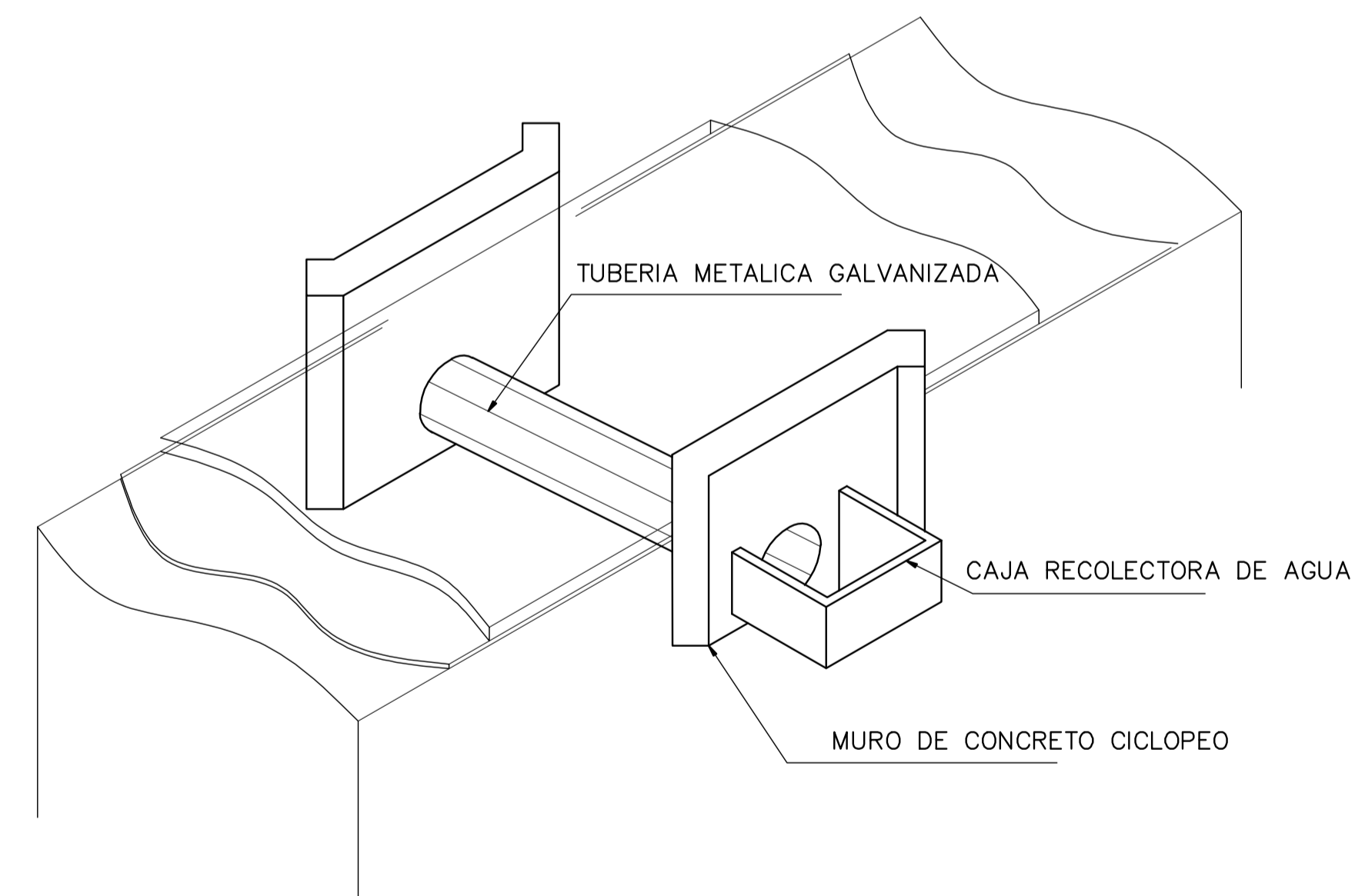


### CORTE B-B'

ESCALA: 1/25

### DETALLES DRENAJE TRANSVERSAL

ESCALA: INDICADAS.



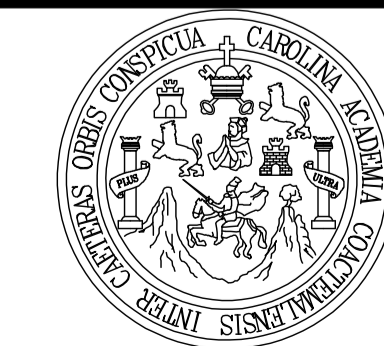
### ISOMETRICO DRENAJE TRANSVERSAL

SIN ESCALA

PROYECTO:

**CARRETERA TRAMO CABECERA MUNICIPAL - CUYQUEL, TACTIC, A.V.**

DIBUJO:	TIPICO
DISÑO:	TIPICO
CALCULO:	TIPICO
FECHA:	OCTUBRE 2012



**DETALLES DE DRENAJE TRANSVERSAL**

FACULTAD DE INGENIERIA – UNIDAD DE E.P.S.

31

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

31